ผลกระทบของดีไซน์แพตเทิร์นบนความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง

นางสาวพัชราภรณ์ พัฒนศิริพงศ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการพัฒนาซอฟต์แวร์ด้านธุรกิจ ภาควิชาสถิติ
คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2555

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository(CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

IMPACT OF DESIGN PATTERN ON PROBABILITY OF CHANGE PRONENESS

Miss Patcharaporn Pattanasiripong

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Business Software Development
Department of Statistics
Faculty of Commerce and Accountancy
Chulalongkorn University
Academic Year 2012
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลกระทบของดีไซน์แพตเทิร์นบนความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง
โดย	นางสาวพัชราภรณ์ พัฒนศิริพงศ์
สาขาวิชา	การพัฒนาซอฟต์แวร์ด้านธุรกิจ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.อัชฎาพร ทรัพย์สมบูรณ์

คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

…………………………………. คณบดีคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี
(รองศาสตราจารย์ ดร.พสุ เดชะรินทร์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

…………………………………. ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมจารี ปรียานนท์)

…………………………………. อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร. อัชฎาพร ทรัพย์สมบูรณ์)

…………………………………. กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จันทร์เจ้า มงคลนาวิน)

…………………………………. กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธันวดี สุเนตนันท์)

พัชราภรณ์ พัฒนศิริพงศ์ : ผลกระทบของดีไซน์แพตเทิร์นบนความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง. (Impact of Design Pattern on Probability of Change Proneness.) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ.ดร.อัษฎาพร ทรัพย์สมบูรณ์, 263 หน้า.

คลาสในการออกแบบเชิงวัตถุจะได้รับผลกระทบเมื่อมีความต้องการใหม่ หรือเมื่อฟังก์ชั่นการทำงานที่มีอยู่เดิมได้รับการปรับปรุง ดังนั้นการคาดคะเนความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงจากการออกแบบจึงมีความสำคัญมากเนื่องจากความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงมีความสัมพันธ์กับความยืดหยุ่นของการออกแบบ งานวิจัยนี้จึงศึกษาผลกระทบจากการปรับปรุงการออกแบบด้วยการประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น (1) อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น (2) บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น (3) คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น และ (4) ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น ที่มีต่อความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง การวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ดีไซน์แพตเทิร์นทั้งสี่ไม่ส่งผลต่อความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบให้มีค่าลดลง เมื่อวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในระดับคลาส พบว่า คลาสที่เรียกใช้งานกลุ่มคลาสในดีไซน์แพตเทิร์น มีความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงลดลง

ภาควิชา สถิติ	ลายมือชื่อนิสิต
สาขาวิชา การพัฒนาซอฟต์แวร์ด้านธุรกิจ	ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
ปีการศึกษา 2555	

5281861926 : MAJOR BUSINESS SOFTWARE DEVELOPMENT
KEYWORDS : DESIGN PATTERN / ADAPTER PATTERN / BRIDGE PATTERN / COMPOSITE PATTERN / FAÇADE PATTERN / PROBABILITY / CHANGE PRONENESS

PATCHARAPORN PATTANASIRIPONG: IMPACT OF DESIGN PATTERN ON PROBABILITY OF CHANGE PRONENESS. ADVISOR: ASSOC. PROF. ASSADAPORN SAPSOMBOON, Ph.D., 263 pp.

Classes in the Object-Oriented design will be affected when new requirements are added or when existing functionality is modified. Therefore, to predict the probability of change proneness of the design is very important due to the fact that the probability of change proneness is related to the flexibility of the design. This research studied the effect of (1) Adapter design pattern (2) Bridge design pattern (3) Composite design pattern and (4) Façade design pattern on the probability of change proneness. The analysis indicated that the effects of four design patterns are not significant. But the probability of change proneness of client class had decreased.

Department : Statistics　　Student's Signature ....
Field of Study : Business Software Development　　Advisor's Signature ....
Academic Year : 2012

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.อัษฎาพร ทรัพย์สมบูรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่าเพื่อให้คำปรึกษา ตลอดจนให้การสนับสนุนและให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ และขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมจารี ปรียานนท์ ประธานกรรมการวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทร์เจ้า มงคลนาวิน กรรมการวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตร์จารย์ ดร.ธันวดี สุเนตนันท์ กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย ที่ช่วยชี้แนะสิ่งต่าง ๆ ให้งานวิจัยลุล่วงไปได้ด้วยดี

ที่สำคัญยิ่งขอขอบพระคุณคุณแม่ คุณพ่อ คุณป้า คุณน้า และคุณยายที่มอบทั้งกำลังใจและทุนทรัพย์ในการสนับสนุนการเล่าเรียนตลอดมา สุดท้ายขอขอบพระคุณเพื่อน ๆ ที่คอยให้ความช่วยเหลือ คำปรึกษา กำลังใจ และแรงกระตุ้นให้งานวิจัยนี้สำเร็จลงได้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ฎ
สารบัญภาพ ..... ต
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 7
1.3 ขอบเขตของการวิจัย 7
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 7
1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย 8
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 8
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 9
2.1 ความหมายของแผนภาพคลาส 9
2.2 องค์ประกอบของแผนภาพคลาส 9
2.2.1 คลาส 9
2.2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างคลาส 10
2.3 ทฤษฎีความน่าจะเป็น 12
2.4 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลง 13
2.5 การคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง 17
2.5.1 ตัวอย่างการคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง
ของการออกแบบ 21
2.6 ดีไซน์แพตเทิร์น 24
2.6.1 อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น 25
2.6.2 บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น 27

หน้า

2.6.3 คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น 28
2.6.4 ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น 30
2.7 ภาษาเอ็กซ์เอ็มแอล 32
2.7.1 ตัวอย่างการแปลงเอ็กซ์เอ็มแอล 35
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย 38
3.1 แนวทางการวิจัย 38
3.2 ตัวแปรสำคัญที่ศึกษา 38
3.3 การทดสอบสมมติฐาน 39
3.4 แนวทางในการดำเนินงานวิจัย 40
3.4.1 การเก็บข้อมูลหน่วยตัวอย่าง 41
3.4.2 การสร้างไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอล 44
3.4.3 การคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ 44
3.5 ประชากรและหน่วยตัวอย่าง 46
3.6 ความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูล 47
3.7 กรอบการวิเคราะห์ข้อมูล 48
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 51
4.1 ผลการเก็บข้อมูลหน่วยตัวอย่างจากเว็บไซต์ 51
4.1.1 การจัดการข้อมูลในรูปแบบแผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น 54
4.1.2 การจัดการข้อมูลในรูปแบบแผนภาพคลาสหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น 64
4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น 77
4.3 การทดสอบการแจกแจงของข้อมูลค่าความต่างของความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น 82
4.4 การเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น 84
4.5 การเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น 85

หน้า

4.6 การเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อน
และหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น 86
4.7 การเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อน
และหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น 87
4.8 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง
ของการออกแบบ 89
4.9 ดีไซน์แพตเทิร์นกับความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ . 89
4.9.1 การวิเคราะห์การออกแบบที่ประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น
กับความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ 90
4.9.2 การวิเคราะห์การออกแบบที่ประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น
กับความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ 98
4.9.3 การวิเคราะห์การออกแบบที่ประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น
กับความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ 112
4.9.4 การวิเคราะห์การออกแบบที่ประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น
กับความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ 120
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 129
5.1 ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ
กับดีไซน์แพตเทิร์น 129
5.2 การนำงานวิจัยไปใช้ 131
5.3 ข้อจำกัดของงานวิจัยและข้อเสนอแนะ 131
รายการอ้างอิง 133
ภาคผนวก 135
ภาคผนวก ก หน่วยตัวอย่างอะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น 136
ภาคผนวก ข หน่วยตัวอย่างบริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น 168
ภาคผนวก ค หน่วยตัวอย่างคอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น 197
ภาคผนวก ง หน่วยตัวอย่างฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น 224
ภาคผนวก จ วิธีการคำนวณค่าทีของความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง
ของการออกแบบที่ประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น 260

หน้า

ภาคผนวก ฉ วิธีการคำนวณค่าทีของความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง
ของการออกแบบที่ประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น 261
ภาคผนวก ช วิธีการคำนวณค่าทีของความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง
ของการออกแบบที่ประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น.. 262
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์... 263

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 ดีไซน์แพตเทิร์นและบทบาทในงานวิจัยของเพนตะและคณะ 6
ตารางที่ 4.1 แสดงจำนวนหน่วยตัวอย่างทั้งหมดและจำนวนหน่วยตัวอย่างที่พร้อมใช้ในการศึกษาจากเว็บไซต์ 51
ตารางที่ 4.2 แสดงลักษณะของข้อมูลหน่วยตัวอย่างอะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นที่ได้จากเว็บไซต์และการปรับปรุงเพื่อให้เป็นหน่วยตัวอย่าง 52
ตารางที่ 4.3 แสดงลักษณะของข้อมูลหน่วยตัวอย่างบริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นที่ได้จากเว็บไซต์และการปรับปรุงเพื่อให้เป็นหน่วยตัวอย่าง 52
ตารางที่ 4.4 แสดงลักษณะของข้อมูลหน่วยตัวอย่างคอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นที่ได้จากเว็บไซต์และการปรับปรุงเพื่อให้เป็นหน่วยตัวอย่าง 53
ตารางที่ 4.5 แสดงลักษณะของข้อมูลหน่วยตัวอย่างฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นที่ได้จากเว็บไซต์และการปรับปรุงเพื่อให้เป็นหน่วยตัวอย่าง 54
ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 3 58
ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 3 58
ตารางที่ 4.8 แสดงค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสและการออกแบบของแผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 5 70
ตารางที่ 4.9 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 5 74
ตารางที่ 4.10 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 5 75
ตารางที่ 4.11 แสดงค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสและการออกแบบของแผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 5 76

หน้า

ตารางที่ 4.12 จำนวนคลาสและความสัมพันธ์ของหน่วยตัวอย่างก่อนและหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น...... 77
ตารางที่ 4.13 ค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น...... 79
ตารางที่ 4.14 ค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น...... 80
ตารางที่ 4.15 ค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น...... 81
ตารางที่ 4.16 ค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น 81
ตารางที่ 4.17 ค่าสถิติการทดสอบการแจกแจงปกติของค่าความต่างของความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ 83
ตารางที่ 4.18 ค่าสถิติทดสอบความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบด้วยสถิติทดสอบทีแบบจับคู่ของอะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น...... 85
ตารางที่ 4.19 ค่าสถิติทดสอบความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบด้วยสถิติทดสอบทีแบบจับคู่ของบริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น...... 86
ตารางที่ 4.20 ค่าสถิติทดสอบเครื่องหมายของความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบของคอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น...... 87
ตารางที่ 4.21 ค่าสถิติทดสอบความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบด้วยสถิติทดสอบทีแบบจับคู่ของฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น 88
ตารางที่ 4.22 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล 89
ตารางที่ 4.23 แสดงจำนวนความสัมพันธ์ของคลาสในการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของภาพที่ 4.18 91
ตารางที่ 4.24 แสดงค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของภาพที่ 4.18...... 91
ตารางที่ 4.25 แสดงค่าความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของภาพที่ 4.18...... 91

หน้า

ตารางที่ 4.26 จำนวนความสัมพันธ์ของคลาสในหน่วยตัวอย่าง
ก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น 93
ตารางที่ 4.27 แสดงค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส
ก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น 95
ตารางที่ 4.28 แสดงค่าความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส
ก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น 96
ตารางที่ 4.29 แสดงจำนวนความสัมพันธ์ของคลาสในการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์
ดีไซน์แพตเทิร์นของภาพที่ 4.19 100
ตารางที่ 4.30 แสดงค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส
ก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของภาพที่ 4.19 100
ตารางที่ 4.31 แสดงค่าความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส
ก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของภาพที่ 4.19 101
ตารางที่ 4.32 จำนวนความสัมพันธ์ของคลาสในหน่วยตัวอย่างก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์
ดีไซน์แพตเทิร์น.. 104
ตารางที่ 4.33 ค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส
ก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น.. 106
ตารางที่ 4.34 แสดงค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ
ก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น.. 107
ตารางที่ 4.35 แสดงค่าความต่างของจำนวนความสัมพันธ์เฉลี่ยของการออกแบบ
ก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น.. 108
ตารางที่ 4. 36 แสดงค่าความต่างของความน่าจะเป็นเฉลี่ยของคลาสก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์
ดีไซน์แพตเทิร์น.. 110
ตารางที่ 4.37 แสดงจำนวนความสัมพันธ์ของคลาสในการออกแบบ
ก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของภาพที่ 4.20 113
ตารางที่ 4.38 แสดงค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส
ก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของภาพที่ 4.20 113
ตารางที่ 4.39 แสดงค่าความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส
ก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของภาพที่ 4.20 113

หน้า

ตารางที่ 4.40 จำนวนความสัมพันธ์ของคลาสในหน่วยตัวอย่างก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น 115
ตารางที่ 4.41 แสดงค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น 116
ตารางที่ 4.42 แสดงค่าความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น 117
ตารางที่ 4.43 ค่าความต่างของความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส NODE 118
ตารางที่ 4.44 แสดงจำนวนความสัมพันธ์ของคลาสในการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของภาพที่ 4.21 121
ตารางที่ 4.45 แสดงค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของภาพที่ 4.21 121
ตารางที่ 4.46 แสดงค่าความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของภาพที่ 4.21 121
ตารางที่ 4.47 จำนวนความสัมพันธ์ของคลาสในหน่วยตัวอย่างก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น 123
ตารางที่ 4.48 แสดงค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น 124
ตารางที่ 4.49 แสดงค่าความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น 125
ตารางที่ 4.50 ค่าความต่างของจำนวนความสัมพันธ์เฉลี่ยของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น 126
ตารางที่ ก.1 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 1 138
ตารางที่ ก.2 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 2 141
ตารางที่ ก.3 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 3 144

หน้า

ตารางที่ ก.4 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 4 147
ตารางที่ ก.5 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 5 150
ตารางที่ ก.6 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 6 153
ตารางที่ ก.7 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 7 157
ตารางที่ ก.8 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 8 160
ตารางที่ ก.9 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 9 163
ตารางที่ ก.10 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 10 167
ตารางที่ ข.1 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 1 170
ตารางที่ ข.2 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 2 173
ตารางที่ ข.3 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 3 176
ตารางที่ ข.4 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 4 179
ตารางที่ ข.5 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 5 182
ตารางที่ ข.6 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 6 184
ตารางที่ ข.7 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 7 187

หน้า

ตารางที่ ข.8 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 8 189
ตารางที่ ข.9 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 9 193
ตารางที่ ข.10 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 10 196
ตารางที่ ค.1 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 1 199
ตารางที่ ค.2 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 2 201
ตารางที่ ค.3 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 3 203
ตารางที่ ค.4 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 4 206
ตารางที่ ค.5 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 6 212
ตารางที่ ค.6 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 7 214
ตารางที่ ค.7 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 8 217
ตารางที่ ค.8 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 9 220
ตารางที่ ค.9 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 10 223
ตารางที่ ง.1 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 1 226
ตารางที่ ง.2 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 2 230

หน้า

ตารางที่ ง.3 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 3 235
ตารางที่ ง.4 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 4 240
ตารางที่ ง.5 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 5 244
ตารางที่ ง.6 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 6 246
ตารางที่ ง.7 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 7 249
ตารางที่ ง.8 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 8 253
ตารางที่ ง.9 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 9 256
ตารางที่ ง.10 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 10 259
ตารางที่ จ.1 แสดงผลต่างของความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น 260
ตารางที่ ฉ.1 แสดงผลต่างของความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น 261
ตารางที่ ช. 1 แสดงผลต่างของความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น 262

สารบัญภาพ

หน้า
ภาพที่ 2.1 ความสัมพันธ์แบบสืบทอด 10
ภาพที่ 2.2 ความสัมพันธ์แบบอิมพลีเมนต์ 10
ภาพที่ 2.3 ความสัมพันธ์แบบแอกกรีเกชัน 11
ภาพที่ 2.4 ความสัมพันธ์แบบคอมโพซิชัน 11
ภาพที่ 2.5 ความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชันหรือเรฟเฟอร์เรนซ์แบบไดเร็คอินสแตนซ์ 11
ภาพที่ 2.6 ความสัมพันธ์แบบพึ่งพา 12
ภาพที่ 2.7 แผนภาพเวนน์และออยเลอร์ 13
ภาพที่ 2.8 ตัวอย่างแผนภาพคลาสของการสืบทอด 15
ภาพที่ 2.9 ตัวอย่างแผนภาพคลาสของการอิมพลีเมนต์ 15
ภาพที่ 2.10 ตัวอย่างแผนภาพคลาสการไดเร็คอินสแตนซ์ 16
ภาพที่ 2.11 ตัวอย่างการคอมโพซิชัน และแอกกรีเกชัน 16
ภาพที่ 2.12 ตัวอย่างแผนภาพคลาสการพึ่งพา 16
ภาพที่ 2.13 ตัวอย่างคลาสที่ไม่เรียกใช้เมท็อดของคลาสอื่น 17
ภาพที่ 2.14 ตัวอย่างคลาสที่เรียกใช้เมท็อดของจากคลาส 1 คลาส 18
ภาพที่ 2.15 ตัวอย่างคลาสที่เรียกใช้เมท็อดของจากคลาส 2 คลาส 19
ภาพที่ 2.16 ตัวอย่างแผนภาพคลาสก่อนประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น 21
ภาพที่ 2.17 ตัวอย่างแผนภาพคลาสของอะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น 25
ภาพที่ 2.18 แผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น 26
ภาพที่ 2.19 ตัวอย่างแผนภาพคลาสของบริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น 27
ภาพที่ 2.20 แผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์บริจจ์ดีไซน์แพตเทิร์น 28
ภาพที่ 2.21 ตัวอย่างแผนภาพคลาสของคอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น 29
ภาพที่ 2.22 แผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิต ดีไซน์แพตเทิร์น 30
ภาพที่ 2.23 ตัวอย่างแผนภาพคลาสของฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น 31
ภาพที่ 2.24 แผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์ด้วยฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น 32
ภาพที่ 2.25 ไวยากรณ์ของสาเหตุภายใน 33
ภาพที่ 2.26 ไวยากรณ์การสืบทอดแบบอิมพลีเมนต์ 33

หน้า

ภาพที่ 2.27 ไวยากรณ์การสืบทอดแบบเอ็กซ์เทนด์ 34
ภาพที่ 2.28 ไวยากรณ์แบบเรฟเฟอร์เรนซ์ 34
ภาพที่ 2.29 ไวยากรณ์แบบพึ่งพา 35
ภาพที่ 2.30 ตัวอย่างไวยากรณ์เอ็กซ์เอ็มแอลของแผนภาพคลาสในภาพที่ 2.16 36
ภาพที่ 3.1 แสดงวิธีแนวทางในการดำเนินงานวิจัยโดยสรุป 41
ภาพที่ 3.2 แสดงขั้นตอนการจัดเก็บหน่วยตัวอย่างโดยสรุป 42
ภาพที่ 3.3 ผลการคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส 45
ภาพที่ 3.4 แสดงขั้นตอนการคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง
ของการออกแบบ 46
ภาพที่ 4.1 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์
ของหน่วยตัวอย่างที่ 3 55
ภาพที่ 4.2 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์
ของหน่วยตัวอย่างที่ 3 55
ภาพที่ 4.3 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นหลังการปรับปรุง
ของหน่วยตัวอย่างที่ 3 57
ภาพที่ 4.4 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นหลังการปรับปรุง
ของหน่วยตัวอย่างที่ 3 57
ภาพที่ 4.5 ซอร์สโค้ดเอ็กซ์เอ็มแอลของแผนภาพคลาสก่อนประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น
ของหน่วยตัวอย่างที่ 3 59
ภาพที่ 4.6 ซอร์สโค้ดเอ็กซ์เอ็มแอลของแผนภาพคลาสหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น
ของหน่วยตัวอย่างที่ 3 61
ภาพที่ 4.7 ผลการคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส
ก่อนประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 3 63
ภาพที่ 4.8 ผลการคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส
หลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 3 63
ภาพที่ 4.9 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์
ของหน่วยตัวอย่างที่ 5 65

หน้า

ภาพที่ 4.10 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นหลังการปรับปรุง
ของหน่วยตัวอย่างที่ 5 66
ภาพที่ 4.11 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนประยุกต์คอมโพสิต
ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 5 67
ภาพที่ 4.12 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น
ของหน่วยตัวอย่างที่ 5 68
ภาพที่ 4.13 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมหลังประยุกต์
คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 5 69
ภาพที่ 4.14 ซอร์สโค้ดหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ของหน่วยตัวอย่างที่ 5.... 71
ภาพที่ 4.15 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 5 72
ภาพที่ 4.16 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นหลังการปรับปรุง
ของหน่วยตัวอย่างที่ 5 73
ภาพที่ 4.17 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นหลังผ่านการปรับปรุง
ของหน่วยตัวอย่างที่ 5 75
ภาพที่ 4.18 แผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น 90
ภาพที่ 4.19 แผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น 99
ภาพที่ 4.20 แผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น 112
ภาพที่ 4.21 แผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น 120
ภาพที่ ก.1 ซอร์สโค้ดหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์
ของหน่วยตัวอย่างที่ 1 136
ภาพที่ ก.2 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 1 137
ภาพที่ ก.3 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 1 138
ภาพที่ ก.4 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์
ของหน่วยตัวอย่างที่ 2 139
ภาพที่ ก.5 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 2 140
ภาพที่ ก.6 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 2 140
ภาพที่ ก.7 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์
ของหน่วยตัวอย่างที่ 3 141

หน้า

ภาพที่ ก.8 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 3 143
ภาพที่ ก.9 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 3 143
ภาพที่ ก.10 ซอร์สโค้ดหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ ของหน่วยตัวอย่างที่ 4 145
ภาพที่ ก.11 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 4 ... 146
ภาพที่ ก.12 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 4 ... 146
ภาพที่ ก.13 ซอร์สโค้ดหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ ของหน่วยตัวอย่างที่ 5 148
ภาพที่ ก.14 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 5 ... 149
ภาพที่ ก.15 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 5 ... 150
ภาพที่ ก.16 ซอร์สโค้ดหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ ของหน่วยตัวอย่างที่ 6 151
ภาพที่ ก.17 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 6 ... 152
ภาพที่ ก.18 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 6 ... 153
ภาพที่ ก.19 ซอร์สโค้ดหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ ของหน่วยตัวอย่างที่ 7 154
ภาพที่ ก.20 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 7 ... 155
ภาพที่ ก.21 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 7 ... 156
ภาพที่ ก.22 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 8 ... 158
ภาพที่ ก.23 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 8 ... 159
ภาพที่ ก.24 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 8 ... 159
ภาพที่ ก.25 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ ของหน่วยตัวอย่างที่ 9 161
ภาพที่ ก.26 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 9 ... 162
ภาพที่ ก.27 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 9 ... 162
ภาพที่ ก.28 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ ของหน่วยตัวอย่างที่ 10 163

หน้า

ภาพที่ ก.29 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น
ของหน่วยตัวอย่างที่ 10 165
ภาพที่ ก.30 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 10........ 166
ภาพที่ ข.1 ซอร์สโค้ดหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ของหน่วยตัวอย่างที่ 1...... 168
ภาพที่ ข.2 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 1........ 169
ภาพที่ ข.3 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 1 170
ภาพที่ ข.4 แผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์
ของหน่วยตัวอย่างที่ 2 171
ภาพที่ ข.5 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 2........ 172
ภาพที่ ข.6 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 2 172
ภาพที่ ข.7 แผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์
ของหน่วยตัวอย่างที่ 3 174
ภาพที่ ข.8 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 3........ 175
ภาพที่ ข.9 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 3 176
ภาพที่ ข.10 แผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์
ของหน่วยตัวอย่างที่ 4 177
ภาพที่ ข.11 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 4........ 178
ภาพที่ ข.12 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 4 179
ภาพที่ ข.13 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์
ของหน่วยตัวอย่างที่ 5 180
ภาพที่ ข.14 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 5........ 181
ภาพที่ ข.15 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 5 181
ภาพที่ ข.16 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์
ของหน่วยตัวอย่างที่ 6 182
ภาพที่ ข.17 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 6........ 183
ภาพที่ ข.18 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 6........ 184
ภาพที่ ข.19 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์
ของหน่วยตัวอย่างที่ 7 185

หน้า

ภาพที่ ข.20 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 7 186
ภาพที่ ข.21 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 7 186
ภาพที่ ข.22 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์
ของหน่วยตัวอย่างที่ 8 187
ภาพที่ ข.23 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 8 188
ภาพที่ ข.24 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 8 189
ภาพที่ ข.25 แผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์
ของหน่วยตัวอย่างที่ 9 190
ภาพที่ ข.26 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 9 192
ภาพที่ ข.27 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 9 192
ภาพที่ ข.28 ซอร์สโค้ดหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์
ของหน่วยตัวอย่างที่ 10 194
ภาพที่ ข.29 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 10 195
ภาพที่ ข.30 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 10 195
ภาพที่ ค.1 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์
ของหน่วยตัวอย่างที่ 1 197
ภาพที่ ค.2 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 1 198
ภาพที่ ค.3 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 1 198
ภาพที่ ค.4 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์
ของหน่วยตัวอย่างที่ 2 199
ภาพที่ ค.5 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 2 200
ภาพที่ ค.6 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 2 201
ภาพที่ ค.7 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์
ของหน่วยตัวอย่างที่ 3 202
ภาพที่ ค.8 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 3 203
ภาพที่ ค.9 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 3 203
ภาพที่ ค.10 ซอร์สโค้ดหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์
ของหน่วยตัวอย่างที่ 4 204

หน้า

ภาพที่ ค.11 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 4...... 205
ภาพที่ ค.12 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 4 206
ภาพที่ ค.13 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ ของหน่วยตัวอย่างที่ 5 207
ภาพที่ ค.14 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 5...... 208
ภาพที่ ค.15 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 5 208
ภาพที่ ค.16 ผลการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของ หน่วยตัวอย่างที่ 5 209
ภาพที่ ค.17 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ ของหน่วยตัวอย่างที่ 6 210
ภาพที่ ค.18 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 6...... 211
ภาพที่ ค.19 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 6 211
ภาพที่ ค.20 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ ของหน่วยตัวอย่างที่ 7 212
ภาพที่ ค.21 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 7...... 213
ภาพที่ ค.22 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 7 214
ภาพที่ ค.23 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ ของหน่วยตัวอย่างที่ 8 215
ภาพที่ ค.24 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 8...... 216
ภาพที่ ค.25 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 8 216
ภาพที่ ค.26 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 9 217
ภาพที่ ค.27 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 9...... 219
ภาพที่ ค.28 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 9 219
ภาพที่ ค.29 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ ของหน่วยตัวอย่างที่ 10 221
ภาพที่ ค.30 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 10.... 222
ภาพที่ ค.31 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 10 222
ภาพที่ ง.1 ซอร์สโค้ดหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ของหน่วยตัวอย่างที่ 1.... 224

หน้า

ภาพที่ ง.2 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 1 225
ภาพที่ ง.3 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 1 226
ภาพที่ ง.4 ซอร์สโค้ดหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซนแพตเทิร์นจากเว็บไซต์ของหน่วยตัวอย่างที่ 2.... 227
ภาพที่ ง.5 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 2 228
ภาพที่ ง.6 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 2 229
ภาพที่ ง.7 ซอร์สโค้ดหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ของหน่วยตัวอย่างที่ 3.... 231
ภาพที่ ง.8 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 3 234
ภาพที่ ง.9 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 3 234
ภาพที่ ง.10 ซอร์สโค้ดหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์
ของหน่วยตัวอย่างที่ 4 236
ภาพที่ ง.11 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 4 238
ภาพที่ ง.12 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 4 239
ภาพที่ ง.13 ซอร์สโค้ดหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์
ของหน่วยตัวอย่างที่ 5 241
ภาพที่ ง.14 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 5 243
ภาพที่ ง.15 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 5 243
ภาพที่ ง.16 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์
ของหน่วยตัวอย่างที่ 6 244
ภาพที่ ง.17 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 6 245
ภาพที่ ง.18 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 6 246
ภาพที่ ง.19 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์
ของหน่วยตัวอย่างที่ 7 247
ภาพที่ ง.20 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 7 248
ภาพที่ ง.21 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 7 248
ภาพที่ ง.22 ซอร์สโค้ดหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์
ของหน่วยตัวอย่างที่ 8 250
ภาพที่ ง.23 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 8 252
ภาพที่ ง.24 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 8 252

หน้า

ภาพที่ ง.25 ซอร์สโค้ดหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์
ของหน่วยตัวอย่างที่ 9 254
ภาพที่ ง.26 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 9........... 255
ภาพที่ ง.27 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 9 256
ภาพที่ ง.28 ซอร์สโค้ดหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์
ของหน่วยตัวอย่างที่ 10 257
ภาพที่ ง.29 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 10......... 258
ภาพที่ ง.30 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 10 259

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การพัฒนาซอฟต์แวร์มักประสบกับปัญหาการเปลี่ยนแปลงข้อกำหนด เนื่องจากการเพิ่ม ลด หรือแก้ไขฟังก์ชั่น (Function) การทำงาน การแก้ไขข้อผิดพลาด เป็นต้น ปัจจัยเหล่านี้ทำให้ซอฟต์แวร์มีความซับซ้อนมากขึ้นและเบี่ยงเบนไปจากการออกแบบเดิม (Sommerville, 2001) จึงส่งผลกระทบกับความเสถียร (Stability) (Elish, 2006) การบำรุงรักษา (Maintenance) ความสามารถในการขยาย (Extendibility) และความยืดหยุ่น (Flexibility) ของซอฟต์แวร์ ดังนั้นการควบคุมให้ซอฟต์แวร์เปิดสำหรับการขยายและปิดสำหรับการแก้ไข หมายความว่าซอฟต์แวร์ควรมีความสามารถในการเพิ่มฟังก์ชั่นการทำงานได้ง่ายและไม่ควรให้มีการแก้ไขเมท็อดหรือแอตทริบิวต์เนื่องจากการแก้ไขอาจส่งผลกระทบต่อส่วนอื่นๆในระบบให้เกิดการแก้ไข แต่ในความเป็นจริงการหลีกเลี่ยงไม่ให้มีการแก้ไขซอฟต์แวร์เป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงได้ยาก การรับมือสำหรับกับการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่ง (Tsantalis et al., 2004)

ในปี ค.ศ. 2004 (Tsantalis et al,. 2004) เสนอวิธีการคาดคะเนแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงด้วยหลักการความน่าจะเป็นของการออกแบบเชิงวัตถุ และได้ให้เหตุผลการประยุกต์หลักการความน่าจะเป็นเข้ากับการคาดคะเนแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบเชิงวัตถุว่า เป็นการพัฒนาวิธีการประเมินผลความยืดหยุ่นของการออกแบบเชิงวัตถุจากแผนภาพคลาส เพื่อให้เห็นถึงโอกาสความเป็นไปได้ของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในแต่ละคลาสและซอฟต์แวร์ เมื่อมีการเพิ่ม ลด หรือแก้ไขการทำงานของซอฟต์แวร์ โดยความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงจะคำนึงถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในการออกแบบ ซึ่งแบ่งสาเหตุการเปลี่ยนแปลงเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

1. การเปลี่ยนแปลงภายใน (Internal Axis) เป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการแก้ไข เพิ่มหรือลบการทำงานบางส่วนในคลาสนั้น

2. การเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากปัจจัยภายนอก (External Axis) หมายถึงเมื่อคลาสใดคลาสหนึ่งในการออกแบบมีการเปลี่ยนแปลง แล้วการเปลี่ยนแปลงนั้นส่งผลกระทบต่อคลาสอื่น คลาสอื่นในที่นี้หมายถึงคลาสที่อยู่ในความสนใจในการคาดคะเนแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง

ต่อมาในปี 2005 (Tsantalis et al., 2005) ได้มีการปรับปรุงวิธีการคาดคะเนความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงจากงานวิจัยที่ได้กล่าวในข้างต้น โดยเพิ่มสาเหตุที่ทำให้เกิดการ

เปลี่ยนแปลงจากภายนอกอีกหนึ่งสาเหตุคือ ความสัมพันธ์แบบพึ่งพา (Dependency) ผลของการคาดคะเนแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงด้วยวิธีใหม่นี้มีความแม่นยำเพิ่มขึ้นด้วย

ในปี ค.ศ. 2008 (Sharafat et al., 2008) เสนอการคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในซอฟต์แวร์เชิงวัตถุ จากซอร์สโค้ด แผนภาพคลาส และประวัติบันทึกการเปลี่ยนแปลง (History Change Log) โดยที่การเปลี่ยนแปลงของคลาสมาจากการเฉลี่ยค่าความน่าจะเป็นใน 2 ส่วน ได้แก่ (1) ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสที่คำนวณจากซอร์สโค้ด และแผนภาพคลาส ซึ่งงานวิจัยนี้ได้อ้างอิงสาเหตุการเปลี่ยนแปลงจากงานวิจัยของซานทาลีส และคณะ (2005) และ (2) ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสที่คำนวณจากประวัติบันทึกการเปลี่ยนแปลง (History Change Log) เนื่องจากข้อมูลประวัติบันทึกการเปลี่ยนแปลง (History Change Log) ที่ใช้ประกอบในการคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงจะเป็นข้อมูลสามารถนำมาใช้ได้ต้องเป็นซอฟต์แวร์ที่ผ่านการปรับปรุง (Maintenance)

การคาดคะเนแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบเชิงวัตถุ สามารถช่วยให้ทราบถึงปัญหาการออกแบบที่ไม่สามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงในอนาคต หรือเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงแล้วเกิดผลกระทบต่อส่วนอื่นๆของซอฟต์แวร์ การปรับปรุงของการออกแบบโดยประยุกต์ใช้ดีไซน์แพตเทิร์นแล้วตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบว่ามีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมก่อนประยุกต์ใช้ดีไซน์แพตเทิร์น โดยผู้วิจัยคาดหวังว่าเมื่อปรับปรุงการออกแบบด้วยดีไซน์แพตเทิร์นแล้วความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบจะมีค่าลดลง ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการเปลี่ยนแปลงฟังก์ชั่นการทำงานของซอฟต์แวร์ในอนาคต และทำให้ผู้พัฒนาซอฟต์แวร์ที่เข้าใจโครงสร้างของดีไซน์แพตเทิร์นสามารถเข้าใจโครงสร้างการออกแบบซอฟต์แวร์ได้ง่าย รวดเร็ว และสามารถนำบางส่วนของคลาสในซอฟต์แวร์กลับมาใช้ใหม่ได้ทำให้พัฒนาซอฟต์แวร์ได้เร็วขึ้น

การปรับปรุงการออกแบบเป็นกระบวนการที่ทำให้การออกแบบที่มีอยู่ให้สามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต และเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการนำการออกแบบกลับมาใช้ใหม่ได้ (Gamma et al., 1995) โดยจัดการกับโครงสร้างการออกแบบและไม่มีการเปลี่ยนพฤติกรรมภายนอก (External Behavior) หมายถึงการทำงานของซอฟต์แวร์ยังคงเดิม ดีไซน์แพตเทิร์นเป็นกระบวนการปรับปรุงการออกแบบวิธีหนึ่งที่เสนอแนวทางการจัดกลุ่มโครงสร้างของคลาสเพื่อแก้ไขปัญหาในระดับคลาสและเมท็อด ดีไซน์แพตเทิร์นที่เป็นที่รู้จักอย่างกว้างขวางของแกมมา เฮลม จอห์นสัน และวลิสไซด์ส (Metsker et al., 2006) เป็นการออกแบบ

เพื่อสนับสนุนความสามารถในการนำกลับมาใช้ใหม่ (Reusability) ความสามารถในการบำรุงรักษา (Maintainability) ความสามารถในการทำความเข้าใจ (Understandability) และความแข็งแรง (Robustness) ของการออกแบบ ส่งผลให้พัฒนาซอฟต์แวร์ได้รวดเร็วขึ้น และช่วยให้การออกแบบเดิมได้รับผลกระทบน้อยที่สุดหรืออาจไม่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงใดๆ (Gamma et al., 1995) ซึ่งก่อนหน้าที่จะมีแนวคิดดีไซน์แพตเทิร์น การแก้ปัญหาพื้นฐาน เช่น การบำรุงรักษาของการออกแบบเชิงวัตถุยังไม่สามารถแก้ได้ ดังนั้นดีไซน์แพตเทิร์นจึงถูกคาดหวังให้สามารถแก้ปัญหาเหล่านั้นได้ดีไซน์แพตเทิร์นของแกมมาและคณะ มีทั้งหมด 23 แพตเทิร์น และแบ่งเป็น 3 หมวด ตามวัตถุประสงค์การใช้งานคือ

1. แพตเทิร์นเกี่ยวกับการสร้าง (Creational Pattern) ใช้สำหรับแก้ปัญหาในการสร้างอ็อบเจกต์ ประกอบด้วย 5 แพตเทิร์น ได้แก่ (1) แพตเทิร์นแอ็บสแตรคแฟกทอรี่ (Abstract Factory Pattern) (2) แพตเทิร์นบิวเดอร์ (Builder Pattern) (3) แพตเทิร์นแฟกทอรี่เมท็อด (Factory Method Pattern) (4) แพตเทิร์นโปรโตไทป์ (Prototype Pattern) และ (5) แพตเทิร์นซิงเกิลตัน (Singleton Pattern)

2. แพตเทิร์นเกี่ยวกับโครงสร้าง (Structural Pattern) ใช้สำหรับแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวางโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างคลาส ประกอบด้วย 7 แพตเทิร์น ได้แก่ (1) แพตเทิร์นอะแดปเตอร์ (Adaptor Pattern) (2) แพตเทิร์นบริดจ์ (Bridge Pattern) (3) แพตเทิร์นคอมโพสิต (Composite Pattern) (4) แพตเทิร์นเดคคอเรเตอร์ (Decorator Pattern) (5) แพตเทิร์นฟะซาด (Façade Pattern) (6) แพตเทิร์นฟลายเวทจ์ (Flyweight Pattern) และ (7) แพตเทิร์นพรอกซี (Proxy Pattern)

3. แพตเทิร์นเกี่ยวกับพฤติกรรม (Behavioral Pattern) ใช้สำหรับแก้ปัญหาเกี่ยวกับพฤติกรรมของอ็อบเจกต์และการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างอ็อบเจกต์ ประกอบด้วย 11 แพตเทิร์น ได้แก่ (1) แพตเทิร์นเชนออฟริสพอนสิบิลิที (Chain of responsibility Pattern) (2) แพตเทิร์นคอมมาน (Command Pattern) (3) แพตเทิร์นอินเตอร์พรีเตอร์ (Interpreter Pattern) (4) แพตเทิร์นอิตเทอร์เรเตอร์ (Iterator Pattern) (5) แพตเทิร์นมีดิเอเตอร์ (Mediator Pattern) (6) แพตเทิร์นมีเมนโต (Memento Pattern) (7) แพตเทิร์นอ็อบเซอร์เวอร์ (Observer Pattern) (8) แพตเทิร์นสเตจ (State Pattern) (9) แพตเทิร์นสแทรทีจี (Strategy Pattern) (10) แพตเทิร์นเทมเพลจเมท็อด (Template method Pattern) และ (11) แพตเทิร์นวิสิเตอร์ (Visitor Pattern)

ในปี ค.ศ. 2006 (Metsker et al., 2006) ได้เสนอว่าดีไซน์แพตเทิร์น 4 ใน 23 แพตเทิร์นเป็นแพตเทิร์นที่เป็นหัวใจของการออกแบบและการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาจาวา (JAVA) และใน

ปีเดียวกันนี้มีงานวิจัย (Elish, 2006) ได้เสนอดีไซน์แพตเทิร์นจำนวน 4 แพตเทิร์นที่ส่งเสริมให้การออกแบบในแผนภาพคลาสมีความเสถียรซึ่งเป็นคุณสมบัติที่สำคัญของโครงสร้างทางวิศวกรรม ประกอบด้วย (1) แพตเทิร์นอะแดปเตอร์ (Adapter Pattern) (2) แพตเทิร์นบริดจ์ (Bridge Pattern) (3) แพตเทิร์นคอมโพสิต (Composite Pattern) และ (4) แพตเทิร์นฟะซาด (Façade Pattern)

เนื่องจากดีไซน์แพตเทิร์นทั้งสี่แพตเทิร์น ใช้ในการจัดการคลาสอินเตอร์เฟส และในการเขียนโปรแกรมภาษาจาวา (JAVA) มีข้อจำกัดคือคลาสหนึ่งคลาสสามารถสืบทอด (Inherit) ได้เพียงคลาสเดียวเท่านั้น แต่สามารถอิมพลีเมนต์คลาสอินเตอร์เฟสได้หลายคลาส ดังนั้นการใช้คลาสอินเตอร์เฟสในการเชื่อมต่อการทำงานร่วมของแต่ละคลาสสามารถช่วยให้ง่ายต่อการออกแบบ

มีนักวิจัยจำนวนหนึ่งสนใจศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของซอฟต์แวร์กับการออกแบบโดยใช้ดีไซน์แพตเทิร์น ดังต่อไปนี้

1. งานวิจัยบีแมน และคณะ (2001) สนใจศึกษาในประเด็นดังต่อไปนี้ (1) คลาสที่มีขนาดใหญ่กว่ามีการเปลี่ยนแปลงสูงกว่าคลาสที่มีขนาดเล็กกว่าหรือไม่ และ (2) คลาสที่อยู่ในบทบาทของดีไซน์แพตเทิร์นมีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าคลาสที่ไม่อยู่ในบทบาทดีไซน์แพตเทิร์นหรือไม่ โดยคลาสที่อยู่ในบทบาทดีไซน์แพตเทิร์น คือ คลาสที่ถูกเพิ่มเข้าไปเมื่อประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น เช่น เมื่อประยุกต์ซิงเกิลตันดีไซน์แพตเทิร์น คลาสที่เพิ่มมา หมายถึง คลาสซิงเกิลตัน เป็นต้น ในงานวิจัยนี้ใช้ระบบเชิงวัตถุเกี่ยวกับการค้าที่พัฒนาด้วยภาษาซีพลัสพลัส (C++) จำนวน 1 ระบบ ซึ่งมีทั้งหมด 39 เวอร์ชั่น มีจำนวน คลาส199 คลาสในเวอร์ชั่นแรกและ 227 ในเวอร์ชั่นสุดท้าย ดีไซน์แพตเทิร์นที่มีอยู่ในกรณีศึกษาประกอบด้วย 4 ดีไซน์แพตเทิร์น ได้แก่ (1) ซิงเกิลตัน (2) แฟคทอรี่ (3) พรอกซี และ (4) อิตเทอร์เรเตอร์ มาตรวัดที่ใช้วัดขนาดของคลาสมี 2 มาตรวัด ได้แก่ (1) จำนวนแอตทริบิวต์รวม (Total number of attributes: TotAtt) และ (2) จำนวนโอเปอเรชันรวม (Total number of orperation: TotOp) มาตรวัดทั้งสองสามารถวัดได้จากซอร์สโค้ด ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสามารถหาได้จากล็อก (Log) ของระบบควบคุมเวอร์ชั่น ด้วยการนับจำนวนครั้งการเปลี่ยนแปลงของคลาสในช่วงระยะเวลาจากเวอร์ชั่นแรกไปยังเวอร์ชั่นสุดท้าย ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการแก้ไขให้ระบบทำงานได้ถูกต้อง การปรับปรุงระบบ หรือการบำรุงรักษาระบบ ผลการศึกษาพบว่า (1) คลาสที่มีขนาดใหญ่กว่าส่งผลให้ค่าของมาตรวัดเปลี่ยนแปลงในทิศทางลบ (มาตรวัดมีค่าเพิ่มขึ้น) มากกว่าคลาสที่มีขนาดเล็กกว่า (2) คลาสที่อยู่ในบทบาทของ

ดีไซน์แพตเทิร์นมีทิศทางของการเปลี่ยนแปลงในทางลบ (มาตรวัดมีค่าเพิ่มขึ้น) เมื่อเทียบกับคลาสที่ไม่อยู่ในบทบาทของดีไซน์แพตเทิร์น

2. ในปี ค.ศ. 2003 (Bieman et al., 2003) ได้ศึกษาเพิ่มเติมในประเด็นเดียวกับงานวิจัยในปี ค.ศ. 2001 (Bieman et al., 2001) คือ (1) คลาสที่มีขนาดใหญ่กว่ามีการเปลี่ยนแปลงสูงกว่าคลาสที่มีขนาดเล็กกว่าหรือไม่ และ (2) คลาสที่อยู่ในบทบาทของดีไซน์แพตเทิร์นมีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าคลาสที่ไม่อยู่ในบทบาทดีไซน์แพตเทิร์นหรือไม่ แต่งานวิจัยนี้ศึกษาจำนวน 5 ระบบ โดย 3 ระบบเป็นระบบที่มีลิขสิทธิ์ประกอบด้วย (1) ซีพลัสพลัสคอมเมอร์เชียล (C++ Commercial) จำนวน 39 เวอร์ชั่น (2) คอมเมอร์เชียลจาวาซิสเต็มเอ (Commercial JAVA System A) จำนวน 17 เวอร์ชั่น (3) คอมเมอร์เชียลจาวาซิสเต็มบี (Commercial JAVA System B) จำนวน 17 เวอร์ชั่น สำหรับอีก 2 ระบบเป็นโอเพ่นซอร์ส (Open Source) คือ (4) เน็ตบีนส์ (Netbeans) จำนวน 7 เวอร์ชั่น และ (5) เจรีแฟกทอรี่ (JRefactory) จำนวน 8 เวอร์ชั่น การวัดขนาดของคลาส และการนับจำนวนการเปลี่ยนแปลงเป็นวิธีเดียวกับงานวิจัยในปี ค.ศ. 2001(Bieman et al., 2001) ดีไซน์แพตเทิร์นที่พบในกรณีศึกษามีดังต่อไปนี้ (1) อะแดปเตอร์ (2) บิวเดอร์ (3) คอมมานด์ (4) ครีเอเตอร์ (5) แฟกทอรี่เมท็อด (6) ฟิวเตอร์ (7) อิตเทอร์เรเตอร์ (8) พรอกซี (9) ซิงเกิลตัน (10) สเตจ (11) สแทรทีจี และ (12) วิสิเตอร์ ผลการศึกษา พบว่า จากสี่ในห้ากรณีศึกษาไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของคลาสและการเปลี่ยนแปลง แต่ในประเด็นการศึกษาที่สอง มีถึงสี่กรณีศึกษาที่สนับสนุนผลของงานวิจัยก่อนหน้า คือ คลาสที่อยู่ในบทบาทของดีไซน์แพตเทิร์นมีทิศทางของการเปลี่ยนแปลงในทางลบ (มาตรวัดมีค่าเพิ่มขึ้น) เมื่อเทียบกับคลาสที่ไม่อยู่ในบทบาทของดีไซน์แพตเทิร์น

3. งานวิจัยของเพนตะ และคณะ (2008) สนใจศึกษาในประเด็นที่ผู้สนใจศึกษา ได้แก่ (1) บทบาทในดีไซน์แพตเทิร์นมีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันหรือไม่ และ โดยศึกษาจากซอร์สโค้ดของ 3 ระบบ ได้แก่ (1) เจฮอทดรอว์ (JHotDraw) (2) เซอร์เซส (Xerces) และ (3) อีคลิปส์-เจดีที (Eclipse-JDT) จำนวน 5 เวอร์ชั่น ดีไซน์แพตเทิร์นที่พบมีทั้งหมด 12 ดีไซน์แพตเทิร์น คือ อะแดปเตอร์ อ็อบเซอร์เวอร์ ซิงเกิลตัน เทมเพลจเมท็อด แอ็บสแตรคแฟกทอรี่ เดคคอเรเตอร์ สเตจ สแทรทีจี คอมมาน แฟกทอรี่เมท็อด คอมโพสิต และวิสิเตอร์ วิธีการนับการเปลี่ยนแปลงเหมือนกับงานวิจัยของบีแมน และคณะ (2001) และบทบาทที่ใช้พิจารณาการเปลี่ยนแปลงแสดงดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ดีไซน์แพตเทิร์นและบทบาทในงานวิจัยของเพนตะ และคณะ (2008)

ดีไซน์แพตเทิร์น	**บทบาทในดีไซน์แพตเทิร์นที่พิจารณา**
แอ็บสแตรคแฟคทอรี่	แอ็บสแตรคแฟคทอรี่ และแอ็บสแตร็คโปรดัก
อะแดปเตอร์	ทาร์เก็ต อะแดปเตอร์ และอะแดปตี้
คอมมาน	อินโวเกอร์ (Invoker) คอมมาน และไคลแอนท์
คอมโพสิต	คอมโพสิต และคอมโพเนนท์
เดกคอเรเตอร์	เดกคอเรเตอร์ และคอมโพเนนท์
แฟคทอรี่เมท็อด	ครีเอเตอร์ และโปรดัก
อ็อบเซอเวอร์	ซับเจกต์ และอ็อบเซอเวอร์
โพรโตไทป์	โพรโตไทป์
ซิงเกิลตัน	ซิงเกิลตัน
สเตจ และสแตรทีจี	สเตจ หรือสแตรทีจี และคอนแท็กซ์
เทมเพลตเมท็อด	แอ็บสแตรคคลาส
วิสิเตอร์	วิสิเตอร์และอีลีเมนต์

จากผลการศึกษาบทบาทที่แตกต่างกันในดีไซน์แพตเทิร์นมีการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกัน คือ คลาสที่มีบทบาทอยู่ในดีไซน์แพทเทิร์น และเป็นคลาสคอนกรีตจะมีการเปลี่ยนแปลงในทิศทางลบ (มาตรวัดมีค่าเพิ่มมากกว่าคลาสที่เป็นแอ็บสแตรคคลาส)

4. ในปี ค.ศ. 2009 (Gatrell et al., 2009) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างดีไซน์แพตเทิร์นและแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสของซอฟต์แวร์ที่พัฒนาด้วยภาษาซีชาร์ป จำนวน 1 ระบบ คือ โอเพ่นซอร์สคอมเมอร์เชียลซีชาป (Open Source Commercial C#) ประเด็นที่ศึกษา คือ เมื่อคลาสที่อยู่ในบทบาทของดีไซน์มีค่าการเปลี่ยนแปลงในทิศทางบวกเมื่อเทียบกับคลาสที่ไม่อยู่ในบทบาทของดีไซน์แพตเทิร์นหรือไม่ ในกรณีศึกษานี้มีคลาสจำนวน 7,439 คลาส ใช้งานมาแล้วจำนวน 4 ปี และพบดีไซน์แพตเทิร์นจำนวน 12 ดีไซน์แพตเทิร์น ดังต่อไปนี้ (1) อะแดปเตอร์ (2) บิวเดอร์ (3) คอมมาน (4) ครีเอเตอร์ (5) แฟกทอรี่ (6) เมท็อด (7) ฟิวเตอร์ (8) พรอกซี (9) ซิงเกิลตัน (10) สเตจ (11) สแทรทีจี และ (12) วิสิเตอร์ งานวิจัยนี้ได้อ้างอิงวิธีการนับการเปลี่ยนแปลงและการระบุบทบาทของคลาสในดีไซน์แพตเทิร์นของบีแมน และคณะ (2003) ผลการศึกษาพบว่า คลาสที่อยู่ในบทบาทของดีไซน์แพตเทิร์นมีทิศทางของการเปลี่ยนแปลงในทางลบเมื่อเทียบกับคลาสที่ไม่อยู่ในบทบาทของดีไซน์แพตเทิร์น

งานวิจัยที่ได้กล่าวในข้างต้นนั้นเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคลาสที่อยู่ในบทบาทของดีไซน์แพตเทิร์นและแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง ของกรณีศึกษาที่ประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น

จำนวนหลายดีไซน์แพตเทิร์น ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของงานวิจัยทั้งสี่หาจากล็อก (Log) ของระบบควบคุมเวอร์ชั่น และนับจำนวนครั้งตามงานวิจัยของบีแมน และคณะ ได้เสนอไว้ (2001) จากงานวิจัยข้างต้นเห็นได้ว่ายังไม่มีงานวิจัยใดศึกษาว่าการเปรียบเทียบระหว่างการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น ในประเด็นที่ว่า ดีไซน์แพตเทิร์นสามารถลดความน่าจะเป็นแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบได้หรือไม่ และการแก้ปัญหาการเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตตั้งแต่ช่วงการออกแบบซอฟต์แวร์ จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงเลือกใช้วิธีการคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบเชิงวัตถุของซานทาลิสและคณะ (2005) สำหรับการแก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตจึงนำไปสู่กระบวนการปรับปรุงการออกแบบให้ดีขึ้น ซึ่งเป็นพื้นฐานของการทำงานของซอฟต์แวร์เชิงวัตถุ เนื่องจากดีไซน์แพตเทิร์นมีคุณสมบัติช่วยแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นบ่อยในระดับการออกแบบ ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาว่าเมื่อนำดีไซน์แพตเทิร์นไปปรับปรุงการออกแบบที่ไม่ประยุกต์ใช้ดีไซน์แพตเทิร์นว่ามีผลกระทบกับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบหรือไม่

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

ศึกษาผลกระทบของดีไซน์แพตเทิร์นบนความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบเชิงวัตถุ

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

เป็นซอฟต์แวร์ที่มีความหลากหลายในเชิงธุรกิจและต้องมีจำนวนคลาสตั้งแต่ 5 คลาสขึ้นไป

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่มีอยู่ในปัจจุบัน
2. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับดีไซน์แพตเทิร์น
3. ศึกษาเครื่องมือที่ใช้ประกอบในการทำวิจัย
4. ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการสร้างข้อมูลเอ็กซ์เอ็มแอล (XML)
5. เก็บข้อมูลเพื่อใช้เป็นหน่วยตัวอย่าง
6. ทำการทดลองตามที่ได้ออกแบบไว้
7. วิเคราะห์ผลการทดลอง
8. จัดทำเอกสารสรุปการวิจัย

1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. การออกแบบ หมายถึง การออกแบบแผนภาพคลาส (Class Diagram)

2. ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง (Probability of Change Proneness) คือ โอกาสที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงของคลาสในการออกแบบ เมื่อมีการแก้ไขฟังก์ชั่นการทำงาน (Tsantalis et al., 2004)

3. ความเสถียร (Stability) หมายถึง เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงกับการออกแบบซอฟต์แวร์แล้ว โครงสร้างการออกแบบมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (Elish, 2006)

4. ความสามารถในการขยาย (Extensibility) หมายถึง ความสามารถในการเพิ่มฟังก์ชั่นการทำงานให้กับซอฟต์แวร์

5. ความยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถในการแก้ไขการทำงานของซอฟต์แวร์

6. ความสามารถในการนำกลับมาใช้ใหม่ (Reusability) หมายถึง การนำคลาสหรือกลุ่มของคลาสจากการออกแบบเดิมกลับมาใช้ร่วมกับการออกแบบใหม่ (Gamma et al., 1995)

7. ความสามารถในการทำความเข้าใจ (Understandability) หมายถึง การใช้เวลาในการทำความเข้าใจโครงสร้างของระบบรวดเร็ว สำหรับผู้ที่เข้าใจในโครงสร้างของดีไซน์แพตเทิร์น

8. ความแข็งแรง (Robustness) หมายถึง เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงกับซอฟต์แวร์แล้ว โครงสร้างการออกแบบยังมีโครงสร้างการออกแบบที่ไม่แตกต่างไปจากเดิม หรือแตกต่างเพียงเล็กน้อย

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบถึงผลกระทบจากดีไซน์แพตเทิร์น ประกอบด้วย (1) อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น (2) บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น (3) คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น และ (4) ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น ที่มีต่อความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ งานวิจัยนี้ประยุกต์ใช้ในการพัฒนาการออกแบบเชิงวัตถุในส่วนของแผนภาพคลาส (Class Diagram)

2. เพื่อนำผลที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในเชิงวิชาการ ผลที่ได้จากการวิจัยนี้จะชี้ถึงความสำคัญและความจำเป็นของการศึกษาถึงดีไซน์แพตเทิร์นสำหรับการออกแบบเชิงวัตถุ

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายของแผนภาพคลาส (Class Diagram)

แผนภาพคลาส (Class Diagram) เป็นส่วนหนึ่งของยูเอ็มแอล (Unified Modeling Language: UML) เป็นภาษาที่ใช้ในการแก้ไขปัญหาการดำเนินงานพัฒนาซอฟต์แวร์ ใช้สำหรับการวิเคราะห์ระบบเชิงวัตถุ (Object-Oriented Analysis) และการออกแบบ สามารถช่วยให้นักพัฒนาซอฟต์แวร์ดำเนินการพัฒนาซอฟต์แวร์ได้อย่างรวดเร็ว และสามารถดำเนินการพัฒนาซอฟต์แวร์ในทุกขั้นตอนอย่างสอดคล้อง (บรรจง หะรังสี และญาณวรรณ สินธุภิญโญ, 2542)

แผนภาพคลาสเป็นแผนภาพที่แสดงคลาสอินเตอร์เฟส และความสัมพันธ์ (Grand, 2002) ทำให้เห็นโครงสร้างของระบบ

แผนภาพคลาสเป็นแผนภาพหลักที่ใช้อธิบายการออกแบบเชิงวัตถุ (Hunt, 2003)

จากความหมายของแผนภาพคลาสข้างต้นสามารถประมวลได้ว่า แผนภาพคลาสมีวัตถุประสงค์เพื่อแสดงให้เห็นการทำงานโดยรวมของซอฟต์แวร์ และช่วยเชื่อมต่อความเข้าใจระหว่างผู้ที่ทำงานพัฒนาซอฟต์แวร์

2.2 องค์ประกอบของแผนภาพคลาส

ประกอบด้วย คลาส และความสัมพันธ์

2.2.1 คลาส

เป็นการกำหนดลักษณะของอ็อบเจกต์ เขียนสัญลักษณ์แทนด้วยสี่เหลี่ยม และแบ่งเป็น 3 ลักษณะ

1. คลาสคอนกรีต (Concrete Class) เป็นคลาสที่สามารถสร้างอ็อบเจกต์ได้ หมายถึงคลาสที่สามารถทำงานได้จริง

2. คลาสแอ็บสแตรค (Abstract Class) เป็นคลาสที่มีลักษณะคล้ายคลาสคอนกรีตแต่ภายในคลาสแอ็บสแตรคจะมีแอ็บสแตรคเมท็อดอย่างน้อย 1 เมท็อด หมายถึงคลาสนั้นมีเมท็อดที่ถูกประกาศไว้โดยภายในเมท็อดนั้นไม่มีคำสั่งใดๆ ให้เมท็อดนั้นสามารถทำงานได้จริง

3. คลาสอินเตอร์เฟส (Interface Class) เป็นคลาสที่ไม่สามารถสร้างอ็อบเจกต์ได้ และเป็นที่รวมของการประกาศเมท็อดสาธารณะโดยไม่มีคำสั่งใดๆ อยู่ภายใต้การประกาศนั้น

2.2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างคลาส (Relationship)

เส้นที่เชื่อมระหว่างคลาส เพื่อให้คลาสสามารถทำงานร่วมกันได้ ความสัมพันธ์ระหว่างคลาสมีลักษณะต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ความสัมพันธ์แบบสืบทอด (Inheritance) คลาสที่อยู่ด้านหัวลูกศรเรียกว่า ซุปเปอร์คลาส (Superclass) และคลาสที่อยู่ท้ายลูกศรเรียกว่า ซับคลาส (Subclass) การมีความสัมพันธ์แบบสืบทอดคือ ซับคลาสสามารถสืบทอดคุณสมบัติต่างๆจากซุปเปอร์คลาสได้ แบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ (1) การสืบทอด (Inheritance) เป็นความสัมพันธ์แบบสืบทอดระหว่างคลาสแอ็บสแตรคกับคลาสแอ็บสแตรค คลาสแอ็บสแตรคกับคลาสคอนกรีต หรือคลาสคอนกรีตกับคลาสคอนกรีต ดังแสดงในภาพที่ 2.1 และ (2) การอิมพลีเมนต์ (Implement) เป็นความสัมพันธ์แบบสืบทอดระหว่างคลาสอินเตอร์เฟสกับคลาสแอ็บสแตรค หรือคลาสอินเตอร์เฟสกับคลาสคอนกรีต ดังแสดงในภาพที่ 2.2

ภาพที่ 2.1 ความสัมพันธ์แบบสืบทอด (Inheritance)
ที่มา: http://www.scribd.com/ สืบค้นเมื่อ 10 สิงหาคม 2554

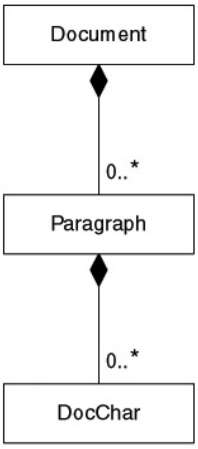
ภาพที่ 2.2 ความสัมพันธ์แบบอิมพลีเมนต์ (Implement)
ที่มา: http://www.scribd.com/ สืบค้นเมื่อ 10 สิงหาคม 2554

2. ความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชัน (Association) หรือแบบเรฟเฟอร์เรนซ์ (Reference) เป็นความสัมพันธ์ที่อยู่ในระดับเดียวกันซึ่งต่างกับความสัมพันธ์แบบสืบทอด ที่เป็นความสัมพันธ์แบบลำดับชั้น แบ่งเป็น 4 ลักษณะ (1) ความสัมพันธ์แบบแอกกรีเกชัน (Aggregation) เป็นความสัมพันธ์กันในลักษณะขององค์ประกอบ ดังแสดงในภาพที่ 2.3 คลาส MIMEMsg เป็นองค์ประกอบของคลาส MassageManager เมื่อคลาส MassageManager ถูกทำลายไปคลาส

MIMEMsg ยังสามารถทำงานได้ (2) ความสัมพันธ์แบบคอมโพซิชัน (Composition) ความสัมพันธ์ที่มีลักษณะคล้ายกับแอกกรีเกชัน แต่มีความสัมพันธ์ที่แข็งแรงกว่า เมื่อคลาส Document ถูกทำลายคลาส Paragraph และคลาส DocChar ไม่สามารถทำงานได้และต้องถูกทำลายไปพร้อมกับคลาส Document ดังแสดงในภาพที่ 2.4 และ (3) ความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชัน (Association) หรือเรฟเฟอร์เรนซ์ (Reference) ในแบบไดเร็คอินสแตนซ์ (Direct Instance) เป็นการนำอ็อบเจกต์ต่างๆมาประกอบกันเพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์ โดยไม่ขึ้นต่อกัน ซึ่งต่างจากแอกกรีเกชันและคอมโพซิชัน ดังแสดงในภาพที่ 2.5

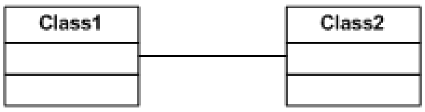
ภาพที่ 2.3 ความสัมพันธ์แบบแอกกรีเกชัน (Aggregation)

ที่มา: http://www.scribd.com/ สืบค้นเมื่อ 10 สิงหาคม 2554



ภาพที่ 2.4 ความสัมพันธ์แบบคอมโพซิชัน (Composition)

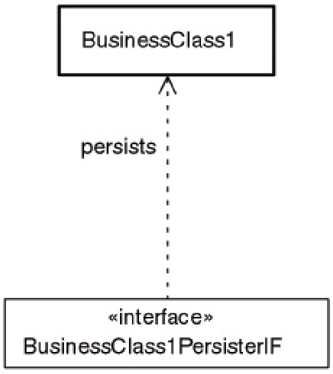
ที่มา: http://www.scribd.com/ สืบค้นเมื่อ 10 สิงหาคม 2554



ภาพที่ 2.5 ความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชัน (Association) หรือเรฟเฟอร์เรนซ์ (Reference) แบบไดเร็คอินสแตนซ์ (Direct Instance)

ที่มา: http://en.wikipedia.org/ สืบค้นเมื่อ 7 สิงหาคม 2554

3. ความสัมพันธ์แบบพึ่งพา (Dependency) เป็นความสัมพันธ์ที่ขึ้นต่อกัน หมายความว่า เมื่อเกิดการเปลี่ยนกับคลาสหนึ่งจะส่งผลกระทบต่ออีกคลาสหนึ่ง จากภาพที่ 2.6 เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงกับคลาส BusinessClass1 จะส่งผลต่อคลาสอินเตอร์เฟส (Interface) BusinessClass1PersisterIF



ภาพที่ 2.6 ความสัมพันธ์แบบพึ่งพา

ที่มา: http://www.scribd.com/ สืบค้นเมื่อ 10 สิงหาคม 2554

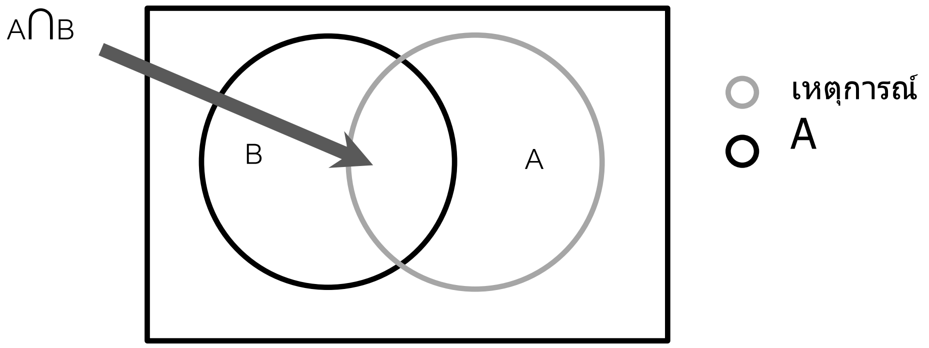
2.3 ทฤษฎีความน่าจะเป็น (Probability Theory)

เป็นการคาดคะเนโอกาสของเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้น (คณิต มงคลพิทักษ์สุข, 2549) และเป็นการทดลองสุ่ม (Random Experiment) คือ การกระทำที่ไม่สามารถบอกได้ว่าในแต่ละครั้งจะเกิดผลลัพธ์อะไร แต่สามารถบอกได้ว่ามีผลลัพธ์อะไรบ้างที่เป็นไปได้ ดังนั้นความน่าจะเป็นสามารถอธิบายได้ดังนี้

1. ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ใดๆมีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 1 เท่านั้น โดยความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่ไม่มีโอกาสเกิดขึ้นเลย มีค่าเป็น 0 และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างแน่นอน มีค่าเป็น 1

2. ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่สนใจเมื่อรวมกับความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่ไม่สนใจ มีค่าเป็น 1 เสมอ

3. ความน่าจะเป็นของสองเหตุการณ์หาได้จาก $P(A \cup B)=P(A)+P(B)-P(A \cap B)$ โดย A แทนเหตุการณ์ที่สนใจเหตุการณ์ที่ 1 และ B แทนเหตุการณ์ที่สนใจเหตุการณ์ที่ 2 ซึ่งสามารถอธิบายให้เข้าใจได้ง่ายด้วยแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ ดังภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.7 แผนภาพเวนน์และออยเลอร์

พื้นที่ภายในกรอบสี่เหลี่ยมแทนด้วยเหตุการณ์ที่เป็นไปได้ทั้งหมด (Sample Space) P(S)=1

2.4 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลง (Change Proneness)

ซานทาลิสและคณะ (2004) ได้เสนอสาเหตุการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ และวิธีการประยุกต์หลักการความน่าจะเป็นมาใช้ในการคาดคะเนความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง (Probability of Change Proneness) ของการออกแบบเชิงวัตถุ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับอินเตอร์เฟส (Interface) อินสแตนซ์ (Instance) คลาสแอ็บสแตรค (Abstract Class) คลาสคอนกรีต (Concrete Class) หรือเมท็อด (Method) สามารถส่งผลกระทบให้คลาสในการออกแบบเกิดการเปลี่ยนแปลงด้วย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. อินเตอร์เฟส (Interface) การเพิ่มเมท็อดใหม่ในอินเตอร์เฟสหรือการเปลี่ยนแปลงซิกเนอเจอร์ของเมท็อดที่มีอยู่ เป็นการบังคับให้คลาสทั้งหมดที่อิมพลีเมนต์อินเตอร์เฟสนี้ต้องแก้ไขตามการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

2. อินสแตนซ์ (Instance) เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงซิกเนอเจอร์ของคอนสตรัคเตอร์ ทุกคลาสที่สร้างอินสแตนซ์ของคลาสนี้ ต้องแก้ไขการเรียกคอนสตรัคเตอร์ให้ตรงกัน

3. คลาสแอ็บสแตรค (Abstract Class) การเพิ่มแอ็บสแตรคเมท็อดหรือการเปลี่ยนแปลงการประกาศของแอ็บสแตรคเมท็อดที่มีอยู่ เป็นการบังคับให้คลาสที่สืบทอดคลาสแอ็บสแตรคนี้ต้องแก้ไขเมท็อดให้ตรงกัน

4. คลาสคอนกรีต (Concrete Class) ในกรณีที่คลาสใช้งานคอนสตรัคเตอร์ของซุปเปอร์คลาสหรือมีการใช้งานเมท็อดของซุปเปอร์คลาสอย่างชัดเจน การเปลี่ยนแปลงใดๆ ในซิกเนเจอร์ของคอนสตรัคเตอร์หรือเมท็อดกำหนดให้ซับคลาสต้องถูกแก้ไขเพื่อเปลี่ยนตามซุปเปอร์คลาส

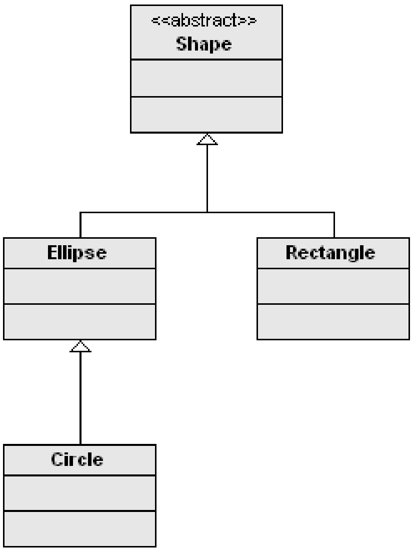
5. เมท็อด (Method) การเปลี่ยนแปลงการประกาศของหนึ่งเมท็อด (ว่าเป็น static หรือไม่ static) บังคับให้ทุกคลาสที่ใช้งานเมท็อดนั้นต้องแก้ไขการเรียกเมท็อดให้ตรงกัน

จากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ซานทาลิสและคณะ (2004) จึงสรุปสาเหตุการเปลี่ยนแปลงของคลาสในการออกแบบเป็น 3 แบบ เนื่องจากในการออกแบบประกอบด้วย คลาส และความสัมพันธ์ โดยคลาสที่มีความสัมพันธ์ต่อกัน เมื่อคลาสที่ถูกเรียกใช้งานมีการเปลี่ยนแปลงคลาสที่เรียกใช้งานต้องเปลี่ยนแปลงตามคลาสที่ถูกเรียกใช้ ดังนั้นสาเหตุการณ์การเปลี่ยนแปลงของคลาส (1) สาเหตุภายใน (Internal Axis) (2) สาเหตุภายนอก (External Axis) และ (3) สาเหตุจากทั้งสองเหตุการณ์ (Joint) ดังนั้นการคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส จึงเป็นการคำนวณความน่าจะเป็นจากสาเหตุภายใน (Internal Axis Probability) ความน่าจะเป็นจากสาเหตุภายนอก (External Axis Probability) และความน่าจะเป็นจากสาเหตุจากทั้งสองเหตุการณ์ (Joint Probability) คือการรวมค่าความน่าจะเป็นระหว่างความน่าจะเป็นจากสาเหตุภายใน (Internal Axis) และความน่าจะเป็นจากสาเหตุภายนอก (External Axis) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากสาเหตุภายใน (Internal Axis) การเปลี่ยนแปลงใดๆที่เกิดขึ้นภายในคลาส เช่น การลบ การเพิ่ม และการแก้ไขในเมท็อด อินสแตนซ์ (Instance) หรือพารามิเตอร์ (Parameter)

2. การเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากสาเหตุภายนอก (External Axis) การเปลี่ยนแปลงที่ได้รับผลกระทบจากคลาสอื่นๆ เนื่องจากคลาสที่ได้รับผลกระทบมีความสัมพันธ์กับคลาสที่เปลี่ยนแปลงในลักษณะต่างๆ ดังนี้

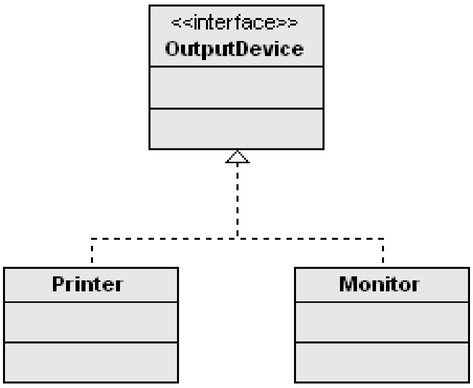
(1) ความสัมพันธ์แบบสืบทอด (Inheritance) เมื่อซุปเปอร์คลาสมีการเปลี่ยนแปลงชื่อเมท็อด หรือพารามิเตอร์ที่ และซับคลาสมีการใช้งานเมท็อดที่ถูกแก้ไข ดังนั้นซับคลาสจำเป็นต้องแก้ไขเมท็อดที่ไปโอเวอร์ไรด์ (Overide) ให้ตรงกับเมท็อดของซุปเปอร์คลาสที่แก้ไข เพื่อให้คลาสต่างๆ ยังคงสามารถทำงานร่วมกันได้ ตัวอย่างการสืบทอดแสดงในภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.8 ตัวอย่างแผนภาพคลาสของการสืบทอด (Inheritance)

ที่มา: http://www.classdraw.com/ สืบค้นเมื่อ 15 สิงหาคม 2554

(2) ความสัมพันธ์แบบอิมพลีเมนต์ (Implement) เมื่อคลาสอินเตอร์เฟสมีการเปลี่ยนแปลงซับคลาสที่อิมพลีเมนต์คลาสอินเตอร์เฟสนี้ต้องแก้ไขให้เมท็อดเหมือนกับในคลาสอินเตอร์เฟส เพื่อให้สามารถทำงานร่วมกันได้ ตัวอย่างการแบบอิมพลีเมนต์ แสดงในภาพที่ 2.9



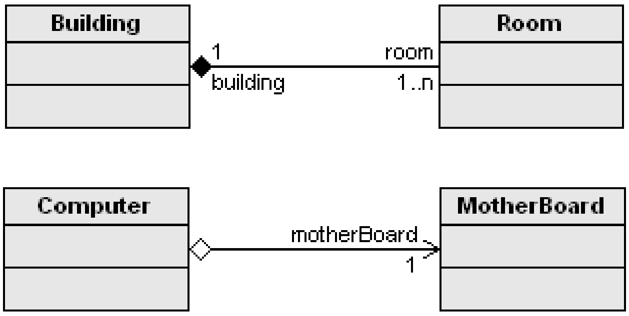
ภาพที่ 2.9 ตัวอย่างแผนภาพคลาสของการอิมพลีเมนต์

ที่มา: http://www.classdraw.com/ สืบค้นเมื่อ 15 สิงหาคม 2554

(3) ความสัมพันธ์แบบแอสโซซิเอชัน (Association) หรือแบบเรฟเฟอร์เรนซ์ (Reference) การเปลี่ยนแปลงซิกเนเจอร์ของคอนสตรัคเตอร์เป็นการบอกเป็นนัยว่าคลาสที่สร้างอินสแตนซ์ของคลาสนี้จะต้องได้รับการแก้ไขให้ตรงกับคอนสตรัคเตอร์ที่เรียกมาใช้งาน ภาพที่ 2.10 และ 2.11 แสดงถึงความสัมพันธ์ในแบบแอสโซซิเอชัน (Association) หรือแบบเรฟเฟอร์เรนซ์ (Reference)

ภาพที่ 2.10 ตัวอย่างแผนภาพคลาสการไดเร็คอินสแตนซ์ (Direct Instance)

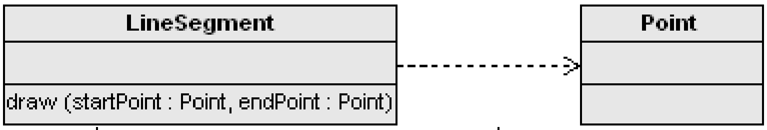
ที่มา: http://www.classdraw.com/ สืบค้นเมื่อ 15 สิงหาคม 2554



ภาพที่ 2.11 ตัวอย่างการคอมโพซิชัน (Composition) และแอกกรีเกชัน (Aggregation)

ที่มา: http://www.classdraw.com/ สืบค้นเมื่อ 15 สิงหาคม 2554

ในปี ค.ศ. 2005 (Tsantalis et al., 2005) ได้เพิ่มสาเหตุการเปลี่ยนแปลงของคลาส โดยเสนอว่าคลาสที่เรียกใช้งานคลาสอื่นด้วยความสัมพันธ์แบบพึ่งพา (Dependency) มีผลให้คลาสที่เรียกใช้งานเกิดการเปลี่ยนแปลงได้เช่นกัน เพราะการเปลี่ยนแปลงชื่อคลาสหรือแพคเกจแล้วส่งผลกระทบกับคลาสที่เรียกใช้งาน คลาสหรือแพคเกจนั้นอยู่ต้องแก้ไขเพื่อให้ใช้งานได้ จากงานวิจัยก่อนหน้า ความสัมพันธ์เดิมมีเพียงความสัมพันธ์แบบสืบทอด (Inheritance) อิมพลีเมนต์ (Implement) และแอสโซซิเอชัน (Association) ที่ส่งผลกระทบให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อคลาสอื่นๆ ในระบบ



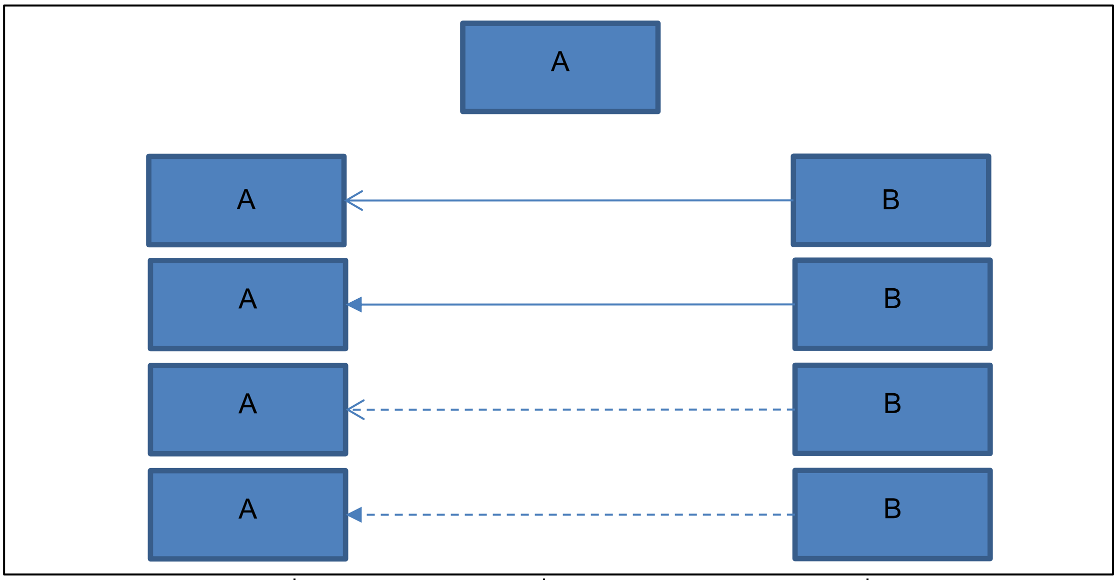
ภาพที่ 2.12 ตัวอย่างแผนภาพคลาสการพึ่งพา (Dependency)

ที่มา: http://www.classdraw.com/ สืบค้นเมื่อ 15 สิงหาคม 2554

2.5 การคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง

สูตรการคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงแสดงดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. กรณีที่คลาสไม่มีการเรียกใช้เมท็อดของคลาสอื่นนอกจากเรียกใช้เมท็อดในคลาสตัวเอง ตัวอย่าง เช่น ภาพที่ 2.13 คลาส A เป็นคลาสที่ไม่มีการเรียกใช้งานเมท็อดของคลาสอื่น



ภาพที่ 2.13 ตัวอย่างคลาสที่ไม่เรียกใช้เมท็อดของคลาสอื่น

ดังนั้นสูตรความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสที่ไม่เรียกใช้เมท็อดของคลาสอื่น คือ

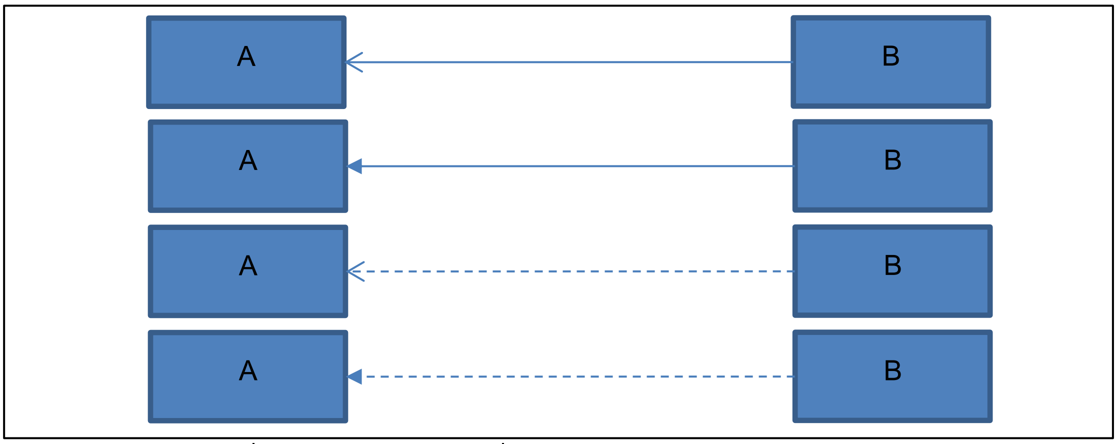
$$P(Class) = P(Internal\ Axis) = 0.5$$

P(Class) คือ ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสที่สนใจ ในที่นี้หมายถึงคลาส A

P(Internal Axis) คือ ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากสาเหตุภายใน ซึ่งซานทาลีส และคณะ (2004) ได้กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 0.5

2. กรณีที่คลาสมีการเรียกใช้เมท็อดของคลาสอื่น

(1) เรียกใช้เมท็อดจากคลาสอื่นเพียง 1 คลาส การคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสที่มีความสัมพันธ์ 1 ใน 4 ประเภทตามที่กล่าวในข้างต้น ตัวอย่าง เช่น ภาพที่ 2.14 คลาส B เป็นคลาสที่เรียกใช้งานเมท็อดของคลาส A เพียงคลาสเดียว



ภาพที่ 2.14 ตัวอย่างคลาสที่เรียกใช้เมท็อดของจากคลาส 1 คลาส

มีสูตรการคำนวณ ดังนี้

P(Class) = P(Internal Axis $\cup$ External Axis: คลาสที่ถูกเรียกใช้)

= P(Internal Axis)+P(External Axis: A)-P(Internal Axis $\cap$ External Axis: A)

= P(Internal Axis)+P(External Axis: A)-P(Internal Axis $\cap$ External Axis: A)

= P(Internal Axis)+P(External Axis: A)-P(Internal: Axis) *P(External Axis: A)

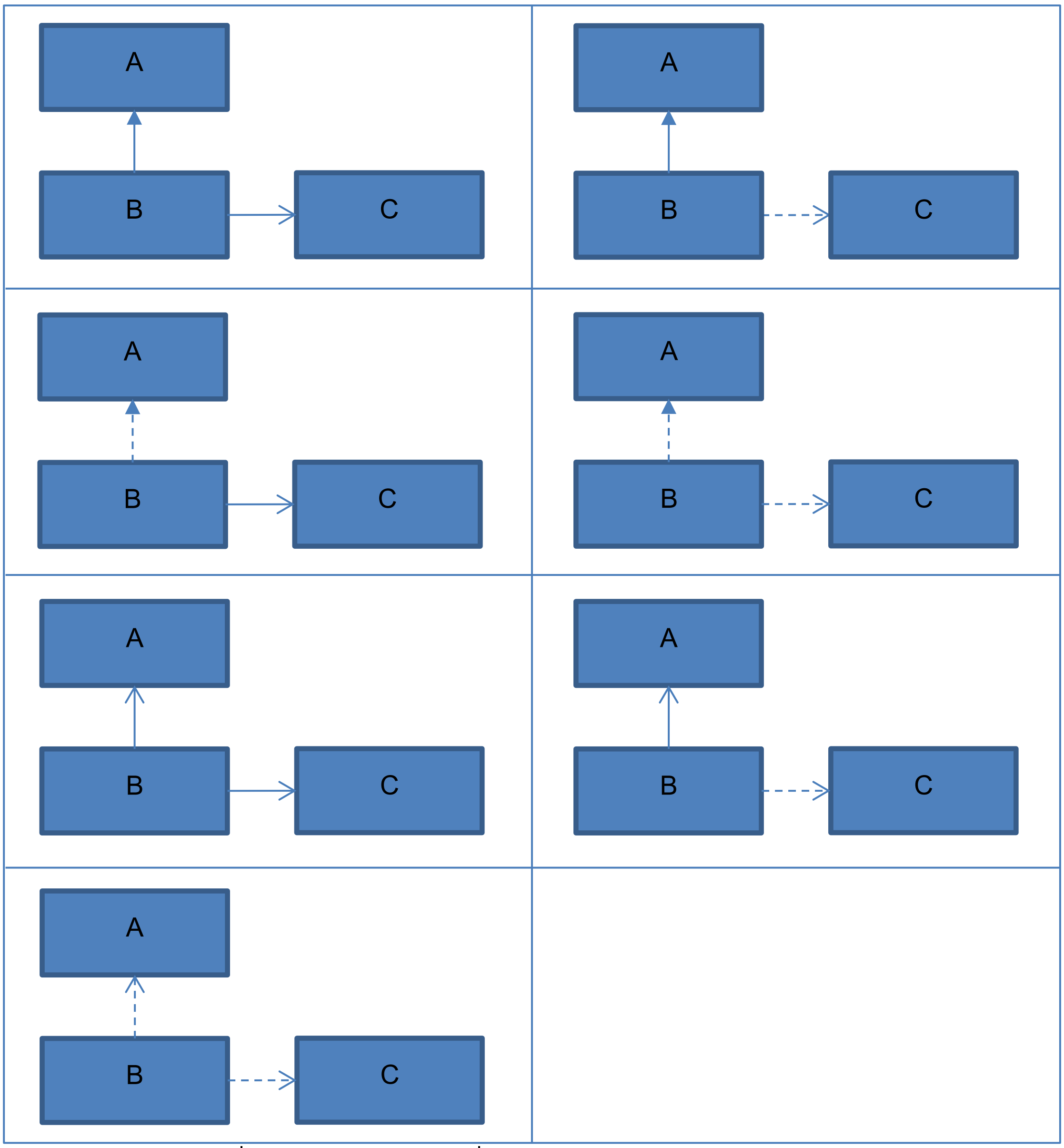
= 0.5+P(External Axis: A) -0.5 *P(External Axis: A)

P(Class) คือ ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนของคลาสที่สนใจ ในที่นี้หมายถึงคลาส B

P(Internal Axis) คือ ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากสาเหตุภายในมีค่าเท่ากับ 0.5

P(External Axis: คลาสที่ถูกเรียกใช้) คือ ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากสาเหตุภายนอก ซึ่งเป็นค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสที่ถูกเรียกใช้งานจากคลาสที่สนใจ ในที่นี้หมายถึงความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส A (P(External Axis: A))

(2) เรียกใช้เมท็อดจากคลาส 2 คลาส ตัวอย่าง เช่น ภาพที่ 2.15 คลาส B เป็นคลาสที่เรียกใช้งานเมท็อดของคลาส A และคลาส C โดยคลาส B สามารถเรียกคลาสอื่นๆ ด้วยความสัมพันธ์ประเภทต่างๆ ดังแสดงในภาพที่ 2.15



ภาพที่ 2.15 ตัวอย่างคลาสที่เรียกใช้เมท็อดของจากคลาส 2 คลาส

มีสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$
\begin{aligned}
P(\text{Class}) &= P(\text{Internal Axis} \cup \text{External Axis: คลาสที่ถูกเรียกใช้}) \\
&= P(\text{Internal Axis} \cup (\text{External Axis: A} \cup \text{External Axis: C})) \\
&= P(\text{Internal Axis}) + P(\text{External Axis: A} \cup \text{External Axis: C}) \\
&\quad - P(\text{Internal Axis} \cap (\text{External Axis: A} \cup \text{External Axis: C}) \\
&= P(\text{Internal Axis}) + P(\text{External Axis: A} \cup \text{External Axis: C}) \\
&\quad - P(\text{Internal Axis}) * P(\text{External Axis: A} \cup \text{External Axis: C}) \\
&= P(\text{Internal Axis}) + [\, P(\text{External Axis: A}) + P(\text{External Axis: C}) \\
&\quad -P(\text{External Axis: A} \cap \text{External Axis: C})] - P(\text{Internal Axis}) \\
&\quad * [P(\text{External Axis: A}) + P(\text{External Axis: C}) \\
&\quad - P(\text{External Axis: A} \cap \text{External Axis: C})] \\
&= P(\text{Internal Axis}) + [\, P(\text{External Axis: A}) + P(\text{External Axis: C}) \\
&\quad - P(\text{External Axis: A}) * P(\text{External Axis: C})] - P(\text{Internal Axis}) \\
&\quad * [P(\text{External Axis: A}) + P(\text{External Axis: C}) \\
&\quad - P(\text{External Axis: A}) * P(\text{External Axis: C})] \\
&= 0.5 + [P(\text{External Axis: A}) + P(\text{External Axis: C}) \\
&\quad - (P(\text{External Axis: A}) * P(\text{External Axis: C}))] \\
&\quad - 0.5* [P(\text{External Axis: A}) - (0.5 * P(\text{External Axis: C})) \\
&\quad + (0.5 * P(\text{External Axis: A}) * P(\text{External Axis: C}))]
\end{aligned}
$$

P(Class) คือ ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนของคลาสที่สนใจ ในที่นี้หมายถึงคลาส B

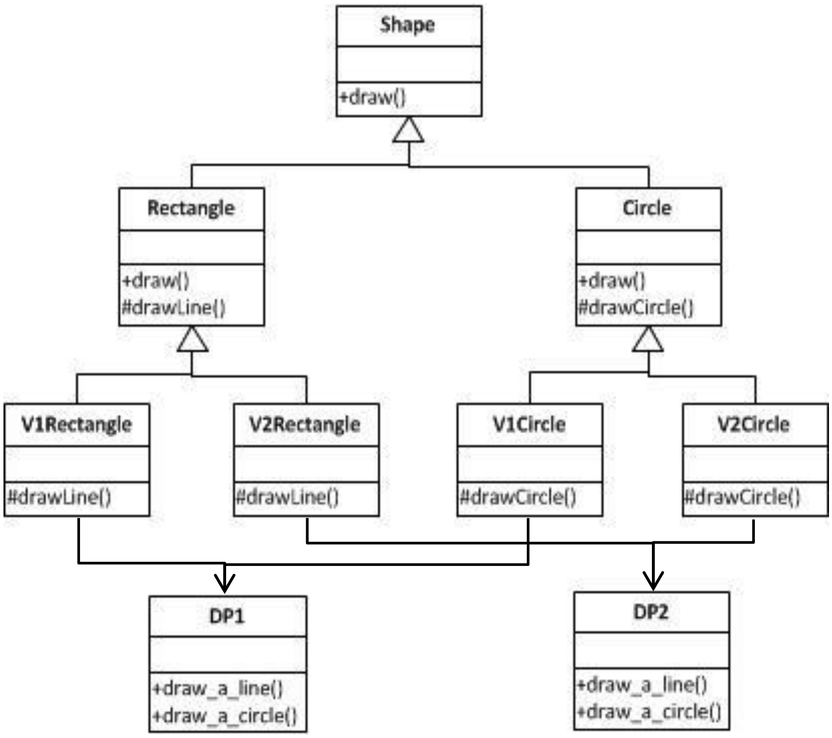
P(Internal Axis) คือ ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากสาเหตุภายในมีค่าเท่ากับ 0.5

P(External Axis: คลาสที่ถูกเรียกใช้) คือ ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากสาเหตุภายนอก ซึ่งเป็นค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสที่ถูกเรียกใช้งานจากคลาสที่สนใจ ในที่นี้คลาสที่ถูกเรียกใช้งาน คือ คลาส A (P(External Axis: A)) และคลาส C (P(External Axis: C))

P(External Axis: A) และ P(External Axis: C) คือ ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส A และคลาส C

(3) เรียกใช้เมท็อดจากคลาสมากกว่า 2 คลาส สูตรการคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส สามารถประยุกต์สูตรจากทฤษฎีความน่าจะเป็น ซึ่งกล่าวไว้ในหัวข้อ 2.3 ดังนั้นการประยุกต์สูตรความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสที่เรียกใช้เมท็อดจากคลาสอื่นมากกว่า 2 คลาส จึงมีวิธีการประยุกต์หลักการความน่าจะเป็นเช่นเดียวกับการคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสที่เรียกใช้เมท็อดจากคลาส 1 คลาส และ 2 คลาส ดังที่กล่าวในข้างต้น

2.5.1 ตัวอย่างการคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ



ภาพที่ 2.16 ตัวอย่างแผนภาพคลาสก่อนประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น

ที่มา: http://www.web-brainz.co.uk/ สืบค้นเมื่อ 16 สิงหาคม 2554

กำหนดให้

ความน่าจะเป็นของแนวโน้มคลาส Shape แทนด้วยสัญลักษณ์ P(S)

ความน่าจะเป็นของแนวโน้มคลาส Rectangle แทนด้วยสัญลักษณ์ P(R)

ความน่าจะเป็นของแนวโน้มคลาส Circle แทนด้วยสัญลักษณ์ P(C)

ความน่าจะเป็นของแนวโน้มคลาส V1Rectangle แทนด้วยสัญลักษณ์ P(V1R)

ความน่าจะเป็นของแนวโน้มคลาส V2Rectangle แทนด้วยสัญลักษณ์ P(V2R)

ความน่าจะเป็นของแนวโน้มคลาส V1Circle แทนด้วยสัญลักษณ์ P(V1C)

ความน่าจะเป็นของแนวโน้มคลาส V2Circle แทนด้วยสัญลักษณ์ P(V2C)

ความน่าจะเป็นของแนวโน้มคลาส DP1 แทนด้วยสัญลักษณ์ P(DP1)

ความน่าจะเป็นของแนวโน้มคลาส DP2 แทนด้วยสัญลักษณ์ P(DP2)

1. การคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงคลาส Shape

จากภาพที่ 2.16 คลาส Shape มีสาเหตุการเปลี่ยนแปลงอยู่เพียง 1 สาเหตุ คือสาเหตุการเปลี่ยนแปลงจากภายใน (Internal Axis) เนื่องจากคลาสนี้ไม่ได้เรียกใช้งานเมท็อดของคลาสอื่น

P(S) = P(Internal Axis)

ในงานวิจัยของซานทาลิสและคณะ (2004) ได้กำหนดให้การเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากสาเหตุภายใน (Internal Axis) มีค่าเป็น 0.5

P(S) = 0.5

2. การคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงคลาส Rectangle และ Circle

จากภาพที่ 2.16 คลาส Rectangle และคลาส Circle มีสาเหตุการเปลี่ยนแปลงที่เหมือนกันคือ สาเหตุการเปลี่ยนแปลงจากภายใน และสาเหตุการเปลี่ยนแปลงจากภายนอก (External Axis) โดยสาเหตุภายนอกเกิดจากการที่ทั้ง 2 คลาสไปสืบทอด (Inherit) ความสามารถจากคลาส Shape ดังนั้นการคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเป็นการหาความน่าจะเป็นร่วมของเหตุการณ์สองเหตุการณ์

P(R) = P(C) = P(Internal Axis ∪ External Axis: Shape)

= P(Internal Axis)+P(External Axis: Shape)-P(Internal Axis ∩ External Axis: Shape)

= P(Internal Axis)+P(External Axis: Shape)-P(Internal Axis ∩ External Axis: Shape)

= P(Internal Axis)+P(External Axis: Shape)-P(Internal Axis)*P(External Axis: Shape)

= 0.5+0.5-(0.5*0.5)

= 0.75

จากการคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสทั้ง 2 มีค่าเท่ากับ 0.75

3. การคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงคลาส DP1 และ DP2

จากภาพที่ 2.16 คลาส DP1 และ DP2 มีสาเหตุการเปลี่ยนแปลงอยู่เพียงสาเหตุเดียว คือ สาเหตุการเปลี่ยนแปลงจากภายใน (Internal Axis) เนื่องจากคลาสนี้ไม่ได้เรียกใช้งานเมท็อดของคลาสอื่น ซึ่งการหาค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงจึงเหมือนกับคลาส Shape P(DP1) = P(DP2) = P(Internal Axis) = 0.5

4. การคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงคลาส V1Rectangle V2Rectangle V1Circle และ V2Circle

จากภาพที่ 2.16 ทั้ง 4 คลาสมีสาเหตุการเปลี่ยนแปลงเหมือนกันคือ สาเหตุการเปลี่ยนแปลงจากภายใน และสาเหตุการเปลี่ยนแปลงจากภายนอก (External Axis) เกิดจากการมีความสัมพันธ์กับคลาส ดังต่อไปนี้

(1) คลาส V1Rectangle และ V2Rectangle ไปสืบทอด (Inherit) ความสามารถของคลาส Rectangle มาใช้งาน และทั้ง 2 คลาสยังมีความสัมพันธ์แบบเรฟเฟอร์เรนซ์ (Reference) กับคลาส DP1 และ DP2 ตามลำดับ

(2) คลาส V1Circle และ V2Circle ไปสืบทอด (Inherit) ความสามารถของคลาส Circle มาใช้งาน และทั้ง 2 คลาส มีความสัมพันธ์แบบเรฟเฟอร์เรนซ์ (Reference) กับคลาส DP1 และ DP2 เช่นเดียวกับคลาส V1Rectangle และ V2Rectangle

$$P(V1R)= P(V2R)=P(V1C)=P(V2C)$$

ดังนั้นผู้วิจัยจึงขอยกตัวอย่างการคำนวณแนวโน้มความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนแปลงของคลาส V1Rectangle เพียง 1 ตัวอย่างจากทั้งหมด 4 คลาส เนื่องจากมีวิธีการคำนวณที่เหมือนกัน

$$\begin{aligned}
P(V1R) &= P(\text{Internal Axis} \cup (\text{External Axis: Rectangle} \cup \text{External Axis:DP1})) \\
&= P(\text{Internal Axis}) + P(\text{External Axis: Rectangle} \cup \text{External Axis:DP1}) \\
&\quad - P(\text{Internal Axis} \cap (\text{External Axis: Rectangle} \cup \text{External Axis:DP1}) \\
&= P(\text{Internal Axis}) + P(\text{External Axis: Rectangle} \cup \text{External Axis:DP1}) \\
&\quad - P(\text{Internal Axis}) * P(\text{External Axis: Rectangle} \cup \text{External Axis:DP1}) \\
&= P(\text{Internal Axis}) + [\, P(\text{External Axis: Rectangle}) + P(\text{External Axis:DP1}) \\
&\quad - P(\text{External Axis: Rectangle} \cap \text{External Axis:DP1})] - P(\text{Internal Axis}) \\
&\quad * [P(\text{External Axis: Rectangle}) + P(\text{External Axis:DP1}) \\
&\quad - P(\text{External Axis: Rectangle} \cap \text{External Axis:DP1})]
\end{aligned}$$

= P(Internal Axis) + [P(External Axis: Rectangle) + P(External Axis:DP1)

- P(External Axis: Rectangle) * P(External Axis:DP1)] - P(Internal Axis)

* [P(External Axis: Rectangle) + P(External Axis:DP1)

- P(External Axis: Rectangle) * P(External Axis:DP1)]

= P(Internal Axis) + P(External Axis: Rectangle) + P(External Axis:DP1)

- P(External Axis: Rectangle) * P(External Axis:DP1) - P(Internal Axis)

* P(External Axis: Rectangle) - P(Internal Axis) * P(External Axis:DP1)

+ P(Internal Axis) * P(External Axis: Rectangle) * P(External Axis:DP1)

= 0.5 + 0.75 + 0.5 - (0.75 * 0.5) - (0.5 * 0.75) - (0.5 * 0.5) + (0.5 * 0.75 * 0.5)

= 0.9375

จากการคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสทั้ง 4 มีค่าเท่ากับ 0.9375

5. การคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ

จากภาพที่ 2.16 คำนวณได้ดังนี้

$$\frac{P(S) + P(R) + P(C) + P(DP1) + P(DP2) + P(V1R) + P(V2R) + P(V1C) + P(V2C)}{n}$$

n คือ จำนวนคลาสที่อยู่ในระบบ

$$\frac{0.5 + 0.75 + 0.75 + 0.5 + 0.5 + 0.9375 + 0.9375 + 0.9375 + 0.9375}{9} = 0.75$$

ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบนี้จึงมีค่าเท่ากับ 0.75

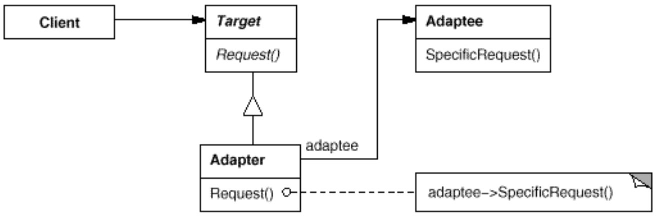
2.6 **ดีไซน์แพตเทิร์น** (Design Pattern)

ดีไซน์แพตเทิร์นคือ แนวทางที่ใช้ในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นเสมอๆในการออกแบบซอฟต์แวร์ (Gamma et al., 1995) และแสดงให้เห็นว่าออกแบบอย่างไรให้ระบบสามารถทำงานได้ด้วยการใช้คลาสจำนวนน้อย ดีไซน์แพตเทิร์นเป็นเพียงการอธิบายแนวทางหรือโครงสร้างที่จะถูกนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ไม่มีรูปแบบตายตัวที่สามารถนำไปใช้ได้โดยตรง (Metsker et al., 2006) และดีไซน์แพตเทิร์นเพิ่มคุณสมบัติในการนำคลาสกลับมาใช้ใหม่ (Reusability)

ในปี ค.ศ. 1995 แกมมา เฮลม จอห์นสัน และ วลิสไซด์ (1995) ได้เสนอดีไซน์แพตเทิร์นทั้งหมด 23 แพตเทิร์นสำหรับใช้ในการออกแบบเชิงวัตถุ ในปี ค.ศ. 2006 (Metsker et al., 2006) ได้เสนอว่าดีไซน์แพตเทิร์น 4 ใน 23 แพตเทิร์น เป็นแพตเทิร์นที่เป็นหัวใจของการออกแบบ และเป็นการออกแบบที่ใช้สำหรับการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาจาวา (JAVA) ในปี ค.ศ. 2006 (Elish, 2006) ได้เสนอดีไซน์แพตเทิร์นจำนวน 4 แพตเทิร์นที่ส่งเสริมให้การออกแบบในแผนภาพคลาสมีความเสถียรซึ่งเป็นคุณสมบัติที่สำคัญของโครงสร้างทางวิศวกรรม ประกอบด้วย (1) แพตเทิร์นอะแดปเตอร์ (Adapter Pattern) (2) แพตเทิร์นบริดจ์ (Bridge Pattern) (3) แพตเทิร์นคอมโพสิต (Composite Pattern) และ (4) แพตเทิร์นฟะซาด (Façade Pattern) ความเสถียรของซอฟต์แวร์ หมายถึง ซอฟต์แวร์ที่เพิ่มฟังก์ชั่นการทำงานได้อย่างที่ต้องการ ลดอัตราความล้มเหลว ลดการรีเอ็นจิเนียริ่ง (Reengineering) สามารถต้านทานการแผ่ขยายของการเปลี่ยนแปลงในลักษณะเหมือนคลื่นน้ำ (Ripple Effect) เมื่อซอฟต์แวร์ได้รับการแก้ไข (Elish, 2006) และความเสถียรเป็นหนึ่งในคุณลักษณะที่ดีของการออกแบบซอฟต์แวร์ ถ้าการออกแบบไม่มีความเสถียรอาจเกิดผลกระทบในวงกว้างได้เมื่อมีการแก้ไขการออกแบบเดิม เพราะเหตุนี้ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาอาจจะสูงกว่าที่ประมาณการไว้ และความน่าเชื่อถือของซอฟต์แวร์อาจได้รับผลกระทบไปด้วยเนื่องจากอาจพบข้อบกพร่องที่เหนือความคาดคิดได้

2.6.1 **อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น** (Adapter Design Pattern)

เป็นการแปลงอินเตอร์เฟสของคลาสให้กลายเป็นอินเตอร์เฟสที่ไคลแอนท์คาดหวัง จึงช่วยให้คลาสที่มีอินเตอร์เฟสต่างกันสามารถทำงานด้วยกันได้ ใช้แพตเทิร์นนี้เมื่อต้องการใช้คลาสที่มีอยู่ และคลาสนั้นไม่สามารถให้บริการกับคลาสที่ต้องการมาใช้งานได้เนื่องจากเมื่อการรับส่งพารามิเตอร์ที่ต่างกัน หรือต้องการสร้างคลาสที่สามารถนำมาใช้ร่วมกับคลาสที่มีอินเตอร์เฟสไม่ตรงกัน โดยมีโครงสร้างดังแสดงในภาพที่ 2.17

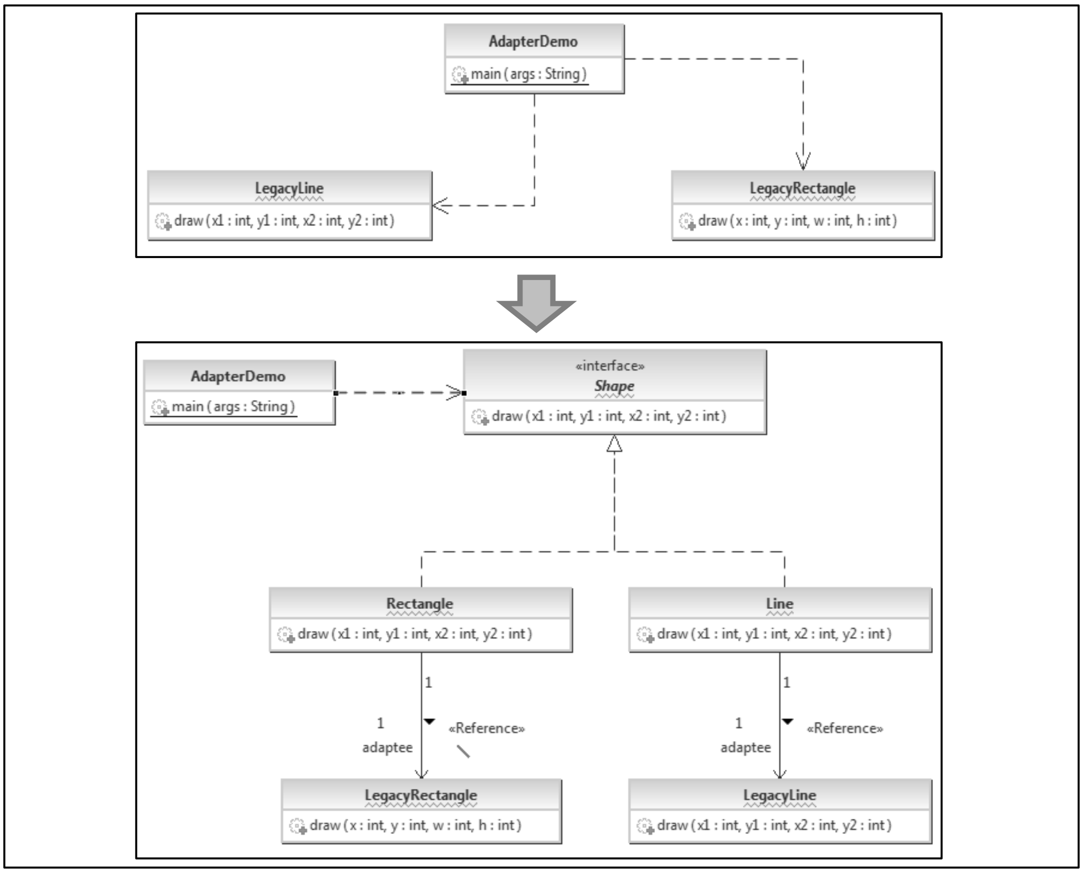


ภาพที่ 2.17 ตัวอย่างแผนภาพคลาสของอะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น

ที่มา: http://www.codeproject.com/ สืบค้นเมื่อ 18 สิงหาคม 2554

จากภาพที่ 2.17 ประกอบด้วย (1) ทาร์เก็ต (Target) เป็นคลาสอินเตอร์เฟสที่ใช้รวบรวมการประกาศเมท็อดของอะแดปเตอร์ที่ไคลแอนท์สามารถเรียกใช้งานได้ (2) ไคลแอนท์ (Client) คลาสที่เรียกใช้งานเมท็อดที่ประกาศในทาร์เก็ต (3) อะแดปตี้ (Adaptee) เป็นคลาสที่มีอยู่และต้องการสร้างอะแดปเตอร์ของคลาสนี้ และ (4) อะแดปเตอร์ (Adapter) เป็นคลาสแอ็บสแตรคของอะแดปตี้ที่ปรับให้ตรงกับไคลแอนท์เพื่อให้ไคลแอนท์สามารถใช้งานเมท็อดในอะแดปตี้ได้

อะแดปเตอร์แพตเทิร์นส่งผลดีต่อความเสถียรในการออกแบบเนื่องจาก คลาสที่เป็นอะแดปตี้ไม่ต้องแก้ไขการทำงานตามที่ไคลแอนท์ต้องการ คลาสไคลแอนท์และคลาสอะแดปตี้แยกออกจากกันโดยเด็ดขาด คลาสอะแดปเตอร์เป็นตัวกลางที่ใช้สื่อสารระหว่างคลาสไคลแอนท์และคลาสอะแดปตี้หรืออีกความหมายหนึ่งคือ อะแดปเตอร์เท่านั้นที่รู้ว่าคลาสไคลแอนท์ต้องการสั่งให้อะแดปตี้ทำงานอะไร ตัวอย่างแผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์ใช้ดีไซน์แพตเทิร์นแสดงในภาพที่ 2.18

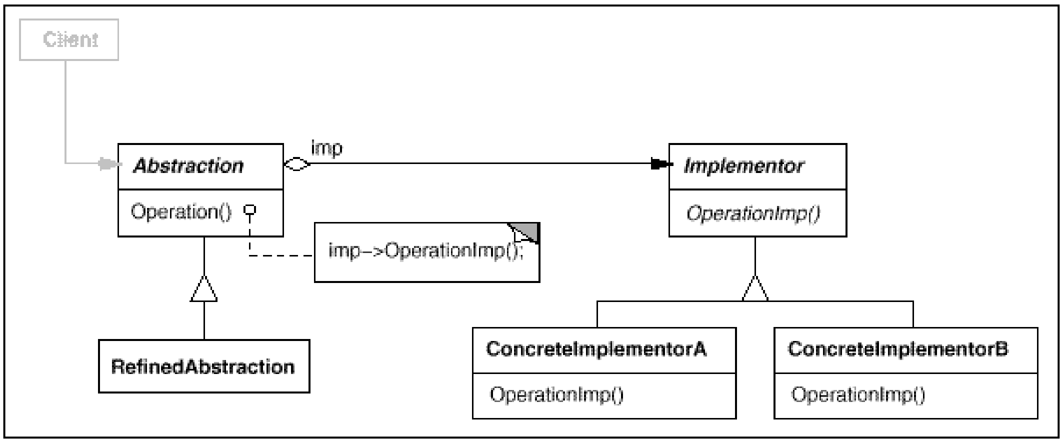


ภาพที่ 2.18 แผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น

ที่มา: http://sourcemaking.com/ สืบค้นเมื่อ 16 สิงหาคม 2554

2.6.2 **บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น** (Bridge Design Pattern)

คือการแยกแอ็บสแตรคชั่นออกจากอิมพลีเมนต์เทชันเพื่อให้ทั้งสองทำงานได้อย่างมีอิสระ ใช้แพตเทิร์นนี้เมื่อต้องการหลีกเลี่ยงการผูกติดแบบไม่สามารถแก้ไขได้ในการอิมพลีเมนต์ของคลาส โดยมีโครงสร้างดังแสดงในภาพที่ 2.19

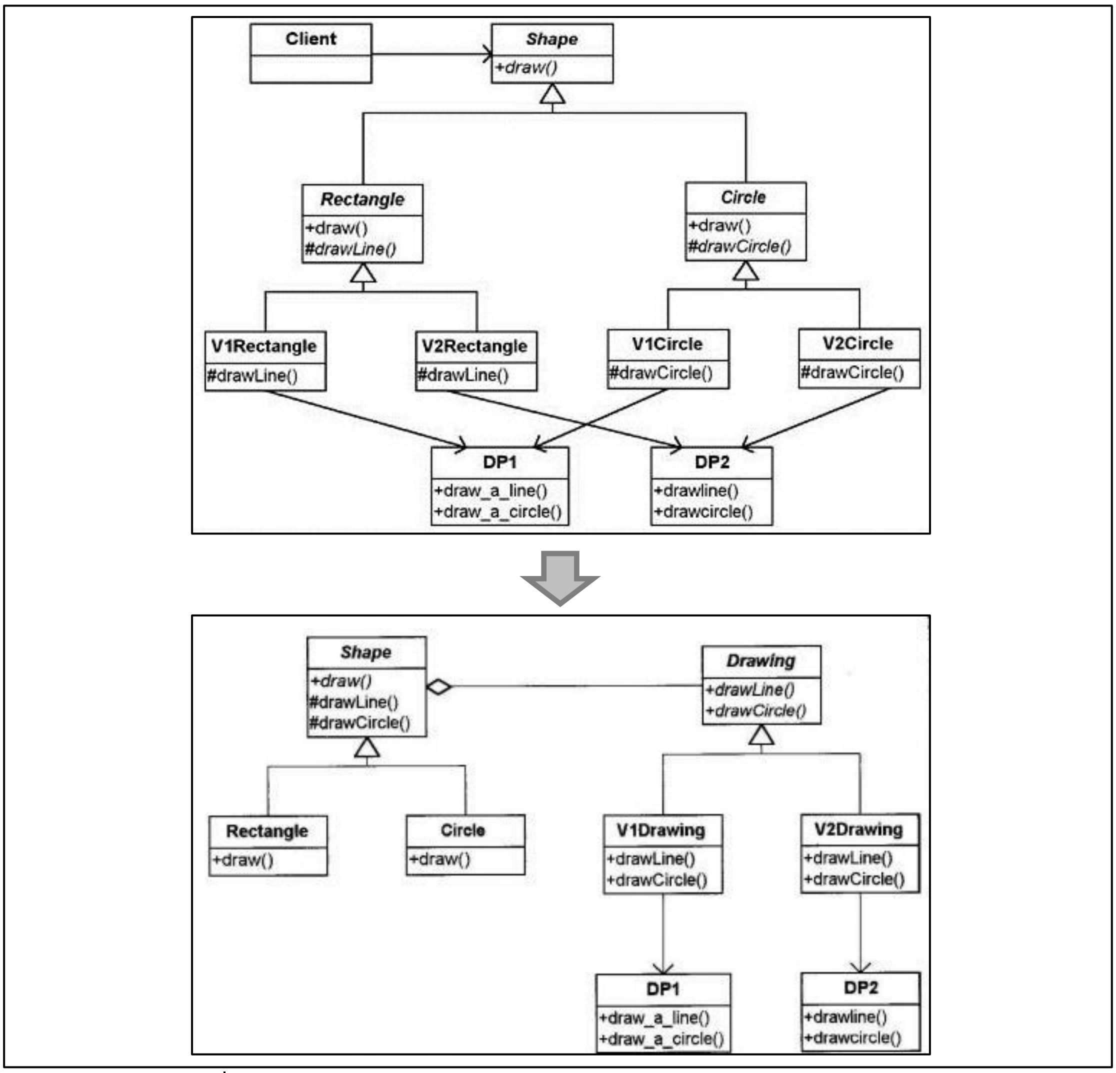


ภาพที่ 2.19 ตัวอย่างแผนภาพคลาสของบริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น

ที่มา: http://fox.wikis.com/ สืบค้นเมื่อ 16 สิงหาคม 2554

จากภาพที่ 2.20 ประกอบด้วย (1) แอ็บสแตรคชั่น (Abstraction) สามารถเป็นได้ทั้งคลาสอินเตอร์เฟสหรือคลาสแอ็บสแตรคได้ และเป็นที่รวมการประกาศเมท็อดที่ไคลแอนท์สามารถใช้งานได้ (2) รีไฟนด์แอ็บสแตรคชั่น (RefinedAbstraction) สามารถเป็นได้ทั้งคลาสคอนกรีตหรือคลาสแอ็บสแตรค มีหน้าที่สืบทอดแอ็บสแตรคชั่น (3) อิมพลีเมนต์เตอร์ (Implementor) เป็นคลาสอินเตอร์เฟสที่รวบรวมเมท็อดของคอนกรีตอิมพลีเมนต์เตอร์ คลาสอินเตอร์เฟสนี้ไม่จำเป็นต้องมีเมท็อดที่สอดคล้องกับเมท็อดของอินเตอร์เฟสของแอ็บสแตรคชั่น (Interface ทั้งสองต่างกันเพียงเล็กน้อย) และ (4) คอนกรีตอิมพลีเมนต์เตอร์ (ConcreteImplementor) เป็นคลาสคอนกรีต (คลาสที่สามารถทำงานได้จริง)

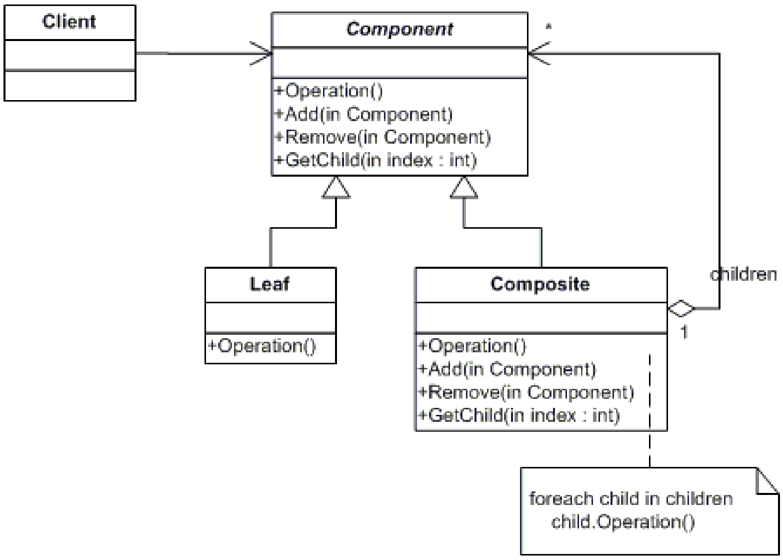
บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นส่งผลดีต่อความเสถียรในการออกแบบเนื่องจากการแอ็บสแตรคชั่นและการอิมพลีเมนต์สามารถขยายได้อย่างอิสระ คือ สามารถเพิ่มรีไฟนด์แอ็บสแตรคชั่นได้อย่างอิสระ การเปลี่ยนแปลงนี้จะไม่ส่งผลต่ออิมพลีเมนต์เตอร์ การเปลี่ยนแปลงในส่วนการอิมพลีเมนต์จะไม่ส่งผลต่อส่วนแอ็บสแตรคชั่น ตัวอย่างแผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์ด้วยดีไซน์แพตเทิร์นแสดงในภาพที่ 2.20



ภาพที่ 2.20 แผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์บริจด์ดีไซน์แพตเทิร์น
ที่มา: http://www.web-brainz.co.uk/ สืบค้นเมื่อ 16 สิงหาคม 2554

2.6.3 **คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น** (Composite Design Pattern)

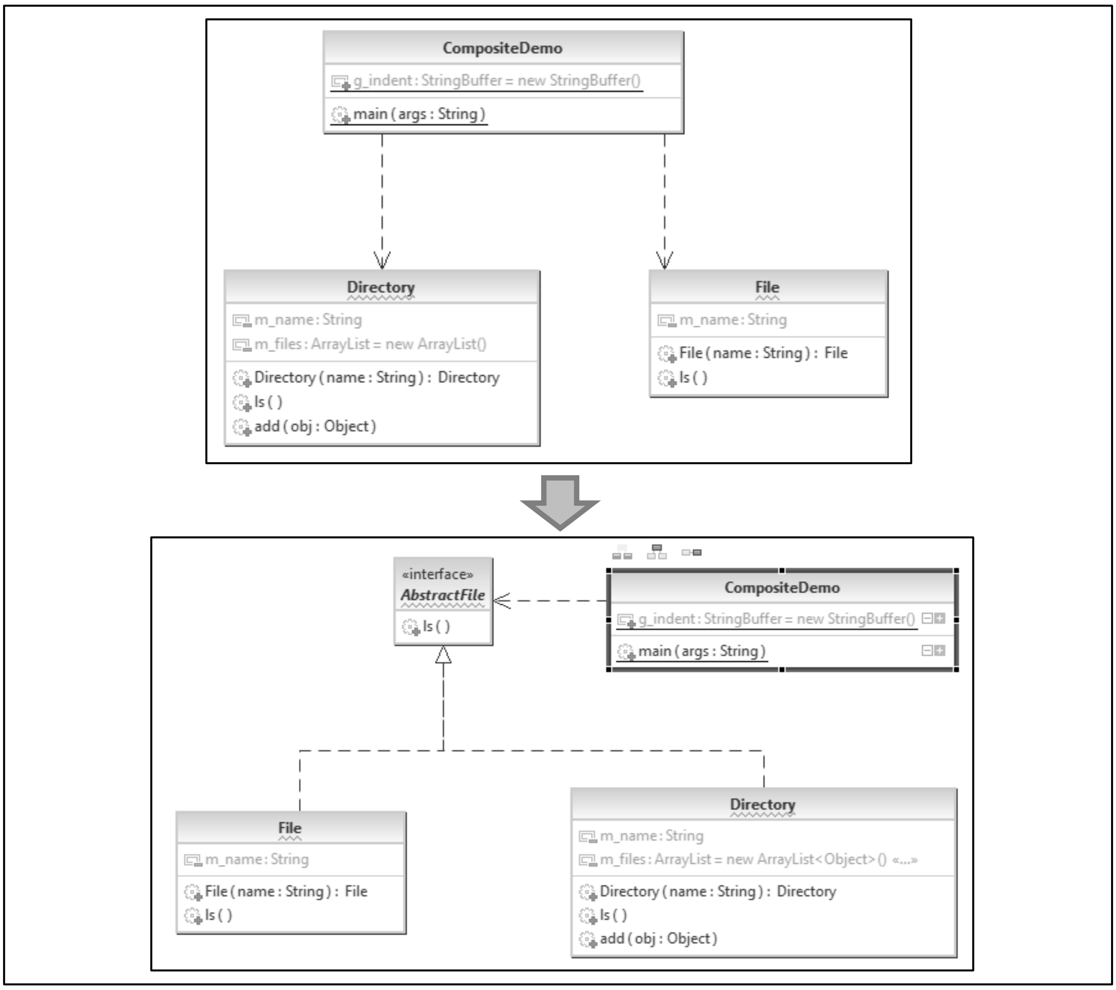
คือการจัดโครงสร้างอ็อบเจกต์ที่ทำงานคล้ายกันให้อยู่ในรูปโครงสร้างต้นไม้ ใช้แพตเทิร์นนี้ เมื่อต้องการแสดงถึงลำดับชั้นของอ็อบเจกต์ และเพื่อให้ไคลแอนท์เรียกใช้งานเมท็อดที่ต้องการได้ง่ายขึ้น โดยมีโครงสร้างดังแสดงในภาพที่ 2.21



ภาพที่ 2.21 ตัวอย่างแผนภาพคลาสของคอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น
ที่มา: http://www.dofactory.com/ สืบค้นเมื่อ 16 สิงหาคม 2554

จากภาพที่ 2.21 ประกอบด้วย (1) คอมโพเนนท์ (Component) สามารถเป็นคลาสอินเตอร์เฟสหรือคลาสแอ็บสแตรคได้ มีไว้เพื่อประกาศเมท็อดที่ไคลแอนท์สามารถใช้งานได้ (2) ลีฟ (Leaf) เป็นคลาสคอนกรีตที่ไม่มีซับคลาส และเป็นคลาสที่มีเมท็อดที่สามารถทำงานได้จริง (3) คอมโพสิต (Composite) เป็นคลาสที่มีซับคลาส คลาสคอมโพสิตสามารถเป็นคลาสแอ็บสแตรค หรือคลาสคอนกรีต อย่างใดอย่างหนึ่งได้ และ (4) ไคลแอนท์ (Client) เป็นคลาสที่เรียกใช้งานเมท็อดที่ประกาศในคอมโพเนนท์

คอมโพสิตแพตเทิร์นส่งผลดีต่อความเสถียรในการออกแบบเนื่องจากในการออกแบบเนื่องจาก ตัวอย่างแผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์ใช้ดีไซน์แพตเทิร์นแสดงในภาพที่ 2.22

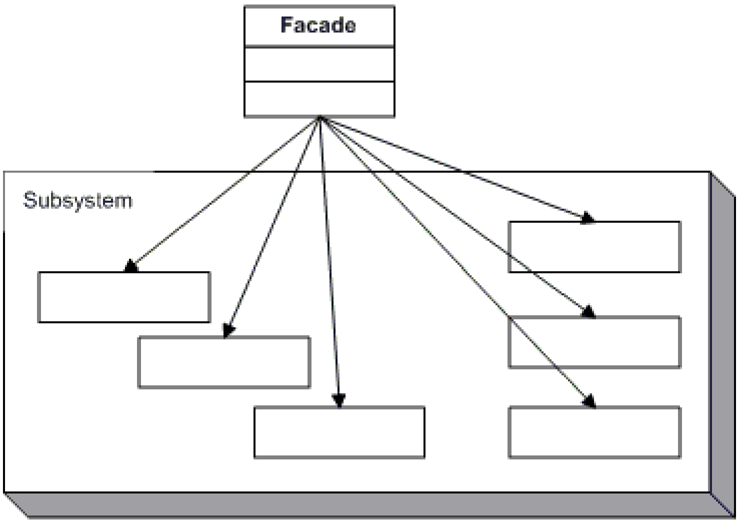


ภาพที่ 2.22 แผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิต ดีไซน์แพตเทิร์น

ที่มา: http://sourcemaking.com/ สืบค้นเมื่อ 16 สิงหาคม 2554

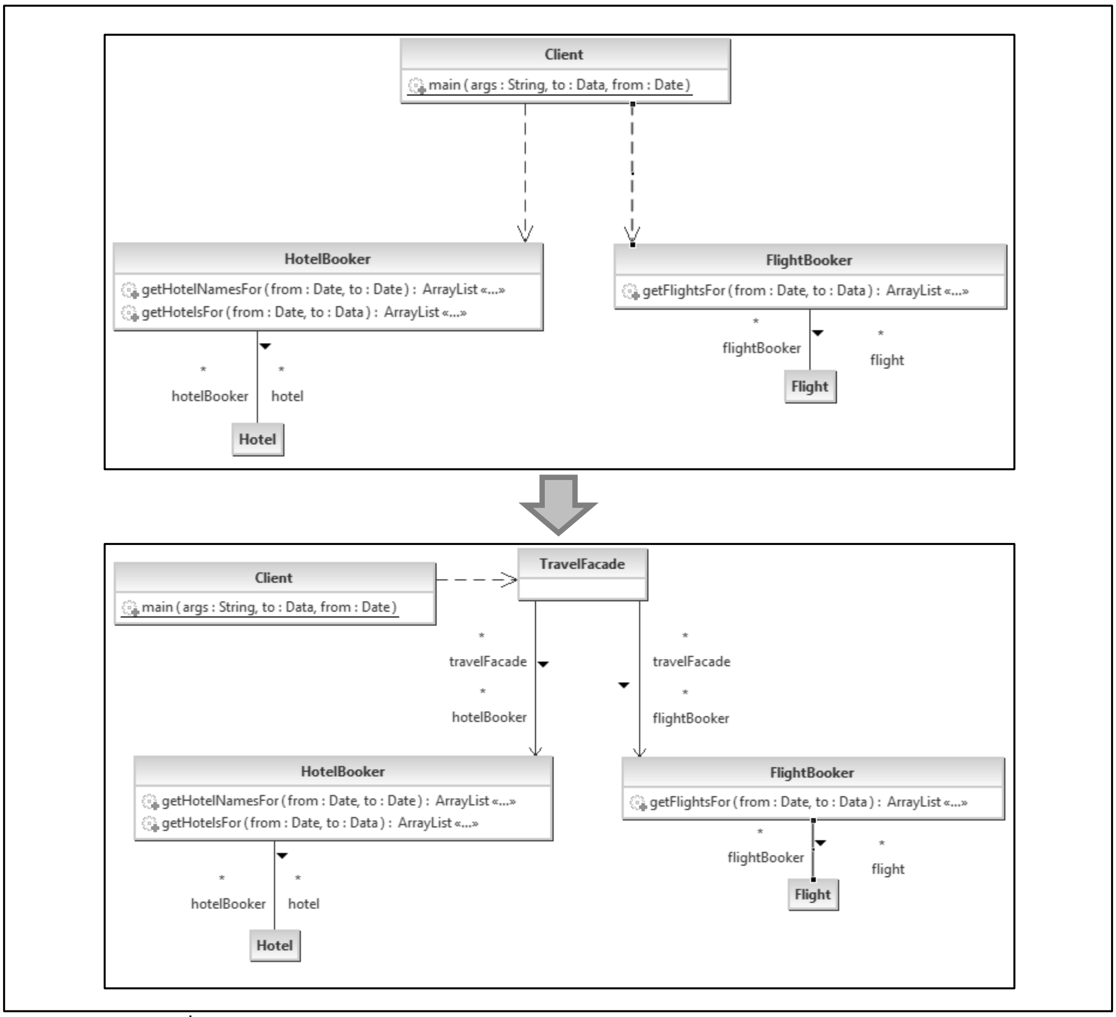
2.6.4 **ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น** (Façade Design Pattern)

คือการการจัดเตรียมคลาสอินเตอร์เฟสซึ่งเป็นที่รวมการประกาศเมท็อดเพื่อให้ง่ายต่อการเรียกใช้งาน ใช้แพตเทิร์นนี้เมื่อต้องการรวมคลาสอินเตอร์เฟสหรือระบบย่อย (Subsystem) ที่มีความซับซ้อนในการเรียกใช้งาน ลดการพึ่งพา (Dependency) ระหว่างไคลแอนท์และระบบย่อย (Subsystem) เพราะเป็นการแยกระบบย่อย (Subsystem) ออกจากไคลแอนท์ กำหนดชั้นให้กับระบบย่อย (Subsystem) คือคลาสอินเตอร์เฟสที่สร้างขึ้นใหม่เป็นคลาสตัวกลางที่ใช้ในการเข้าถึงระบบย่อย (Subsystem) ช่วยให้ระบบย่อย (Subsystem) สามารถนำกลับมาใช้ใหม่และปรับแต่งได้ง่ายได้ โดยมีโครงสร้างดังแสดงในภาพที่ 2.23



ภาพที่ 2.23 ตัวอย่างแผนภาพคลาสของฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น
ที่มา: http://www.dofactory.com/ สืบค้นเมื่อ 20 สิงหาคม 2554

จากภาพที่ 2.23 ประกอบด้วย (1) ฟะซาด (Facade) เป็นคลาสอินเตอร์เฟสรู้ว่าคลาสใดในระบบย่อย (Subsystem) เป็นผู้ทำงานเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ต้องการเป็นคลาสอินเตอร์เฟสรู้ว่าคลาสใดในระบบย่อย (Subsystem) เป็นผู้ทำงานเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ต้องการ และ (2) คลาสในระบบย่อย (Subsystem Class) เป็นคลาสที่รับคำสั่งจากฟะซาด และสามารถทำงานได้จริง ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นส่งผลดีต่อความเสถียรในการออกแบบเนื่องจากเมื่อแยกระบบย่อย (Subsystem) ออกจากไคลแอนท์แล้ว การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับระบบย่อย (Subsystem) จะไม่ส่งผลกระทบต่อไคลแอนท์ และฟะซาดเป็นตัวกลางเชื่อมการทำงานระหว่างระบบย่อย (Subsystem) และไคลแอนท์ ตัวอย่างแผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์ด้วยดีไซน์แพตเทิร์นแสดงในภาพที่ 2.24



ภาพที่ 2.24 แผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์ด้วยฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น

ที่มา: http://sourcemaking.com/ สืบค้นเมื่อ 16 สิงหาคม 2554

2.7 ภาษาเอ็กซ์เอ็มแอล (Extensible Markup Language: XML)

ภาษาเอ็กซ์เอ็มแอล (XML) เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่แสดงทั้งข้อมูล และข้อมูลรูปแบบเข้าด้วยกัน โดยข้อมูลรูปแบบอธิบายถึงโครงสร้างหรือการแสดงผลซึ่งส่วนนี้เรียกว่า มาร์กอัพ (Markup) ตัวอย่างภาษามาร์กอัพ เช่น เอชทีเอ็มแอล (HTML) แต่ภาษาเอ็กซ์เอ็มแอลมีวิธีการเขียนที่แตกต่างจากเอชทีเอ็มแอล (HTML) เนื่องจากมีความยืดหยุ่นมากกว่าเพราะภาษาเอ็กซ์เอ็มแอลถูกสร้างเพื่อมาแก้ปัญหาของเอชทีเอ็มแอล (HTML) ดังนั้นภาษาเอ็กซ์เอ็มแอล (Extensible Markup Language: XML) หมายถึงการขยายการใช้งานของภาษามาร์กอัพ ซึ่งเหมาะสำหรับการใช้เป็นภาษากลางในการรับส่งข้อมูล (โครงการพัฒนากรอบแนวทางมาตรฐานการแลกเปลี่ยนข้อมูลแห่งชาติ, 2553)

การเขียนไวยากรณ์ (Syntax) ของซานทาลิส และคณะ (2005) โดยมีข้อกำหนดในการเขียนไวยากรณ์ (Syntax) ขึ้นกับสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงซึ่งมี 2 สาเหตุหลัก ดังนี้

1. สาเหตุภายใน (Internal Axis) กำหนดให้ คลาส A มีการเปลี่ยนแปลงภายในไวยากรณ์ (Syntax) คือ

```
<class>
        <name>A</name>
        <axis>
            <description>internal axis</description>
            <to>A</to>
            <probability>1.0</probability>
        </axis>
</class>
```

ภาพที่ 2.25 ไวยากรณ์ของสาเหตุภายใน

2. สาเหตุภายนอก (External Axis) แบ่งเป็น 4 ประเภท (1) การสืบทอดแบบอิมพลีเมนต์ (2) การสืบทอดแบบเอ็กซ์เทนด์ (3) เรฟเฟอร์เรนซ์ และ (4) การพึ่งพา ดังนี้

```
<class>
        <name>C</name>
        <axis>
            <description>implement axis</description>
            <to>D</to>
            <probability>1.0</probability>
        </axis>
<class>
```

ภาพที่ 2.26 ไวยากรณ์การสืบทอดแบบอิมพลีเมนต์

จากภาพที่ 2.26 หมายความว่า คลาส C มีการสืบทอดแบบพลีเมนต์กับคลาส D โดยคลาส D เป็นคลาสอินเตอร์เฟส

```
<class>
        <name>E</name>
        <axis>
            <description>extend axis</description>
            <to>F</to>
            <probability>1.0</probability>
        </axis>
</class>
```

ภาพที่ 2.27 ไวยากรณ์การสืบทอดแบบเอ็กซ์เทนด์

จากภาพที่ 2.27 หมายความว่า คลาส E มีการสืบทอดแบบเอ็กซ์เทนด์กับคลาส F โดยคลาส F เป็นคลาสคอนกรีตหรือคลาสแอ็บสแตรค

```
<class>
        <name>G</name>
        <axis>
            <description>reference axis</description>
            <to>H</to>
            <probability>1.0</probability>
        </axis>
</class>
```

ภาพที่ 2.28 ไวยากรณ์แบบเรฟเฟอร์เรนซ์

จากภาพที่ 2.28 หมายความว่า คลาส G มีความสัมพันธ์แบบเรฟเฟอร์เรนซ์กับคลาส H โดยคลาส H เป็นคลาสคอนกรีต คลาสแอ็บสแตรค หรือคลาสอินเตอร์เฟส

```
<class>
	<name>J</name>
	<axis>
		<description>extend axis + reference axis</description>
		<to>K</to>
		<probability>1.0</probability>
	</axis>
</class>
```

ภาพที่ 2.29 ไวยากรณ์แบบพึ่งพา

จากภาพที่ 2.29 หมายความว่า คลาส J มีความสัมพันธ์แบบพึ่งพากับคลาส K โดยคลาส K เป็นคลาสคอนกรีต คลาสแอ็บสแตรค หรือคลาสอินเตอร์เฟส

2.7.1 ตัวอย่างการแปลงเอ็กซ์เอ็มแอล

จากภาพที่ 2.16 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น เมื่อแปลงเป็นเอ็กซ์เอ็มแอลแล้ว มีรายละเอียดของไวยากรณ์ภาษาเอ็กซ์เอ็มแอลดังแสดงในภาพที่ 2.30

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<system>
 <name>Test</name>
 <class>
 <name>Client</name>
  <axis>
   <description>internal axis</description>
   <to>Client</to>
   <probability>1.0</probability>
  </axis>
  <axis>
   <description>extend axis + reference
axis</description>
   <to>Shape</to>
   <probability>1.0</probability>
  </axis>
 </class>
 <class>
  <name>Shape</name>
  <axis>
   <description>internal axis</description>
   <to>Shape</to>
   <probability>1.0</probability>
  </axis>
 </class>
<class>
  <name>Rectangle</name>
  <axis>
   <description>internal axis</description>
   <to>Rectangle</to>
   <probability>1.0</probability>
  </axis>
 <class>
  <name>Circle</name>
  <axis>
   <description>internal axis</description>
   <to>Circle</to>
   <probability>1.0</probability>
  </axis>
  <axis>
   <description>extend axis</description>
   <to>Shape</to>
   <probability>1.0</probability>
  </axis>
 </class>
 <class>
  <name>V1Rectangle</name>
  <axis>
   <description>internal axis</description>
   <to>V1Rectangle</to>
   <probability>1.0</probability>
  </axis>
  <axis>
   <description>extend axis</description>
   <to>Rectangle</to>
   <probability>1.0</probability>
  </axis>
  <axis>
   <description>reference
axis</description>
   <to>DP1</to>
   <probability>1.0</probability>
  </axis>
 </class>
```


ภาพที่ 2.30 ตัวอย่างไวยากรณ์เอ็กซ์เอ็มแอลของแผนภาพคลาสในภาพที่ 2.16

```
    <to>Rectangle</to>
    <probability>1.0</probability>
  </axis>
  <axis>
    <description>reference axis</description>
    <to>DP2</to>
    <probability>1.0</probability>
  </axis>
</class>
<class>
  <name>V1Circle</name>
  <axis>
    <description>internal axis</description>
    <to>V1Circle</to>
    <probability>1.0</probability>
  </axis>
  <axis>
    <description>extend axis</description>
    <to>Circle</to>
    <probability>1.0</probability>
  </axis>
  <axis>
    <description>reference axis</description>
    <to>DP1</to>
    <probability>1.0</probability>
  </axis>
</class>
```

```
    <axis>
      <description>extend axis</description>
      <to>Circle</to>
      <probability>1.0</probability>
    </axis>
    <axis>
      <description>reference
axis</description>
      <to>DP2</to>
      <probability>1.0</probability>
    </axis>
  </class>
  <class>
    <name>DP1</name>
    <axis>
      <description>internal axis</description>
      <to>DP1</to>
      <probability>1.0</probability>
    </axis>
  </class>
  <class>
    <name>DP2</name>
    <axis>
      <description>internal axis</description>
      <to>DP2</to>
      <probability>1.0</probability>
    </axis>
```

ภาพที่ 2.30 (ต่อ) ตัวอย่างไวยากรณ์เอ็กซ์เอ็มแอลของแผนภาพคลาสในภาพที่ 2.16

บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 แนวทางการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการทดลองเพื่อศึกษาผลกระทบของดีไซน์แพตเทิร์นกับความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบเชิงวัตถุคือ การเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์นว่าสามารถลดความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบได้หลังจากประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์นเข้ากับโครงสร้างการออกแบบ

จากวัตถุประสงค์งานวิจัยที่กล่าวข้างต้น ผู้วิจัยเลือกใช้แผนแบบการทดลองแบบวันกรุ๊ปพรีเทสโพสเทส (One Group Pretest-Posttest) ซึ่งเป็นแบบแผนการทดลองที่เหมาะสมกับการทดลองที่ต้องการวัดค่าตัวแปรตามของหน่วยตัวอย่างก่อนถูกกระตุ้นเทียบกับค่าตัวแปรตามของกลุ่มทดลองหลังการกระตุ้นด้วยตัวแปรต้นว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างไร ด้วยการคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงด้วยวิธีของซานทาลิสและคณะ (2005) ของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น

3.2 ตัวแปรสำคัญที่ศึกษา

ตัวแปรต้นหรือตัวแปรอิสระ (Independent Variables) คือ ตัวแปรที่สามารถส่งผลกระทบทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อตัวแปรอื่นๆ และเป็นตัวแปรที่ผู้วิจัยต้องการศึกษา

สำหรับงานวิจัยนี้สนใจว่าเมื่อประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์นเข้ากับการออกแบบที่ไม่ประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น จะสามารถลดความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงได้หรือไม่ ดังนั้นตัวแปรต้นของการศึกษาครั้งนี้มี 4 ตัวแปรได้แก่

1. อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น (Adapter Design Pattern)
2. บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น (Bridge Design Pattern)
3. คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น (Composite Design Pattern)
4. ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น (Façade Design Pattern)

ตัวแปรตาม (Dependent Variables) คือ ตัวแปรที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากตัวแปรต้นเนื่องจากงานวิจัยนี้สนใจการเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น ดังนั้นตัวแปรตามของงานวิจัยนี้มีหนึ่งตัวแปร

ได้แก่ ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ (Probability of Change Proneness) คือ ผลรวมความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของทุกคลาสในการออกแบบ หารด้วย จำนวนคลาสในการออกแบบ

ตัวแปรควบคุม (Control Variables) คือ ตัวแปรอื่นๆที่สามารถส่งผลให้การทดลองคลาดเคลื่อนถ้าไม่มีการควบคุมให้เหมือนกัน เพื่อให้ผลการทดลองที่เกิดขึ้นนั้นเกิดจากการค่าของตัวแปรต้นอย่างแท้จริง โดยจะกำหนดให้ในการทดลองมีการควบคุมตัวแปรต่างๆให้เหมือนกัน ซึ่งประกอบด้วยตัวแปร ดังต่อไปนี้

1. แผนภาพคลาส โดยกำหนดให้หน่วยตัวอย่างต้องมีความหลากหลายทางธุรกิจ ประกอบด้วยคลาสตั้งแต่ 5 คลาสขึ้นไปต่อหน่วยตัวอย่าง

2. การประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์นเข้ากับการออกแบบแผนภาพคลาส ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการประยุกต์ เพื่อหลีกเลี่ยงความแตกต่างในการปรับปรุง

4. เครื่องมือที่ใช้ ประกอบด้วย (1) วิชวลพาราดาม (Visual Paradigm for UML 7.1) เป็นเครื่องใช้แปลงแผนภาพคลาสจากซอร์สโค้ด เพื่อให้มีมาตรฐานของหน่วยตัวอย่างที่เหมือนกัน และ (2) เครื่องมือคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส ใช้เครื่องมือที่มาจากการวิจัยของซานทาลีสและคณะ (2005)

3.3 **การทดสอบสมมติฐาน**

จากวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ผู้วิจัยต้องการทดสอบว่าดีไซน์แพตเทิร์นส่งผลกระทบให้ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบลดลงหลังการประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์นเข้ากับการออกแบบหรือไม่ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงต้องการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบกับดีไซน์แพตเทิร์น ทำให้ผู้วิจัยตั้งสมมติฐานจำนวน 4 สมมติฐานดังต่อไปนี้

1. เปรียบเทียบความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น

H_0: ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนประยุกต์มีค่า**สูงกว่าหรือเท่ากับ**หลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น

H_1: ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนประยุกต์มีค่า**ต่ำกว่า**หลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น

2. เปรียบเทียบความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น

H_0: ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนประยุกต์มีค่า**สูงกว่าหรือเท่ากับ**หลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น

H_1: ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่ของการออกแบบก่อนประยุกต์มีค่า**ต่ำกว่า**และหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น

3. เปรียบเทียบความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น

H_0: ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนประยุกต์มีค่า**สูงกว่าหรือเท่ากับ**หลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น

H_1: ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนประยุกต์มีค่า**ต่ำกว่า**หลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น

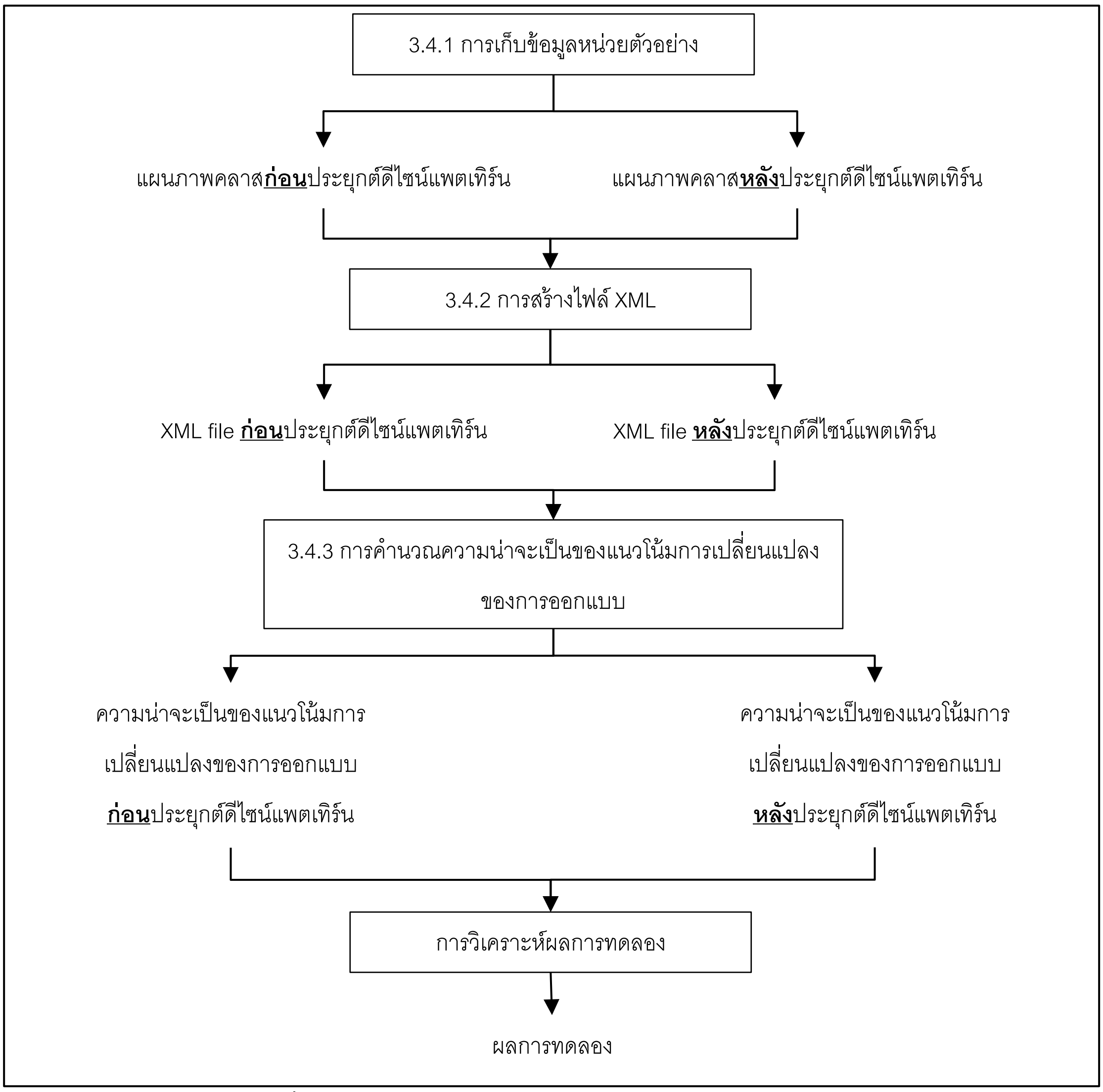
4. เปรียบเทียบความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น

H_0: ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนประยุกต์มีค่า**สูงกว่าหรือเท่ากับ**หลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น

H_1: ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนประยุกต์มีค่า**ต่ำกว่า**หลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น

3.4 แนวทางในการดำเนินงานวิจัย

แนวทางการดำเนินงานเพื่อตอบวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) เนื่องจากต้องการทราบว่าเมื่อกำหนดตัวแปรที่สนใจให้มีการเปลี่ยนค่าแล้วส่งผลกระทบต่อตัวแปรตามอย่างไร ซึ่งในงานวิจัยนี้ตัวแปรที่สนใจคือ ดีไซน์แพตเทิร์น ประกอบด้วย (1) อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น (2) บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น (3) คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น และ (4) ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น นำมาประยุกต์เข้ากับการออกแบบเดิม กล่าวคือผู้วิจัยต้องการวัดการเปลี่ยนแปลงของความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น ผู้วิจัยจึงควบคุมตัวแปรอื่นๆ เช่น เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อนำไปสู่ผลสรุปที่ถูกต้องและน่าเชื่อถือ โดยมีขั้นตอนโดยสรุปดังแสดงในภาพที่ 3.1



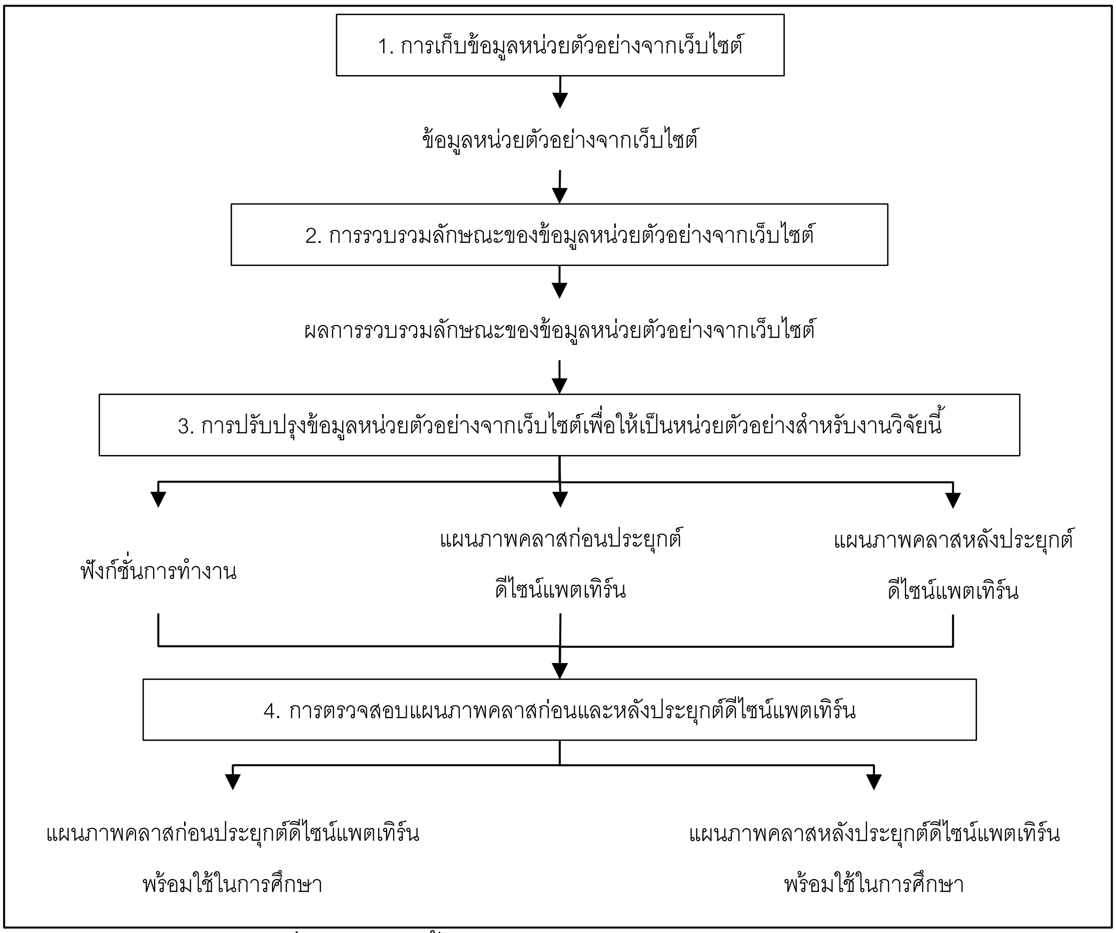
ภาพที่ 3.1 แสดงวิธีแนวทางในการดำเนินงานวิจัยโดยสรุป

3.4.1 การเก็บข้อมูลหน่วยตัวอย่าง

ผู้วิจัยเก็บข้อมูลหน่วยตัวอย่างจากเว็บไซต์ และหน่วยข้อมูลหน่วยตัวอย่างนั้นต้องมีการประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์นหนึ่งในจำนวนสี่ดีไซน์แพตเทิร์น โดยข้อมูลหน่วยตัวอย่างที่ผู้วิจัยเก็บจากเว็บไซต์อยู่ในรูปแบบของซอร์สโค้ดที่พัฒนาด้วยภาษาเชิงวัตถุ หรือแผนภาพคลาส และเป็นข้อมูลหน่วยตัวอย่างเชิงธุรกิจ ข้อมูลตัวอย่างที่ผู้วิจัยเก็บจากเว็บไซต์เป็นตัวอย่างที่เป็นสาธารณะ หมายถึง ทางเว็บไซต์มีการเผยแพร่ข้อมูล โดยผู้ที่สนใจสามารถนำข้อมูลจากเว็บไซต์ไปใช้ได้โดยไม่ต้องขออนุญาต โดยผู้วิจัยคาดหวังให้ข้อมูลที่เก็บจากเว็บไซต์ประกอบด้วย แผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น หรือซอร์สโค้ดก่อนและหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์นที่พัฒนาด้วยภาษาเชิงวัตถุ มีจำนวนคลาสไม่น้อยกว่า 5 คลาส และมีฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรม เมื่อ

ผู้วิจัยพบข้อมูลที่ใกล้เคียงกับข้อมูลหน่วยตัวอย่างที่ผู้วิจัยคาดหวังไว้ ผู้วิจัยใช้ข้อมูลที่เก็บจากเว็บไซต์มาเป็นข้อมูลหน่วยตัวอย่าง และข้อมูลหน่วยตัวอย่างผู้วิจัยหาจากเว็บไซต์จนครบสิบหน่วยตัวอย่างต่อดีไซน์แพตเทิร์น

การตรวจสอบการออกแบบแผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์นว่ามีผลการทำงานเหมือนกัน สามารถตรวจสอบได้จากการทำงานจริงของโปรแกรม ซึ่งผู้วิจัยได้กล่าวไว้โดยละเอียดในหัวข้อการตรวจสอบความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูล (หัวข้อ 3.6)



ภาพที่ 3.2 แสดงขั้นตอนการจัดเก็บหน่วยตัวอย่างโดยสรุป

จากภาพที่ 3.2 อธิบายรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การเก็บข้อมูลหน่วยตัวอย่างจากเว็บไซต์ ผู้วิจัยเก็บเฉพาะข้อมูลที่เป็นสาธารณะ และเป็นข้อมูลหน่วยตัวอย่างเชิงธุรกิจที่ประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น หรือฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น อย่างใดอย่างหนึ่ง โดยข้อมูลหน่วยตัวอย่างจากเว็บไซต์เป็นแผนภาพคลาส หรือซอร์สโค้ดภาษาเชิงวัตถุ

2. การรวบรวมลักษณะของข้อมูลหน่วยตัวอย่างจากเว็บไซต์ เป็นการบอกว่าข้อมูลที่เก็บจากเว็บไซต์ประกอบด้วยข้อมูลอะไรบ้าง ตัวอย่างข้อมูลที่เก็บจากเว็บไซต์ ดังเช่น ตัวอย่างที่ 1 ข้อมูลที่เก็บจากเว็บไซต์เป็นแผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น มีจำนวนคลาสมากกว่า 5 คลาส และมีฟังก์ชั่นการคำนวณราคาสินค้า และตัวอย่างที่ 2 ข้อมูลที่เก็บจากเว็บไซต์เป็นซอร์สโค้ดก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นที่พัฒนาด้วยภาษาพีเอชพี (PHP) มีจำนวนคลาสมากกว่า 5 คลาส และมีฟังก์ชั่นการคำนวณค่าเช่าห้องพัก เป็นต้น

3. การปรับปรุงข้อมูลหน่วยตัวอย่างจากเว็บไซต์เพื่อให้เป็นหน่วยตัวอย่างสำหรับงานวิจัยนี้ จากตัวอย่างที่ 1 พบว่า ไม่ต้องมีการปรับปรุงข้อมูลหน่วยตัวอย่างจากเว็บไซต์ เนื่องจากหน่วยตัวอย่างของงานวิจัยนี้เป็นแผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น ที่มีจำนวนคลาสไม่ต่ำกว่า 5 คลาส และเป็นข้อมูลหน่วยตัวอย่างเชิงธุรกิจ ซึ่งมีลักษณะตรงกับหน่วยตัวอย่างของงานวิจัยนี้ แต่ในตัวอย่างที่ 2 พบว่า ต้องปรับปรุงข้อมูลหน่วยตัวอย่างจากเว็บไซต์ ผู้วิจัยจึงแปลงซอร์สโค้ดก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นที่พัฒนาด้วยภาษาพีเอชพี (PHP) เป็นแผนภาพคลาสด้วยเครื่องมือวิชวลพาราดามฟอร์ยูเอ็มแอลเจ็ดจุดหนึ่ง (Visual Paradigm for UML 7.1) ผลที่ได้จากการแปลง คือ แผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น ที่มีจำนวนคลาสมากกว่า 5 คลาส และมีฟังก์ชั่นการคำนวณค่าเช่าห้องพัก ดังนั้นแผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นจากการปรับปรุงข้อมูลหน่วยตัวอย่างที่เก็บได้จากเว็บไซต์ จึงสามารถใช้เป็นหน่วยตัวอย่างสำหรับงานวิจัยนี้ได้

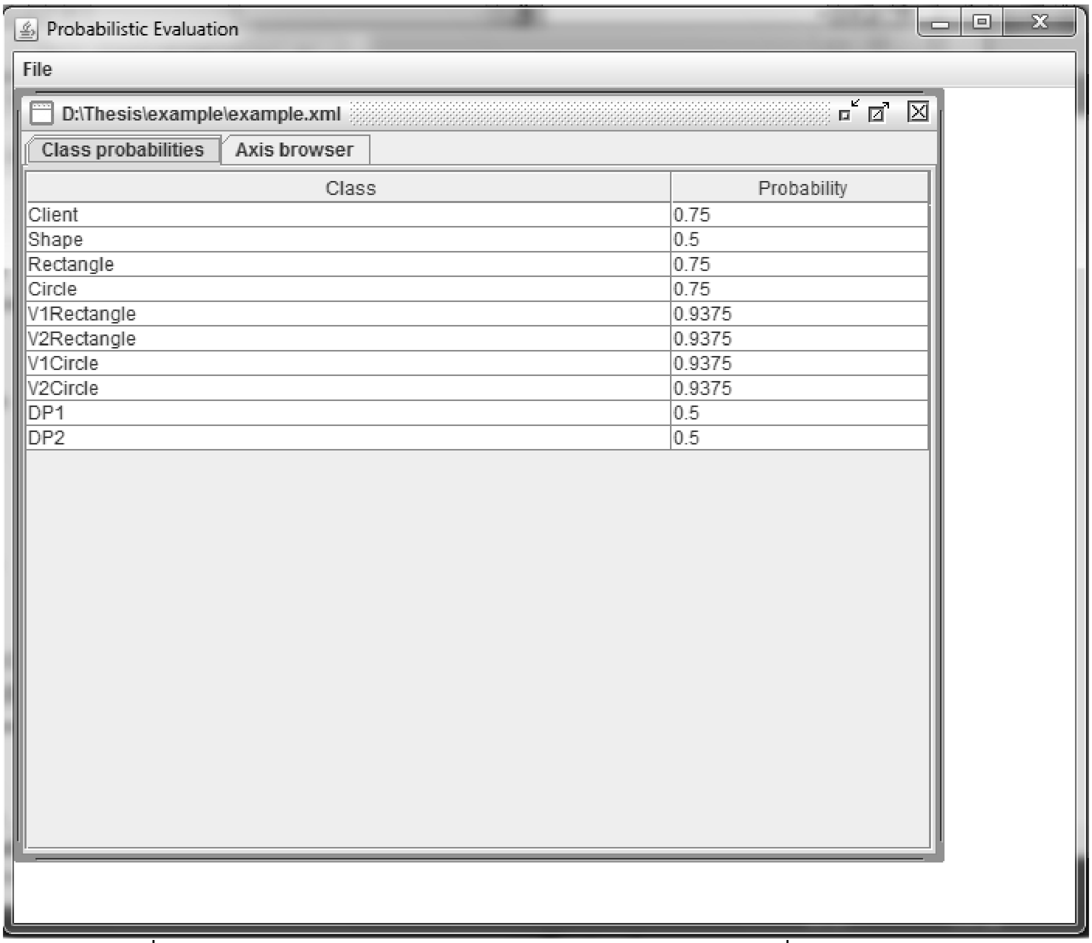
4. การตรวจสอบแผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น เป็นการตรวจสอบผลการทำงานของแผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น ด้วยการพัฒนาโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น ด้วยภาษาจาวา (JAVA) แล้วนำผลการทำงานของโปรแกรมทั้งสองมาเปรียบเทียบว่ามีผลการทำงานเหมือนกันหรือไม่ ถ้าผลการทำงานเหมือนกันแผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์นที่ใช้เป็นข้อมูลตั้งต้นในการพัฒนาโปรแกรมสามารถนำมาใช้เป็นหน่วยตัวอย่างได้ ถ้าไม่เหมือนกันผู้วิจัยปรับปรุงการออกแบบแผนภาพคลาสทั้งสองให้มีผลการทำงานที่เหมือนกันตามฟังก์ชั่นที่กำหนด เมื่อผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมเหมือนกันแผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์นที่เป็นข้อมูลตั้งต้นในการปรับปรุงโปรแกรมสามารถนำมาใช้เป็นหน่วยตัวอย่างในงานวิจัยนี้ได้ ซึ่งรายละเอียดได้กล่าวไว้ในหัวข้อการตรวจสอบความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูล (หัวข้อ 3.6)

3.4.2 การสร้างไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอล

ไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอลเป็นข้อมูลสำคัญที่ใช้เป็นข้อมูลนำเข้าในเครื่องมือคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของซานทาลีสและคณะ (2005) โดยเอ็กซ์เอ็มแอลไฟล์หนึ่งไฟล์สร้างจากแผนภาพคลาสหนึ่งแผนภาพคลาส เช่น ไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอลของภาพที่ 2.32 (ในหัวข้อที่ 2.71) สร้างมาจากแผนภาพคลาสในภาพที่ 2.16 (ในหัวข้อที่ 2.5.1) ซึ่งเป็นแผนภาพคลาสก่อนประยุกต์ดีไซน์ ดังนั้นไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอลของภาพที่ 2.30 ใช้ในการคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสของแผนภาพคลาสในภาพที่ 2.16 สำหรับวิธีการสร้างไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอลให้มีไวยากรณ์ตรงตามที่ซานทาลีสและคณะ (2005) กำหนดไว้ ต้องใช้แผนภาพคลาสเป็นข้อมูลตั้งต้นสำหรับพัฒนาไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอล เนื่องจากแผนภาพคลาสแสดงให้เห็นถึงประเภทของความสัมพันธ์ระหว่างคลาสต่างในการออกแบบอย่างชัดเจน ผู้วิจัยเลือกใช้วิชวลสตูดิโอสองพันสิบโปรเฟสชันนอล (Visual Studio 2010 Professional) เป็นเครื่องมือช่วยพัฒนาไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอล สำหรับรายละเอียดไวยากรณ์เอ็กซ์เอ็มแอลและตัวอย่างไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอล ได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 (ในหัวข้อที่ 2.7)

3.4.3 การคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ

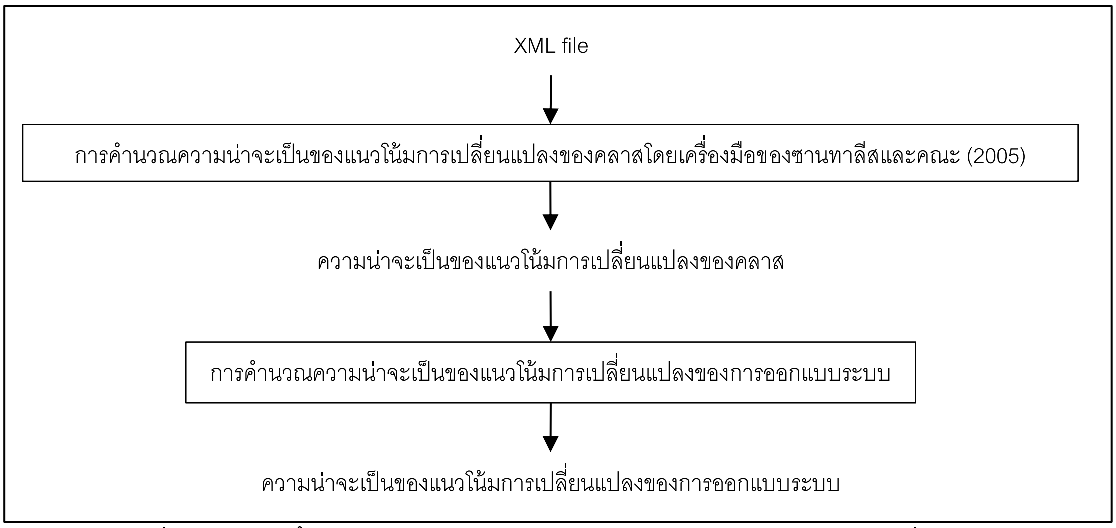
การคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ มาจากการเฉลี่ยความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสในการออกแบบ ในงานวิจัยนี้ใช้เครื่องมือของซานทาลิสและคณะ (2005) โดยใช้ข้อมูลนำเข้าเป็นไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอล การสร้างไฟล์ได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 ตัวอย่างผลการคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสด้วยเครื่องมือของซานทาลิสและคณะ (2005) ของตัวอย่างไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอลในบทที่ 2 (ภาพที่ 2.30) ผลการคำนวณแสดงในภาพที่ 3.3



Class	Probability
Client	0.75
Shape	0.5
Rectangle	0.75
Circle	0.75
V1Rectangle	0.9375
V2Rectangle	0.9375
V1Circle	0.9375
V2Circle	0.9375
DP1	0.5
DP2	0.5

ภาพที่ 3.3 ผลการคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส
(จากแผนภาพคลาสในภาพที่ 2.16)

ผลการคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการแปลงของคลาสด้วยเครื่องมือดังที่กล่าวในข้างต้น ผลที่ได้แสดงดังภาพที่ 3.3 แต่งานวิจัยนี้ใช้ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ สำหรับวิธีการคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสและการออกแบบได้กล่าวไว้โดยละเอียดในบทที่ 2 และในภาพที่ 3.4 แสดงขั้นตอนการคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส ตั้งแต่นำเข้าข้อมูลไฟล์ เอ็กซ์เอ็มแอลจนถึงข้อมูลออกสุดท้าย คือ ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ



ภาพที่ 3.4 แสดงขั้นตอนการคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ

ไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอลที่เป็นข้อมูลนำเข้า ต้องนำเข้าครั้งละหนึ่งไฟล์ เช่น การคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบในภาพที่ 2.16 ข้อมูลนำเข้า คือ ไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอลในภาพที่ 2.30 ข้อมูลออก คือ ผลการคำนวณแสดงดังภาพที่ 3.3 เมื่อมีความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของทุกคลาสในภาพที่ 3.4 ผู้วิจัยเฉลี่ยความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสด้วยจำนวนคลาสในแผนภาพคลาสดังกล่าว ผลสุดท้ายที่ได้ คือ ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบของภาพที่ 2.16 มีค่าเป็น 0.75 การคำนวณได้แสดงไว้ในบทที่ 2

3.5 ประชากรและหน่วยตัวอย่าง

ประชากร หมายถึง ทุกหน่วยที่สามารถให้ข้อมูลในเรื่องที่สนใจศึกษา (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2551) เนื่องจากงานนี้วิจัยเกี่ยวกับการคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบเชิงวัตถุ อันเป็นการเก็บข้อมูลการออกแบบเชิงวัตถุด้วยแผนภาพคลาสทั้งหมด ดังนั้นประชากรของงานวิจัยนี้จึงเป็นแผนภาพคลาสของการออกแบบเชิงวัตถุ

กลุ่มตัวอย่าง หมายถึง บางส่วนของประชากรที่ให้ข้อมูลกับงานวิจัย ในทางปฏิบัตินักวิจัยจะเก็บข้อมูลเพียงบางส่วนของประชากร เนื่องจากการเก็บข้อมูลจากทุกหน่วยในประชากรนั้นเป็นไปได้ยาก อาจเพราะจะต้องเสียเวลาหรือมีค่าใช้จ่ายสูง ในกรณีที่ประชากรมีขนาดใหญ่ นอกจากจะต้องใช้เวลานานในการเก็บข้อมูลเพื่อให้ได้ครบทุกหน่วยประชากรแล้ว อาจมีผลทำให้

ข้อมูลที่เก็บมาได้ในช่วงแรกล้าสมัย ดังนั้นนักวิจัยมักเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างแทน (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2551)

ดังนั้นในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงกำหนดให้หน่วยตัวอย่างเป็นแผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น และเป็นระบบทางธุรกิจโดยรวบรวมมาจากตัวอย่างการประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์นของสี่ดีไซน์แพตเทิร์น ที่มีอยู่ในเว็บไซต์ต่างๆ ดังรายละเอียดในหัวข้อ 3.4.1 โดยแต่ละดีไซน์แพตเทิร์นมีหน่วยตัวอย่างทั้งหมด 10 หน่วยตัวอย่าง

3.6 ความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูล

เนื่องจากงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบจากตัวแปรต้นคือ ดีไซน์แพตเทิร์นสี่แพตเทิร์น อันได้แก่ (1) อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น (2) บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น (3) คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น และ (4) ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น ซึ่งตัวแปรต้นนี้เป็นปัจจัยที่ต้องเปลี่ยนค่าไปตามแพตเทิร์นการทดลองเพื่อดูค่าความแตกต่างของความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบอันเกิดขึ้นจากการทดลอง นอกจากนั้นยังต้องสามารถควบคุมปัจจัยในด้านต่างๆ ให้มีความเหมือนกันหรือมีความคงที่ภายใต้สภาวะเดียวกัน เพื่อผลการทดลองที่สะท้อนเป็นค่าของตัวแปรต้น นั่นคือการหาผลกระทบของความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบกับดีไซน์แพตเทิร์น ทั้งนี้ผู้วิจัยมีความพยายามอย่างที่สุดให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง (Valid) และเชื่อถือได้ (Reliable) เพื่อนำไปสู่ผลสรุปจากการตอบวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ จึงจำเป็นต้องควบคุมปัจจัยที่เกี่ยวข้องอันได้แก่

1. หน่วยตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยนี้ คือ แผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น ผู้วิจัยจึงตรวจสอบการออกแบบแผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์นว่ามีผลการทำงานเหมือนกัน สามารถตรวจสอบได้จากผลการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น ผู้วิจัยจึงเห็นว่าควรพัฒนาโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์นเพื่อตรวจสอบผลการทำงานของโปรแกรมทั้งสอง โดยพัฒนาโปรแกรมตามแผนภาพคลาสที่ได้จากขั้นตอนการเก็บข้อมูลหน่วยตัวอย่าง และผู้วิจัยพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษาจาวา (JAVA) ด้วยเครื่องมือเน็ตบีนส์ไอดีอีเจ็ดจุดศูนย์จุดหนึ่ง (Net Beans IDE 7.0.1) เนื่องจากผู้วิจัยมีความคุ้นเคยในการพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษาจาวา (JAVA)

2. ใช้เครื่องมือวิชวลพาราดามฟอร์ยูเอ็มแอลเจ็ดจุดหนึ่ง (Visual Paradigm for UML 7.1) แปลงซอร์สโค้ดเป็นแผนภาพคลาส เพื่อให้หน่วยตัวอย่างที่มีมาตรฐานที่เหมือนกัน เนื่องจากงานวิจัยให้ความสำคัญกับเส้นความสัมพันธ์ระหว่างคลาสของการออกแบบ ในการนำไปวิเคราะห์

สาเหตุการเปลี่ยนแปลง และคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ

3. การคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ ซึ่งเป็นตัวแปรสำคัญสำหรับงานวิจัยนี้ จึงจำเป็นต้องควบคุมวิธีการคำนวณโดยผู้วิจัยเลือกใช้เครื่องมือคำนวณของซานทาลีสและคณะ (2005) เพื่อให้ผลการคำนวณถูกต้อง

3.7 กรอบการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลทำเพื่อตอบวัตถุประสงค์ของงานวิจัย คือ ศึกษาผลกระทบของดีไซน์แพตเทิร์นบนความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบเชิงวัตถุ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

เมื่อได้ข้อมูลมาผู้วิจัยจะต้องตรวจสอบว่า ตัวแปรความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบมีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่ ด้วยการใช้สถิติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2553) ถ้าพบว่าการทดสอบตัวแปรตามมีการแจกแจงแบบปกติ ผู้วิจัยจะใช้วิธีการทางสถิติอิงพารามิเตอร์ (Parametric Statistical Technique) ในที่นี้คือ การใช้สถิติทดสอบที (t-test) เนื่องจากหน่วยตัวอย่างมีจำนวนน้อยกว่า 30 หน่วยตัวอย่างและไม่ทราบค่าความแปรปรวน แต่หน่วยตัวอย่างมีลักษณะที่ไม่เป็นอิสระกัน เพราะเป็นการเปรียบเทียบในลักษณะก่อน และหลังการประยุกต์ใช้ดีไซน์แพตเทิร์น ผู้วิจัยจึงเลือกใช้สถิติทดสอบทีแบบจับคู่ (Matched Pair t-test) โดยกำหนดให้ระดับนัยสำคัญเป็น 0.05 สำหรับการปฏิเสธ H_0 มีสองขั้นตอน (1) ค่า sig.(2-tailed) ต้องหารด้วย 2 เนื่องจากเป็นการทดสอบแบบทางเดียว มีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนดไว้ และ (2) ค่า t ที่คำนวณต้องมีค่าน้อยกว่า 0 ถ้าทั้งสองขั้นตอนเป็นจริงจึงสามารถปฏิเสธ H_0 ได้ ถ้าข้อใดข้อหนึ่งเป็นเท็จจะเป็นการยอมรับ H_0 และค่า t สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{n\Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{n-1}}}$$

D คือ ผลต่างความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซต์แพตเทิร์น

n คือ จำนวนคู่ของผลต่าง

ถ้าพบว่าการทดสอบตัวแปรตามมีการแจกแจงแบบไม่ปกติ ผู้วิจัยจะใช้วิธีการทางสถิติที่ไม่อิงพารามิเตอร์ (Nonparametric Statistical Technique) โดยผู้วิจัยเลือกใช้สถิติทดสอบแบบเครื่องหมายกำกับของวิลคอกซันแบบจับคู่ (The Wilcoxon Matched Pair Signed Ranks Test) (พินันท์ คงคาเพชร, 2554) โดยกำหนดให้ระดับนัยสำคัญเป็น 0.05 สำหรับการปฏิเสธ H_0 มีสองขั้นตอน (1) ค่า sig.(2-tailed) ต้องหารด้วย 2 เนื่องจากเป็นการทดสอบแบบทางเดียว มีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนดไว้ จึงสามารถปฏิเสธ H_0 ได้

จากวัตถุประสงค์ของงานวิจัย สมมติฐานจึงเป็นการเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น ประกอบด้วย (1) อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น (2) บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น (3) คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น และ (4) ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น โดยสามารถแบ่งการทดสอบสมติฐานได้ดังนี้

1. การทดสอบสมมติฐานเมื่อประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นเข้ากับการออกแบบแล้วส่งผลให้ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบมีค่าลดลง สามารถทดสอบสมมติฐานได้ดังนี้

กำหนดให้

μ_1 คือ ความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ**ก่อน**ประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น

μ_2 คือ ความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ**หลัง**ประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น

$$H_0: \mu_1 - \mu_2 \geq 0$$

$$H_1: \mu_1 - \mu_2 < 0$$

2. การทดสอบสมมติฐานหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นเข้ากับการออกแบบแล้วส่งผลให้ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบมีค่าลดลง สามารถทดสอบสมมติฐานได้ดังนี้

กำหนดให้

μ_1 คือ ความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ**ก่อน**ประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น

μ_2 คือ ความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ**หลัง**ประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น

$$H_0: \mu_1 - \mu_2 \geq 0$$

$$H_1: \mu_1 - \mu_2 < 0$$

3. การทดสอบสมมติฐานหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นเข้ากับการออกแบบแล้วส่งผลให้ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบมีค่าลดลง สามารถทดสอบสมมติฐานได้ดังนี้

กำหนดให้

μ_1 คือ ความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ**ก่อน**ประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น

μ_2 คือ ความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ**หลัง**ประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น

$$H_0: \mu_1 - \mu_2 \geq 0$$

$$H_1: \mu_1 - \mu_2 < 0$$

4. การทดสอบสมมติฐานหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นเข้ากับการออกแบบแล้วส่งผลให้ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบมีค่าลดลง สามารถทดสอบสมมติฐานได้ดังนี้

กำหนดให้

μ_1 คือ ความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ**ก่อน**ประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น

μ_2 คือ ความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ**หลัง**ประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น

$$H_0: \mu_1 - \mu_2 \geq 0$$

$$H_1: \mu_1 - \mu_2 < 0$$

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ผลการเก็บข้อมูลหน่วยตัวอย่างจากเว็บไซต์

จากการเก็บข้อมูลจากเว็บไซต์ จำนวนหน่วยอย่างที่สามารถสืบค้นได้จากเว็บไซต์มีจำนวนจำกัด เพราะผู้วิจัยเลือกหน่วยตัวอย่างที่เป็นระบบเชิงธุรกิจเท่านั้น และหน่วยตัวอย่างที่เก็บมาต้องประกอบด้วยการออกแบบหลังการประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์นหนึ่งในสี่แพตเทิร์นที่อยู่ในขอบเขตการศึกษา หน่วยตัวอย่างต้องเป็นการออกแบบระบบด้วยแผนภาพคลาสเท่านั้น แต่ในการสำรวจการประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์นที่กำหนดในงานวิจัยนี้ พบว่าจะต้องรวมตัวอย่างที่เป็นซอร์สโค้ดที่ด้วย และปรับปรุงเพิ่มเติมข้อมูลเพื่อให้เป็นหน่วยตัวอย่าง

ตารางที่ 4.1 แสดงจำนวนหน่วยตัวอย่างทั้งหมด และจำนวนหน่วยตัวอย่างที่พร้อมใช้ในการศึกษาจากเว็บไซต์

ดีไซน์แพตเทิร์น	**จำนวนหน่วยตัวอย่าง**			
	แผนภาพคลาส <u>ก่อนและหลัง</u>ประยุกต์ ดีไซน์แพตเทิร์น (พร้อมใช้ในการศึกษา)	**แผนภาพคลาส <u>หลัง</u>ประยุกต์ ดีไซน์แพตเทิร์น**	**ซอร์สโค้ด <u>หลัง</u>ประยุกต์ ดีไซน์แพตเทิร์น**	**รวม**
อะแดปเตอร์	-	5	5	10
บริดจ์	4	4	2	10
คอมโพสิต	-	9	1	10
ฟะซาด	-	2	8	10
รวม	4	20	16	40

จากหน่วยตัวอย่างที่ได้จากเว็บไซต์ ลักษณะของข้อมูลที่เก็บมาได้ และการปรับปรุงเพื่อให้สามารถใช้เป็นหน่วยตัวอย่างได้ แสดงรายละเอียดจำแนกตามดีไซน์แพตเทิร์น (1) อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น (2) บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น (3) คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น และ (4) ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น ดังในตารางที่ 4.2 ถึงตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.2 แสดงลักษณะของข้อมูลหน่วยตัวอย่างอะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นที่ได้จากเว็บไซต์และการปรับปรุงเพื่อให้เป็นหน่วยตัวอย่าง

จำนวนหน่วยตัวอย่าง	ลักษณะที่รวบรวมได้	การปรับปรุงเพื่อให้เป็นหน่วยตัวอย่าง
1	- แผนภาพคลาสหลังการประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น - มีแอตทริบิวต์ และเมท็อด	-
4	- แผนภาพคลาสหลังการประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น - มีแอตทริบิวต์ และเมท็อด - คลาสในซอร์สโค้ดหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นมีจำนวนคลาสน้อยกว่า 5 คลาส	- กำหนดฟังก์ชั่นการทำงานของระบบ - กำหนดคลาส แอตทริบิวต์ และเมท็อด ที่จำเป็นสำหรับฟังก์ชั่นการทำงานที่กำหนด
5	- ซอร์สโค้ดหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น - มีแอตทริบิวต์ และเมท็อด - คลาสในซอร์สโค้ดหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นมีจำนวนคลาสน้อยกว่า 5 คลาส	- เพิ่มฟังก์ชั่นการทำงานของระบบ - กำหนดคลาส แอตทริบิวต์ และเมท็อด ที่จำเป็นสำหรับฟังก์ชั่นการทำงานที่เพิ่ม

ตารางที่ 4.3 แสดงลักษณะของข้อมูลหน่วยตัวอย่างบริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นที่ได้จากเว็บไซต์และการปรับปรุงเพื่อให้เป็นหน่วยตัวอย่าง

จำนวนหน่วยตัวอย่าง	ลักษณะที่รวบรวมได้	การปรับปรุงเพื่อให้เป็นหน่วยตัวอย่าง
2	- แผนภาพคลาสก่อนและหลังการประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น - มีโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างคลาส มีแอตทริบิวต์ และเมท็อด	-
2	- แผนภาพคลาสก่อนและหลังการประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น - ไม่มีแอตทริบิวต์ และเมท็อด	- กำหนดฟังก์ชั่นการทำงานของระบบ - กำหนดแอตทริบิวต์ และเมท็อด ที่จำเป็นสำหรับฟังก์ชั่นการทำงานที่กำหนด
2	- แผนภาพคลาสหลังการประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น - มีแอตทริบิวต์ และเมท็อด	-

ตารางที่ 4.3 (ต่อ) แสดงลักษณะของข้อมูลหน่วยตัวอย่างบริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นที่ได้จากเว็บไซต์และการปรับปรุงเพื่อให้เป็นหน่วยตัวอย่าง

จำนวนหน่วยตัวอย่าง	**ลักษณะที่รวบรวมได้**	**การปรับปรุงเพื่อให้เป็นหน่วยตัวอย่าง**
2	- แผนภาพคลาสหลังการประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น - ไม่มีแอตทริบิวต์ และเมท็อด	- กำหนดฟังก์ชั่นการทำงานของระบบ - กำหนดแอตทริบิวต์ และเมท็อด ที่จำเป็นสำหรับฟังก์ชั่นการทำงานที่กำหนด
2	- ซอร์สโค้ดหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น - มีแอตทริบิวต์ และเมท็อด - คลาสในซอร์สโค้ดหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นมีจำนวนคลาสน้อยกว่า 5 คลาส	- เพิ่มฟังก์ชั่นการทำงานของระบบ - กำหนดคลาส แอตทริบิวต์ และเมท็อด ที่จำเป็นสำหรับฟังก์ชั่นการทำงานที่เพิ่ม

ตารางที่ 4.4 แสดงลักษณะของข้อมูลหน่วยตัวอย่างคอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นที่ได้จากเว็บไซต์และการปรับปรุงเพื่อให้เป็นหน่วยตัวอย่าง

จำนวนหน่วยตัวอย่าง	**ลักษณะที่รวบรวมได้**	**การปรับปรุงเพื่อให้เป็นหน่วยตัวอย่าง**
2	- แผนภาพคลาสหลังการประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น - มีแอตทริบิวต์ และเมท็อด	-
7	- แผนภาพคลาสหลังการประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น - มีแอตทริบิวต์ และเมท็อด - คลาสในแผนภาพคลาสหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นมีจำนวนคลาสน้อยกว่า 5 คลาส	- กำหนดฟังก์ชั่นการทำงานของระบบ - กำหนดแอตทริบิวต์ และเมท็อด ที่จำเป็นสำหรับฟังก์ชั่นการทำงานที่กำหนด
1	- ซอร์สโค้ดหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น - มีแอตทริบิวต์ และเมท็อด - คลาสในซอร์สโค้ดหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นมีจำนวนคลาสน้อยกว่า 5 คลาส	- กำหนดฟังก์ชั่นการทำงานของระบบ - กำหนดแอตทริบิวต์ และเมท็อด ที่จำเป็นสำหรับฟังก์ชั่นการทำงานที่กำหนด

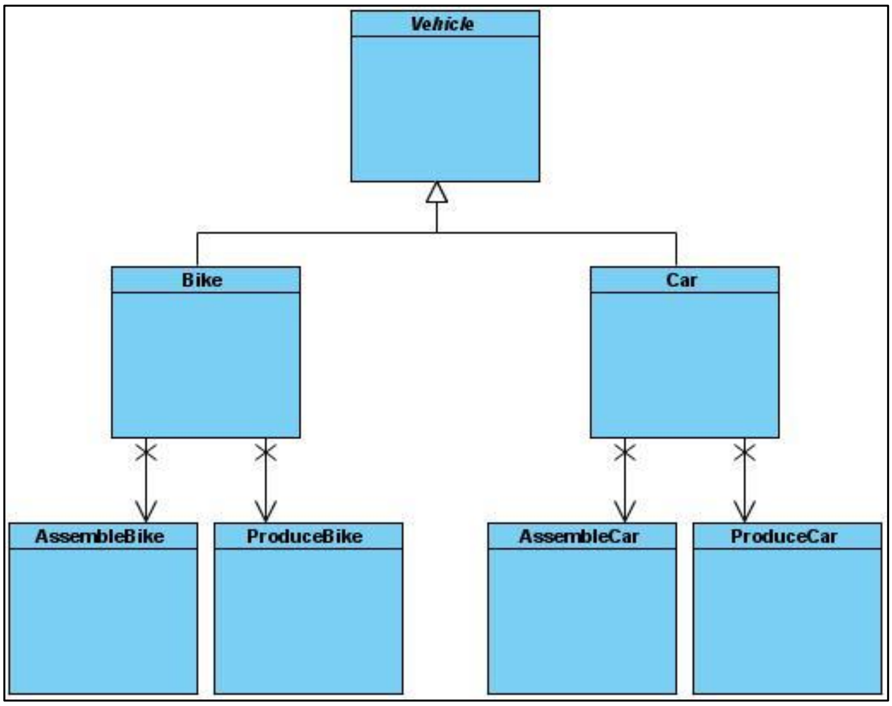
ตารางที่ 4.5 แสดงลักษณะของข้อมูลหน่วยตัวอย่างฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นที่ได้จากเว็บไซต์และการปรับปรุงเพื่อให้เป็นหน่วยตัวอย่าง

จำนวนหน่วยตัวอย่าง	ลักษณะที่รวบรวมได้	การปรับปรุงเพื่อให้เป็นหน่วยตัวอย่าง
2	- แผนภาพคลาสหลังการประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น - มีแอตทริบิวต์ และเมท็อด	-
1	- ซอร์สโค้ดหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น - มีแอตทริบิวต์ และเมท็อด	-
7	- ซอร์สโค้ดหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น - มีแอตทริบิวต์ และเมท็อด - คลาสในซอร์สโค้ดหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นมีจำนวนคลาสน้อยกว่า 5 คลาส	- กำหนดฟังก์ชั่นการทำงานของระบบ - กำหนดแอตทริบิวต์ และเมท็อด ที่จำเป็นสำหรับฟังก์ชั่นการทำงานที่กำหนด

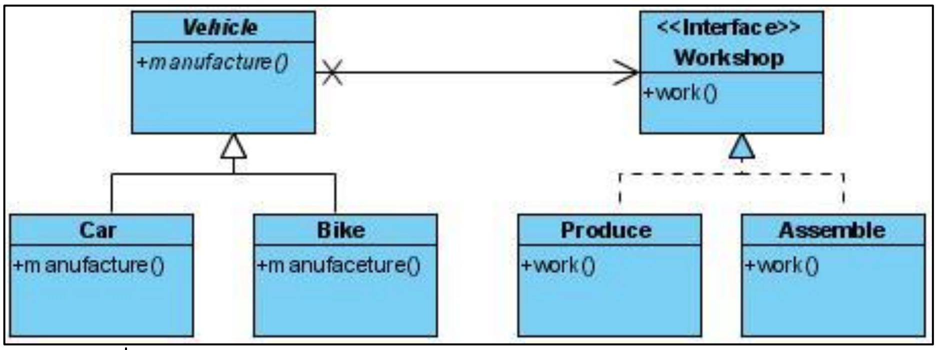
ผู้วิจัยได้แสดงวิธีการปรับปรุงข้อมูลจากเว็บไซต์ให้เป็นหน่วยตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยนี้ทั้งหมดสามตัวอย่าง จากรูปแบบข้อมูลหน่วยตัวอย่างจากเว็บไซต์สามแบบ คือ (1) การจัดการข้อมูลในรูปแบบแผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น ตัวอย่างที่แสดงเป็นหน่วยตัวอย่างที่ 3 ของบริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น (2) แผนภาพคลาสหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น ตัวอย่างที่แสดงเป็นหน่วยตัวอย่างที่ 5 ของคอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น และ (3) ซอร์สโค้ดหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น ตัวอย่างที่แสดงเป็นหน่วยตัวอย่างที่ 5 ของฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น

4.1.1 การจัดการข้อมูลในรูปแบบแผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น

ภาพที่ 4.1 และภาพที่ 4.2 แสดงแผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 3 ซึ่งเป็นแผนภาพที่ได้จากการเก็บข้อมูลหน่วยตัวอย่างจากเว็บไซต์ http://javapapers.com/



ภาพที่ 4.1 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ของหน่วยตัวอย่างที่ 3



ภาพที่ 4.2 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์
ของหน่วยตัวอย่างที่ 3

จากข้อมูลตัวอย่างแผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นที่เก็บจากเว็บไซต์ ผู้วิจัยจึงกำหนดฟังก์ชั่นการทำงานให้กับข้อมูลตัวอย่าง เพื่อให้การออกแบบสามารถนำไปพัฒนาเป็นโปรแกรมได้ ฟังก์ชั่นการทำงานของการออกแบบที่ผู้วิจัยกำหนด คือ การคำนวณวันที่ผลิตพาหนะเสร็จ ซึ่งการออกแบบแผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นต้องมีฟังก์ชั่นการทำงานที่เหมือนกัน เนื่องจากการทดสอบการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์ต้องมีผลการทำงานที่เหมือนกัน จึงสามารถนำแผนภาพคลาสมาใช้ในการคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงได้

ในการออกแบบแผนภาพคลาสทั้งก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์ให้โปรแกรมสามารถทำงานได้ตามฟังก์ชั่นที่กำหนดต้องมีคลาสไคลแอนท์ ซึ่งทำหน้าที่เรียกใช้งานกลุ่มคลาสที่ได้มาจากเว็บไซต์ และเนื่องจากการทำงานของโปรแกรมมีฟังก์ชั่นการคำนวณวันที่ผลิตยาพาหนะเสร็จ ฟังก์ชั่นนี้จำเป็นต้องทราบกำหนดการผลิตล่าสุดของพาหนะแต่ละประเภท ผู้วิจัยจึงเพิ่มคลาส LastQueue ภายในคลาสนี้มีกำหนดการผลิตล่าสุดของแต่ละพาหนะแต่ละประเภท เพื่อนำกำหนดการไปคำนวณวันที่ผลิตพาหนะเสร็จ จากการปรับปรุงโดยการใส่ฟังก์ชั่นให้กับการออกแบบ ทำให้มีเมท็อด แอตทริบิวต์ และคลาส LastQueue ที่จำเป็นต่อการทำงานของฟังก์ชั่นดังกล่าวเพิ่มเข้ามาในการออกแบบแผนภาพคลาส ดังต่อไปนี้

1. คลาส Client เป็นคลาสหลักทำหน้าที่เรียกเมท็อด LastCarQ และ LastBikeQ ให้ทำงาน และส่งข้อมูลไปยังคลาส Car และคลาส Bike ผ่านทางคลาส Vehicle

2. คลาส Vehicle เป็นคลาสแอ็บสแตรค ประกอบด้วยแอ็บสแตรคเมท็อด ดังนี้ (1) manufacture และ (2) getWorkDay

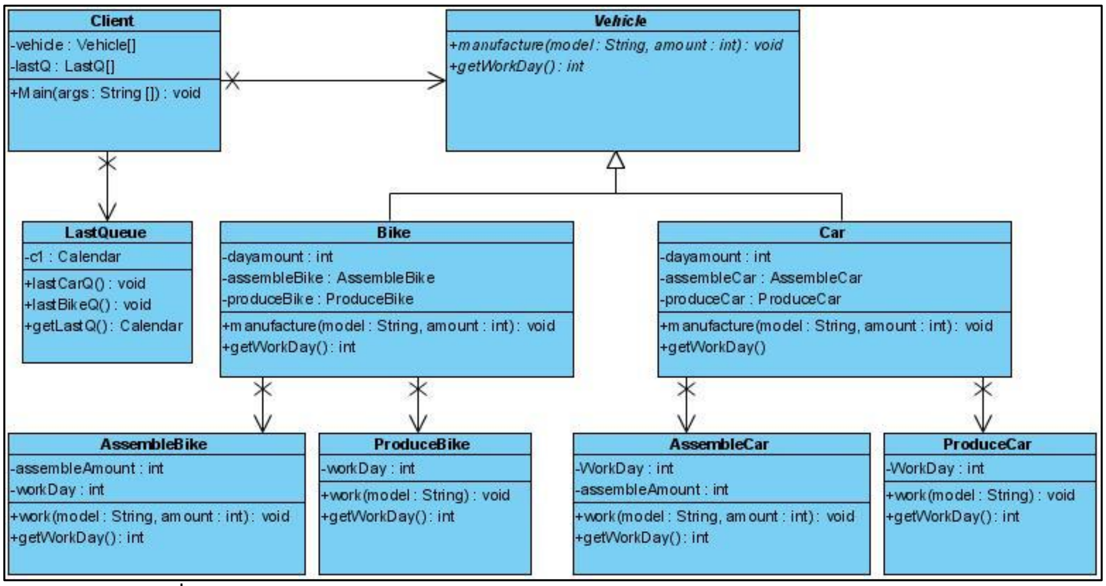
3. คลาส LastQueque มีเมท็อด (1) lastCar ทำหน้าที่ตรวจสอบวันเดือนปีที่ผลิตรถยนต์เสร็จจากคำสั่งผลิตรถยนต์ล่าสุด (2) lastBike ทำหน้าที่ตรวจสอบวันเดือนปีที่ผลิตรถมอเตอร์ไซค์เสร็จจากคำสั่งผลิตมอเตอร์ไซค์ล่าสุด (3) getLastQ ทำหน้าที่ส่งข้อมูลวันเดือนปีของคำสั่งผลิตล่าสุด

4. คลาส Bike และคลาส Car มีเมท็อดที่เหมือนกับคลาส Vehicle (1) manufacture ทำหน้าที่คำนวณวันเดือนปีที่ผลิตพาหนะเสร็จ โดยรับข้อมูลวันที่ผลิตพาหนะเสร็จของคำสั่งผลิตล่าสุดจากคลาส Client และ (2) getWorkDay ทำหน้าที่ส่งข้อมูลวันเดือนปีที่ผลิตเสร็จ

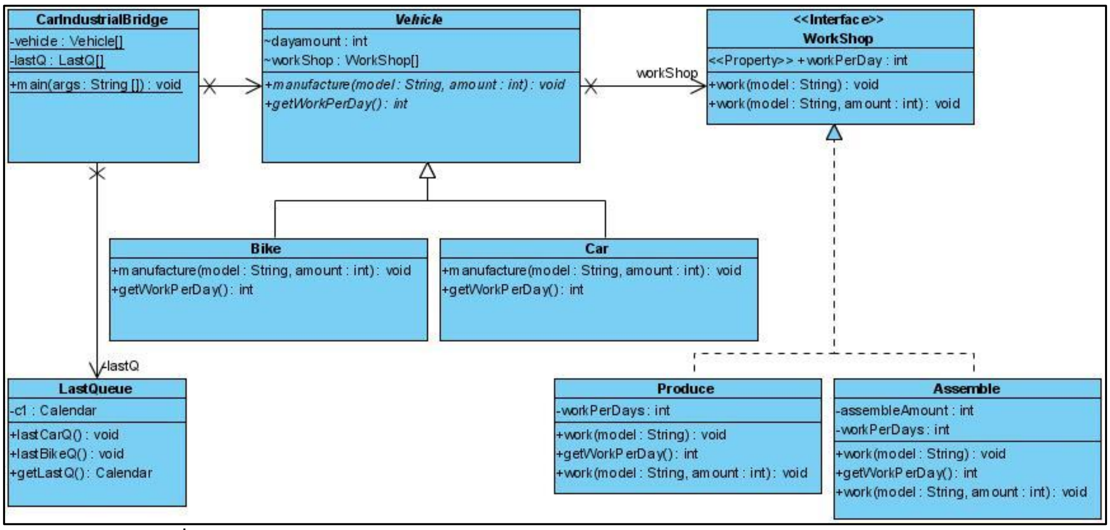
5. คลาส Assemblecar และคลาส AssembleBike มีเมท็อด (1) work ทำหน้าที่ตรวจสอบจำนวนชิ้นส่วน และคำนวณวันในการสั่งชิ้นส่วนผลิตพาหนะ (2) getworkday ทำหน้าที่ส่งจำนวนวันที่สั่งชิ้นส่วน

6. คลาส ProduceCar และคลาส ProduceBike มีเมท็อด (1) work ทำหน้าที่คำนวณวันในการผลิตพาหนะ สำหรับการคำนวณวันผลิตรถยนต์รับข้อมูลจากคลาส Car การคำนวณวันผลิตรถมอเตอร์ไซค์รับข้อมูลจากคลาส Bike ซึ่งทั้งสองคลาสรับข้อมูลมาจากคลาส Client (2) getworkday ทำหน้าที่ส่งจำนวนวันที่ผลิตพาหนะ

ดังนั้นแผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 3 แสดงดังภาพที่ 4.3 และ 4.4 ตามลำดับ ดังนี้



ภาพที่ 4.3 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นหลังการปรับปรุง ของหน่วยตัวอย่างที่ 3



ภาพที่ 4.4 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นหลังการปรับปรุง ของหน่วยตัวอย่างที่ 3

หลังปรับปรุงแผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 3 เพื่อให้ได้เป็นหน่วยตัวอย่าง ดังภาพที่ 4.3 และ 4.4 ผู้วิจัยพัฒนาโปรแกรมก่อนประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นด้วยภาษาจาวา (JAVA) ขึ้นมาก่อน เพื่อใช้ผลการทำงานของโปรแกรมก่อนประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 3 เป็นตัวกำหนดว่าผลการทำงานของโปรแกรมหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 3 ต้องมีผลการทำงาน

ที่เหมือนกับโปรแกรมก่อนประยุกต์ โดยทดสอบโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 3 ด้วยวิธีแบล็คบ๊อกซ์ (Black Box) การทดสอบการคำนวณวัน เดือน ปี ที่ผลิตพาหนะเสร็จ โดยรถยนต์ที่ผลิตประกอบด้วย 2 รุ่น คือ รุ่น A และรุ่น B สำหรับรถมอเตอร์ไซค์ผลิต 2 รุ่นเช่นกัน คือ รุ่น C และ D มีผลดังตารางที่

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 3

ฟังก์ชั่น		**ข้อมูลเข้า**		**ผลการทดสอบ**
		รุ่น (model)	จำนวนผลิต (amount)	
คำนวณวันที่ผลิตพาหนะ	รถยนต์	A	40	Fri Jan 04 2013
		B	40	Sat Dec 15 2012
		อื่นๆ	40	No Model
	มอเตอร์ไซค์	C	40	Sat Dec 25 2012
		D	40	Thu Nov 15 2012
		อื่นๆ	40	No Model

หลังจากทดสอบการทำงานของโปแกรมก่อนประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น ผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นด้วยภาษาจาวา (JAVA) เช่นเดียวกับการพัฒนาโปแกรมก่อนประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น โดยพัฒนาโปรแกรมตามแผนภาพคลาสที่ออกแบบไว้ แสดงในภาพที่ 4 การทดสอบการทำงานของโปรแกรมหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 3 มีข้อมูลรับเข้า และผลการทดสอบ ดังแสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 3

ฟังก์ชั่น		**ข้อมูลเข้า**		**ผลการทดสอบ**
		รุ่น (model)	จำนวนผลิต (amount)	
คำนวณวันที่ผลิตพาหนะ	รถยนต์	A	40	Fri Jan 04 2013
		B	40	Sat Dec 15 2012
		อื่นๆ	40	No Model

ตารางที่ 4.7 (ต่อ) ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 3

ฟังก์ชั่น		**ข้อมูลเข้า**		**ผลการทดสอบ**
		รุ่น (model)	จำนวนผลิต (amount)	
คำนวณวันที่ผลิตพาหนะ	มอเตอร์ไซค์	C	40	Sat Dec 25 2012
		D	40	Thu Nov 15 2012
		อื่นๆ	40	No Model

จากตารางที่ 4.6 และ 4.7 ผลการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 3 มีผลการทำงานที่เหมือนกัน ดังนั้นแผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น ดังแสดงในภาพที่ 4.3 และ 4.4 ผู้วิจัยจึงใช้เป็นหน่วยตัวอย่างที่ 3 และสร้างไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอลตามหลักไวยากรณ์ที่ซานทาลีส และคณะ (2005) กำหนดไว้ ด้วยเครื่องมือวิชวลสตูดิโอสองพันสิบโปรเฟสชันนอล (Visual Studio 2010 Professional) เพื่อเป็นข้อมูลเข้าในการคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสด้วยเครื่องของซานทาลีส และคณะ (2005) ซอร์สโค้ดภาษาเอ็กซ์เอ็มแอลของแผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 3 แสดงดังภาพที่ 4.5และ 4.6 ตามลำดับ

```xml
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<system>
 <name>CarIndustrial</name>
 <class>
  <name>CarIndustrial</name>
  <axis>
   <description>internal axis</description>
   <to>CarIndustrial</to>
   <probability>1.0</probability>
  </axis>
  <axis>
   <description>extend axis + reference axis</description>
   <to>LastQueue</to>
   <probability>1.0</probability>
  </axis>
  <axis>
   <description>extend axis + reference axis</description>
   <to>Vehicle</to>
   <probability>1.0</probability>
  </axis>
 </class>
 <class>
  <name>LastQueue</name>
  <axis>
   <description>internal axis</description>
   <to>LastQueue</to>
   <probability>1.0</probability>
  </axis>
 </class>
```

ภาพที่ 4.5 ซอร์สโค้ดเอ็กซ์เอ็มแอลของแผนภาพคลาสก่อนประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 3

```
<class>
 <name>Vehicle</name>
 <axis>
  <description>internal axis</description>
  <to>Vehicle</to>
  <probability>1.0</probability>
 </axis>
</class>
<class>
 <name>Car</name>
 <axis>
  <description>internal axis</description>
  <to>Car</to>
  <probability>1.0</probability>
 </axis>
 <axis>
  <description>extend axis</description>
  <to>Vehicle</to>
  <probability>1.0</probability>
 </axis>
 <axis>
  <description>extend axis + reference axis</description>
  <to>ProduceCar</to>
  <probability>1.0</probability>
 </axis>
 <axis>
  <description>extend axis + reference axis</description>
  <to>AssembleCar</to>
  <probability>1.0</probability>
 </axis>
</class>
<class>
 <name>Bike</name>
 <axis>
  <description>internal axis</description>
  <to>Bike</to>
  <probability>1.0</probability>
 </axis>
```

```
 <axis>
  <description>extend axis</description>
  <to>Vehicle</to>
  <probability>1.0</probability>
 </axis>
 <axis>
  <description>extend axis + reference axis</description>
  <to>ProduceBike</to>
  <probability>1.0</probability>
 </axis>
 <axis>
  <description>extend axis + reference axis</description>
  <to>AssembleBike</to>
  <probability>1.0</probability>
 </axis>
</class>
<class>   <name>ProduceBike</name>
 <axis>
  <description>internal axis</description>
  <to>ProduceBike</to>
  <probability>1.0</probability>
 </axis>
</class>
<class><name>AssembleBike</name>
  <axis>    <description>internal axis</description>
  <to>AssembleBike</to>
  <probability>1.0</probability>
 </axis>
</class>
<class>
 <name>ProduceCar</name>
 <axis>
  <description>internal axis</description>
  <to>ProduceCar</to>
  <probability>1.0</probability>
 </axis>
</class>
```

ภาพที่ 4.5 (ต่อ) ซอร์สโค้ดเอ็กซ์เอ็มแอลของแผนภาพคลาสก่อนประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น ของหน่วยตัวอย่างที่ 3

```xml
  <class>
   <name>AssembleCar</name>
   <axis>
    <description>internal axis</description>
    <to>AssembleCar</to>
    <probability>1.0</probability>
   </axis>
  </class>
</system>
```

ภาพที่ 4.5 (ต่อ) ซอร์สโค้ดเอ็กซ์เอ็มแอลของแผนภาพคลาสก่อนประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น ของหน่วยตัวอย่างที่ 3

```xml
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<system>
  <name>CarIndustrialBridge</name>
  <class>
  <name>CarIndustrialBridge</name>
  <axis>
   <description>internal axis</description>
   <to>CarIndustrialBridge</to>
   <probability>1.0</probability>
  </axis>
  <axis>
   <description>extend axis + reference axis</description>
    <to>Vehicle</to>
   <probability>1.0</probability>
  </axis>
  <axis>
   <description>extend axis + reference axis</description>
   <to>LastQueue</to>
   <probability>1.0</probability>
  </axis>
 </class>
```

```xml
<class>   <name>Vehicle</name>
 <axis>
  <description>internal axis</description>
  <to>Vehicle</to>
  <probability>1.0</probability>
 </axis>
 <axis>
  <description>extend axis + reference axis</description>
  <to>WorkShop</to>
  <probability>1.0</probability>
 </axis>
</class>
<class>
 <name>Car</name>
 <axis>
  <description>internal axis</description>
  <to>Car</to>
  <probability>1.0</probability>
 </axis>
```

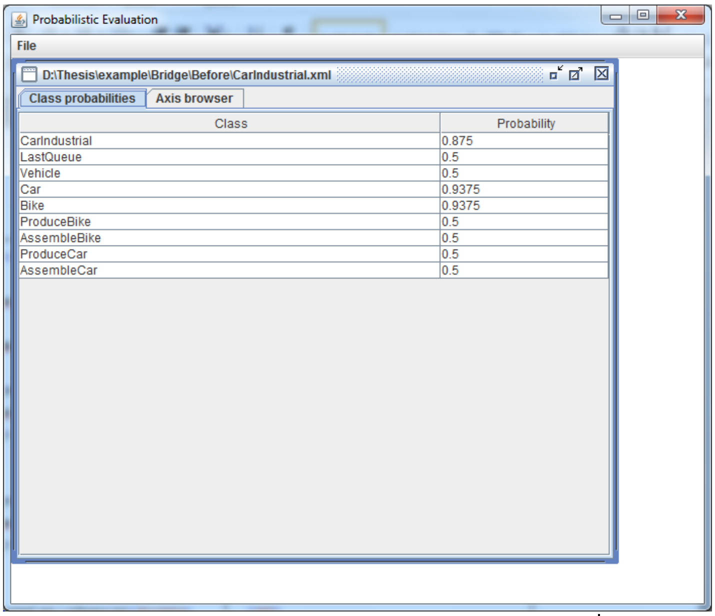
ภาพที่ 4.6 ซอร์สโค้ดเอ็กซ์เอ็มแอลของแผนภาพคลาสหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น ของหน่วยตัวอย่างที่ 3

```xml
    <axis>
      <description>extend axis</description>
      <to>Vehicle</to>
      <probability>1.0</probability>
    </axis>
  </class>
  <class>
    <name>Bike</name>
    <axis>
      <description>internal axis</description>
      <to>Bike</to>
      <probability>1.0</probability>
    </axis>
    <axis>
      <description>extend axis</description>
      <to>Vehicle</to>
      <probability>1.0</probability>
    </axis>
  </class>
  <class>
    <name>WorkShop</name>
    <axis>
      <description>internal axis</description>
      <to>WorkShop</to>
      <probability>1.0</probability>
    </axis>
  </class>
  <class>
    <name>Produce</name>
    <axis>
      <description>internal axis</description>
      <to>Produce</to>
      <probability>1.0</probability>
    </axis>
    <axis>
      <description>implement axis</description>
      <to>WorkShop</to>
      <probability>1.0</probability>
    </axis>
  </class>
<class>
    <name>Assemble</name>
    <axis>
      <description>internal axis</description>
      <to>Assemble</to>
      <probability>1.0</probability>
    </axis>
    <axis>
      <description>implement axis</description>
      <to>WorkShop</to>
      <probability>1.0</probability>
    </axis>
  </class>
  <class>
    <name>LastQueue</name>
    <axis>
      <description>internal axis</description>
      <to>LastQueue</to>
      <probability>1.0</probability>
    </axis>
  </class>
</system>
```

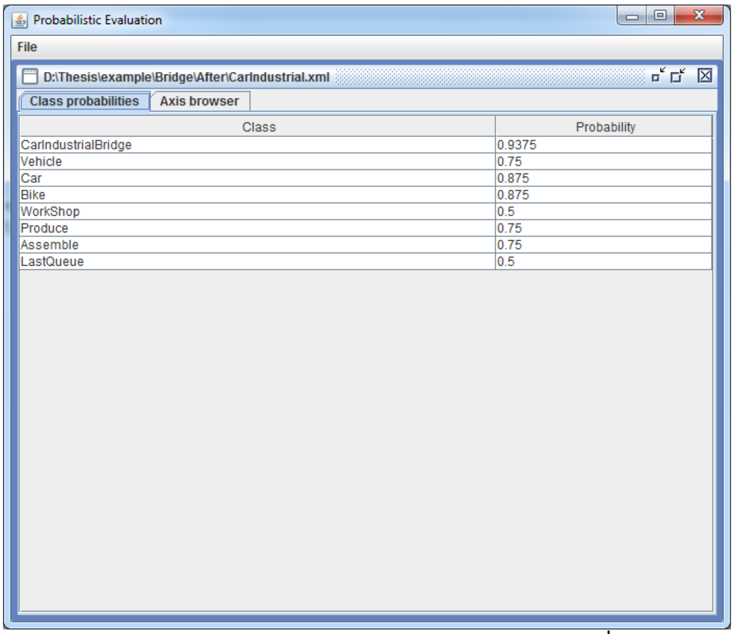
ภาพที่ 4.6 (ต่อ) ซอร์สโค้ดเอ็กซ์เอ็มแอลของแผนภาพคลาสหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น ของหน่วยตัวอย่างที่ 3

จากภาพที่ 4.5 และ 4.6 ซึ่งเป็นไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอลที่ใช้เป็นข้อมูลเข้าของเครื่องมือคำนวณความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนของคลาส และผลการคำนวณด้วยเครื่องมือของซานทาลีส และ

คณะ (2005) ผลการคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 3 แสดงดังภาพที่ 4.7 และ 4.8 ตามลำดับ



ภาพที่ 4.7 ผลการคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส
ก่อนประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 3



ภาพที่ 4.8 ผลการคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส
หลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 3

เมื่อได้ผลการคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส ผู้วิจัยต้องคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนและหลังบริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 3 ดังนี้

1. ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยทดลองที่ 3 หาได้จาก

$$\frac{\sum \text{ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของทุกคลาสก่อนประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ } 3}{\text{จำนวนคลาสในแผนภาพคลาสก่อนประยุกต์ต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ } 3}$$

จากภาพที่ 4.7 ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 3 มีค่าเท่ากับ 0.638889 จากการเฉลี่ยความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสด้วยจำนวนคลาสในการออกแบบซึ่งในที่นี้คือแผนภาพคลาส มีจำนวนคลาส 9 คลาส

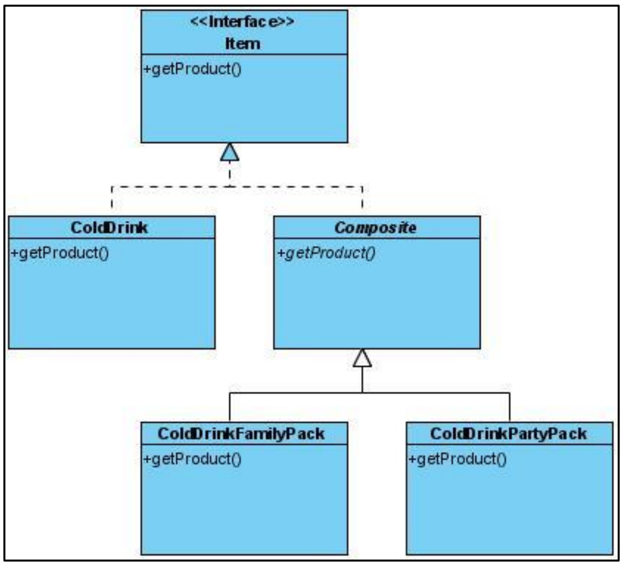
2. ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยทดลองที่ 3 หาได้จาก

$$\frac{\sum \text{ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของทุกคลาสหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ } 3}{\text{จำนวนคลาสในแผนภาพคลาสหลังประยุกต์ต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ } 3}$$

จากภาพที่ 4.8 ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นมีค่าเท่ากับ 0.742188 จากการเฉลี่ยค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์นด้วยจำนวนคลาสของการออกแบบในที่นี้คือ 8 คลาส

4.1.2 **การจัดการข้อมูลในรูปแบบแผนภาพคลาสหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น**

ภาพที่ 4.9 แสดงแผนภาพคลาสหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 5 ซึ่งเป็นแผนภาพที่ได้จากการเก็บข้อมูลหน่วยตัวอย่างจากเว็บไซต์ http://ydtech.blogspot.com/



ภาพที่ 4.9 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ของหน่วยตัวอย่างที่ 5

เนื่องจากข้อมูลตัวอย่างที่เก็บเป็นแผนภาพคลาสหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น ผู้วิจัยจึงวิเคราะห์ฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรม เพื่อนำฟังก์ชั่นไปออกแบบและพัฒนาโปรแกรมก่อนประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 5 จากการวิเคราะห์แผนภาพคลาสในภาพที่ 4.9 พบว่าคลาส Item เป็นคลาสที่เป็นคลาสคอมโพเนนท์ และคลาส Composite ทำหน้าที่เป็นคลาสคอมโพสิต ซึ่งเป็นคลาสที่เพิ่มเข้ามาหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น รายละเอียดได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 ฟังก์ชั่นของระบบนี้ คือ แสดงรายการสินค้า แบ่งการแสดงข้อมูลเป็น 3 แบบ (1) รายการสินค้าทั้งหมด (2) รายการสินค้าขนาดแพ็คเล็ก (Family pack) และ (3) รายการสินค้าขนาดแพ็คใหญ่ (Party pack)

การสร้างหน่วยตัวอย่างก่อนประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยทดลองที่ 5 ผู้วิจัยนำคลาส Item และ Composite ออก เพราะทั้งสองคลาสเป็นคลาสที่ทำหน้าเป็นคลาสคอมโพเนนท์และ คลาสคอมโพสิต ในคอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นดังที่กล่าวในข้างต้น ดังนั้นจำนวนคลาสที่ได้จากเว็บไซต์จึงมีจำนวนแค่ 3 คลาส แต่การออกแบบแผนภาพคลาสเพื่อให้โปรแกรมสามารถทำงานได้ตามฟังก์ชั่นต้องมีคลาสไคลแอนท์ ทำหน้าที่เรียกใช้งานกลุ่มคลาสที่ได้จากเว็บไซต์ การเพิ่มคลาสไคลแอนท์ทำให้จำนวนคลาสในแผนภาพคลาสมีจำนวน 4 คลาส ซึ่งน้อยกว่าจำนวนคลาสที่กำหนดไว้สำหรับหน่วยตัวอย่าง คือ 5 คลาส ผู้วิจัยจึงเพิ่มคลาสสินค้าเนื่องจากโปรแกรมมีฟังก์ชั่นแสดงรายการสินค้า การออกแบบจึงประกอบด้วย คลาส เมท็อด และแอตทริบิวต์ ดังนี้

1. คลาส ColdDrinkStore เป็นคลาสหลัก ทำหน้าที่เรียกใช้งานเมท็อดของคลาส ColdDrink คลาส ClodDrinkFamilyPack และคลาส ClodDrinkPartyPack

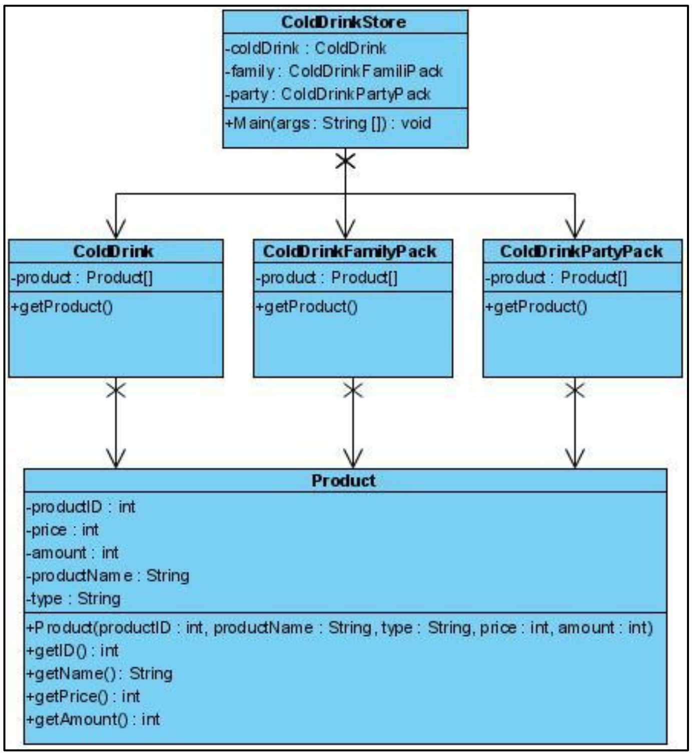
2. คลาส ColdDrink มีเมท็อด getProduct มีหน้าที่แสดงรายการสินค้าทั้งหมด ประกอบด้วยข้อมูล ชื่อสินค้า ราคาต่อหน่วย และจำนวน

3. คลาส ClodDrinkFamilyPack มีเมท็อด getProduct มีหน้าที่แสดงรายการสินค้าประเภทแพ็คเล็ก แสดงข้อมูล ชื่อสินค้า ราคาต่อหน่วย และจำนวน

4. คลาส ClodDrinkPartyPack มีเมท็อด getProduct มีหน้าที่แสดงรายการสินค้าประเภทแพ็คใหญ่ แสดงข้อมูล ชื่อสินค้า ราคาต่อหน่วย และจำนวน

5. คลาส Product ทำหน้าที่สร้างอ็อบเจกต์ของสินค้ามีเมท็อด (1) getID ทำหน้าที่ส่งข้อมูลรหัสสินค้า (2) getName ทำหน้าที่ส่งข้อมูลชื่อสินค้า (3) getPrice ทำหน้าที่ส่งข้อมูลราคาสินค้า (4) getAmount ทำหน้าที่ส่งข้อมูลจำนวนสินค้า

พัฒนาโปรแกรมด้วยภาษาวาจา (JAVA) ตามแผนภาพคลาสที่ได้รับการปรับปรุงดังต่อไปนี้



ภาพที่ 4.10 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นหลังการปรับปรุงของหน่วยตัวอย่างที่ 5

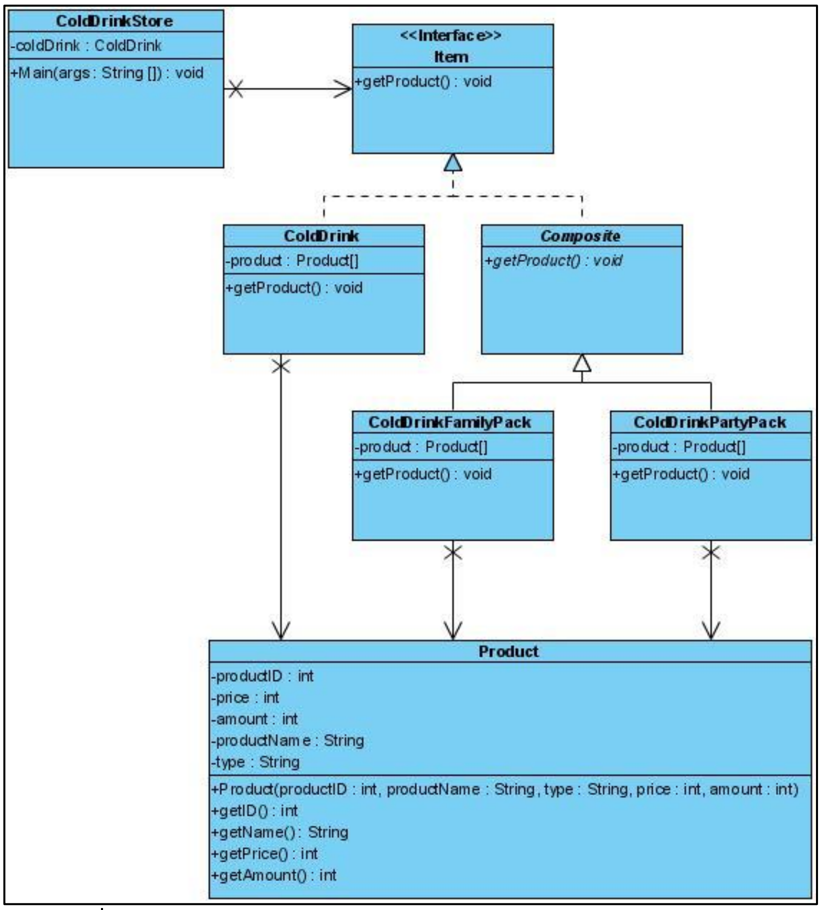
จากการปรับปรุงเพื่อให้ได้แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 5 คลาส ClodDrinkStore จึงทำหน้าที่เป็นคลาสไคลแอนท์ ซึ่งมีผลให้การออกแบบแผนภาพคลาสนี้สามารถทำงานได้ การทดสอบการแสดงรายการสินค้า มีเมท็อด main ในคลาส ColdDrinkStore เป็นเมท็อดที่เรียกใช้งานเท็อด getProduct ของทั้งสามคลาสได้แก่ คลาส ColdDrink คลาส ColdDrinkFamilyPack และคลาส ColdDrinkPartyPack สำหรับคลาส Product เป็นคลาสที่สร้างอ็อบเจกต์ของสินค้า เพื่อให้คลาสอื่นสามารถเรียกดูรายละเอียดข้อมูลของสินค้าได้ ผลการทำงานของฟังชั่นดังกล่าวหลังจากคลาส main เรียกใช้งานกลุ่มคลาสอื่นๆใน การออกแบบ แสดงดังภาพที่ 4.11

```
รายการสินค้าทั้งหมด
น้ำแร่ 500 cc (6 ขวด) ราคา: 100 จำนวน: 100
น้ำแร่ 500 cc (24 ขวด) ราคา: 300 จำนวน: 100
น้ำแร่ 1500 cc (6 ขวด) ราคา: 250 จำนวน: 100
น้ำแร่ 1500 cc (24 ขวด) ราคา: 900 จำนวน: 100
น้ำสัปรด 100 cc (6 ขวด) ราคา: 50 จำนวน: 100
น้ำสัปรด 100 cc (24 ขวด) ราคา: 200 จำนวน: 100
น้ำสตอร์เบอรี่ 100 cc (6 ขวด) ราคา: 100 จำนวน: 100
น้ำสตอร์เบอรี่ 100 cc (24 ขวด) ราคา: 400 จำนวน: 100

รายการสินค้าขายเป็นแพ็คเล็ก
น้ำแร่ 500 cc (6 ขวด) ราคา: 100 จำนวน: 100
น้ำแร่ 1500 cc (6 ขวด) ราคา: 250 จำนวน: 100
น้ำสัปรด 100 cc (6 ขวด) ราคา: 50 จำนวน: 100
น้ำสตอร์เบอรี่ 100 cc (6 ขวด) ราคา: 100 จำนวน: 100

รายการสินค้าขายเป็นแพ็คใหญ่
น้ำแร่ 500 cc (24 ขวด) ราคา: 300 จำนวน: 100
น้ำแร่ 1500 cc (24 ขวด) ราคา: 900 จำนวน: 100
น้ำสัปรด 100 cc (24 ขวด) ราคา: 200 จำนวน: 100
น้ำสตอร์เบอรี่ 100 cc (24 ขวด) ราคา: 400 จำนวน: 100
```

ภาพที่ 4.11 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนประยุกต์
คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 5

การทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์นต้องมีผลการทำงานเหมือนกัน ดังนั้นแผนภาพคลาสหลังประยุกต์คอมโพสิตของหน่วยตัวอย่างที่ 5 จากภาพที่ 1 เพื่อให้โปรแกรมสามารถทำงานได้จึงเพิ่มคลาสไคลแอนท์ คือ คลาส ColdDrinkStore

และคลาส Product เช่นเดียวกับการปรับปรุงแผนภาพคลาสก่อนประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 5 ผลจากการปรับปรุงแผนภาพคลาสในภาพที่ 4.9 จึงได้แผนภาพคลาสหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น แสดงดังภาพที่ 4.12



ภาพที่ 4.12 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น
ของหน่วยตัวอย่างที่ 5

ผลการทำงานของโปรแกรมหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 5 มีผลการทำงานแสดงดังภาพที่ 4.13

รายการสินค้าทั้งหมด
น้ำแร่ 500 cc (6 ขวด) ราคา: 100 จำนวน: 100
น้ำแร่ 500 cc (24 ขวด) ราคา: 300 จำนวน: 100
น้ำแร่ 1500 cc (6 ขวด) ราคา: 250 จำนวน: 100
น้ำแร่ 1500 cc (24 ขวด) ราคา: 900 จำนวน: 100
น้ำสัปรด 100 cc (6 ขวด) ราคา: 50 จำนวน: 100
น้ำสัปรด 100 cc (24 ขวด) ราคา: 200 จำนวน: 100
น้ำสตอร์เบอรี่ 100 cc (6 ขวด) ราคา: 100 จำนวน: 100
น้ำสตอร์เบอรี่ 100 cc (24 ขวด) ราคา: 400 จำนวน: 100

รายการสินค้าขายเป็นแพ็คเล็ก
น้ำแร่ 500 cc (6 ขวด) ราคา: 100 จำนวน: 100
น้ำแร่ 1500 cc (6 ขวด) ราคา: 250 จำนวน: 100
น้ำสัปรด 100 cc (6 ขวด) ราคา: 50 จำนวน: 100
น้ำสตอร์เบอรี่ 100 cc (6 ขวด) ราคา: 100 จำนวน: 100

รายการสินค้าขายเป็นแพ็คใหญ่
น้ำแร่ 500 cc (24 ขวด) ราคา: 300 จำนวน: 100
น้ำแร่ 1500 cc (24 ขวด) ราคา: 900 จำนวน: 100
น้ำสัปรด 100 cc (24 ขวด) ราคา: 200 จำนวน: 100
น้ำสตอร์เบอรี่ 100 cc (24 ขวด) ราคา: 400 จำนวน: 100

ภาพที่ 4.13 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 5

จากภาพที่ 4.12 และ ภาพที่ 4.13 แสดงให้เห็นว่าผลการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 5 มีผลการทำงานเหมือนกัน ดังนั้น แผนภาพคลาสในภาพที่ 10 และ 12 จึงใช้เป็นหน่วยตัวอย่างที่ 5 เพื่อนำไปสร้างไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอล สำหรับเป็นข้อมูลเข้าในการคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสด้วยเครื่องมือของซานทาลีส และคณะ (2005) สำหรับรายละเอียดไวยากรณ์เอ็กซ์เอ็มแอลได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 เมื่อได้ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส ผู้วิจัยคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น ดังนี้

1. ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยทดลองที่ 5 หาได้จาก

$$\frac{\Sigma \text{ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของทุกคลาสก่อนประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ } 5}{\text{จำนวนคลาสในแผนภาพคลาสก่อนประยุกต์ต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ } 5}$$

2. ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ**หลัง**ประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยทดลองที่ 5 หาได้จาก

$$\frac{\Sigma \text{ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของทุกคลาสหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ } 5}{\text{จำนวนคลาสในแผนภาพคลาสหลังประยุกต์ต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ } 5}$$

ผลการคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส และความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 5 แสดงดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส และการออกแบบของแผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 5

คลาส	**ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง**	
	ก่อนประยุกต์	**หลังประยุกต์**
ColdDrinkStore	0.9921875	0.7500000
ColdDrink	0.7500000	0.8750000
ColdDrinkFamilyPack	0.7500000	0.9375000
ColdDrinkPartyPack	0.7500000	0.9375000
Product	0.5000000	0.5000000
Composite	-	0.7500000
Item	-	0.5000000
ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ	**0.7484375**	**0.7500000**

4.1.3 การจัดการข้อมูลในรูปแบบซอร์สโค้ดหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น

ภาพที่ 4.14 แสดงแผนภาพคลาสหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 5 ซึ่งเป็นแผนภาพที่ได้จากการเก็บข้อมูลหน่วยตัวอย่างจากเว็บไซน์ http://php-facade-pattern.9368667.ccqq.net/

```
class SkiRent{
    public function RentBoots($feetSize, $skierLevel){
        return 20*$skierLevel*100/$feetSize;}
    public function RentSki($weight, $skierLevel){
        return 40*$skierLevel*100/$weight;}
    public function RentPole($height){
        return 5*$height/100;}}
```

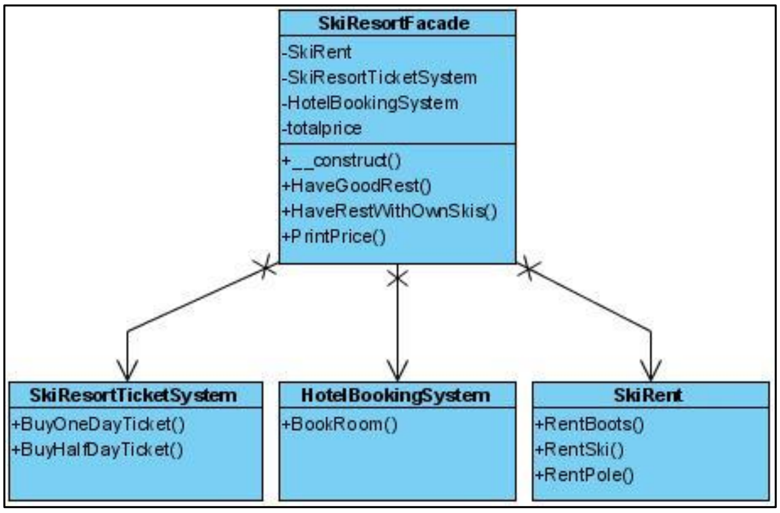
```
class SkiResortTicketSystem{
    public function BuyOneDayTicket(){
        return 115; }
    public function BuyHalfDayTicket(){
        return 60; }}
```

```
class HotelBookingSystem{
    public function BookRoom($roomQuality){
        switch ($roomQuality){
            case 3: return 250;
            case 4: return 500;
            case 5: return 900;
            default:
            throw new ArgumentException("roomQuality
should be in [3;5]");
        }
    }
}
```

```
class SkiResortFacade{
    private $SkiRent;
    private $SkiResortTicketSystem;
    private $HotelBookingSystem;
    private $totalprice;
    function __construct(){
        $this->SkiRent = new SkiRent();
        $this->SkiResortTicketSystem = new SkiResortTicketSystem();
        $this->HotelBookingSystem  = new HotelBookingSystem();}
    function HaveGoodRest($height, $weight, $feetSize, $skierLevel, $roomQuality){
        $skiPrice = $this->SkiRent->RentSki($weight, $skierLevel);
        var_dump($skiPrice);
        $skiBootsPrice = $this->SkiRent->RentBoots($feetSize,$skierLevel);
        $polePrice = $this->SkiRent->RentPole($height);
        $oneDayTicketPr = $this->SkiResortTicketSystem->BuyOneDayTicket();
        $hotelPrice = $this->HotelBookingSystem->BookRoom($roomQuality);
        $this->totalprice = $skiPrice + $skiBootsPrice + $polePrice + $oneDayTicketPr + $hotelPrice;}
    public function HaveRestWithOwnSkis($roomQuality){
        $oneDayTicketPr = $SkiResortTicketSystem->BuyOneDayTicket();
        $hotelPrice = $HotelBookingSystem->BookRoom($roomQuality);
        return $oneDayTicketPr + $hotelPrice;}
    public function PrintPrice(){
        echo $this->totalprice;}
}
```

ภาพที่ 4.14 ซอร์สโค้ดหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ของหน่วยตัวอย่างที่ 5

เนื่องจากข้อมูลตัวอย่างที่เก็บเป็นซอร์สโค้ดหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของภาษาพีเอชพี (php) ผู้วิจัยจึงแปลงให้เป็นแผนภาพคลาสหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นด้วยเครื่องมือวิชวลพาราดามฟอร์ยูเอ็มแอลเจ็ดจุดหนึ่ง (Visual Paradigm for UML 7.1) เพราะผู้วิจัยต้องการหน่วยตัวอย่างที่เป็นแผนภาพคลาส และแผนภาพคลาสแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคลาสจึงง่ายต่อการวิเคราะห์ว่าคลาสใดในข้อมูลตัวอย่างที่ได้จากเว็บไซต์เป็นคลาสที่มีบทบาทในดีไซน์แพตเทิร์น ในตัวอย่างที่นำมาแสดงคลาสที่ทำหน้าที่เป็นคลาสฟะซาด ซึ่งเป็นคลาสเดียวที่เพิ่มเข้ามาหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น รายละเอียดได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 ผลจากการแปลงซอร์สโค้ดเป็นแผนภาพคลาส แสดงในภาพที่ 4.15



ภาพที่ 4.15 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 5

จากภาพที่ 4.14 และ 4.15 ฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรม คือ การจองห้องพัก คำนวณราคาตั๋วสกี และคำนวณค่าเช่าอุปกรณ์อุปกรณ์สกี ในภาพที่ 15 แสดงให้เห็นว่าคลาส SkiResortFacade เป็นคลาสที่ทำหน้าเป็นคลาสฟะซาด ดังนั้นการออกแบบแผนภาพคลาสก่อนประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์นต้องไม่มีคลาส SkiResortFacade แต่เนื่องจากข้อมูลตัวอย่างที่ได้จากเว็บไซต์มีจำนวนคลาสแค่ 3 คลาส (ไม่นับคลาส SkiResortFacade) ซึ่งน้อยกว่าจำนวนคลาสที่กำหนดไว้สำหรับหน่วยตัวอย่าง คือ 5 คลาส การออกแบบเพื่อให้โปรแกรมสามารถทำงานได้ต้องมีคลาสไคลแอนท์ แต่การเพิ่มคลาสไคลแอนท์จำนวนคลาสของการออกแบบยังมีจำนวนน้อยกว่า 5 คลาส และจากฟังก์ชั่นการจองห้องพัก จึงเพิ่มคลาส Room เพื่อใช้สร้างอ็อบเจกต์ของห้องพัก ดังนั้นคลาส เมท็อด และแอตทริบิวต์ที่จำเป็นต่อฟังก์ชั่นของระบบนี้ คือ

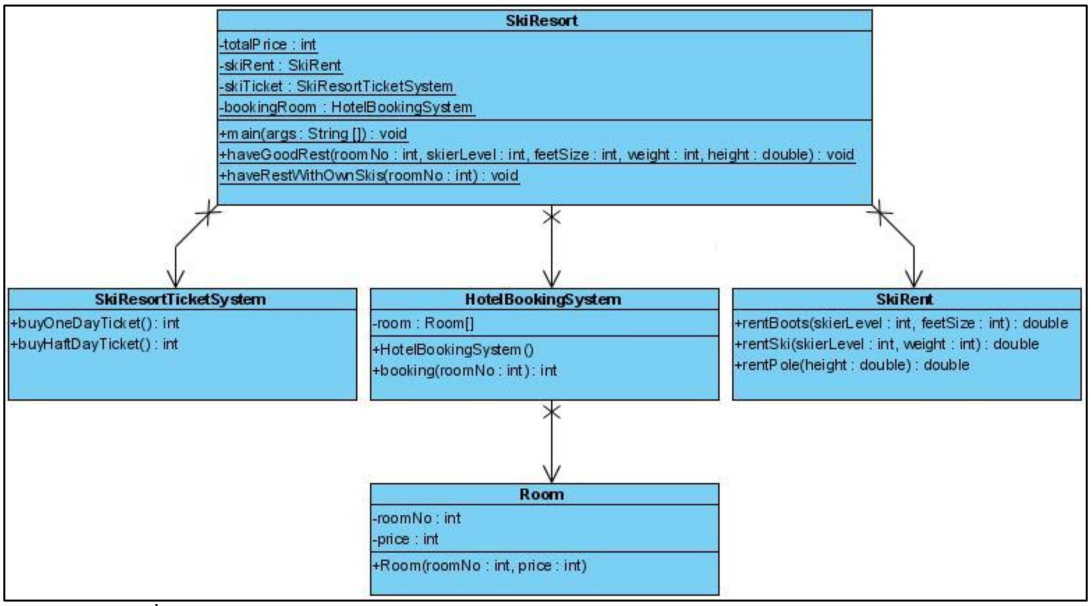
1. คลาส SkiResort เป็นคลาสหลักที่ทำหน้าที่ส่งข้อมูลหมายเลขห้องพัก สำหรับการจองห้องพัก ข้อมูลประเภทตั๋วสกี และจำนวนตั๋วที่ต้องการ สำหรับการคำนวณราคาค่าเล่นสกี และข้อมูลความสูง น้ำหนัก ระดับการเล่นสกี ขนาดเท้า สำหรับคำนวณค่าเช่าอุปกรณ์

2. คลาส SkiTicket มีเมท็อด setPrice ที่แสดงราคารวมของตั๋วสกี โดยคำนวณตามประเภท และจำนวนที่รับมาจากคลาส SkiResort

3. คลาส SkiRent มีเมท็อด (1) rentBoots สำหรับคำนวณค่าเช่ารองเท้าสกี โดยใช้ข้อมูลระดับการเล่นสกี และขนาดเท้าในการคำนวณ (2) rentSki สำหรับคำนวณค่าเช่าสกี โดยใช้ข้อมูลระดับการเล่นสกี และน้ำหนักในการคำนวณ (3) rentPole คำนวณค่าเช่าไม้สกี ใช้ข้อมูลความสูงสำหรับคำนวณราคาเช่า (4) getRentBoot ทำหน้าที่ส่งมูลค่าของราคาเช่ารองเท้าสกี (5) getRentSki ทำหน้าที่ส่งมูลค่าของราคาเช่าสกี (6) getRentPole ทำหน้าที่ส่งมูลค่าของราคาเช่าไม้สกี

4. คลาส BookingRoom มีเมท็อด booking ที่แสดงหมายเลขห้อง และราคาห้องที่จองโดยรับข้อมูลหมายเลขห้องจากคลาส SkiResort และค้นหาราคาห้องจากคลาส Room

5. คลาส Room เป็นคลาสที่ใช้สร้างอ็อบเจกต์ที่ประกอบด้วยข้อมูล หมายเลขห้อง และราคา



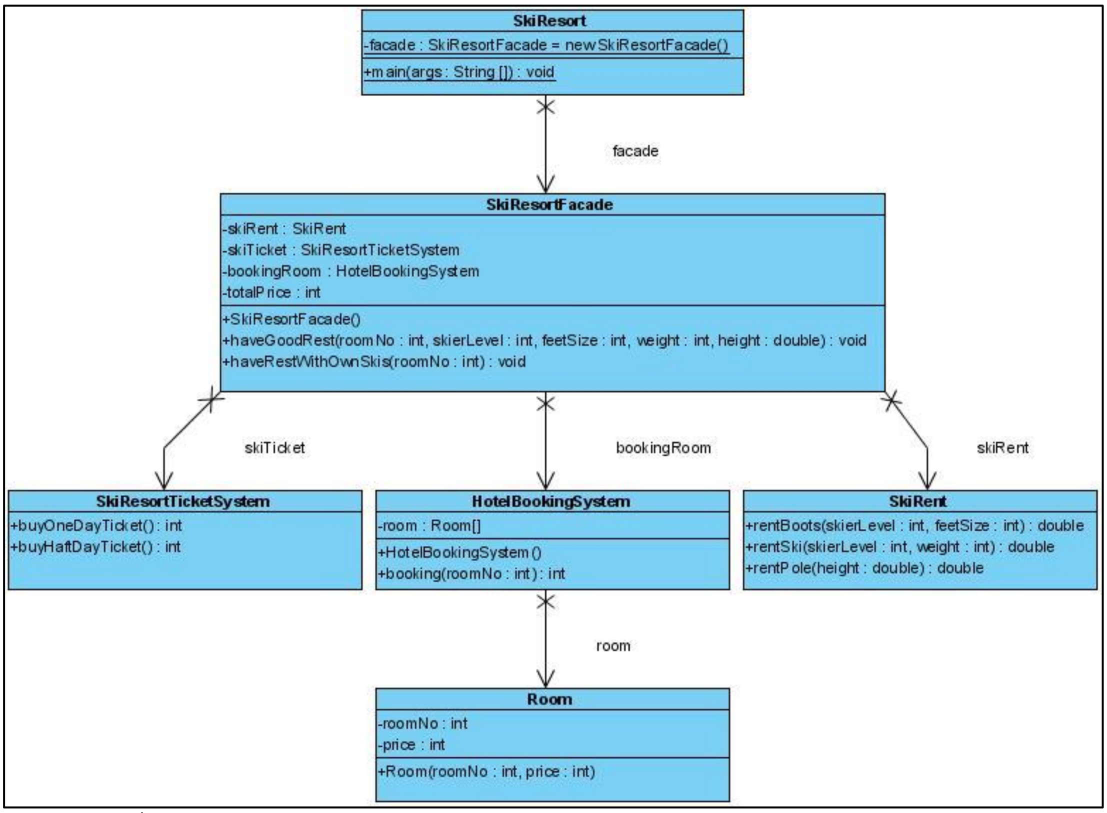
ภาพที่ 4.16 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นหลังการปรับปรุงของหน่วยตัวอย่างที่ 5

เมื่อปรับปรุงแผนภาพคลาสก่อนประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น และพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษาจาวา (JAVA) เพื่อใช้ทดสอบการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น ผลการทดสอบโปรแกรมก่อนประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นด้วยวิธีแบล็คบ๊อกซ์ (Black Box) มีผลดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 5

<table>
<tr><th>ฟังก์ชั่น</th><th colspan="2">ข้อมูลเข้า</th><th>ผลการทดสอบ</th></tr>
<tr><td rowspan="6">คำนวณค่าใช้จ่ายสำหรับ
ผู้ไม่มีอุปกรณ์สกี</td><td>หมายเลขห้อง</td><td>123</td><td rowspan="6">ห้อง: 123, ราคา: 5000 บาท
เช่าสกี: 133.0
เช่ารองเท้าบู๊ท: 571.0
เช่าไม้สกี: 8.0
ห้องพัก(1 คืน)+สกี+อุปกรณ์: 5827 บาท</td></tr>
<tr><td>ประเภทตั๋วสกี</td><td>allDay</td></tr>
<tr><td>ระดับการเล่นสกี</td><td>2</td></tr>
<tr><td>ขนาดเท้า</td><td>7</td></tr>
<tr><td>ความสูง</td><td>160</td></tr>
<tr><td>น้ำหนัก</td><td>60</td></tr>
<tr><td rowspan="2">คำนวณค่าใช้จ่ายสำหรับ
ผู้มีอุปกรณ์สกี</td><td>หมายเลขห้อง</td><td>123</td><td rowspan="2">ห้อง: 123, ราคา: 5000 บาท
ห้องพัก(1 คืน)+สกี: 5115 บาท</td></tr>
<tr><td>ประเภทตั๋วสกี</td><td>allDay</td></tr>
</table>

หลังจากทดสอบการทำงานของโปรแกรมก่อนประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นแล้ว ผู้วิจัยออกแบบและพัฒนาโปรแกรมหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 5 ดังนี้ เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากเว็บไซต์เป็นซอร์สโค้ดหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น เมื่อแปลงเป็นแผนภาพคลาสแสดงไว้ดังภาพที่ 4.15 ผู้วิจัยจึงปรับปรุงแผนภาพดังกล่าวด้วยการใส่คลาส SkiResort เพื่อให้โปรแกรมสามารถทำงานได้ และเพิ่มคลาส Room เช่นเดียวกับการปรับปรุงแผนภาพก่อนประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 5 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น จึงแสดงดังภาพที่ 4.17



ภาพที่ 4.17 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นหลังผ่านการปรับปรุง ของหน่วยตัวอย่างที่ 5

การทดสอบการทำงานของโปรแกรมหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น มีผลการทดสอบตามฟังก์ชั่นดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.10 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น ของหน่วยตัวอย่างที่ 5

ฟังก์ชั่น	ข้อมูลเข้า		ผลการทดสอบ
คำนวณค่าใช้จ่ายสำหรับ ผู้**ไม่มี**อุปกรณ์สกี	หมายเลขห้อง	123	ห้อง: 123, ราคา: 5000 บาท เช่าสกี: 133.0 เช่ารองเท้าบู๊ท: 571.0 เช่าไม้สกี: 8.0 ห้องพัก(1 คืน)+สกี+อุปกรณ์: 5827 บาท
	ประเภทตั๋วสกี	allDay	
	ระดับการเล่นสกี	2	
	ขนาดเท้า	7	
	ความสูง	160	
	น้ำหนัก	60	
คำนวณค่าใช้จ่ายสำหรับ ผู้**มี**อุปกรณ์สกี	หมายเลขห้อง	123	ห้อง: 123, ราคา: 5000 บาท
	ประเภทตั๋วสกี	allDay	ห้องพัก(1 คืน)+สกี: 5115 บาท

ผลการทำงานของฟังก์ชั่นทั้งสองของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 5 ฟังก์ชั่นมีผลการทำงานที่เหมือนกัน ดังนั้นแผนภาพคลาสในภาพที่ 4.16 และ 4.17 จึงใช้เป็นหน่วยตัวอย่างที่ 5 เพื่อนำไปสร้างไฟล์เอ็กซ์เอ็มแอล สำหรับเป็นข้อมูลเข้าในการคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสด้วยเครื่องมือของซานทาลีส และคณะ (2005) สำหรับรายละเอียดไวยากรณ์เอ็กซ์เอ็มแอลได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 เมื่อได้ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส ผู้วิจัยคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น ดังนี้

1. ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยทดลองที่ 5 หาได้จาก

$$\frac{\sum \text{ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของทุกคลาสก่อนประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ } 5}{\text{จำนวนคลาสในแผนภาพคลาสก่อนประยุกต์ต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ } 5}$$

2. ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ**หลัง**ประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยทดลองที่ 5 หาได้จาก

$$\frac{\sum \text{ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของทุกคลาสหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ } 5}{\text{จำนวนคลาสในแผนภาพคลาสหลังประยุกต์ต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ } 5}$$

ผลการคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส และความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ ของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 5

ตารางที่ 4.11 แสดงค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส และการออกแบบของแผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 5

คลาส	**ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง**	
	ก่อนประยุกต์	**หลังประยุกต์**
SkiResort	0.9687500	0.9843750
SkiResortTicketSystem	0.5000000	0.5000000
HotelBookingSystem	0.7500000	0.7500000
SkiRent	0.5000000	0.5000000
Room	0.5000000	0.5000000
SkiResortFacade	-	0.96875

ตารางที่ 4.11 (ต่อ) แสดงค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส และการออกแบบของแผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น ของหน่วยตัวอย่างที่ 5

คลาส	**ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง**	
	ก่อนประยุกต์	**หลังประยุกต์**
ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ	0.6437500	0.7005210

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

หลังจากผู้วิจัยได้กำหนดแบบแผนการทดลอง และได้จัดเตรียมหน่วยตัวอย่างก่อนและหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น โดยกำหนดให้ระบบต้องประกอบด้วยคลาสอย่างน้อย 5 คลาส และยังไม่มีการประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์นกับหน่วยตัวอย่าง การประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์นผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการเอง

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) เพื่อเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบเชิงวัตถุก่อนและหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์นดังที่กล่าวในข้างต้น โดยมีหน่วยตัวอย่างดีไซน์แพตเทิร์นละสิบหน่วยตัวอย่าง ในตารางที่ 4.12 แสดงจำนวนคลาส จำนวนความสัมพันธ์ในหน่วยตัวอย่างทั้งก่อนและหลังประยุกต์ใช้ดีไซน์แพตเทิร์น สำหรับรายละเอียดที่มาของหน่วยตัวอย่างรวมทั้งแผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์นแสดงไว้ในภาคผนวก ก ข ค และ ง

ตารางที่ 4.12 จำนวนคลาสและความสัมพันธ์ของหน่วยตัวอย่างก่อนและหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น

ดีไซน์แพตเทิร์น	**หน่วยตัวอย่างที่**	**ก่อนประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น**			**หลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น**		
		คลาส	**ความสัมพันธ์**	**ความสัมพันธ์เฉลี่ย**	**คลาส**	**ความสัมพันธ์**	**ความสัมพันธ์เฉลี่ย**
อะแดปเตอร์	1	5	5	1	7	7	1
	2	5	4	0.8	7	6	0.8571
	3	7	6	0.8571	9	8	0.8889
	4	5	5	1	7	7	1
	5	5	5	1	7	7	1
	6	5	4	0.8	7	6	0.8571

ตารางที่ 4.12 (ต่อ) จำนวนคลาสและความสัมพันธ์ของหน่วยตัวอย่างก่อนและหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น

ดีไซน์แพตเทิร์น	หน่วยตัวอย่างที่	ก่อนประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น			หลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น		
		คลาส	ความสัมพันธ์	ความสัมพันธ์เฉลี่ย	คลาส	ความสัมพันธ์	ความสัมพันธ์เฉลี่ย
อะแดปเตอร์	7	7	6	0.8571	8	7	0.875
	8	7	6	0.8571	9	8	0.8889
	9	7	7	1	8	8	1
	10	6	5	0.8333	8	7	0.875
บริดจ์	1	6	7	1.1667	7	6	0.857
	2	8	9	1.125	9	8	0.8889
	3	9	8	0.8889	8	7	0.875
	4	8	13	1.625	9	8	0.8889
	5	6	8	1.3333	7	7	1
	6	5	4	0.8	6	5	0.8333
	7	7	9	1.2857	8	7	0.875
	8	8	14	1.75	9	9	1
	9	10	13	1.3	7	6	0.857
	10	6	6	1	7	6	0.857
คอมโพสิต	1	5	6	1.2	6	7	1.1667
	2	5	4	0.8	6	5	0.8333
	3	5	7	1.4	7	7	1
	4	5	5	1	6	6	1
	5	5	6	1.2	7	8	1.1429
	6	6	5	0.8333	8	8	1
	7	6	5	0.8333	7	6	0.857
	8	5	4	0.8	7	6	0.857
	9	5	6	1.2	6	6	1
	10	5	5	1	6	6	1
ฟะซาด	1	6	10	1.667	7	11	1.571
	2	6	5	0.833	7	6	0.857
	3	7	7	1	8	8	1

ตารางที่ 4.12 (ต่อ) จำนวนคลาสและความสัมพันธ์ของหน่วยตัวอย่างก่อนและหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น

ดีไซน์แพตเทิร์น	หน่วยตัวอย่างที่	ก่อนประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น			หลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น		
		คลาส	ความสัมพันธ์	ความสัมพันธ์เฉลี่ย	คลาส	ความสัมพันธ์	ความสัมพันธ์เฉลี่ย
ฟะซาด	4	6	5	0.833	7	6	0.857
	5	5	4	0.8	6	5	0.833
	6	5	7	1.4	6	8	1.33
	7	5	6	1.2	6	7	1.167
	8	7	6	0.857	8	7	0.875
	9	5	6	1.2	6	7	1.167
	10	6	5	0.833	7	6	0.857

จากตารางที่ 4.12 ความสัมพันธ์ของแผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น หมายถึง จำนวนความสัมพันธ์ของคลาสในแผนภาพคลาส สำหรับตัวอย่างการนับความสัมพันธ์โดยละเอียดได้แสดงไว้ในตาราง 4.23 ถึงตารางที่ 4.33

จากการคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ ได้ผลการคำนวณดังตารางที่ 4.13 ถึงตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.13 ค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น

หน่วยตัวอย่างที่	ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ		
	ก่อนประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น	หลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น	ก่อน-หลัง
1	0.721875	0.696429	0.025446
2	0.643750	0.687500	-0.043750
3	0.570313	0.623264	-0.052951
4	0.696875	0.705357	-0.008480
5	0.696875	0.705357	-0.008480
6	0.643750	0.687500	-0.043750
7	0.660714	0.671875	-0.011160
8	0.677455	0.680556	-0.003100

ตารางที่ 4.13 (ต่อ) ค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น

หน่วยตัวอย่างที่	ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ		
	ก่อนประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น	หลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น	ก่อน-หลัง
9	0.665179	0.675781	-0.010600
10	0.726563	0.714844	0.011719
เฉลี่ย	0.670335	0.684846	-0.014511

จากตารางที่ 4.13 แสดงค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของออกแบบเชิงวัตถุก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น พบว่ามีจำนวนสองจากทั้งหมดสิบหน่วยตัวอย่าง มีค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการเปลี่ยนแปลงลดลงหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น

ตารางที่ 4.14 ค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น

หน่วยตัวอย่างที่	ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ		
	ก่อนประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น	หลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น	ก่อน-หลัง
1	0.687500	0.767857	-0.080360
2	0.730469	0.791667	-0.061200
3	0.638889	0.742188	-0.103300
4	0.707031	0.777778	-0.070750
5	0.739583	0.794643	-0.055060
6	0.625000	0.750000	-0.125000
7	0.669643	0.765625	-0.095980
8	0.796875	0.812500	-0.015630
9	0.677083	0.767857	-0.090770
10	0.700000	0.767857	-0.067860
เฉลี่ย	0.697207	0.773797	-0.076590

จากตารางที่ 4.14 แสดงค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบเชิงวัตถุที่ก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น พบว่าไม่มีหน่วยการทดลองใดที่ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงลดลงหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น

ตารางที่ 4.15 ค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น

หน่วยตัวอย่างที่	ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ		
	ก่อนประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น	หลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น	ก่อน-หลัง
1	0.748438	0.687500	0.060938
2	0.681250	0.718750	-0.037500
3	0.774609	0.776786	-0.002810
4	0.696875	0.687500	0.009375
5	0.748438	0.750000	-0.001560
6	0.580729	0.835938	-0.22521
7	0.731771	0.758929	-0.027160
8	0.593750	0.75	-0.156250
9	0.748438	0.744792	0.003646
10	0.696875	0.687500	0.009375
เฉลี่ย	0.700117	0.736198	-0.036080

จากตารางที่ 4.15 แสดงค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบเชิงวัตถุที่ก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น พบว่ามีหน่วยตัวอย่างสี่หน่วยที่ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบลดลงหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น

ตารางที่ 4.16 ค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น

หน่วยตัวอย่างที่	ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ		
	ก่อนประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น	หลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น	ก่อน-หลัง
1	0.778641	0.810261	-0.031620
2	0.684896	0.728795	-0.043900
3	0.731585	0.764893	-0.033310
4	0.643229	0.69308	-0.049850
5	0.64375	0.700521	-0.056770
6	0.749219	0.79069	-0.041470
7	0.748438	0.789714	-0.041280

ตารางที่ 4.16 (ต่อ) ค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น

หน่วยตัวอย่างที่	ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ		
	ก่อนประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น	หลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น	ก่อน-หลัง
8	0.696429	0.726563	-0.030130
9	0.7484375	0.789714	-0.045960
10	0.580729	0.639509	-0.058780
เฉลี่ย	0.700067	0.743374	-0.43307

จากตารางที่ 4.16 แสดงค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบเชิงวัตถุก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น พบว่าไม่มีหน่วยตัวอย่างใดที่ค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงลดลงหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น

4.3 การทดสอบการแจกแจงของข้อมูลค่าความต่างของความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น

ผู้วิจัยตรวจสอบการแจกแจงของข้อมูลความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง โดยถ้าข้อมูลมีการแจกแจงปกติ ผู้วิจัยจะใช้การทดสอบสมมติฐานแบบอิงพารามิเตอร์ (Parametric Test) แต่ถ้าผลการทดสอบพบว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงปกติ จะใช้การทดสอบสมมติฐานด้วยวิธีการแบบไม่อิงพารามิเตอร์ (Nonparametric Test) (กัลยา วาณิชย์บัญชา, 2553) โดยมีสมมติฐานของการทดสอบ คือ

1. H_0: ความต่างของความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น **มี**การแจกแจงแบบปกติ

   H_1: ความต่างของความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น **ไม่มี**การแจกแจงแบบปกติ

2. H_0: ความต่างของความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น **มี**การแจกแจงปกติ

   H_1: ความต่างของความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น **ไม่มี**การแจกแจงแบบปกติ

3. H_0: ความต่างของความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น **มี**การแจกแจงปกติ

H_1: ความต่างของความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น **ไม่มี**การแจกแจงแบบปกติ

4. H_0: ความต่างของความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น **มี**การแจกแจงปกติ

H_1: ความต่างของความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น **ไม่มี**การแจกแจงแบบปกติ

การทดสอบสมมติฐานใช้เทคนิค Kolmogorov-Sminov โดยคำนวณจากเครื่องมือเอสพีเอสเอส (SPSS) การปฏิเสธ H_0 ถ้าค่า Sig. (Significance) จากการทดสอบมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนด ในงานวิจัยนี้กำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ผลการทดสอบสมมติฐาน จำแนกตามตัวแปรต้นของงานวิจัย ดังนี้ (1) อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น (2) บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น (3) คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น และ (4) ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น แสดงดังตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17 ค่าสถิติการทดสอบการแจกแจงปกติของค่าความต่างของความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ

ตัวแปรต้น	Kolmogorov-Smirnov	
	df	Sig.
อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น	10	0.069
บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น	10	0.200
คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น	10	0.015
ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น	10	0.200

ผลการทดสอบจากตารางที่ 4.17 พบว่าค่า Sig. ของค่าความต่างของความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น ของตัวแปรต้น คือ (1) อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น (2) บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น และ(3) ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น มีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 โดยค่า sig. ที่ได้จากการคำนวณของตัวแปรบริดจ์และฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นมีค่าสูงถึง 0.2 จึงสรุปได้ทันทีว่าข้อมูลค่าความต่างของความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์นของทั้งสองแพตเทิร์นมีการแจกแจงแบบปกติ สำหรับค่า sig. ของตัวแปรอะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นมีค่าสูง

กว่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 เพียง 0.0169 อย่างไรก็ตามค่า sig. ที่ได้จากการคำนวณของตัวแปรอะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นยังมีค่าสูงกว่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้วิธีการทดสอบสมมติฐานแบบอิงพารามิเตอร์ (Parametric Test) สำหรับการทดสอบสมมติฐานของตัวแปรทั้งสาม โดยเลือกใช้สถิติทดสอบทีแบบจับคู่ (Matched Pair t-Test) เป็นวิธีสำหรับทดสอบความแตกต่างของลักษณะของข้อมูลสองชุดที่ไม่เป็นอิสระกัน สำหรับตัวแปรต้น คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นที่มีค่า Sig. ต่ำกว่าระดับนัยสำคัญ หมายความว่าความต่างของความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงมีการแจกแจงแบบไม่ปกติ จึงต้องใช้วิธีทดสอบสมมติฐานแบบไม่อิงพารามิเตอร์ (Nonparametric Test) โดยใช้สถิติทดสอบแบบเครื่องหมายกำกับของวิลคอกซันแบบจับคู่ (The Wilcoxon Matched Pair Signed Ranks Test) เนื่องจากหน่วยตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (พินันท์ คงคาเพชร, 2554)

4.4 การเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น

ผู้วิจัยต้องการเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น จากการตรวจสอบการแจกแจงค่าความต่างของความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ ข้างต้นพบว่ามีการแจกแจงแบบปกติ (จากตารางที่ 4.17) ผู้วิจัยจึงเลือกสถิติทดสอบทีแบบจับคู่ (Matched Pair t-Test) เพื่อตอบสมมติฐาน ดังนี้

กำหนดให้

μ_1 คือ ความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น

μ_2 คือ ความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น

$$H_0: \mu_1 - \mu_2 \geq 0$$

$$H_1: \mu_1 - \mu_2 < 0$$

กำหนดให้ระดับนัยสำคัญเป็น 0.05

จากตารางที่ 4.13 นำข้อมูลความน่าจะเป็นก่อนและหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์นไปคำนวณค่าที (t) และค่า sig.(2-tailed) ด้วยโปรแกรมเอสพีเอสเอส (SPSS) ผลการคำนวณแสดงดังตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 ค่าสถิติทดสอบความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ ด้วยสถิติทดสอบทีแบบจับคู่ (Matched Pair t-Test) ของอะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น

ตัวสถิติ	ค่าสถิติ
t	-2.795
df	9
Sig. (2-tailed)	0.021

จากตารางที่ 4.18 แสดงให้เห็นว่าค่า Sig. (2-tailed) เท่ากับ 0.021 แต่เนื่องจากเป็นการทดสอบแบบทางเดียวค่า Sig. (2-tailed) ต้องหารด้วยสองเพื่อพิจารณาสำหรับสถิติทดสอบทีแบบทางเดียวตามสมมติฐานข้างต้นมีค่าเท่ากับ 0.0105ค่าที่ได้น้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนดไว้คือ 0.05 และค่า t (แสดงวิธีการคำนวณในภาคผนวก จ.) มีค่าน้อยกว่า 0 ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 กล่าวคือ ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นไม่ส่งผลให้ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบมีค่าลดลง

4.5 การเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น

ผู้วิจัยต้องการเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น จากการตรวจสอบการแจกแจงค่าความต่างของความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ ข้างต้นพบว่ามีการแจกแจงแบบปกติ (จากตารางที่ 4.17) ผู้วิจัยจึงเลือกสถิติทดสอบทีแบบจับคู่ (Matched Pair t-Test) เพื่อตอบสมมติฐาน ดังนี้

กำหนดให้

μ_1 คือ ความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น

μ_2 คือ ความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น

$$H_0: \mu_1 - \mu_2 \geq 0$$

$$H_1: \mu_1 - \mu_2 < 0$$

กำหนดให้ระดับนัยสำคัญเป็น 0.05

จากตารางที่ 4.14 นำข้อมูลความน่าจะเป็นก่อนและหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์นไปคำนวณค่าที (t) และค่า sig.(2-tailed) ด้วยโปรแกรมเอสพีเอสเอส (SPSS) ผลการคำนวณแสดงดังตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.19 ค่าสถิติทดสอบความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ ด้วยสถิติทดสอบทีแบบจับคู่ (Matched Pair t-Test) ของบริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น

ตัวสถิติ	**ค่าสถิติ**
t	-8.036
df	9
Sig. (2-tailed)	0.000

ค่าสถิติทดสอบในตารางที่ 4.19 แสดงให้เห็นว่าค่า Sig. (2-tailed) เท่ากับ 0 แต่เนื่องจากเป็นการทดสอบแบบทางเดียวค่า Sig. (2-tailed) ต้องหารด้วยสองเพื่อพิจารณาสำหรับสถิติทดสอบทีแบบทางเดียวตามสมมติฐานข้างต้นมีค่าเท่ากับ 0 ค่าที่ได้น้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนดไว้คือ 0.05 และค่า t (แสดงวิธีการคำนวณในภาคผนวก ฉ.) มีค่าน้อยกว่า 0 ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 กล่าวคือ ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นไม่ส่งผลให้ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบมีค่าลดลง

4.6 การเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น

ผู้วิจัยต้องการเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น จากการตรวจสอบการแจกแจงค่าความต่างของความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ ข้างต้นพบว่ามีการแจกแจงแบบไม่ปกติ (จากตารางที่ 4.17) ผู้วิจัยจึงเลือกสถิติทดสอบแบบไม่อิงพารามิเตอร์ (Nonparametric Test) คือ สถิติทดสอบแบบเครื่องหมายกำกับของวิลคอกซันแบบจับคู่ (The Wilcoxon Matched Pair Signed Ranks Test) เพื่อตอบสมมติฐาน ดังนี้

กำหนดให้

μ_1 คือ ความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น

μ_2 คือ ความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น

เนื่องจากสถิติทดสอบแบบเครื่องหมายกำกับของวิลคอกซันแบบจับคู่ (The Wilcoxon Matched Pair Signed Ranks Test) จึงสามารถตอบสมมติฐานได้ดังนี้

กำหนดให้

$$H_0: \mu_1 - \mu_2 \leq 0$$

$$H_1: \mu_1 - \mu_2 > 0$$

กำหนดให้ระดับนัยสำคัญเป็น 0.05

จากตารางที่ 4.15 นำข้อมูลความน่าจะเป็นก่อนและหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์นไปคำนวณค่า sig.(2-tailed) ด้วยโปรแกรมเอสพีเอสเอส (SPSS) ผลการคำนวณแสดงดังตารางที่ 4.20

ตารางที่ 4.20 ค่าสถิติทดสอบเครื่องหมายของความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบของคอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น

ตัวสถิติ	ค่าสถิติ
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.444

จากตารางที่ 4.20 ค่า Sig.(2-tailed) ที่ได้เท่ากับ 0.444 เนื่องจากเป็นการทดสอบแบบทางเดียวค่า Sig. (1-tailed) มีค่า 0.222 มีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่าไม่สามารถปฏิเสธ H_0 ได้ (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2547) กล่าวคือ ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นไม่ส่งผลให้ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงลดลง

4.7 การเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น

ผู้วิจัยต้องการเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบที่ประยุกต์และไม่ประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น จากการตรวจสอบการแจกแจงค่าความต่างของความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ ข้างต้นพบว่ามีการแจกแจงแบบปกติ (จากตารางที่ 4.17) ผู้วิจัยจึงเลือกสถิติทดสอบทีแบบจับคู่ (Matched Pair t-Test) เพื่อตอบสมมติฐาน ดังนี้

กำหนดให้

μ_1 คือ ความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น

μ_2 คือ ความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น

$$H_0: \mu_1 - \mu_2 \geq 0$$

$$H_1: \mu_1 - \mu_2 < 0$$

กำหนดให้ระดับนัยสำคัญเป็น 0.05

จากตารางที่ 4.16 นำข้อมูลความน่าจะเป็นก่อนและหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์นไปคำนวณค่าที (t) และค่า sig.(2-tailed) ด้วยโปรแกรมเอสพีเอสเอส (SPSS) ผลการคำนวณแสดงดังตารางที่ 4.21

ตารางที่ 4.21 ค่าสถิติทดสอบความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ ด้วยสถิติทดสอบทีแบบจับคู่ (Matched Pair t-Test) ของฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น

ตัวสถิติ	**ค่าสถิติ**
t	-13.674
df	9
Sig. (2-tailed)	0.000

ค่าสถิติทดสอบในตารางที่ 4.12 แสดงให้เห็นว่าค่า Sig. (2-tailed) เท่ากับ 0 แต่เนื่องจากเป็นการทดสอบแบบทางเดียวค่า Sig. (2-tailed) ต้องหารด้วยสองเพื่อพิจารณาสำหรับสถิติทดสอบทีแบบทางเดียวตามสมมติฐานข้างต้นมีค่าเท่ากับ 0 ค่าที่ได้น้อยกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนดไว้คือ 0.05 แต่ค่า t (แสดงวิธีการคำนวณในภาคผนวก ซ.) มีค่าน้อยกว่า 0 ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 กล่าวคือ ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นไม่ส่งผลให้ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบลดลง

4.8 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ

เพื่อตอบวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอผลของการทดสอบสมมติฐานตามที่เสนอในหัวข้อ 4.4 ถึง 4.7 กล่าวโดยสรุป ดังแสดงในตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.22 สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตัวแปรต้น	ตัวแปรตาม	ความสัมพันธ์
ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ	อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น	ไม่ส่งผลให้มีค่าลดลง
	บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น	ไม่ส่งผลให้มีค่าลดลง
	คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น	ไม่ส่งผลให้มีค่าลดลง
	ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น	ไม่ส่งผลให้มีค่าลดลง

4.9 ดีไซน์แพตเทิร์นกับความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ

การเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์นทั้งสี่แพตเทิร์น พบว่า ไม่ส่งผลให้ค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบลดลง โดยรายละเอียดของจำนวนหน่วยตัวอย่างที่มีการเปลี่ยนแปลงแยกตามดีไซน์แพตเทิร์นดังนี้

1. การออกแบบที่ประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นแปดในจำนวนทั้งหมดสิบหน่วยตัวอย่างที่ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบมีค่าสูงขึ้น

2. การออกแบบที่ประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นทั้งหมดสิบหน่วยตัวอย่าง ที่ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบมีค่าสูงขึ้น

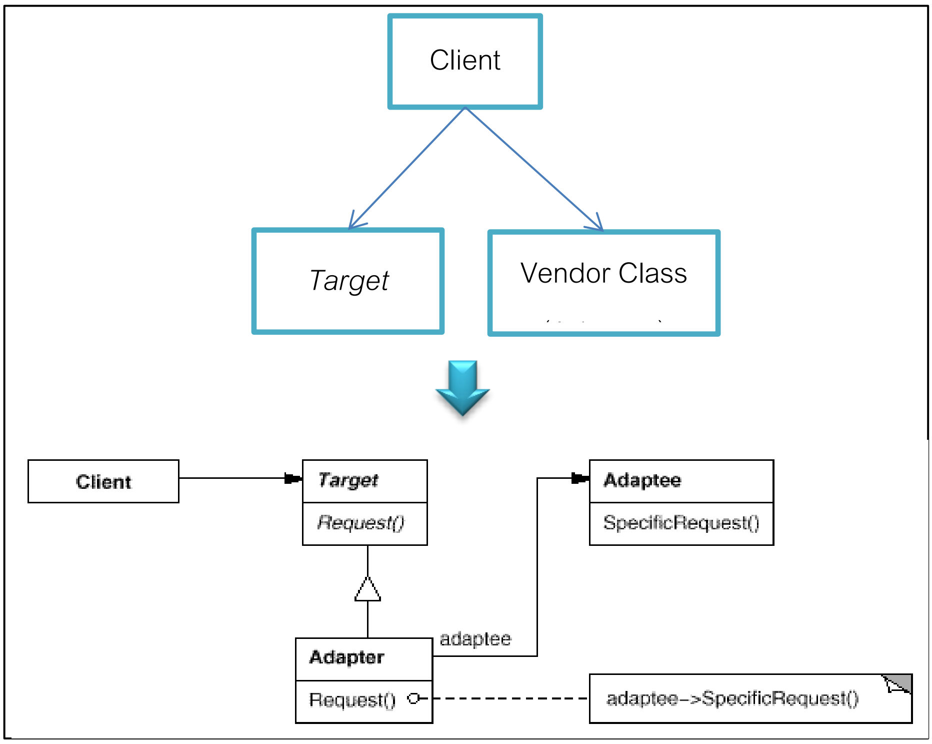
3. การออกแบบที่ประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น จำนวน 6 หน่วยตัวอย่างจาก 10 หน่วยตัวอย่างมีค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบสูงขึ้น

4. การออกแบบที่ประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น ทั้งหมด 10 หน่วยตัวอย่างมีค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบสูงขึ้น

จากผลการทดลองเห็นได้ว่าหน่วยตัวอย่างหลังการประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น ส่วนใหญ่ค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบสูงขึ้น ผู้วิจัยจึงวิเคราะห์ถึงสาเหตุที่ส่งผลให้การทดลองไม่เป็นไปตามที่ผู้วิจัยคาดการณ์ไว้ ดังแสดงรายละเอียดต่อไปนี้

4.9.1 การวิเคราะห์การออกแบบที่ประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นกับความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ

จากการสรุปผลในหัวข้อ 4.8 ไม่เป็นไปตามที่ผู้วิจัยคาดการไว้เบื้องต้นว่า การประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นเข้ากับการออกแบบเดิมสามารถลดความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบได้ อย่างไรก็ตามผู้วิจัยต้องการวิเคราะห์สาเหตุที่ส่งผลให้การทดลองไม่เป็นไปตามที่คาดการณ์ไว้ ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 4.18 แผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น

วัตถุประสงค์ วัตถุประสงค์ของอะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น คือ ช่วยคลาส Client ให้สามารถเรียกใช้งานคลาส Vendor (Adatee) ผ่านคลาสอินเตอร์เฟส Target จากการสังเกตแผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ พบว่า จำนวนความสัมพันธ์ระหว่าง Client และคลาสอินเตอร์เฟส Taget ลดลง แต่เพิ่มความสัมพันธ์ระหว่างคลาสอินเตอร์เฟส Target และคลาส Adapter

ตารางที่ 4.23 แสดงจำนวนความสัมพันธ์ของคลาสในการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของภาพที่ 4.18

จำนวนความสัมพันธ์																		
คลาส Client				**คลาส** Target				**คลาส** Adapter			**คลาส** Vendor (Adaptee)				**ของการออกแบบ**			
ก่อน	**เฉลี่ย**	**หลัง**	**เฉลี่ย**	**ก่อน**	**เฉลี่ย**	**หลัง**	**เฉลี่ย**	**ก่อน**	**หลัง**	**เฉลี่ย**	**ก่อน**	**เฉลี่ย**	**หลัง**	**เฉลี่ย**	**ก่อน**	**เฉลี่ย**	**หลัง**	**เฉลี่ย**
2	0.667	1	0.25 ↓	-	-	-	-		2	0.5 ↑	-	-	-	- ↑	2	0.667	3	0.75 ↑

ตารางที่ 4.24 แสดงค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของภาพที่ 4.18

ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส									
คลาส Client		**คลาส** Target		**คลาส** Adapter		**คลาส** Vendor (Adaptee)		**ของการออกแบบ**	
ก่อน	**หลัง**	**ก่อน**	**หลัง**	**ก่อน**	**หลัง**	**ก่อน**	**หลัง**	**ก่อน**	**หลัง**
0.875	0.75 ↓	0.5	0.5		0.875 ↑	0.5	0.5	0.624967	0.65625 ↑

ตารางที่ 4.25 แสดงค่าความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของภาพที่ 4.18

ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส									
คลาส Client		**คลาส** Target		**คลาส** Adapter		**คลาส** Vendor (Adaptee)		**ของการออกแบบ**	
ก่อน	**หลัง**	**ก่อน**	**หลัง**	**ก่อน**	**หลัง**	**ก่อน**	**หลัง**	**ก่อน**	**หลัง**
0.29167	0.1875 ↓	0.1667	0.125 ↓		0.21875 ↑	0.1667	0.125 ↓	0.624967	0.65625 ↑

ในตารางที่ 4.23 พบว่า หลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นจำนวนความสัมพันธ์เฉลี่ยในการออกแบบมีจำนวนเพิ่มขึ้น และความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นมีค่าเพิ่มขึ้นเช่นกัน ผู้วิจัยจึงสรุปว่าจำนวนความสัมพันธ์อาจจะส่งผลต่อความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ

จากตารางที่ 4.24 พบว่า หลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนของคลาส Client มีค่าลดลง ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส Target และคลาส Vendor (Adaptee) มีค่าเท่าเดิม แต่หลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นจำนวนคลาสในการออกแบบมีการเปลี่ยนแปลงผู้วิจัยจึงเฉลี่ยความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสด้วยจำนวนคลาสในการออกแบบ ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบของคลาส Client คลาส Target และคลาส Vendor จึงมีค่าลดลง จากการวิเคราะห์ตารางที่ 4.25 จึงทำให้ทราบว่าคลาสอะแดปเตอร์เป็นคลาสเดียวที่สามารถส่งผลให้ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบมีค่าเพิ่มขึ้นหลังการประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น เนื่องจากคลาสอื่นๆมีความน่าจะเป็นเฉลี่ยหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตทิร์นลดลง

ผู้วิจัยจึงสรุปถึงสาเหตุที่ทำให้ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบเพิ่มขึ้น เป็นเพราะคลาสอะแดปเตอร์

จากผลการวิเคราะห์ข้างต้น ผู้วิจัยจึงนำแนวทางการวิเคราะห์ดังกล่าวมาวิเคราะห์หน่วยตัวอย่างก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นทั้งสิบหน่วยตัวอย่าง ดังต่อไปนี้

ลักษณะร่วมของหน่วยตัวอย่างก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของสิบหน่วยตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยนี้ มี 2 ลักษณะ คือ (1) แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นมีคลาส Client 1 คลาส และมีคลาสอินเตอร์เฟส Target อยู่ในการออกแบบ มีสองหน่วยตัวอย่าง ได้แก่ หน่วยตัวอย่างที่ 7 และ 9 หลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นจำนวนคลาสและจำนวนความสัมพันธ์เพิ่มขึ้นหนึ่งคลาสและหนึ่งความสัมพันธ์ (2) แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นมีคลาส Client 1 คลาส และไม่มีคลาสอินเตอร์เฟส Target ในการออกแบบ จำนวนแปดหน่วยตัวอย่าง 9 หลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นจำนวนคลาสและจำนวนความสัมพันธ์เพิ่มขึ้นสองคลาสและสองความสัมพันธ์

ตารางที่ 4.26 จำนวนความสัมพันธ์ของคลาสในหน่วยตัวอย่างก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น

หน่วยตัวอย่าง	จำนวนความสัมพันธ์													
	คลาส Client				**คลาส** Target				**คลาส** Adapter		**คลาส** Vendor (Adaptee)			
	ก่อน	**เฉลี่ย**	**หลัง**	**เฉลี่ย**	**ก่อน**	**เฉลี่ย**	**หลัง**	**เฉลี่ย**	**ก่อน**	**หลัง**	**ก่อน**	**เฉลี่ย**	**หลัง**	**เฉลี่ย**
1	2	0.4	1	0.143	2	0.4	3	0.429		2	1	0.2	1	0.143
2	3	0.6	2	0.286	-	-	1	0.143		2	-	-	-	-
3	6	0.857	5	0.556	-	-	1	0.111		2	-	-	-	-
4	3	0.6	2	0.286	1	0.2	2	0.286		2	1	0.2	1	0.143
5	3	0.6	2	0.286	1	0.2	2	0.286		2	1	0.2	1	0.143
6	3	0.6	2	0.286	-	-	1	0.143		2	1	0.2	1	0.143
7	2	0.286	1	0.125	2	0.286	2	0.25		2	2	0,286	2	0.25
8	3	0.429	1	0.111	2	0.286	4	0.444		2	1	0.143	1	0.111
9	2	0.286	1	0.125	4	0.571	4	0.5		2	1	0.143	1	0.125
10	2	0.333	1	0.125	1	0.167	2	0.25		2	1	0.167	1	0.125

*จำนวนความสัมพันธ์ของคลาสอื่นๆในการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นมีค่าเท่าเดิม เมื่อเฉลี่ยด้วยจำนวนคลาสในการออกแบบ จำนวนความสัมพันธ์เฉลี่ยมีค่าลดลง

ตารางที่ 4.26 (ต่อ) จำนวนความสัมพันธ์ของคลาสในหน่วยตัวอย่างก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น

หน่วยตัวอย่าง	จำนวนความสัมพันธ์ ของการออกแบบ				
	ก่อน	เฉลี่ย	หลัง	เฉลี่ย	
1	5	1	7	1	
2	4	0.8	6	0.857	
3	6	0.857	8	0.889	
4	5	1	7	1	
5	5	1	7	1	
6	4	0.8	6	0.857	
7	6	0.857	7	0.875	
8	6	0.857	8	0.889	
9	7	1	8	1	
10	5	0.833	7	0.875	

ตารางที่ 4.27 แสดงค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น

หน่วยตัวอย่าง	ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง										
	คลาส Client		คลาส Target (Interface และ Concrete)		คลาส Adapter		คลาส Adaptee		คลาสอื่น ๆ		ของการออกแบบ	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1	0.984375	0.75	0.875	0.71875		0.9375	0.75	0.75	0.5	0.5	0.721875	0.696429
2	0.96875	0.9375	0.5	0.625		0.875	0.5	0.5	0.625	0.625	0.64375	0.6875
3	0.992188	0.984375	0.5	0.625		0.875	0.5	0.5	0.5	0.5	0.570313	0.623264
4	0.984375	0.875	0.75	0.6875		0.9375	0.75	0.75	0.5	0.5	0.696875	0.705357
5	0.984375	0.875	0.75	0.6875		0.9375	0.75	0.75	0.5	0.5	0.696875	0.705357
6	0.96875	0.875	0.5	0.625		0.9375	0.75	0.75	0.5	0.5	0.64375	0.6875
7	0.875	0.75	0.6875	0.6875		0.875	0.6875	0.6875	0.5	0.5	0.660714	0.671875
8	0.992188	0.75	0.75	0.75		0.875	0.75	0.75	0.5	0.5	0.677455	0.680556
9	0.9375	0.75	0.734375	0.734375		0.9375	0.75	0.75	0.5	0.5	0.665179	0.675781
10	0.984375	0.75	0.75	0.6875		0.96875	0.875	0.875	0.5833	0.5833	0.726556	0.714844

ตารางที่ 4.28 แสดงค่าความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น

หน่วยตัวอย่าง	ความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง											
	คลาส Client		คลาส Target (Interface และ Concrete)		คลาส Adapter		คลาส Adaptee		คลาสอื่นๆ		ของการออกแบบ	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1	0.196875	0.107143	0.175	0.102679	[redacted]	0.133929	0.15	0.107143	0.1	0.071429	0.721875	0.696429
2	0.19375	0.133929	0.1	0.089286	[redacted]	0.125	0.1	0.071429	0.125	0.089286	0.64375	0.6875
3	0.141741	0.109375	0.071429	0.069443	[redacted]	0.097222	0.071429	0.055556	0.071429	0.055556	0.570313	0.623264
4	0.196875	0.125	0.15	0.098215	[redacted]	0.133929	0.15	0.107143	0.1	0.071429	0.696875	0.705357
5	0.196875	0.125	0.15	0.098215	[redacted]	0.071429	0.15	0.107143	0.1	0.071429	0.696875	0.705357
6	0.19375	0.125	0.1	0.089286	[redacted]	0.133929	0.15	0.107143	0.1	0.071429	0.64375	0.6875
7	0.125	0.09375	0.098215	0.085938	[redacted]	0.109375	0.098215	0.085938	0.071429	0.0625	0.660714	0.671875
8	0.141741	0.083333	0.107143	0.083334	[redacted]	0.097222	0.107143	0.083333	0.071429	0.055556	0.677455	0.680556
9	0.133929	0.09375	0.104911	0.091797	[redacted]	0.117188	0.107143	0.09375	0.071429	0.0625	0.665179	0.675781
10	0.164063	0.09375	0.125	0.085938	[redacted]	0.1211	0.145833	0.109375	0.09722	0.072917	0.726556	0.714844

หลังการประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นกับหน่วยตัวอย่างทั้ง 10 หน่วยตัวอย่าง พบว่า จำนวนความสัมพันธ์เฉลี่ย (จำนวนความสัมพันธ์ระหว่างคลาสในการออกแบบหารด้วยจำนวนคลาสในการออกแบบ) ของคลาสในการออกแบบ มีหน่วยตัวอย่างจำนวน 6 หน่วยตัวอย่างที่ความสัมพันธ์เฉลี่ยเพิ่มขึ้น อีกสี่หน่วยตัวอย่างมีความสัมพันธ์เฉลี่ยเท่าเดิม (ตารางที่ 4.26) แต่ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นจำนวนแปดหน่วยตัวอย่างมีค่าเพิ่มขึ้น โดยหน่วยตัวอย่างที่ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงลดลง มีการเปลี่ยนแปลงของจำนวนความสัมพันธ์ทั้งแบบเพิ่มขึ้น และจำนวนความสัมพันธ์เท่าเดิม ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสรุปว่าการเปลี่ยนแปลงของจำนวนความสัมพันธ์เฉลี่ยของการออกแบบไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบกับอะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นได้

จำนวนความสัมพันธ์ของคลาส Client มีจำนวนลดลง (ตารางที่ 4.26) จำนวนความสัมพันธ์-ของคลาส Target จำนวนเพิ่มขึ้นถึง 7 หน่วยตัวอย่าง และหน่วยตัวอย่างอีก 3 หน่วยตัวอย่างมีจำนวนความสัมพันธ์เท่าเดิม แต่คลาส Adaptee และคลาสอื่นๆ มีจำนวนความสัมพันธ์ไม่เปลี่ยนแปลงหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น

เมื่อวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในตารางที่ 4.27 ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส Client มีค่าลดลง คลาส Adaptee และคลาสอื่นๆ ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงมีค่าเท่าเดิม คลาส Target จำนวนสามหน่วยตัวอย่างมีค่าเพิ่มขึ้น มีจำนวนสามหน่วยตัวอย่างมีค่าเท่าเดิม และหน่วยตัวอย่างจำนวนสี่หน่วยตัวอย่างมีค่าลดลง แต่การนำค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงระหว่างก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นมาเปรียบเทียบ ต้องหารด้วยจำนวนคลาสของการออกแบบ ซึ่งผลแสดงดังตารางที่ 4.28 พบว่า คลาส Client คลาส Target คลาส Adaptee และคลาสอื่นๆ มีค่าลดลง แต่คลาส Adapter เป็นคลาสที่มีความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น ดังนั้น คลาส จึงส่งผลให้ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบมีค่าเพิ่มขึ้น

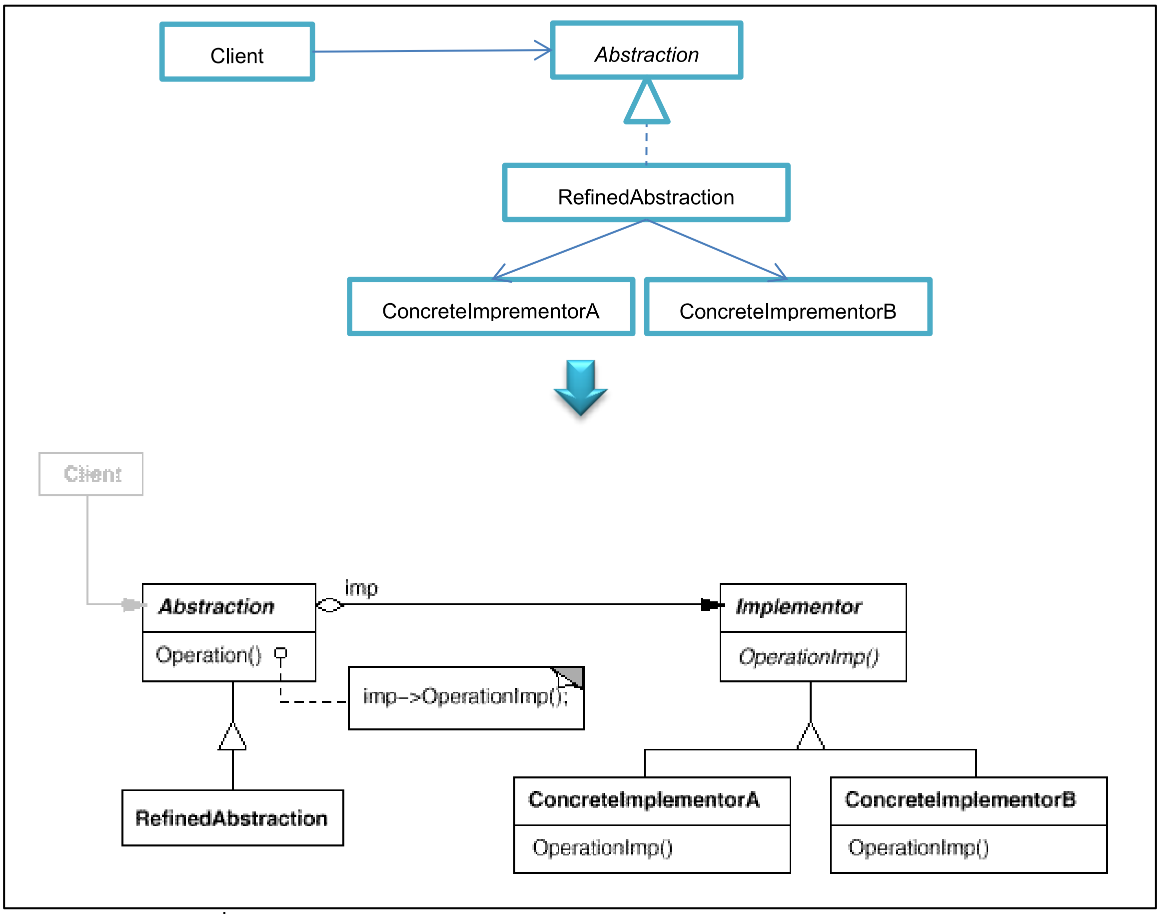
การพบว่าความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส Adapter มีค่าเพิ่มขึ้นหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น แล้วส่งผลให้ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบเพิ่มขึ้น ผู้วิจัยจึงวิเคราะห์เพิ่มเติมเกี่ยวกับจำนวนความสัมพันธ์ของคลาส Adapter และความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส Adapter หลัง

ประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น จึงทำให้พบว่า จำนวนความสัมพันธ์ของคลาส Adapter เพิ่มขึ้นเช่นกัน

สรุปได้ว่าสาเหตุที่ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นเพิ่มขึ้น เนื่องจากคลาส Adapter จำนวนความสัมพันธ์ที่เพิ่มเข้ามา มีผลให้ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการออกแบบเพิ่มขึ้น ซึ่งผลการวิเคราะห์สอดคล้องกับการวิเคราะห์ในเบื้องต้น

4.9.2 **การวิเคราะห์การออกแบบที่ประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นกับความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ**

จากการสรุปผลในหัวข้อ 4.8 ไม่เป็นไปตามที่ผู้วิจัยคาดการณ์ไว้เบื้องต้นว่า การประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นเข้ากับการออกแบบเดิมสามารถลดความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบสาเหตุที่ผลการทดลองไม่เป็นไปตามที่คาดการณ์ไว้



ภาพที่ 4.19 แผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น

วัตถุประสงค์ของบริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น คือ แยกการทำงานระหว่าง Abstraction และ Imprementation คลาส RefinedAbstraction จึงมีจำนวนความสัมพันธ์ลดลง แต่เพิ่มความสัมพันธ์ให้กับคลาส ConcreteImplementor

เพื่อวิเคราะห์ถึงสาเหตุว่าหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นแล้ว ปัจจัยที่ทำให้ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น คือสาเหตุใด

ตารางที่ 4.29 แสดงจำนวนความสัมพันธ์ของคลาสในการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของภาพที่ 4.19

จำนวนความสัมพันธ์																							
คลาส Client					คลาส Abstraction					คลาส RefinedAbstraction (ผลรวมของทั้งสามคลาส)					คลาส Imprementor		คลาส ConcreteImprementor (ผลรวมของทั้งห้าคลาส)						
ก่อน	เฉลี่ย	หลัง	เฉลี่ย		ก่อน	เฉลี่ย	หลัง	เฉลี่ย		ก่อน	เฉลี่ย	หลัง	เฉลี่ย		ก่อน	หลัง	ก่อน	เฉลี่ย	หลัง	เฉลี่ย			
1	0.2	1	0.167	↓	-	-	1	1.667	↑	3	0.6	1	0.167	↓	[redacted]	-	4	0.8	2	0.333	↓		

ตารางที่ 4.29 (ต่อ) แสดงจำนวนความสัมพันธ์ของคลาสในการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของภาพที่ 4.19

จำนวนความสัมพันธ์				
ของการออกแบบ				
ก่อน	เฉลี่ย	หลัง	เฉลี่ย	
4	0.8	5	0.833	↑

ตารางที่ 4.30 แสดงค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของภาพที่ 4.19

ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส																		
คลาส Client			คลาส Abstraction			คลาส RefinedAbstraction			คลาส Imprementor		คลาส ConcreteImprementor			คลาสอื่น ๆ		ของการออกแบบ		
ก่อน	หลัง		ก่อน	หลัง		ก่อน	หลัง		ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง		ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	
0.75	0.875	↑	0.5	0.75	↑	0.938	0.875	↓	[redacted]	0.5	0.5	0.75	↑	-	-	0.5375	0.62497	↑

ตารางที่ 4.31 แสดงค่าความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของภาพที่ 4.19

ความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส																		
คลาส Client			คลาส Abstraction			คลาส RefinedAbstraction			คลาส Imprementor		คลาส ConcreteImprementor			คลาสอื่น ๆ		ของการออกแบบ		
ก่อน	หลัง		ก่อน	หลัง		ก่อน	หลัง		ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง		ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	
0.15	0.146	↓	0.1	0.125	↑	0.938	0.875	↓	[redacted]	0.0833	0.1	0.125	↑	-	-	0.5375	0.62497	↑

จำนวนความสัมพันธ์เฉลี่ยของการออกแบบที่แสดงในตารางที่ 4.29 อาจส่งผลกับความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น เนื่องจากจำนวนความสัมพันธ์เฉลี่ยของการออกแบบเพิ่ม และความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบสูงขึ้นเช่นกัน

จากตารางที่ 4.30 และตารางที่ 4.31 แสดงให้เห็นว่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสในตารางที่ 4.30 หลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนของคลาส Client คลาส Abstraction และคลาส ConcreteImplementor มีค่าเพิ่มขึ้น แต่เนื่องจากหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นจำนวนคลาสในการออกแบบมีจำนวนเพิ่มขึ้นเช่นกัน ผู้วิจัยจึงหารความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสด้วยจำนวนคลาสในการออกแบบ ผลการเฉลี่ยแสดงในตารางที่ 4.31 จึงพบว่าหลังการหารด้วยจำนวนคลาสแล้ว ความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส Client หลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นมีค่าลดลง แต่คลาส Abstraction และคลาส ConcreteImprementor มีค่าความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหลังการประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น สำหรับคลาสอินเตอร์เฟส Imprementor เป็นคลาสที่เพิ่มขึ้นหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น จึงมีผลให้ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นเพิ่มขึ้น

ผู้วิจัยจึงสรุปว่า จำนวนความสัมพันธ์เฉลี่ยของคลาส อาจไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสลดดลงหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น ส่วนคลาสที่ส่งผลให้ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบสูงขึ้น ผู้วิจัยคาดว่า คือ คลาส Abstraction คลาส ConcreteImprementor และคลาสอินเตอร์เฟส Imprementor

ลักษณะร่วมของหน่วยตัวอย่างก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นทั้งสิบหน่วยตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยนี้ คือ ในการออกแบบมีคลาส Client เพียง 1คลาส และมีจำนวนความสัมพันธ์ระหว่าง Sub system ตั้งแต่ 2 ความสัมพันธ์ ดังนั้นจำนวนความสัมพันธ์และจำนวนคลาสหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นจึงเพิ่มขึ้น 1 ความสัมพันธ์ และ 1คลาส

จากการคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสและการออกแบบในภาพที่ 4.19 พบว่า หลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นจำนวนความสัมพันธ์เฉลี่ยต่อคลาสในการออกแบบมีจำนวนเพิ่มขึ้น และความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ

หลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นมีค่าเพิ่มขึ้นเช่นกัน ผู้วิจัยจึงสรุปว่าจำนวนความสัมพันธ์อาจจะสามารถนำมาวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบกับบริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นได้ โดยการเพิ่มขึ้นของจำนวนความสัมพันธ์เฉลี่ยหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นอาจส่งผลให้ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบมีค่าเพิ่มขึ้น

และผู้วิจัยได้วิเคราะห์ค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนในระดับคลาส พบว่าหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นแล้วความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนของคลาส RefinedAbstraction มีค่าลดลง ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสอื่นๆใน การออกแบบมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อเฉลี่ยความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสด้วยจำนวนคลาสในการออกแบบ ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบของคลาส Client และคลาส RefinedAbstraction มีค่าลดลง ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสอื่นๆในการออกแบบมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อเฉลี่ยความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสด้วยจำนวนคลาสในการออกแบบ พบว่า คลาส Abstraction คลาสอินเตอร์เฟส Imprementor คลาส ConcreteImprementorA และคลาส ConcreteImprementorB มีค่าความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหลังการประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น เนื่องจากทั้งสี่คลาสมีค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงก่อนและหลังเฉลี่ยด้วยจำนวนคลาสของการออกแบบมีค่าเพิ่มขึ้น จึงอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นเพิ่มขึ้น

จากผลการวิเคราะห์ข้างต้น ผู้วิจัยจึงนำแนวทางการวิเคราะห์ดังกล่าวมาวิเคราะห์หน่วยตัวอย่างก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นทั้งสิบหน่วยตัวอย่าง ดังต่อไปนี้

ลักษณะร่วมของหน่วยตัวอย่างก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของสิบหน่วยตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยนี้ มีคลาส Client 1 คลาส มีคลาส Abstraction 1 คลาส มีคลาส RefinedAbstraction ตั้งแต่ 1 คลาส มีคลาส ConcreteImprementor ตั้งแต่ 2 คลาส และมีคลาสอินเตอร์เฟส Imprementor 1 คลาสอยู่ในการออกแบบหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น ตัวอย่างแผนภาพที่เป็นลักษณะร่วมของหน่วยตัวอย่างมีลักษณะเช่นเดียวกับภาพที่ 4.19

ตารางที่ 4.32 จำนวนความสัมพันธ์ของคลาสในหน่วยตัวอย่างก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น

หน่วยตัวอย่าง	จำนวนความสัมพันธ์											
	คลาส Client				คลาส Abstraction				คลาส RefinedAbstraction			
	ก่อน	เฉลี่ย	หลัง	เฉลี่ย	ก่อน	เฉลี่ย	หลัง	เฉลี่ย	ก่อน	เฉลี่ย	หลัง	เฉลี่ย
1	1	0.167	1	0.143	-	-	1	0.143	6	1	2	0.286
2	1	0.125	1	0.111	-	-	1	0.111	8	1	4	0.444
3	2	0.222	2	0.25	-	-	1	0.125	6	0.667	2	0.25
4	1	0.125	1	0.111	-	-	1	0.111	12	1.5	3	0.333
5	1	0.167	1	0.143	-	-	1	0.143	6	1	2	0.286
6	1	0.2	1	0.167	-	-	1	0.167	3	0.6	1	0.167
7	1	0.143	1	0.125	-	-	1	0.125	8	1.143	2	0.25
8	1	0.125	1	0.111	-	-	1	0.111	12	1.5	4	0.444
9	1	0.1	1	0.143	-	-	1	0.143	12	1.2	2	0.286
10	1	0.167	1	0.143	-	-	1	0.143	5	0.833	2	0.286

ตารางที่ 4.32 (ต่อ) จำนวนความสัมพันธ์ของคลาสในหน่วยตัวอย่างก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น

หน่วยตัวอย่าง	จำนวนความสัมพันธ์									
	คลาส Imprementor		คลาส ConcreteImprementor (ผลรวมของทั้งห้าคลาส)				ของการออกแบบ			
	ก่อน	หลัง	ก่อน	เฉลี่ย	หลัง	เฉลี่ย	ก่อน	เฉลี่ย	หลัง	เฉลี่ย
1	[redacted]	-	-	-	2	0.286	7	1.667	6	0.857
2	[redacted]	-	-	-	2	0.222	9	1.125	8	0.889
3	[redacted]	-	-	-	2	0.25	8	0.889	7	0.875
4	[redacted]	-	-	-	3	0.333	13	1.625	8	0.889
5	[redacted]	-	1	0.167	3	0.429	8	1.333	7	1
6	[redacted]	-	-	-	2	0.333	4	0.8	5	0.833
7	[redacted]	-	-	-	3	0.375	9	1.286	7	0.875
8	[redacted]	-	1	0.125	3	0.333	14	1.75	9	1
9	[redacted]	-	-	-	2	0.286	13	1.3	6	0.857
10	[redacted]	-	-	-	2	0.286	6	1	6	0.857

ตารางที่ 4.33 ค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น

หน่วยตัวอย่าง	ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส											
	คลาส Client		**คลาส** Abstraction		**คลาส** RefinedAbstraction		**คลาส** Imprementor		**คลาส** ConcreteImprementor		**คลาสอื่น**	
	ก่อน	**หลัง**	**ก่อน**	**หลัง**	**ก่อน**	**หลัง**	**ก่อน**	**หลัง**	**ก่อน**	**หลัง**	**ก่อน**	**หลัง**
1	0.75	0.875	0.5	0.75	0.9375	0.875		0.5	0.5	0.75	-	-
2	0.75	0.875	0.5	0.75	0.875	0.875		0.5	0.5	0.75	-	-
3	0.875	0.9375	0.5	0.75	0.9375	0.875		0.5	0.5	0.75	0.5	0.5
4	0.75	0.875	0.5	0.75	0.96875	0.875		0.5	0.5	0.75	-	-
5	0.75	0.875	0.5	0.75	0.96875	0.875		0.5	0.625	0.84375	-	-
6	0.75	0.875	0.5	0.75	0.9375	0.875		0.5	0.5	0.75	-	-
7	0.75	0.875	0.5	0.75	0.96875	0.875		0.5	0.5	0.75	-	-
8	0.75	0.875	0.5	0.75	0.96875	0.875		0.5	0.625	0.84375	-	-
9	0.75	0.875	0.5	0.75	0.9375	0.875		0.5	0.5	0.75	-	-
10	0.75	0.875	0.5	0.75	0.90625	0.875		0.5	0.5	0.75	-	-

*ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นในทุกหน่วยตัวอย่างมีค่าเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.34 แสดงค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น

หน่วยตัวอย่าง	**ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส**																
	คลาส Client			**คลาส** Abstraction			**คลาส** RefinedAbstraction			**คลาส** Imprementor		**คลาส** ConcreteImprementor			**คลาสอื่น**		
	ก่อน	หลัง		ก่อน	หลัง		ก่อน	หลัง		ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง		ก่อน	หลัง	
1	0.125	0.125		0.083333	0.107143		0.15625	0.125		[redacted]	0.071429	0.083333	0.107143		-	-	
2	0.09375	0.097222		0.0625	0.083333		0.109375	0.097222			0.055556	0.0625	0.083333		-	-	
3	0.0875	0.117188		0.05	0.09375		0.09375	0.109375			0.0625	0.05	0.09375		0.05	0.0625	
4	0.09375	0.097222		0.0625	0.083333		0.121094	0.097222			0.055556	0.0625	0.083333		-	-	
5	0.125	0.125		0.083333	0.107143		0.161458	0.125			0.071429	0.10415	0.11768		-	-	
6	0.15	0.145833		0.1	0.125		0.1875	0.145833			0.083333	0.1	0.125		-	-	
7	0.107143	0.109375		0.071429	0.09375		0.138393	0.109375			0.0625	0.071429	0.09375		-	-	
8	0.09375	0.097222		0.0625	0.083333		0.121094	0.097222			0.055556	0.078125	0.09375		-	-	
9	0.075	0.125		0.05	0.107143		0.09375	0.125			0.071429	0.05	0.107143		-	-	
10	0.125	0.125		0.083333	0.107143		0.151042	0.125			0.071429	0.083333	0.107143		-	-	

*ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นในทุกหน่วยตัวอย่างมีค่าเพิ่มขึ้น

จำนวนความสัมพันธ์เฉลี่ยของการออกแบบในตารางที่ 4.32 มีหน่วยตัวอย่างจำนวน 1 หน่วยตัวอย่างเท่านั้นที่ความสัมพันธ์เฉลี่ยเพิ่มขึ้น อีกเก้าหน่วยตัวอย่างมีความสัมพันธ์เฉลี่ยลดลง ซึ่งแตกต่างจากการวิเคราะห์ในเบื้องต้น ที่จำนวนความสัมพันธ์ของการออกแบบเฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้น และความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นทั้งสิบหน่วยตัวอย่างมีค่าเพิ่มขึ้นเช่นกัน ผู้วิจัยจึงต้องการทราบว่าจำนวนความสัมพันธ์เฉลี่ยของการออกแบบเพิ่มขึ้นหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นหรือไม่ เนื่องจากในการวิเคราะห์เบื้องต้น พบว่าจำนวนความสัมพันธ์เฉลี่ยของการออกแบบเพิ่มขึ้น และความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก็เพิ่มขึ้นเช่นกัน

ก่อนทดสอบข้อมูลด้วยสถิตทดสอบ ผู้วิจัยต้องตรวจสอบว่าข้อมูลมีการแจกแจงปกติหรือไม่ ที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 โดยตั้งสมมติฐาน ดังนี้

H_0: ความต่างของจำนวนความสัมพันธ์เฉลี่ยของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น **มี**การแจกแจงปกติ

H_1: ความต่างของจำนวนความสัมพันธ์เฉลี่ยของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น **ไม่มี**การแจกแจงแบบปกติ

ตารางที่ 4.35 แสดงค่าความต่างของจำนวนความสัมพันธ์เฉลี่ยของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น

หน่วยตัวอย่าง	ความต่างของจำนวนความสัมพันธ์เฉลี่ยของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น
1	0.81
2	0.236
3	0.014
4	0.736
5	0.333
6	-0.033
7	0.411
8	0.75
9	0.443
10	0.143

ผลการคำนวณค่า Sig. ด้วยโปรแกรมเอสพีเอสเอส (SPSS) มีค่าเท่ากับ 0.2 ซึ่งมีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 จึงไม่สามารถปฏิเสธ H_0 ได้ หมายความว่า ความต่างของจำนวนความสัมพันธ์เฉลี่ยของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นมีการแจกแจงปกติ จึงเลือกใช้สถิติทดสอบแบบอิงพารามิเตอร์ คือ สถิติทดสอบทีเทสแบบจับคู่ (Matched Pair t-Test) สมมติฐานที่ต้องการทดสอบ คือ

H_0: จำนวนความสัมพันธ์เฉลี่ยของการออกแบบหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นมีจำนวนเพิ่มขึ้น

H_1: จำนวนความสัมพันธ์เฉลี่ยของการออกแบบหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นมีจำนวนลดลง

ผลการคำนวณค่า Sig.(2-tailed) ด้วยโปรแกรมเอสพีเอสเอส (SPSS) มีค่าเท่ากับ 0.003 และค่าสถิติทีเท่ากับ 3.985 ดังนั้นจึงสามารถปฏิเสธ H_0 ได้ หมายความว่า จำนวนความสัมพันธ์เฉลี่ยของการออกแบบหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นมีจำนวนลดลง เนื่องจากความสัมพันธ์เฉลี่ยของการออกแบบลดลงแต่ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการออกแบบสูงขึ้น จำนวนความสัมพันธ์จึงบ่งถึงความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบได้

จากตารางที่ 4.33 และตารางที่ 4.34 แสดงให้เห็นว่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสในตารางที่ 4.33 หลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นแล้วความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนของคลาส Client คลาส Abstraction และคลาส ConcreteImprementor เพิ่มขึ้น แต่เนื่องจากหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นจำนวนคลาสในการออกแบบมีจำนวนเพิ่มขึ้นเช่นกัน ผู้วิจัยจึงหารความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสด้วยจำนวนคลาสในการออกแบบ ผลการเฉลี่ยแสดงในตารางที่ 4.34 จึงพบว่าหลังการหารด้วยจำนวนคลาสแล้ว ความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส Client มีจำนวนหกหน่วยตัวอย่างที่ความน่าจะเป็นเฉลี่ยลดลง และอีกสามหน่วยตัวอย่างไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งแตกต่างจากการวิเคราะห์ในเบื้องต้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการพิสูจน์ว่า หลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นแล้วความน่าจะเป็นเฉลี่ยของคลาส Client และคลาส RefinedAbstraction ลดลงหรือไม่ ด้วยการทดสอบสถิติ แต่ก่อนการทดสอบต้องตรวจสอบการแจกแจงของข้อมูล ที่ระดับนัยสัมพันธ์ 0.05 ดังสมติฐาน ต่อไปนี้

1. H_0: ค่าความต่างของความน่าจะเป็นเฉลี่ยของคลาส Client ก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นมีการแจกแจงปกติ

H_1: ค่าความต่างของความน่าจะเป็นเฉลี่ยของคลาส Client ก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นไม่มีการแจกแจงปกติ

2. H_0: ค่าความต่างของความน่าจะเป็นเฉลี่ยของคลาส RefinedAbstraction ก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นมีการแจกแจงปกติ

H_1: ค่าความต่างของความน่าจะเป็นเฉลี่ยของคลาส RefinedAbstraction ก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นไม่มีการแจกแจงปกติ

ตารางที่ 4. 36 แสดงค่าความต่างของความน่าจะเป็นเฉลี่ยของคลาสก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น

หน่วยตัวอย่าง	**ผลต่างความน่าจะเป็นเฉลี่ยของ**	
	คลาส Client	**คลาส** RefinedAbstraction
1	0	0.03125
2	-0.00347	0.012153
3	-0.02969	-0.01563
4	-0.00347	0.023872
5	0	0.036458
6	0.004167	0.041667
7	-0.00223	0.029018
8	-0.00347	0.023872
9	-0.05	-0.03125
10	0	0.026042

จากการคำนวณค่า Sig. ด้วยโปรแกรมเอสพีเอสเอส (SPSS) มีผลดังนี้ (1) ในสมมติฐานแรกมีค่าเท่ากับ 0 ดังนั้นจึงต้องทดสอบสถิติแบบไม่อิงพารามิเตอร์ ซึ่งผู้วิจัยใช้สถิติทดสอบแบบเครื่องหมายกำกับของวิลคอกซันแบบจับคู่ (The Wilcoxon Matched Pair Signed Ranks Test) (2) ในสมติฐานที่ 2 ค่า Sig. มีค่าเท่ากับ 0.10 ซึ่งมีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญ จึงใช้ทดสอบสถิติแบบอิงพารามิเตอร์ คือ สถิติทดสอบทีแบบจับคู่ (Matched Pair t-Test) โดยทดสอบว่า

1. H_0: ความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส Client ลดลงหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น

H_1: ความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส Client เพิ่มขึ้นหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น

2. H_0: ความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส RefinedAbstraction ลดลงหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น

H_1: ความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส RefinedAbstraction เพิ่มขึ้นหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น

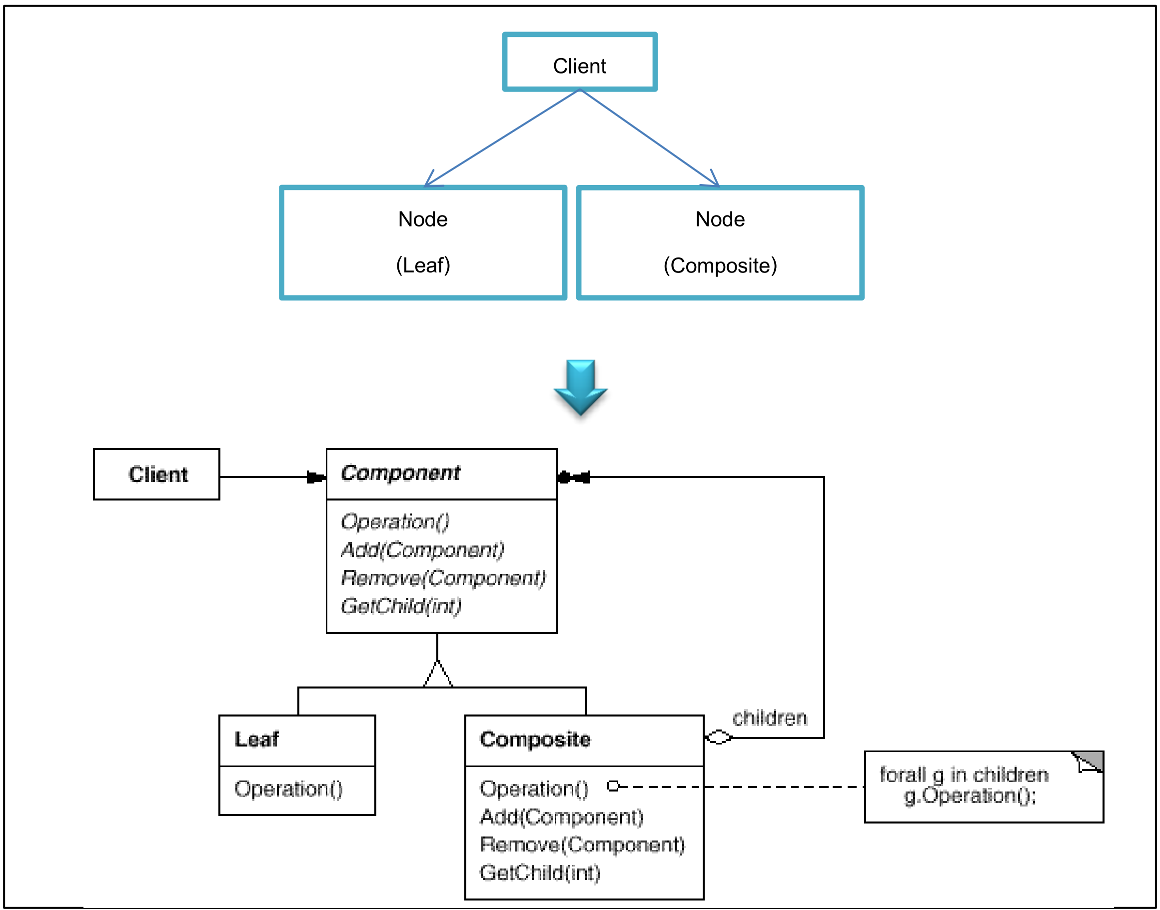
จากการคำนวณค่า Sig.(2-tailed) ด้วยโปรแกรมเอสพีเอสเอส (SPSS) (1) มีค่าเท่ากับ 0.125 เนื่องจากเป็นการทดสอบแบบทางเดียวจึงหารค่า Sig.(2-taiedl) ด้วยสอง จึงมีค่าเท่ากับ 0.0625 ค่าที่ได้มีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 จึงไม่สามารถปฏิเสธ H_0 ได้ หมายความว่าความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส Client ลดลงหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น (2) ค่า Sig.(2-tailed) หารด้วยสองมีค่าเท่ากับ 0.02 ซึ่งน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ แต่ค่าสถิติทีมีค่าเท่ากับ 2.4 ซึ่งมีค่ามากกว่า 0 จึงไม่สามารถปฏิเสธ H_0 ได้ หมายความว่า ความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส RefinedAbstraction ลดลงหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น ดังนั้นคลาส Client และคลาส RefinedAbstraction ไม่ได้ส่งผลให้ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบสูงขึ้น

จากการวิเคราะห์ข้างต้น ผู้วิจัยจึงวิเคราะห์เพิ่มเติมเกี่ยวกับความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของคลาส Abstraction คลาส ConcreteImprementor และคลาส Imprementor กับจำนวนความสัมพันธ์เฉลี่ยของคลาสทั้งสามพบว่า จำนวนความสัมพันธ์เฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของคลาสทั้งสาม ส่งผลให้ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบเพิ่มขึ้น

สรุปได้ว่าสาเหตุที่ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นเพิ่มขึ้น เนื่องจากจำนวนความสัมพันธ์เฉลี่ยของคลาส Abstraction คลาส ConcreteImprementor และคลาส Imprementor ที่เพิ่มขึ้นหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น ซึ่งผลการวิเคราะห์หน่วยตัวอย่างทั้งสิบตัวอย่างสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ในเบื้องต้น

4.9.3 การวิเคราะห์การออกแบบที่ประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นกับความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ

จากการสรุปผลในหัวข้อ 4.8 ไม่เป็นไปตามที่ผู้วิจัยคาดการณ์ไว้เบื้องต้นว่า การประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นเข้ากับการออกแบบเดิมสามารถลดความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบสาเหตุที่ผลการทดลองไม่เป็นไปตามที่คาดการณ์ไว้



ภาพที่ 4.20 แผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น

วัตถุประสงค์ เป็นการรวมเมท็อดที่มีชื่อและพารามิเตอร์เหมือนกันของคลาส Node ไปสร้างเป็นคลาส Component หรือคลาส Composite ดังนั้นคลาส Node จึงมีความสัมพันธ์เพิ่มขึ้นหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น

ผู้วิจัยจึงต้องการพิสูจน์ว่า สาเหตุที่ทำให้ผลการทดลองไม่เป็นไปตามที่คาดการณ์ไว้เนื่องจากคลาส Node เพิ่มจำนวนความสัมพันธ์จึงส่งผลให้ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.37 แสดงจำนวนความสัมพันธ์ของคลาสในการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของภาพที่ 4.20

จำนวนความสัมพันธ์																
คลาส Client					คลาส Component		Node (คลาส Leaf และคลาส Composite)					ของการออกแบบ				
ก่อน	เฉลี่ย	หลัง	เฉลี่ย		ก่อน	หลัง	ก่อน	เฉลี่ย	หลัง	เฉลี่ย		ก่อน	เฉลี่ย	หลัง	เฉลี่ย	
2	0.667	1	0.25	↓		2	-	-	-	-		2	0.667	3	0.25	↓

ตารางที่ 4.38 แสดงค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของภาพที่ 4.20

ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส											
คลาส Client			คลาส Component			Node (คลาส Leaf และคลาส Composite)			ของการออกแบบ		
ก่อน	หลัง		ก่อน	หลัง		ก่อน	หลัง		ก่อน	หลัง	
0.875	0.75	↓		0.5	↑	0.5	0.75	↑	0.626	0.6875	↑

ตารางที่ 4.39 แสดงค่าความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของภาพที่ 4.20

ความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง											
คลาส Client			คลาส Component			Node (คลาส Leaf และคลาส Composite)			ของการออกแบบ		
ก่อน	หลัง		ก่อน	หลัง		ก่อน	หลัง		ก่อน	หลัง	
0.292	0.1875	↓		0.125	↑	0.167	0. 0.1875	↑	0.626	0.6875	↑

จากการคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสและการออกแบบในภาพที่ 4.20 พบว่า หลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นจำนวนความสัมพันธ์เฉลี่ยต่อคลาสในการออกแบบมีจำนวนเพิ่มขึ้น และความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นมีค่าเพิ่มขึ้นเช่นกัน ผู้วิจัยจึงสรุปว่าจำนวนความสัมพันธ์อาจจะมีผลให้ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบกับคอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นสูงขึ้นได้

และผู้วิจัยได้วิเคราะห์ค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนในระดับคลาส พบว่าหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นแล้วความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนของคลาส Client มีค่าลดลง ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส Node (คลาส Leaf และคลาส Composite) มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อเฉลี่ยความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสด้วยจำนวนคลาสในการออกแบบ ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบของคลาส Client มีค่าลดลงเช่นเดียวกับค่าความน่าจะเป็นก่อนเฉลี่ยด้วยจำนวนคลาส Composite และคลาส Leaf มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อเฉลี่ยความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสด้วยจำนวนคลาสในการออกแบบ พบว่า คลาส Client มีค่าลดลง คลาส Node (คลาส Leaf และคลาส Composite) มีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบมีค่าเพิ่มขึ้นหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น จากการวิเคราะห์ข้างต้นพบว่า คลาสที่มีค่าความน่าจะเป็นและค่าความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสเพิ่มขึ้น คือ คลาส Node (คลาส Leaf และคลาส Composite) และคลาส Component ทั้งสามคลาสนี้อาจเป็นสาเหตุให้ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบเพิ่มขึ้นหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น

จากผลการวิเคราะห์ข้างต้น ผู้วิจัยจึงนำแนวทางการวิเคราะห์ดังกล่าวมาวิเคราะห์หน่วยตัวอย่างก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นทั้งสิบหน่วยตัวอย่าง ดังต่อไปนี้

ลักษณะร่วมของหน่วยตัวอย่างก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของสิบหน่วยตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยนี้ มีคลาส Client 1 คลาส มีคลาส Node ตั้งแต่ 2 คลาสขึ้นไป โดยมีตัวอย่างที่มีคลาส Node (Composite) จำนวน 4 คลาส ซึ่งในหน่วยตัวอย่างจะมีคลาส Node (Leaf) เป็นคลาสลูกของคลาส Node (Composite) ดังนั้นการวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบเพิ่มขึ้น จึงแยกนับจำนวนความสัมพันธ์ และการคำนวณความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส Composite ออกจากคลาส Node (Leaf)

ตารางที่ 4.40 จำนวนความสัมพันธ์ของคลาสในหน่วยตัวอย่างก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น

หน่วยตัวอย่าง						จำนวนความสัมพันธ์													
	คลาส Client					คลาส Component		คลาส Composite		Node (คลาส Leaf)					ของการออกแบบ				
	ก่อน	เฉลี่ย	หลัง	เฉลี่ย		ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	เฉลี่ย	หลัง	เฉลี่ย		ก่อน	เฉลี่ย	หลัง	เฉลี่ย	
1	2	0.4	1	0.167		[redacted]	2	[redacted]	-	4	0.8	6	1		6	1.2	7	1.667	
2	3	0.6	2	0.333		[redacted]	2	[redacted]	-	-	-	2	0.333		4	0.8	5	0.833	
3	4	0.8	2	0.286		[redacted]	2	[redacted]	1	2	0.4	3	0.429		7	1.4	7	1	
4	3	0.6	2	0.333		[redacted]	2	[redacted]	-	2	0.4	4	0.667		5	1	6	1	
5	3	0.6	1	0.143		[redacted]	2	[redacted]	1	3	0.6	6	0.857		6	1.2	8	1.143	
6	5	0.833	2	0.25		[redacted]	2	[redacted]	1	-	-	4	0.5		5	0.833	8	1	
7	3	0.5	1	0.143		[redacted]	2	[redacted]	-	-	-	3	0.429		5	0.833	6	0.857	
8	4	0.8	1	0.143		[redacted]	2	[redacted]	1	-	-	4	0.571		4	0.8	6	0.857	
9	4	0.8	2	0.333		[redacted]	2	[redacted]	-	-	-	2	0.333		6	1.2	6	1	
10	3	0.6	2	0.333		[redacted]	2	[redacted]	-	2	0.4	4	0.667		5	1	6	1	

*สำหรับคลาสอื่นๆในการออกแบบจำนวนความสัมพันธ์ก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นมีจำนวนเท่าเดิม ดังนั้นเมื่อหารด้วยจำนวนคลาสที่มากขึ้นหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น ค่าเฉลี่ยของจำนวนความสัมพันธ์จึงลดลง

ตารางที่ 4.41 แสดงค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น

หน่วยตัวอย่าง	ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส											
	คลาส Client		คลาส Node (คลาส Leaf)		คลาส Component		คลาส Composite		คลาสอื่น ๆ		ของการออกแบบ	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1	0.992188	0.75	0.875	0.9375		0.5		-	0.5	0.5	0.748438	0.6875
2	0.9375	0.875	0.5	0.75		0.5		-	0.96875	0.9375	0.68125	0.71875
3	0.998047	0.9375	0.6667	0.8333		0.5		0.75	0.875	0.75	0.774609	0.776786
4	0.984375	0.875	0.75	0.875		0.5		-	0.5	0.5	0.696875	0.6875
5	0.992188	0.75	0.75	0.91667		0.5		0.75	0.5	0.5	0.748438	0.75
6	0.984375	0.9375	0.5	0.90625		0.75		0.875	0.5	0.5	0.580729	0.835938
7	0.9375	0.75	0.5	0.75		0.5		-	0.97656	0.90625	0.731771	0.758929
8	0.96875	0.75	0.5	0.8125		0.5		0.75	-	-	0.59375	0.75
9	0.875	0.75	0.5	0.75		0.5		-	0.992188	0.75	0.748438	0.744792
10	0.984375	0.875	0.75	0.875		0.5		-	0.5	0.5	0.696875	0.6875

ตารางที่ 4.42 แสดงค่าความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น

หน่วยตัวอย่าง	ความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส															
	คลาส Client			คลาส Node (คลาส Leaf)			คลาส Component		คลาส Composite		คลาสอื่น ๆ			ของการออกแบบ		
	ก่อน	หลัง		ก่อน	หลัง		ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง		ก่อน	หลัง	
1	0.198438	0.125	↓	0.175	0.15625	↓	[redacted]	0.8333	[redacted]	-	0.1	0.08333	↓	0.748438	0.6875	↓
2	0.1875	0.145833	↓	0.1	0.125	↑	[redacted]	0.8333	[redacted]	-	0.146875	0.11979	↓	0.68125	0.71875	↑
3	0.199609	0.133929	↓	0.1333	0.11905	↓	[redacted]	0.071486	[redacted]	0.107143	0.175	0.107143	↓	0.774609	0.776786	↑
4	0.196875	0.145833	↓	0.15	0.145833	↓	[redacted]	0.083333	[redacted]	-	0.1	0.083333	↓	0.696875	0.6875	↓
5	0.198438	0.107143	↓	0.15	0.130953	↓	[redacted]	0.071429	[redacted]	0.107143	0.1	0.071429	↓	0.748438	0.75	↑
6	0.164063	0.117188	↓	0.083333	0.11328	↑	[redacted]	0.09375	[redacted]	0.109375	0.083333	0.0625	↓	0.580729	0.835938	↑
7	0.15625	0.107143	↓	0.083333	0.107143	↑	[redacted]	0.071429	[redacted]	-	0.16276	0.129465	↓	0.731771	0.758929	↑
8	0.19375	0.107143	↓	0.1	0.116072	↑	[redacted]	0.071429	[redacted]	0.107143	-	-	↓	0.59375	0.75	↑
9	0.175	0.125	↓	0.1	0.125	↑	[redacted]	0.083333	[redacted]	-	0.198438	0.161458	↓	0.748438	0.744792	↓
10	0.196875	0.145833	↓	0.15	0.145833	↓	[redacted]	0.083333	[redacted]	-	0.1	0.083333	↓	0.696875	0.6875	↓

จากการวิเคราะห์ตารางที่ 4.41 และตารางที่ 4.42 ผู้วิจัยพบว่าคลาสที่มีผลให้ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบสูงขึ้น ได้แก่ คลาส Component และคลาส Composite ซึ่งทั้งสองคลาสเป็นคลาสที่เพิ่มเข้ามาหลังจากประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น แต่คลาสที่ผู้วิจัยสนใจในการวิเคราะห์คือ คลาส Node เนื่องจากความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสหลังจากหารด้วยจำนวนคลาสในการออกแบบมีการเปลี่ยนแปลง ดังนี้ มีจำนวน 5 หน่วยตัวอย่างที่มีความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสลดลง ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการตรวจสอบว่าความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส Node หลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นมีค่าเพิ่มขึ้นหรือไม่ โดยตั้งสมติฐานดังต่อไปนี้

$$H_0: \mu_1 - \mu_2 \leq 0$$

$$H_1: \mu_1 - \mu_2 > 0$$

μ_1 คือ ค่าเฉลี่ยของความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสก่อนประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น

μ_2 คือ ค่าเฉลี่ยของความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น

ก่อนการทดสอบสมติฐานข้างต้น ผู้วิจัยต้องตรวจสอบการแจงแจงของข้อมูลก่อน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยตั้งสมติฐาน ดังนี้

H_0: ความต่างของความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส Node ก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น **มี**การแจกแจงปกติ

H_1: ความต่างของความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส Node ก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น **ไม่มี**การแจกแจงแบบปกติ

ตารางที่ 4.43 ค่าความต่างของความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส Node

หน่วยตัวอย่าง	**ความต่างของความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส Node**
1	0.05
2	-0.025
3	0.01425
4	0.004167
5	0.019047
6	-0.02995
7	-0.02381

ตารางที่ 4.43 ค่าความต่างของความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส Node

หน่วยตัวอย่าง	ความต่างของความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส Node
8	-0.01607
9	-0.025
10	0.004167

จากการคำนวณด้วยโปรแกรมเอสพีเอสเอส (SPSS) ค่า sig. เท่ากับ 0.2 ซึ่งมีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนดไว้ คือ 0.05 ดังนั้น ข้อมูลมูลค่าความต่างของความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส Node ก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นมีการแจกแจงแบบปกติ จึงใช้วิธีการทดสอบสมมติฐานแบบอิงพารามิเตอร์ (Parametric Test) โดยเลือกใช้สถิติทดสอบทีแบบจับคู่ (Matched Pair t-Test) เป็นวิธีสำหรับทดสอบความแตกต่างของลักษณะของข้อมูลสองชุดที่ไม่เป็นอิสระกัน ที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05

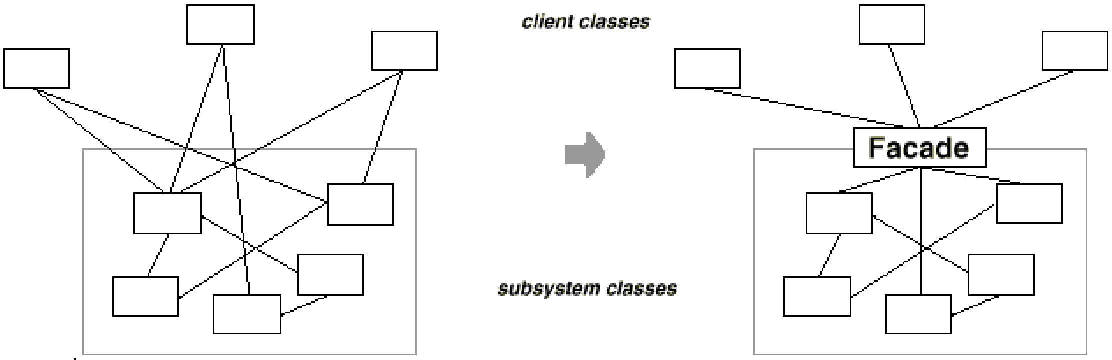
จากการคำนวณด้วยโปรแกรมเอสพีเอสเอส (SPSS) สถิติทดสอบทีมีค่าเท่ากับ -0.944 และค่า Sig.(2-tailed) มีค่าเท่ากับ 0.370 แต่เนื่องจากเป็นการทดสอบแบบทิศทางเดียว จึงต้องหารค่า Sig.(2-tailed) ด้วยสอง 0.185 ซึ่งมีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 ดังนั้นจึงไม่สามารถปฏิเสธ H_0 ได้ หมายความว่า ความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส Node หลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นมีค่าเพิ่มขึ้น

จากการวิเคราะห์ข้างต้น ผู้วิจัยจึงวิเคราะห์เพิ่มเติมเกี่ยวกับความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของคลาส Node คลาส Component และคลาส composite กับจำนวนความสัมพันธ์เฉลี่ยของคลาสทั้งสามพบว่า จำนวนความสัมพันธ์เฉลี่ยของคลาสทั้งสามเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบเพิ่มขึ้น

สรุปได้ว่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นเพิ่มขึ้น เนื่องจากจำนวนความสัมพันธ์เฉลี่ยของคลาส Node คลาส Component และคลาส composite ที่เพิ่มขึ้นหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น ซึ่งผลการวิเคราะห์หน่วยตัวอย่างทั้งสิบตัวอย่างสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ในเบื้องต้น

4.9.4 การวิเคราะห์การออกแบบที่ประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นกับความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ

จากการสรุปผลในหัวข้อที่ 4.8 ที่ไม่เป็นไปตามที่ผู้วิจัยคาดการณ์ไว้เบื้องต้นว่า การประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นเข้ากับการออกแบบเดิมสามารถลดความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบสาเหตุที่ผลการทดลองไม่เป็นไปตามที่คาดการณ์ไว้



ภาพที่ 4.21 แผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น (Gamma et al., 1995)

วัตถุประสงค์ของฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น คือ ลดจำนวนความสัมพันธ์ระหว่าง Client class และ Sub system

เพื่อพิสูจน์ว่าการลดจำนวนความสัมพันธ์ระหว่างคลาส Client และ Subsystem ตามวัตถุประสงค์ของฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นสามารถลดความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบได้หรือไม่

ตารางที่ 4.44 แสดงจำนวนความสัมพันธ์ของคลาสในการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของภาพที่ 4.21

จำนวนความสัมพันธ์																
คลาส Client (**ผลรวมของทั้งสามคลาส**)					**คลาส** Façade		Subsystem (**ผลรวมของทั้งห้าคลาส**)					**ของการออกแบบ**				
ก่อน	**เฉลี่ย**	**หลัง**	**เฉลี่ย**		**ก่อน**	**หลัง**	**ก่อน**	**เฉลี่ย**	**หลัง**	**เฉลี่ย**		**ก่อน**	**เฉลี่ย**	**หลัง**	**เฉลี่ย**	
6	1	3	0.429	↓		3	4	0.667	4	0.571	↓	10	1.667	11	1.571	↓

ตารางที่ 4.45 แสดงค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของภาพที่ 4.21

ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส											
คลาส Client (**ค่าเฉลี่ยของทั้งสามคลาส**)			**คลาส** Façade			Subsystem (**ค่าเฉลี่ยของทั้งห้าคลาส**)			**ของการออกแบบ**		
ก่อน	**หลัง**		**ก่อน**	**หลัง**		**ก่อน**	**หลัง**		**ก่อน**	**หลัง**	
0.989584	0.998047	↑		0.996094	↑	0.6875	0.6875		0.800781	0.825304	↑

ตารางที่ 4.46 แสดงค่าความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของภาพที่ 4.21

ความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง											
คลาส Client (**ค่าเฉลี่ยของทั้งสามคลาส**)			**คลาส** Façade			Subsystem (**ค่าเฉลี่ยของทั้งห้าคลาส**)			**ของการออกแบบ**		
ก่อน	**หลัง**		**ก่อน**	**หลัง**		**ก่อน**	**หลัง**		**ก่อน**	**หลัง**	
0.371094	0.332682	↓		0.110677	↑	0.429688	0.381944	↓	0.800781	0.825304	↑

จำนวนความสัมพันธ์เฉลี่ยที่แสดงในตารางที่ 4.44 ไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบกับฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นได้ เนื่องจากจำนวนความสัมพันธ์เฉลี่ยลดลงแต่ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบสูงขึ้น เมื่อวิเคราะห์จำนวนความสัมพันธ์เฉลี่ยของคลาส จึงพบว่าคลาส Client และคลาสใน Subsystem มีจำนวนความสัมพันธ์เฉลี่ยลดลงหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น

จากตารางที่ 4.45 และตารางที่ 4.46 แสดงให้เห็นว่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสในตารางที่ 4.45 หลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นแล้วความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนของคลาส Client เพิ่มขึ้น แต่เนื่องจากหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นจำนวนคลาสในการออกแบบมีจำนวนเพิ่มขึ้นเช่นกัน ผู้วิจัยจึงหารความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสด้วยจำนวนคลาสในการออกแบบ ผลการเฉลี่ยแสดงในตารางที่ 4.46 จึงพบว่าหลังการหารด้วยจำนวนคลาสแล้ว ความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส Client และคลาสใน Subsystem หลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นมีค่าลดลง

ผู้วิจัยจึงสรุปว่า จำนวนความสัมพันธ์เฉลี่ยของคลาส อาจสามารถส่งผลต่อความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสได้ เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงในทิศทางเดียวกัน เช่นเดียวกับความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส Client และคลาสใน Subsystem มีค่าลดลงหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น แต่สำหรับความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบที่เพิ่มขึ้นหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น ผู้วิจัยคาดว่าคลาส Façade ส่งผลให้ให้ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบสูงขึ้น เนื่องจากเป็นคลาสเดียวที่เพิ่มเข้ามาหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น

จากผลการวิเคราะห์ข้างต้น ผู้วิจัยจึงนำแนวทางการวิเคราะห์ดังกล่าวมาวิเคราะห์หน่วยตัวอย่างก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นทั้งสิบหน่วยตัวอย่าง ดังต่อไปนี้

ลักษณะร่วมของหน่วยตัวอย่างก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นทั้งสิบหน่วยตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยนี้ คือ ในการออกแบบมีคลาส Client เพียง 1คลาส และมีจำนวนความสัมพันธ์ระหว่าง Sub system ตั้งแต่ 2 ความสัมพันธ์ ดังนั้นจำนวนความสัมพันธ์และจำนวนคลาสหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นจึงเพิ่มขึ้น 1 ความสัมพันธ์ และ 1คลาส

ตารางที่ 4.47 จำนวนความสัมพันธ์ของคลาสในหน่วยตัวอย่างก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น

หน่วยตัวอย่าง	จำนวนความสัมพันธ์													
	คลาส Client				คลาส Facade		Sub System				รวม			
	ก่อน	เฉลี่ย	หลัง	เฉลี่ย	ก่อน	หลัง	ก่อน	เฉลี่ย	หลัง	เฉลี่ย	ก่อน	เฉลี่ย	หลัง	เฉลี่ย
1	5	0.833	1	0.143		5	5	0.833	5	0.714	10	1.667	11	1.571
2	2	0.333	1	0.143		2	3	0.5	3	0.43	5	0.833	6	0.857
3	3	0.429	1	0.125		3	4	0.571	4	0.5	7	1	8	1
4	3	0.5	1	0.167		3	2	0.333	2	0.286	5	0.833	6	0.857
5	3	0.6	1	0.167		3	1	0.2	1	0.167	4	0.8	5	0.833
6	4	0.8	1	0.167		4	3	0.6	3	0.5	7	1.4	8	1.33
7	2	0.4	1	0.167		2	4	0.8	4	0.667	6	1.2	7	1.167
8	2	0.286	1	0.125		2	4	0.571	4	0.5	6	0.857	7	0.875
9	2	0.5	1	0.167		2	4	0.8	4	0.667	6	1.2	7	1.167
10	5	0.833	1	0.143		5	-	-	-	-	5	0.833	6	0.875

ตารางที่ 4.48 แสดงค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น

หน่วยตัวอย่าง	ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง										
	คลาส Client			คลาส Facade		Sub System			ของการออกแบบ		
	ก่อน	หลัง		ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง		ก่อน	หลัง	
1	0.999970	0.999985			0.999970	0.734375	0.734375		0.778641	0.810261	
2	0.984375	0.992188			0.984375	0.625000	0.625000		0.684896	0.728795	
3	0.996094	0.998047			0.996094	0.687500	0.687500		0.731585	0.764893	
4	0.984375	0.992188			0.984375	0.575000	0.575000		0.643229	0.693080	
5	0.968750	0.984375			0.968750	0.562500	0.562500		0.643750	0.700521	
6	0.996094	0.998047			0.996094	0.687500	0.687500		0.749219	0.790690	
7	0.992188	0.996094			0.992188	0.687500	0.687500		0.748438	0.789714	
8	0.875000	0.937500			0.875000	0.666667	0.666667		0.696429	0.726563	
9	0.992188	0.996094			0.992188	0.687500	0.687500		0.748438	0.789714	
10	0.984375	0.992188			0.984375	0.500000	0.500000		0.580729	0.639509	

ตารางที่ 4.49 แสดงค่าความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น

หน่วยตัวอย่าง	ความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส)							
	คลาส Client		คลาส Façade		Sub System		รวม	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
1	0.166662	0.142855	[redacted]	0.333323	0.611979	0.524554	0.778641	0.810261
2	0.164063	0.141741	[redacted]	0.140625	0.520833	0.446429	0.684896	0.728795
3	0.142299	0.124756	[redacted]	0.124512	0.589286	0.515625	0.731585	0.764893
4	0.164063	0.141741	[redacted]	0.140625	0.479167	0.410714	0.643229	0.693080
5	0.193750	0.164063	[redacted]	0.161458	0.450000	0.375000	0.643750	0.700521
6	0.199219	0.166341	[redacted]	0.166016	0.550000	0.458333	0.749219	0.790690
7	0.198438	0.166016	[redacted]	0.165365	0.550000	0.458333	0.748438	0.789714
8	0.125000	0.117188	[redacted]	0.109375	0.571429	0.500000	0.696429	0.726563
9	0.198438	0.166016	[redacted]	0.165365	0.550000	0.458333	0.748438	0.789714
10	0.164063	0.141741	[redacted]	0.140625	0.416667	0.357143	0.580729	0.639509

จำนวนความสัมพันธ์ในตารางที่ 4.47 พบว่าคลาส Client และคลาสใน Subsystem มีจำนวนความสัมพันธ์เฉลี่ยลดลงหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น ผลการวิเคราะห์คลาส Client และคลาสใน Subsystem มีผลเหมือนกับการวิเคราะห์เบื้องต้น แต่จำนวนความสัมพันธ์เฉลี่ยมีจำนวนถึง 5 หน่วยตัวอย่างมีเพิ่มขึ้น และหนึ่งหน่วยตัวอย่างที่เท่าเดิม ผู้วิจัยจึงต้องการทราบว่าหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นจำนวนความสัมพันธ์เฉลี่ยของการออกแบบลดลงหรือไม่ โดยตั้งสมมติฐาน ดังต่อไปนี้

$$H_0: \mu_1 - \mu_2 \geq 0$$

$$H_1: \mu_1 - \mu_2 < 0$$

μ_1 คือ จำนวนความสัมพันธ์เฉลี่ยของการออกแบบก่อนประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น

μ_2 คือ จำนวนความสัมพันธ์เฉลี่ยของการออกแบบหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น

ในการเลือกใช้สถิติทดสอบต้องตรวจสอบการแจกแจงของข้อมูลก่อนว่า ข้อมูลที่ต้องการนำมาวิเคราะห์นั้นมีการแจกแจงปกติหรือไม่ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 สมติฐาน คือ

H_0: ค่าความต่างของจำนวนความสัมพันธ์เฉลี่ยก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นมีการแจกแจงปกติ

H_1: ค่าความต่างของจำนวนความสัมพันธ์เฉลี่ยก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นไม่มีการแจกแจงปกติ

ตารางที่ 4.50 ค่าความต่างของจำนวนความสัมพันธ์เฉลี่ยของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น

หน่วยตัวอย่าง	**ความต่างของจำนวนความสัมพันธ์เฉลี่ยของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น**
1	0.096
2	-0.024
3	0
4	-0.024
5	-0.033
6	0.07
7	0.033
8	-0.018
9	0.033
10	-0.042

ผลการคำนวณค่า Sig. มีค่าเท่ากับ 0.186 ซึ่งมีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนดไว้ คือ 0.05 จึงสรุปได้ว่า ข้อมูลมีการแจกแจงปกติ ดังนั้นสถิติที่ผู้วิจัยเลือกใช้สถิติทดสอบแบบอิงพารามิเตอร์ คือ การทดสอบสถิติทีแบบจับคู่ (Matched Pair t-test)

ผลการทดสอบสถิติทีแบบจับคู่ระหว่างจำนวนความสัมพันธ์เฉลี่ยก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นด้วยโปรแกรมเอสพีเอสเอส (SPSS) ค่าที (t) มีค่าเท่ากับ 0.614 และค่า Sig.(2-tailed) มีค่าเท่ากับ 0.555 เนื่องจากเป็นการทดสอบแบบทิศทางเดียวค่า Sig.(2-tailed) จึงต้องหารด้วยสอง จึงมีค่าเท่ากับ 0.2775 ซึ่งมีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญที่ 0.05 จึงสามารถปฏิเสธ H_0 ได้ หมายความว่า หลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นกับหน่วยตัวอย่างทั้งสิบหน่วยตัวอย่างนั้น ส่งผลให้จำนวนความสัมพันธ์เฉลี่ยของการออกแบบเพิ่มขึ้น สรุปว่าจำนวนความสัมพันธ์เฉลี่ยของการออกแบบส่งผลให้ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบเพิ่มขึ้น

จากตารางที่ 4.48 และตารางที่ 4.49 แสดงให้เห็นว่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสในตารางที่ 4.48 หลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นแล้วความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนของคลาส Client เพิ่มขึ้น แต่เนื่องจากหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นจำนวนคลาสในการออกแบบมีจำนวนเพิ่มขึ้นเช่นกัน ผู้วิจัยจึงหารความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสด้วยจำนวนคลาสในการออกแบบ ผลการเฉลี่ยแสดงในตารางที่ 4.49 จึงพบว่าหลังการหารด้วยจำนวนคลาสแล้ว ความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส Client และคลาสใน Subsystem หลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นมีค่าลดลง ซึ่งเหมือนกับผลการวิเคราะห์ในเบื้องต้น

จากการวิเคราะห์ข้างต้น ผู้วิจัยจึงวิเคราะห์เพิ่มเติมเกี่ยวกับความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของคลาส Facade กับจำนวนความสัมพันธ์เฉลี่ยของคลาส Façade พบว่า จำนวนความสัมพันธ์ที่เพิ่มขึ้นของคลาส Facade ส่งผลให้ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบเพิ่มขึ้น

สรุปได้ว่าสาเหตุที่ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นเพิ่มขึ้น เนื่องจากจำนวนความสัมพันธ์ของคลาส Facade ที่เพิ่มขึ้นหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น ซึ่งผลการวิเคราะห์หน่วยตัวอย่างทั้งสิบตัวอย่างสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ในเบื้องต้น

จำนวนความสัมพันธ์เฉลี่ยของคลาส สามารถส่งผลให้ความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาสลดลงหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น เช่นเดียวกับความน่าจะเป็นเฉลี่ยของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคลาส Client และคลาสใน Subsystem มีค่าลดลงหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น แต่สำหรับความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบที่เพิ่มขึ้นหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น คลาส Façade เป็นคลาสเดียวที่เพิ่มเข้ามาหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น จึงมีผลให้ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบสูงขึ้น

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบกับดีไซน์แพตเทิร์น

การเปรียบเทียบความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์นทั้งสี่แพตเทิร์น ได้แก่ (1) อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น (2) บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น (3) คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น และ (4) ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น พบว่าการประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์นทั้งสี่กับหน่วยตัวอย่างที่ผู้วิจัยรวบรวมมาเพื่อใช้ในงานวิจัยนี้โดยเฉพาะไม่ช่วยให้ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบลดลง ผลการวิเคราะห์ดังกล่าว ไม่เป็นไปตามที่ผู้วิจัยคาดการณ์ไว้ในเบื้องต้น ว่าการประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์นทำให้ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนของการออกแบบมีค่าลดลง สามารถสรุปผลการเปรียบเทียบระหว่างความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์น ได้ดังนี้

1. ค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงก่อนประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นเมื่อเปรียบเทียบกับหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น ผลคือ ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นมีค่าไม่ดีขึ้น ซึ่งไม่เป็นไปตามที่ผู้วิจัยคาดหวังไว้ โดยผู้วิจัยคาดหวังว่าหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นแล้วความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงมีค่าดีขึ้น

ในการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ พบว่า การประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น ทำให้คลาสในบทบาทผู้เรียกใช้ (Client) คลาสในบทบาทอะแดปตี้ (Adaptee) และคลาสในบทบาททาร์เก็ต (Target) มีความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงลดลง แต่คลาสในบทบาทอะแดปเตอร์ (Adapter) เป็นคลาสที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการปรับปรุงการออกแบบด้วยอะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น จึงมีความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้น

2. ค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงก่อนประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นเมื่อเปรียบเทียบกับหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น ผลคือ ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นมีค่าไม่ดีขึ้น ซึ่งไม่เป็นไปตามที่ผู้วิจัยคาดหวังไว้ โดยผู้วิจัยคาดหวังว่าหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นแล้วความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงมีค่าดีขึ้น

ในการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ พบว่า การประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น ทำให้คลาสในบทบาทผู้เรียกใช้ (Client) คลาสในบทบาทรีไฟน์แอ็บสแตรคชัน (RefinedAbstraction) มีความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงลดลง แต่คลาสในบทบาทคอนกรีตอิมพลีเมนเตอร์ (ConcreteImplementor) และคลาสในบทบาทแอ็บสแตรคชัน (Abstraction) ต้องเรียกใช้คลาสในบทบาทอิมพลีเมนเตอร์ (Implementor) ซึ่งเป็นคลาสที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการปรับปรุงการออกแบบด้วยบริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น จึงมีความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้น

ที่ถูกประยุกต์ด้วยบริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นมีความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้น

3. ค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงก่อนประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นเมื่อเปรียบเทียบกับหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น ผลคือ ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นมีค่าไม่ดีขึ้น ซึ่งไม่เป็นไปตามที่ผู้วิจัยคาดหวังไว้ โดยผู้วิจัยคาดหวังว่าหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นแล้วความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงมีค่าดีขึ้น

ในการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ พบว่า การประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น ทำให้คลาสในบทบาทผู้เรียกใช้ (Client) และคลาสในบทบาทโนด (Node) มีความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงลดลง แต่คลาสในบทบาทคอมโพเนนท์ (Component) และคลาสในบทบาทคอมโพสิต (Composite) ซึ่งเป็นคลาสที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการปรับปรุงการออกแบบด้วยคอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น จึงมีความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้น

4. ค่าความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงก่อนประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นเมื่อเปรียบเทียบกับหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น ผลคือ ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นมีค่าไม่ดีขึ้น ซึ่งไม่เป็นไปตามที่ผู้วิจัยคาดหวังไว้ โดยผู้วิจัยคาดหวังว่าหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นแล้วความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงมีค่าดีขึ้น

ในการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ พบว่า การประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น ทำให้คลาสในบทบาทผู้เรียกใช้ (Client) และคลาสในบทบาทระบบย่อย (Subsystem) มีความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงลดลง แต่คลาสฟะซาดเป็นคลาสที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการปรับปรุงการออกแบบด้วยฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นจึงมีความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่เพิ่มขึ้น

5.2 **การนำงานวิจัยไปใช้** (Contribution)

ข้อค้นพบในการศึกษานี้ ช่วยต่อยอดองค์ความรู้เกี่ยวกับดีไซน์แพตเทิร์น ประกอบด้วย (1) อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น (2) บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น (3) คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น และ (4) ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น ไปประยุกต์กับการออกแบบแผนภาพคลาสและแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบที่อาจเกิดขึ้นอนาคต ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ดีไซน์แพตเทิร์นทั้งสี่แพตเทิร์นที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ได้แก่ (1) อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น (2) บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น (3) คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น และ (4) ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น ไม่มีผลต่อความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบมีค่าลดลง จากการศึกษางานวิจัยในอดีต (Bieman et al., 2001; Bieman et al., 2003; Penta et al., 2008; Gatrell et al., 2009) ผู้วิจัยยังไม่พบการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงและการประยุกต์ใช้ดีไซน์แพตเทิร์นในการออกแบบเชิงวัตถุ ดังนั้นข้อค้นพบในงานวิจัยนี้จึงเป็นพื้นฐานสำหรับการศึกษาเกี่ยวกับออกแบบแผนภาพคลาสด้วยดีไซน์แพตเทิร์นทั้งสี่และความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงต่อไป

2. ผลการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบ พบว่าโดยส่วนใหญ่ให้ผลการทดลองที่ไม่แตกต่างกัน (รายละเอียดอธิบายในหัวข้อ 4.8) คือการประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์นทั้งสี่ไม่สามารถลดความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนของการออกแบบ แต่สำหรับคลาสที่เรียกใช้งานกลุ่มคลาสในดีไซน์แพตเทิร์นมีความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงลดลง สำหรับระบบที่มีการเรียกใช้งานคลาสใดคลาสหนึ่งจำนวนมาก จากผลสรุปข้างต้นชี้ให้เห็นว่า คลาสที่อยู่บทบาทเดิมซึ่งจะเรียกใช้งานกลุ่มคลาสในดีไซน์แพตเทิร์นมีความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงลดลง ซึ่งหมายความว่า การประยุกต์ใช้ดีไซน์แพตเทิร์นสามารถช่วยรองรับการเปลี่ยนแปลงของระบบที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตได้ โดยให้คลาสที่ทำหน้าที่ในบทบาทของดีไซน์แพตเทิร์นนั้นๆรองรับการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นแทน

5.3 **ข้อจำกัดของงานวิจัยและข้อเสนอแนะ**

มีอย่างน้อยสามประการดังนี้

1. การศึกษานี้เป็นการทดลองกับหน่วยตัวอย่างที่รวบรวมขึ้นมาเพื่องานวิจัยนี้โดยเฉพาะ ซึ่งหน่วยตัวอย่างอาจไม่สะท้อนถึงการออกแบบที่ใช้ในธุรกิจจริง ซึ่งเป็นระบบที่มีคลาสเรียกใช้งานกลุ่มคลาสในดีไซน์แพตเทิร์นจำนวนมาก ความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนของการออกแบบอาจจะลดลง จึงเป็นที่น่าสนศึกษาในอนาคต

2. ประเด็นเกี่ยวกับจำนวนหน่วยตัวอย่าง ในงานวิจัยนี้ใช้หน่วยตัวอย่างเพียงดีไซน์แพตเทิร์นละ 10 หน่วยตัวอย่าง ซึ่งถือว่าไม่มากนัก ดังนั้นการศึกษาเพิ่มเติมในอนาคต ผู้วิจัยแนะนำให้เพิ่มจำนวนหน่วยตัวอย่างให้มากขึ้น เพื่อจะได้สามารถเปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลของความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบได้ชัดเจนขึ้น

3. ดีไซน์แพตเทิร์น จากจำนวนดีไซน์แพตเทิร์นของจีโอเอฟ (GoF) มีทั้งหมด 23 ดีไซน์แพตเทิร์น (Gamma et al., 1995) ผู้วิจัยได้เลือกใช้ในงานวิจัยนี้เพียงสี่ดีไซน์แพตเทิร์นในการวิเคราะห์เท่านั้น ในอนาคตเพื่อเป็นการวิจัยให้ครอบคลุมยิ่งขึ้นผู้วิจัยจึงแนะนำให้ศึกษาดีไซน์แพตเทิร์นอีกจำนวน 19 ดีไซน์แพตเทิร์น เพื่อความชัดเจนสำหรับการวิเคราะห์ผลการทดลองในการตอบคำถามว่าดีไซน์แพตเทิร์นสามารถช่วยให้การออกแบบมีความความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบลดลงหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์นหรือไม่

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กัลยา วานิชย์บัญชา. 2551. หลักสถิติ. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กัลยา วานิชย์บัญชา. 2553. สถิติสำหรับงานวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: ธรรมสาร.

คณิต มงคลพิทักษ์สุข. 2549. Math E-Book. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://math.reads.it. [18 สิงหาคม 2554]

บรรจง หะรังสี และญาณวรรณ สินธุภิญโญ. 2542. แนะนำ UML เบื้องต้น. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.msit.mut.ac.th/newweb/phpfile/Thesis/Thesis_2554/20ISO.pdf [29 มิถุนายน 2554]

พินันท์ คงคาเพชร. สถิตินันพาราเมตริก. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: แดเน็กซ์ อินเตอร์คอร์ปอเรชั่น, 2554.

สำนักงานสถิติแห่งชาติ. 2547. การเลือกใช้ตัวทดสอบสถิติ. กรุงเทพฯ : กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร.

โครงการพัฒนากรอบแนวทางมาตรฐานการแลกเปลี่ยนข้อมูลแห่งชาติ. 2553. กรอบแนวมาตรฐานการแลกเปลี่ยนข้อมูลแห่งชาติ. กรุงเทพฯ : กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร.

ภาษาอังกฤษ

Bieman, J. M., Andrews, A. A. and Yang, H. J. 2003. Understanding Change-proneness in OO Software through Visualization. Proceedings of the 11th IEEE International WorkShop On Program Comprehension (IWPC’03).

Bieman, J. M., Jain, D. and Yang, H. J. 2001. OO Design Pattern, Design Structure and Program Change. Proceedings International Conference on Software Maintenance.

Elish, M. 2006. Do Structural Design Pattern Promote Design Stability?. Proceedings of the 30th Annual International Computer and Applications Conference (COMPSAC’ 06).

Gamma, E., Helm, R., Johnson, R. and Vlissides, J. 1995. Design Pattern Elements of Reusable Object-Oriented Software. Addison Wesley Longman.

Gatrell, M., Counsell, S. and Hall, T. 2009. Design Pattern and Change Proneness: a replication using proprietary C# software. Working Conference on Reverse Engineering 16th.

Grand, M. 2002. Patterns in Java. Volume 1- A Catalog of Reusable Design Patterns Illustrated with UML. United States of America. WILEY.

Hunt, J. 2003. Guide to the Unified Process featuring UML, Java and Design Patterns. United States of America, Springer.

Metsker, J. S. and Wake, C. W. 2006. Design Pattern In JAVA. Addison-Wesley.

Penta, M., Cerulo, L., Gueheneuc, Y. and Antonil, G. 2008. An Empirical Study of the Relationships between Design Pattern Roles and Class Change Proneness. Proceedings International Conference on Software Maintenance.

Sharafat, R., A. and Tahvildari, L. 2008. Change Prediction in Object-Oriented Software System: A Probabilistic Approach. EuroPean Conference on Software Maintenance and Reengineering 11th.

Sommerville, I. 2001. Software Engineering 6th. Addison Wesley.

Tsantalis, N., Chatzingeorgiou, A., Staphanides, G. and Deligiannis, I. 2004. Probabilistic Evaluation of Object-Oriented System. Proceedings of 10th International Symposium on Software Metrics (METRICS' 04).

Tsantalis, N., Chatzingeorgiou, A., Staphanides, G. and Deligiannis, I. 2005. Predicting the Probability of Change in Object-Oriented System. IEEE Transaction on Software Engineering.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
หน่วยตัวอย่างอะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น

หน่วยตัวอย่างที่ 1

แหล่งที่มา http://blog.logicboost.com/

```
Interface IAccount {
String AccountName()
Decimal GetAccountBalance()
}

Account : SavingAccount {
String AccountName()
Decimal GetAccountBalance()
}

AccountAdapter : IAccount {
    Private CommercialAccount commercialAccount;
    Public AccountAdapter() {
        commercialAccount  = CommercialAPI.GetAccountInfo();
    }
    Public string AccountName() {
        Return commercialAccount.Name;
    }
    Public decimal GetAccountBalance() {
        Return commercialAccount.Balance;
    }

CommercialAccount {}
```

ภาพที่ ก.1 ซอร์สโค้ดหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ของหน่วยตัวอย่างที่ 1

ฟังก์ชั่นของระบบ

- คำนวณเงินและแสดงรายละเอียดของประเภทบัญชีหลังจากการทำธุรกรรม (ฝากหรือถอน) ประกอบบัญชี 2 ประเภท คือ บัญชีออมทรัพย์ และกระแสรายวัน ประกอบด้วยคลาส เมท็อด และแอตทริบิวต์ ดังนี้

1. คลาส Banking เป็นคลาสหลักทำหน้าที่ส่งข้อมูล ให้กับคลาส SavingAcc และคลาส CurrentAcc

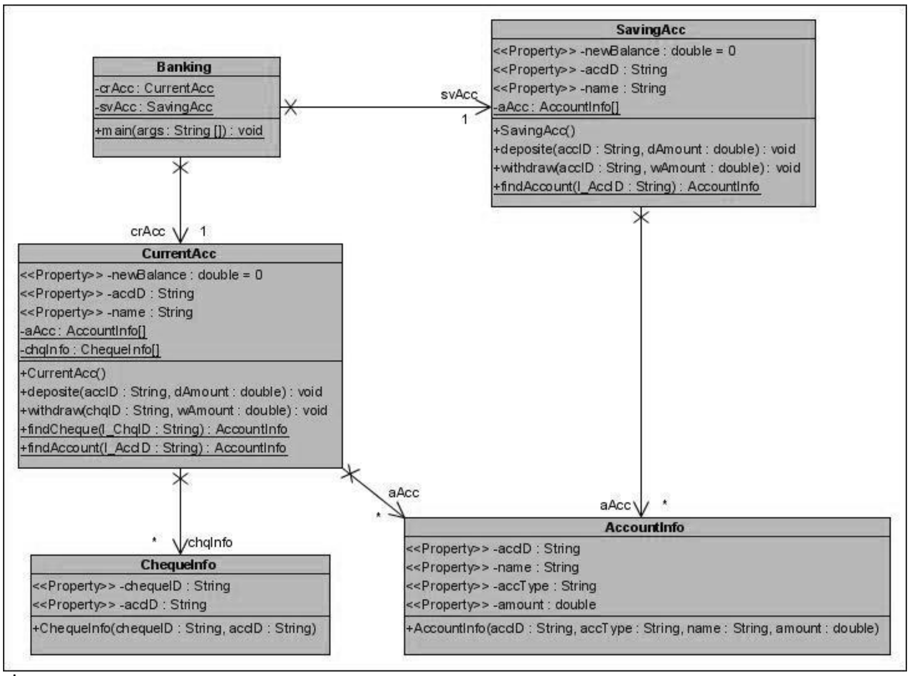
2. คลาส SavingAcc ประกอบด้วยเมท็อด (1) deposite ทำหน้าที่เพิ่มจำนวนเงินในบัญชีตามข้อมูลเลขบัญชี จำนวนเงิน ที่คลาส Banking ส่งมาให้ (2) withdraw ทำหน้าที่ลดจำนวนเงิน

ในบัญชี ตามข้อมูลเลขบัญชี จำนวนเงิน ที่คลาส Banking ส่งมาให้ (3) findAccount ทำหน้าที่ค้นหารายละเอียดของบัญชีจากคลาส Account ที่มีเลขบัญชีตรงกับที่คลาส Banking ส่งมาให้

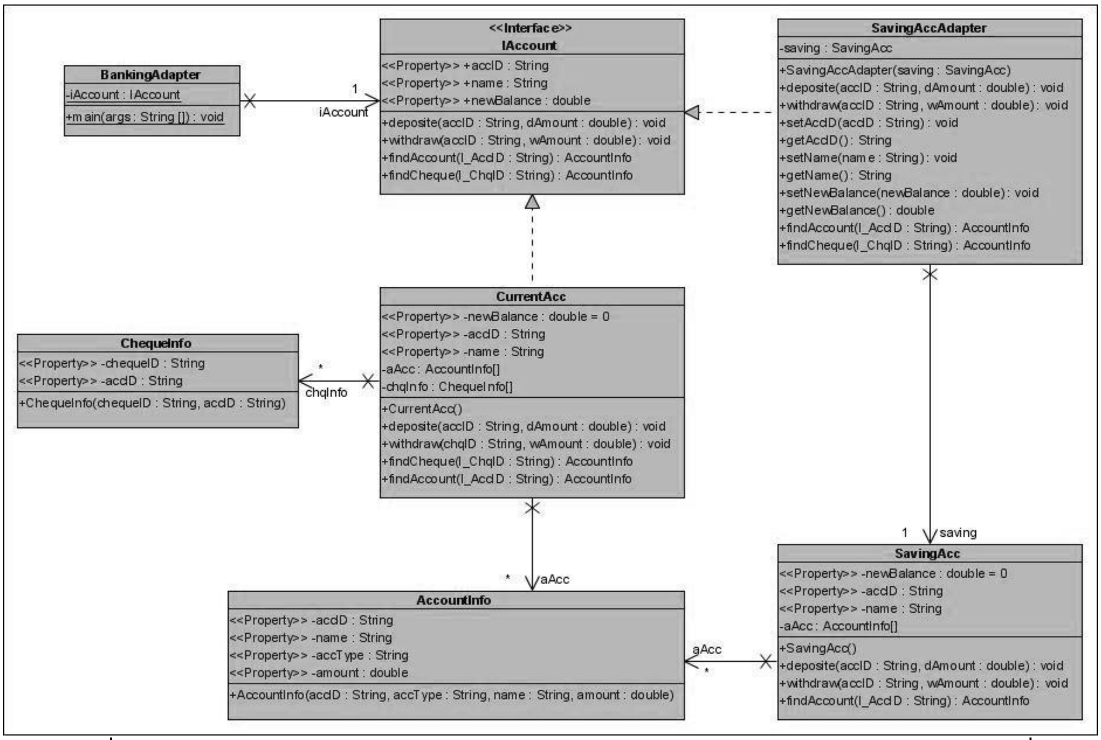
3. คลาส CurrentAcc ประกอบด้วยเมท็อด (1) deposite ทำหน้าที่เพิ่มจำนวนเงินในบัญชี ตามข้อมูลเลขบัญชี จำนวนเงิน ที่คลาส Banking ส่งมาให้ (2) withdraw ทำหน้าที่ลดจำนวนเงินในบัญชี ตามข้อมูลเลขบัญชี จำนวนเงิน ที่คลาส Banking ส่งมาให้ (3) findAccount ทำหน้าที่ค้นหารายละเอียดของบัญชีจากคลาส AccountInfo ที่มีเลขบัญชีตรงกับที่คลาส Banking ส่งมาให้ (4) findCheque ทำหน้าที่ส่งหมายเลขเช็คที่ได้รับจากคลาส Banking ไปค้นหาเลขบัญชีจากคลาส ChequeInfo ก่อนนำเลขบัญชีไปค้นหาค้นหารายละเอียดของบัญชีจากคลาส AccountInfo ที่มีเลขบัญชีตรงกัน

4. คลาส AccountInfo เป็นคลาสที่ทำหน้าที่สร้างอ็อบเจกต์ของบัญชีธนาคาร ซึ่งประกอบด้วยข้อมูล เลขบัญชี ชื่อบัญชี จำนวนเงินคงเหลือ และประเภทบัญชี

5. คลาส ChequeInfo ทำหน้าที่ค้นหาเลขบัญชี จากหมายเลขเช็คที่ได้รับจากคลาส CurrentAcc



ภาพที่ ก.2 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 1



ภาพที่ ก.3 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 1

ตารางที่ ก.1 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 1

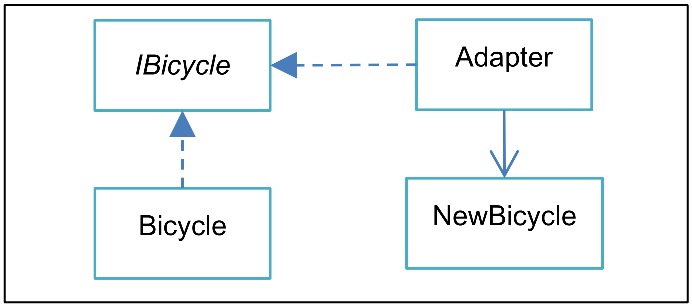
<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">ฟังก์ชั่น</th><th colspan="2">ข้อมูลเข้า</th><th rowspan="2">ผลการทดสอบ</th></tr>
<tr><th>เลขที่บัญชี</th><th>จำนวนเงิน</th></tr>
<tr><td rowspan="4">บัญชีออมทรัพย์</td><td rowspan="2">ฝาก</td><td>12345678</td><td>10,000</td><td>เลขที่บัญชี: 12345678
ชื่อ: AAA
ยอดเงินคงเหลือ: 110,000.0</td></tr>
<tr><td>xxxxxxxx</td><td>10,000</td><td>ไม่พบข้อมูล</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ถอน</td><td>12345678</td><td>10,000</td><td>เลขที่บัญชี: 12345678
ชื่อ: AAA
ยอดเงินคงเหลือ: 90,000.0</td></tr>
<tr><td>xxxxxxxx</td><td>10,000</td><td>ไม่พบข้อมูล</td></tr>
<tr><td rowspan="2">บัญชีกระแสรายวัน</td><td rowspan="2">ฝาก</td><td>23456789</td><td>10,000</td><td>เลขที่บัญชี: 23456789
ชื่อ: BBB
ยอดเงินคงเหลือ: 110,000.0</td></tr>
<tr><td>xxxxxxxx</td><td>10,000</td><td>ไม่พบข้อมูล</td></tr>
</table>

ตารางที่ ก.1 (ต่อ) ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 1

ฟังก์ชั่น		ข้อมูลเข้า		ผลการทดสอบ
		เลขที่บัญชี	จำนวนเงิน	
บัญชีกระแสรายวัน	ถอน	123456 (หมายเลขเช็ค)	10,000	เลขที่บัญชี: 23456789 ชื่อ: BBB ยอดเงินคงเหลือ: 90,000.0
		xxxxxxxx	10,000	ไม่พบข้อมูล

<u>หน่วยตัวอย่างที่ 2</u>

<u>แหล่งที่มา</u> http://www.cs.nott.ac.uk/



ภาพที่ ก.4 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ของหน่วยตัวอย่างที่ 2

<u>ฟังก์ชั่นของระบบ</u>

- คำนวณราคาจักรยานและแสดงข้อมูลอุปกรณ์จักรยานที่สั่งประกอบพร้อมราคาจักรยานสุทธิ ประกอบด้วยคลาส เมท็อด และแอตทริบิวต์ ดังนี้

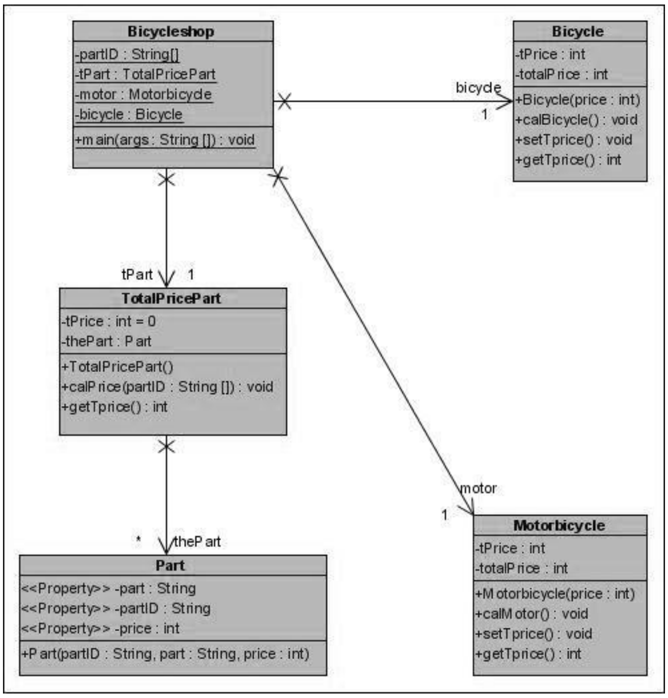
1. คลาส BicycleShop เป็นคลาสหลัก ทำหน้าที่ส่งข้อมูลไปยังคลาส Bicycle คลาส MotorBicycle และคลาส TotalPricePart

2. คลาส Bicycle มีเมท็อด calBicycle ทำหน้าที่คำนวณราคาจักรยานสุทธิ โดยคิดจากราคาอุปกรณ์ซึ่งคลาส BicycleShop ส่งให้

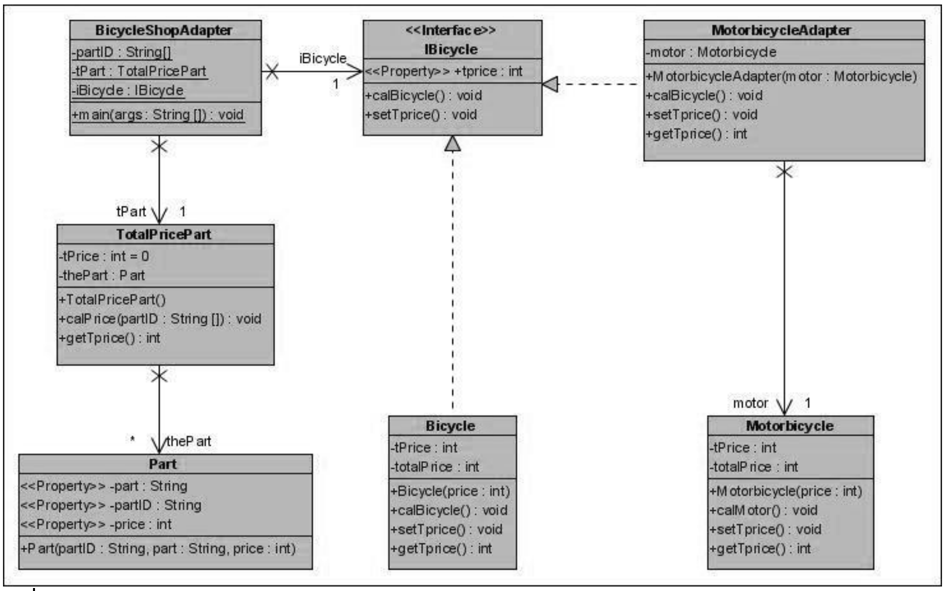
3. คลาส MotorBicycle มีเมท็อด calMotor ทำหน้าที่คำนวณราคาจักรยานไฟฟ้าสุทธิ โดยคิดจากราคาอุปกรณ์ซึ่งคลาส BicycleShop ส่งให้

4. คลาส TotalPricePart มีเมท็อด calPrice ทำหน้าที่คำนวณราคาอุปกรณ์ที่ประกอบเป็นจักรยาน ซึ่งรหัสของอุปกรณ์ที่ใช้ในการประกอบถูกส่งมาจากคลาส BicycleShop

5. คลาส Part มีหน้าที่ค้นหาราคาอุปกรณ์ เพื่อส่งไปคำนวณในคลาส TotalPricePart



ภาพที่ ก.5 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 2



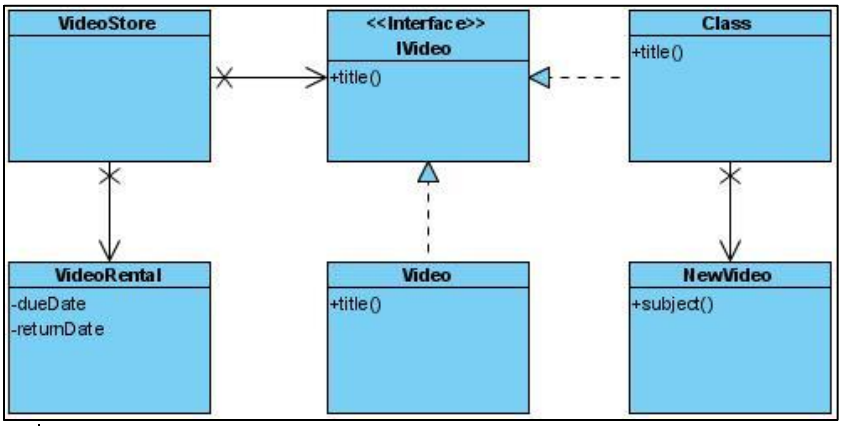
ภาพที่ ก.6 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 2

ตารางที่ ก.2 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 2

ฟังก์ชั่น	ข้อมูลเข้า รายการรหัสอุปกรณ์	ผลการทดสอบ
คำนวณราคาจักรายาน	1 5 6 และ 8	โครงจักรยาน เหล็กหนาพิเศษ ล้อสแตนเลสเคลือบสี ขาถีบ แบบสวม มือจับ ยาง ราคาจักรยาน: 30240บาท
คำนวณราคาจักรยานไฟฟ้า	1 5 6 และ 8	โครงจักรยาน เหล็กหนาพิเศษ ล้อสแตนเลสเคลือบสี ขาถีบ แบบสวม มือจับ ยาง ราคาจักรยานไฟฟ้า: 55,600บาท

<u>หน่วยตัวอย่างที่ 3</u>

<u>แหล่งที่มา</u> http://www.rose-hulman.edu/



ภาพที่ ก.7 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ของหน่วยตัวอย่างที่ 3

<u>ฟังก์ชั่นของระบบ</u>

- คำนวณค่าเช่า และค่าปรับ ของการเช่าแผ่นดีวีดี และบลูเรย์ ประกอบด้วย คลาส เมท็อด และแอตทริบิวต์ ดังนี้

1. คลาส DVDShop เป็นคลาสหลักมีเมท็อด (1) main ส่งข้อมูลวันที่หนังไปยังคลาส CheckDate ทำหน้าที่ (2) findCustomer ทำหน้าที่ค้นหาข้อมูลของสมาชิก (3) findItem ทำหน้าที่ค้นหาข้อมูลหนัง

2. คลาส RentDetail เป็นคลาสที่ทำหน้าที่สร้างอ็อบเจกต์รายการเช่าหนังของลูกค้า ประกอบด้วย รหัสลูกค้า รหัสหนัง และวันที่ยืม

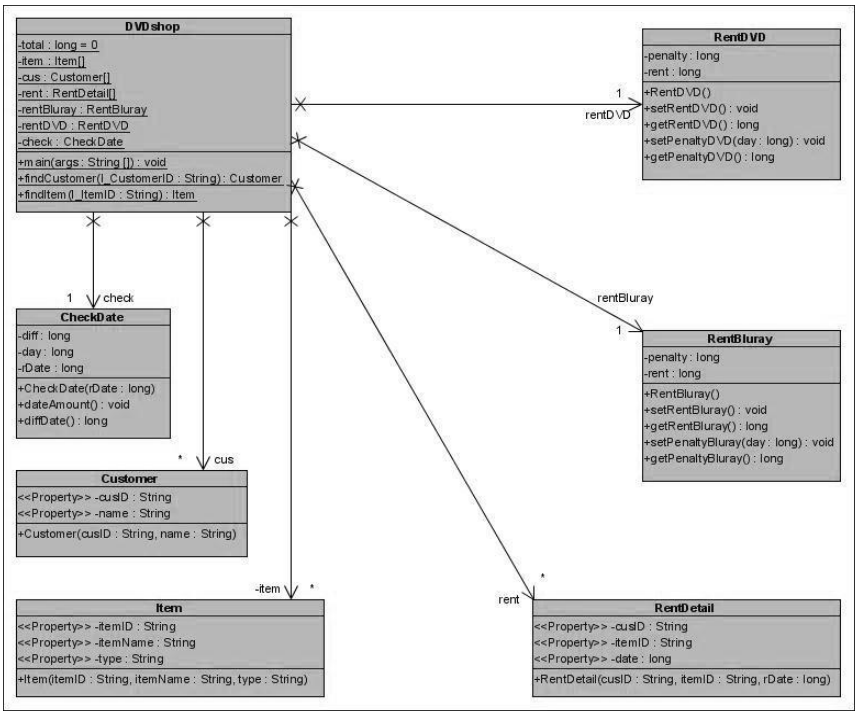
3. คลาส Customer เป็นคลาสที่ทำหน้าที่สร้างอ็อบเจกต์ข้อมูลของลูกค้า ประกอบด้วย รหัส และชื่อลูกค้า

4. คลาส Item ทำหน้าที่สร้างอ็อบเจกต์ข้อมูลหนัง ประกอบด้วย รหัสหนัง ชื่อหนัง และประเภทแผ่นหนัง (ดีวีดี หรือบลูเรย์)

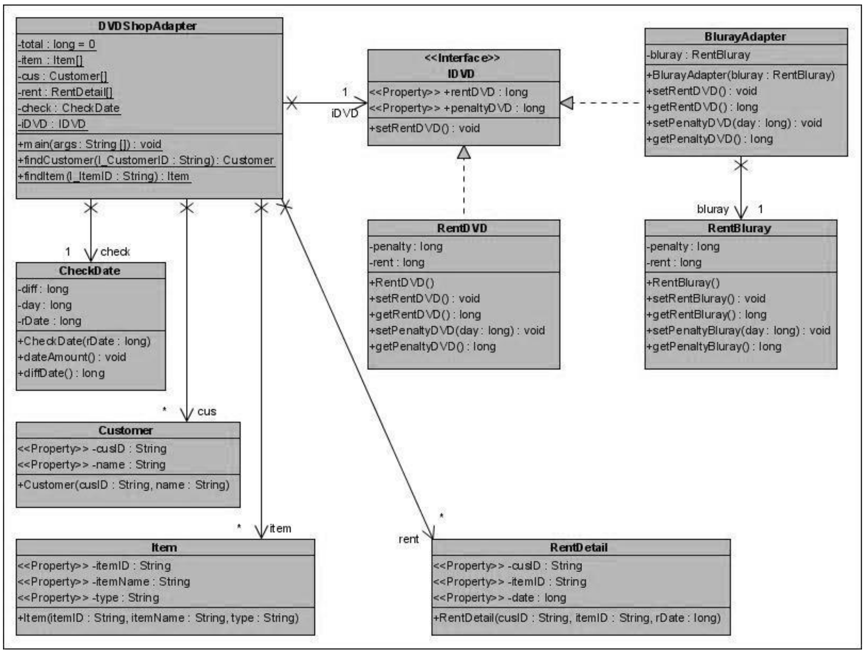
5. คลาส CheckDate มีเมท็อด (1) dateAmount ทำหน้าที่คำนวณจำนวนวันที่ยืมหนังเมื่อนำหนังมาคืน (2) diffDate ทำหน้าที่ส่งข้อมูลจำนวนวันที่ยืมหนังไปยังคลาส DVDShop

6. คลาส RentDVD มีเมท็อด (1) setRentDVD ทำหน้าที่คำนวณค่าเช่าหนัง (2) getRentDVD ทำหน้าที่ส่งข้อมูลค่าเช่าหนังไปยังคลาส DVDShop (3) setPenaltyDVD ทำหน้าที่คำนวณค่าปรับ (4) getPenaltyDVD ทำหน้าที่ส่งข้อมูลค่าปรับไปยังคลาส DVDShop

7. คลาส RentBluray มีเมท็อด (1) setRentBluray ทำหน้าที่คำนวณค่าเช่าหนัง (2) getRentBluray ทำหน้าที่ส่งข้อมูลค่าเช่าหนังไปยังคลาส DVDShop (3) setPenaltyBluray ทำหน้าที่คำนวณค่าปรับ (4) getPenaltyBluray ทำหน้าที่ส่งข้อมูลค่าปรับไปยังคลาส DVDShop



ภาพที่ ก.8 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 3



ภาพที่ ก.9 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 3

ตารางที่ ก.3 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 3

<table>
<tr><th rowspan="2">ฟังก์ชั่น</th><th colspan="2">ข้อมูลเข้า</th><th rowspan="2">ผลการทดสอบ</th></tr>
<tr><th>รหัสสมาชิก</th><th>รายการรหัสแผ่นหนังที่คืน</th></tr>
<tr><td>คำนวณค่าเช่าและค่าปรับการเช่าหนัง</td><td>1</td><td>1 และ 3</td><td>เรื่อง: Snow White(Blu-Ray)
จำนวนวันที่ยืม: 9 ค่าเช่า: 40
ค่าปรับ: 80
เรื่อง: Troy(DVD)
จำนวนวันที่ยืม: 5 ค่าเช่า: 20
ค่าปรับ: -
ทั้งหมดเป็นเงิน: 140</td></tr>
</table>

<u>หน่วยตัวอย่างที่ 4</u>

<u>แหล่งที่มา</u> http://www.java2s.com/

```
public sealed class ForeignExchange {
    public string UStoUK() {
        return "USD to GBP is...";
    }
    public string UStoCAN() {
        return "USD to CND is...";
    }
    public ForeignExchange() { ;}
}
```

```
public class Client {
    static void Main(string[] args) {
        AdapterWrapper afx = new Adapter ();
        Console.WriteLine(afx. USD_GBP());
        Console.WriteLine(afx. USD_CND());
        Console.WriteLine(afx. USD_AUD());
}
```

```
public interface AdapterWrapper {
    public string USD_GBP();
    public string USD_CND();
    public string USD_AUD();
}
```

```
public class Adapter implements AdapterWrpper {
    private ForeignExchange sourceCode;
    public string USD_GBP() {
        return "Conversion " + this.sourceCode.UStoUK();
    }
    public string USD_CND() {
        return "Conversion " + this.sourceCode.UStoCAN();
    }
    public string USD_AUD() {
        return "Conversion USD to AUD is...";
    }
    public string USD_JPY() {
        return "Conversion USD to JNY is...";
    }
    public Adapter() {
        sourceCode = new ForeignExchange();
    }
}
```

ภาพที่ ก.10 ซอร์สโค้ดหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ของหน่วยตัวอย่างที่ 4

<u>ฟังก์ชั่นของระบบ</u>

- คำนวณค่าอาหาร และคำนวณเงินทอน ในสกุลเงินดอลลาร์สหรัฐ ประกอบด้วย คลาส เมท็อด และแอตทริบิวต์ ต่อไปนี้

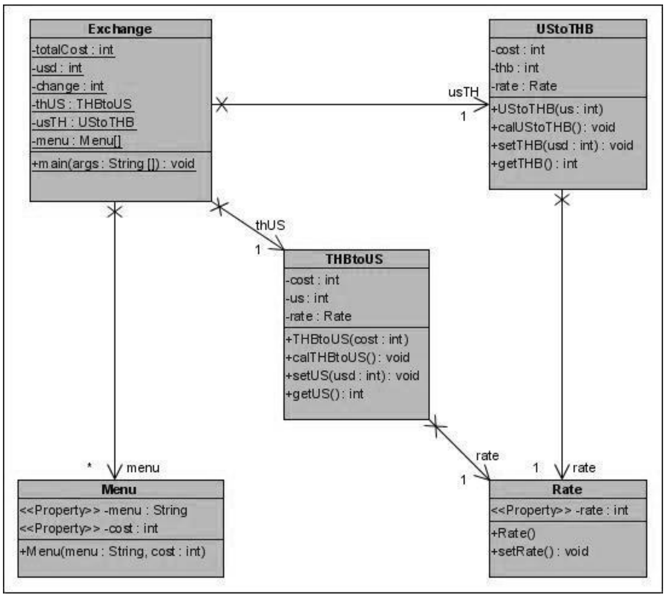
1. คลาส Exchange เป็นคลาสหลักทำหน้าที่ส่งข้อมูลไปยังคลาส Menu คลาส USToTHB และคลาส THBToUS และทำหน้าที่คำนวณราคาอาหารด้วย

2. คลาส Menu เป็นคลาสที่ทำหน้าที่ค้นหาราคาอาหาร (เงินบาท) เพื่อส่งราคาอาหารกลับไปยังคลาส Exchange เพื่อคำนวณราคาอาหารจากรายการอาหารที่สั่ง

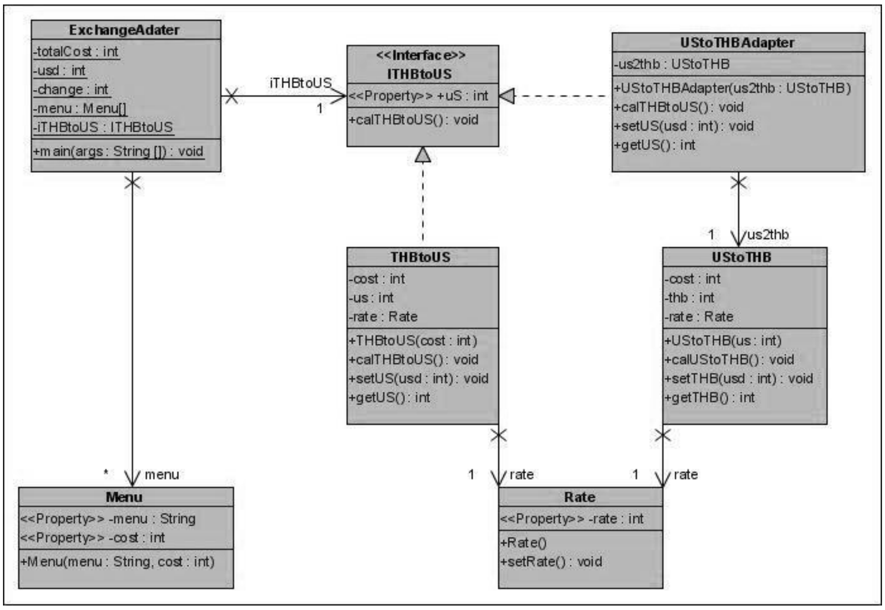
3. คลาส THBToUS มีเมท็อด calTHBToUS ทำหน้าที่คำนวณราคาอาหารจากเงินบาทเป็นดอลลาร์ โดยอัตราการแลกเปลี่ยนมาจากคลาส Rate

4. คลาส USToTHB มีเมท็อด calUSToTHB ทำหน้าที่คำนวณเงินทอนสำหรับลูกค้าที่จ่ายเป็นเงินดอลลาร์ ทางร้านจะทอนเป็นเงินบาท โดยอัตราแลกเปลี่ยนมาจากคลาส Rate

5 คลาส Rate ทำหน้าที่ค้นหาอัตราแลกเปลี่ยน



ภาพที่ ก.11 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 4



ภาพที่ ก.12 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 4

ตารางที่ ก.4 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 4

ฟังก์ชั่น	ข้อมูลเข้า	ผลการทดสอบ
คำนวณราคาอาหาร	Lobster และ Salad	ค่าอาหาร: 134 ดอลลาร์
คำนวณเงินทอน	150 (ดอลลาร์)	รับเงินมา: 150 ดอลลาร์ เงินทอน: 400 บาท

หน่วยตัวอย่างที่ 5

แหล่งที่มา http://sourcemaking.com/

```
TNewCustomer = class
   private FCustomerID: Longint;
   FFirstName: string;
   FLastName: string;
   FDOB: TDateTime;
   protected
   function GetCustomerID: Longint; virtual;
   function GetFirstName: string; virtual;
   function GetLastName: string; virtual;
   function GetDOB: TDateTime; virtual;
   public constructor Create(CustID: Longint); virtual;
   property CustomerID: Longint read GetCustomerID;
   property FirstName: string read GetFirstName;
   property LastName: string read GetLastName;
   property DOB: TDateTime read GetDOB; end;
```

```
TOldCustomer = class
   FCustomerID: Integer;
   FName: string;
   FDOB: TOldDOB;
   public constructor Create(CustID: Integer);
      property CustomerID: Integer read FCustomerID;
      property Name: string read FName;
      property DOB: TOldDOB read FDOB;end;
   constructor TOldCustomer.Create(CustID: Integer);
   begin
      FCustomerID := CustomerID;
      FName := 'An Old_Customer';
      with FDOB do begin
         Day := 1;
         Month := 1;
         Year := 1;
 end;   end;
```

```
TAdaptedCustomer = class(TNewCustomer)
   private FOldCustomer: TOldCustomer;
   protected
   function GetCustomerID: Longint; override;
   function GetFirstName: string; override;
   function GetLastName: string; override;
   function GetDOB: TDateTime; override;
   public constructor Create(CustID: Longint);
      override; destructor Destroy; override;end;
   constructor TAdaptedCustomer.Create(CustID: Longint);
   begin
      inherited Create(CustID);
      FOldCustomer := TOldCustomer.Create(CustID); end;
   function TAdaptedCustomer.GetCustomerID: Longint;
   begin
      Result := FOldCustomer.CustomerID; end;
   function TAdaptedCustomer.GetFirstName: string;
   var SpacePos: integer;
   begin
      SpacePos := Pos(' ', FOldCustomer.Name);
      if SpacePos = 0 then Result := ''
      else
        Result := Copy(FOldCustomer.Name,1,SpacePos-1);
   end;
function GetCustomer(CustomerID:Longint):TNewCustomer;
   begin
      if CustomerID > Last_OldCustomer_In_Database then
         Result := TNewCustomer.Create(CustomerID)
      else
     Result := TAdaptedCustomer.Create(CustomerID) as
     TNewCustomer;
   end;
```

ภาพที่ ก.13 ซอร์สโค้ดหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ของหน่วยตัวอย่างที่ 5

<u>ฟังก์ชั่นของระบบ</u>

- คำนวณค่าใช้บริการสถานออกกำลังกาย ประกอบด้วย คลาส เมท็อด และแอตทริบิวต์ต่อไปนี้

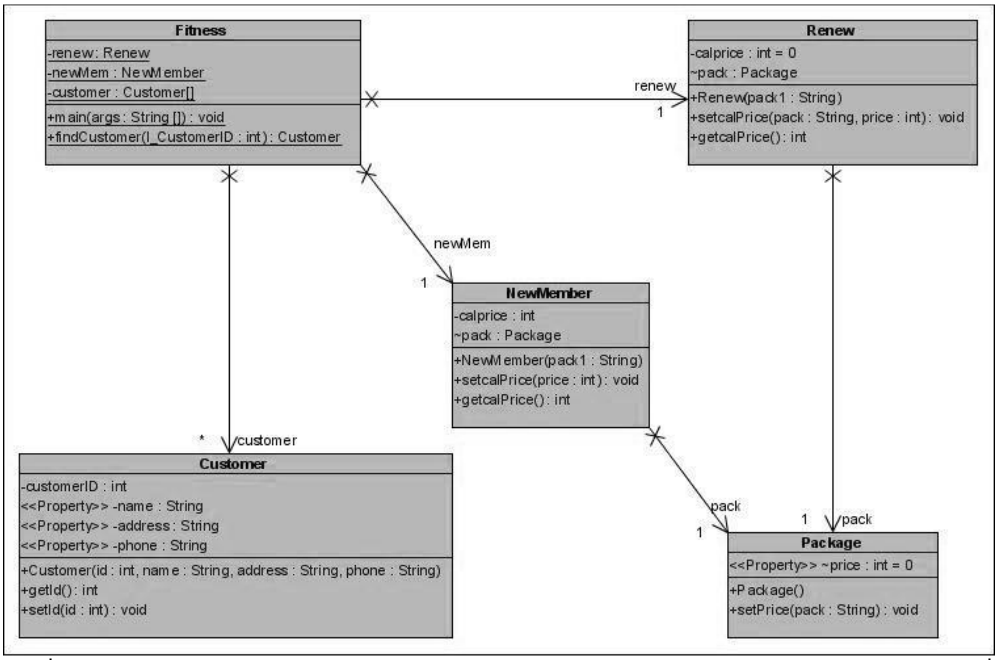
1. คลาส Fitness เป็นคลาสหลักที่ทำหน้าที่ส่งข้อมูลไปยังคลาส Renew คลาส NewMember และมีเมท็อด findCustomer ทำหน้าที่ส่งข้อมูลไปยังคลาส Customer เพื่อค้นหาข้อมูลลูกค้า

2. คลาส Customer ทำหน้าที่ค้นหาว่ารหัสสมาชิกที่ส่งมากจากคลาส Fitness มีอยู่ในระบบหรือไม่

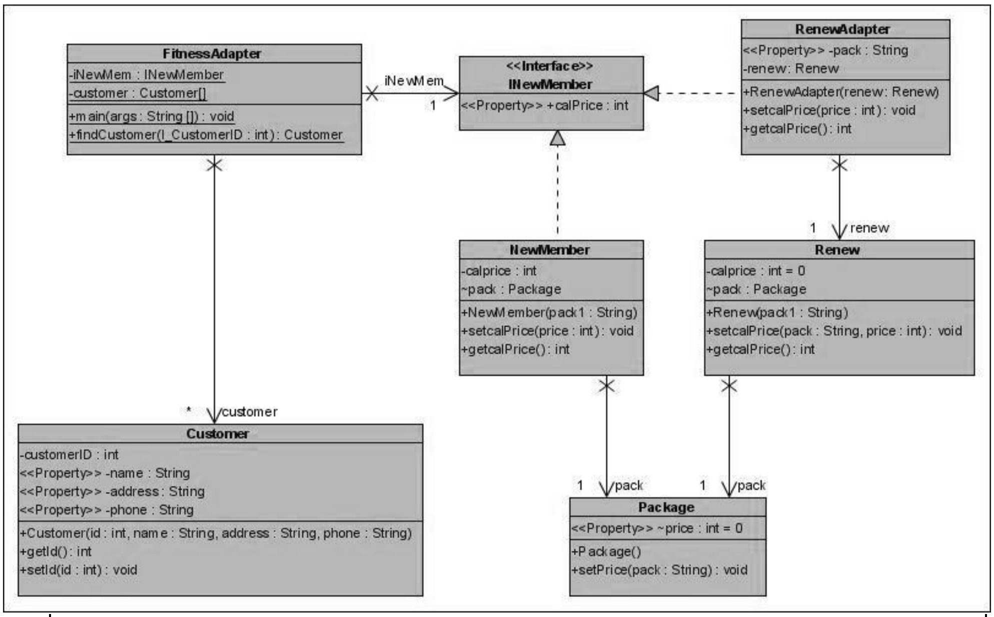
3. คลาส Renew มีหน้าที่คำนวณค่าใช้บริการหลังจากตรวจสอบแล้วว่ามีรหัสสมาชิกอยู่ในระบบ โดยประเภทการใช้บริการส่งมาจากคลาส Fitness เพื่อนำประเภทไปค้นหาราคาที่คลาส Package

4. คลาส NewMember มีหน้าที่คำนวณค่าใช้บริการสำหรับผู้ไม่เคยเป็นสมาชิกมาก่อน โดยประเภทการใช้บริการส่งมาจากคลาส Fitness เพื่อนำประเภทไปค้นหาราคาที่คลาส Package

5. คลาส Package ทำหน้าที่ค้นหาราคาค่าบริการตามประเภทที่ลูกค้าเลือก



ภาพที่ ก.14 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 5



ภาพที่ ก.15 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 5

ตารางที่ ก.5 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 5

ฟังก์ชั่น		**ข้อมูลเข้า**		**ผลการทดสอบ**
		รหัสสมาชิก	รหัสแพคเกจที่สมัคร	
คำนวณค่าใช้บริการ	เคยเป็นสมาชิก	1	Y1	รหัสลูกค้า: 1 ชื่อ: AA ที่อยู่: 12/23 Pet Rd., Nongkhame, Bangkok เบอร์โทร: 0811234567 แพ็คเกจ: รายปีแบบ 1 ราคา (สำหรับสมาชิกเก่า): 36,800 บาท
	ไม่เคยเป็นสมาชิก	-	Y1	รหัสลูกค้า: 1 ชื่อ: AA ที่อยู่: 12/23 Pet Rd., Nongkhame, Bangkok เบอร์โทร: 0811234568 แพ็คเกจ: รายปีแบบ 1 ราคา: 50,000 บาท

<u>หน่วยตัวอย่างที่ 6</u>

<u>แหล่งที่มา</u> http://totaldotnet.com/

```
Dim aPayment As IPayment
Dim paymentType As String
aPayment = Payment.getPayment(paymentType)
aPayment.takePayment(10.5)

Public Interface IPayment
Sub takePayment(ByVal Amount As Double)
End Interface

Public Class PayPalPayment
Implements IPayment
Public Sub takePayment(ByVal Amount As Double)
Implements IPayment.takePayment
End Sub
End Class

Public Class CreditCardPayment
Public Sub makeTransasction(ByVal amount As Double,
ByVal refund As Boolean)
End Sub
End Class
```

```
Public Class CreditCardPaymentAdapter
Inherits CreditCardPayment
Implements IPayment
Public Sub takePayment(ByVal Amount As Double) Implements
IPayment.takePayment
MyBase.makeTransasction(Amount, False)
End Sub
End Class

Public Class Payment
Public Shared Function getPayment(ByVal PaymentType As
String) As IPayment
Select Case PaymentType
Case "CreditCard"
Return New CreditCardPayment
Case "PayPal"
Return New PayPalPayment
End Select
End Function
End Class
```

ภาพที่ ก.16 ซอร์สโค้ดหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ของหน่วยตัวอย่างที่ 6

<u>ฟังก์ชั่นของระบบ</u>

- คำนวณค่าธรรมเนียมในการชำระค่าสินค้า ตรวจสอบว่าจำนวนเงินที่มีอยู่ก่อนชำระค่าสินค้า ประกอบด้วย คลาส เมท็อด และแอตทริบิวต์ ดังนี้

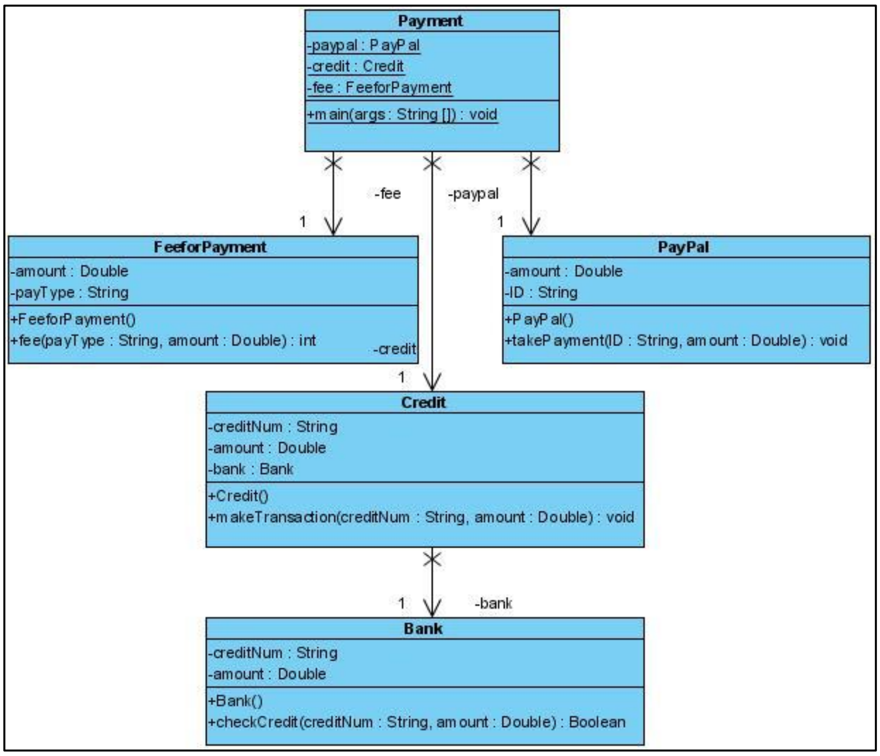
1. Payment เป็นคลาสหลักทำหน้าที่ส่งข้อมูลรหัส Paypal และจำนวนเงินที่จะชำระไปยังคลาส Paypal ส่งหมายเลขบัตรเครดิต และจำนวนเงินที่จะชำระ ไปยังคลาส Credit และส่งข้อมูลประเภทการชำระค่าสินค้า และจำนวนเงินที่จะชำระไปยังคลาส FeeForPayment

2. คลาส FeeForPayment มีเมท็อด fee ทำหน้าที่คำนวณค่าธรรมเนียมในการใช้บริการ โดยค่าธรรมขึ้นกับจำนวนเงินที่ชำระค่าสินค้า

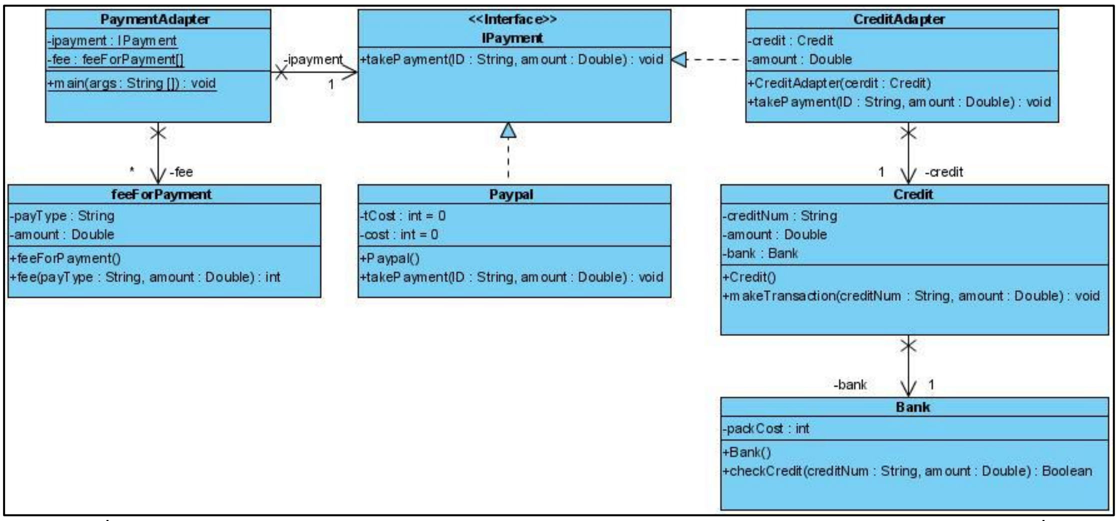
3. คลาส Paypal มีเมท็อด takePayment ทำหน้าที่ลดจำนวนเงินในบัญชีธนาคารลง หลังจากตรวจสอบแล้วว่าเงอนในบัญชีมีเพียงพอที่จะชำระค่าสินค้า

4. คลาส Credit มีเมท็อด makeTransaction ทำหน้าที่ลดจำนวนเงินในเครดิตลง หลังจากตรวจสอบแล้วว่าเงินในเครดิตมีพอสำหรับการชำระค่าสินค้า

5. คลาส Bank มีเมท็อด checkCredit ทำหน้าที่ตรวจสอบว่าเงินในเครดิตมีจำนวนพอ สำหรับชำระค่าสินค้าหรือไม่



ภาพที่ ก.17 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 6



ภาพที่ ก.18 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 6

ตารางที่ ก.6 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 6

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">ฟังก์ชั่น</th><th colspan="2">ข้อมูลเข้า</th><th rowspan="2">ผลการทดสอบ</th></tr>
<tr><th>รหัส</th><th>ค่าสินค้า</th></tr>
<tr><td rowspan="2">คำนวณค่าธรรมเนียมในการชำระค่าสินค้า</td><td>PayPal</td><td>12345678</td><td>5000</td><td>ค่าสินค้า: 5,000 บาท
ค่าธรรมเนียม: 150 บาท
รวมเงินที่ต้องชำระ: 5,150 บาท</td></tr>
<tr><td>Credit</td><td>12345678910</td><td>5000</td><td>ค่าสินค้า: 5,000 บาท
ค่าธรรมเนียม: 250 บาท
รวมเงินที่ต้องชำระ: 5,250 บาท</td></tr>
</table>

<u>หน่วยตัวอย่างที่ 7</u>

<u>แหล่งที่มา</u> http://www.simplyvinay.com/

```
public interface IPerson {
    string Name { get; set; }
    void MetroTravel();
}
```

```
public interface INewPerson {
    string Name { get; set; }
    void BusTravel();
}
```

```
public class Person : IPerson {
    public string Name { get; set; }
    public Person(string name){
        Name = name;
    }
    Public void MetroTravel(){
        Console.WriteLine(“Travel by Metro rail”);
    }
```

```
public class NewPerson : INewPerson {
    public string Name { get; set; }
    public NewPerson(string name){
        Name = name;
    }
    Public void BusTravel(){
        Console.WriteLine(“Travel by Bus”);
    }
```

```
public class PersonAdapter : INewPerson {
    public Iperson _person;
    public string Name { get; set; }
    public PersonAdapter(Iperson person){
        _person = person;
    }
    Public void BusTravel(){
        _person.MetroTravel();
    }
```

```
public class AdapterPattern {
    public static void main() {
        Person person = new Person(“Person1”);
        PersonAdapter adapter = new
PersonAdapter(person);
        Adpter.BusTravel();
        Console.ReadLine();
}
```

ภาพที่ ก.19 ซอร์สโค้ดหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ของหน่วยตัวอย่างที่ 7

<u>ฟังก์ชั่นของระบบ</u>

- ค้นหาและจองตั๋วรถทัวร์หรือรถไฟ ประกอบด้วย คลาส เมท็อด และแอตทริบิวต์ต่อไปนี้

1. คลาส TicketAgent เป็นคลาสหลักที่ทำหน้าที่ส่งข้อมูลไปยังคลาส MetroRailTicket ผ่านทางอินเตอร์เฟส IMetroRailTicket และส่งข้อมูลไปที่คลาส BusTicket ผ่านทางอินเตอร์เฟส IBusTicket

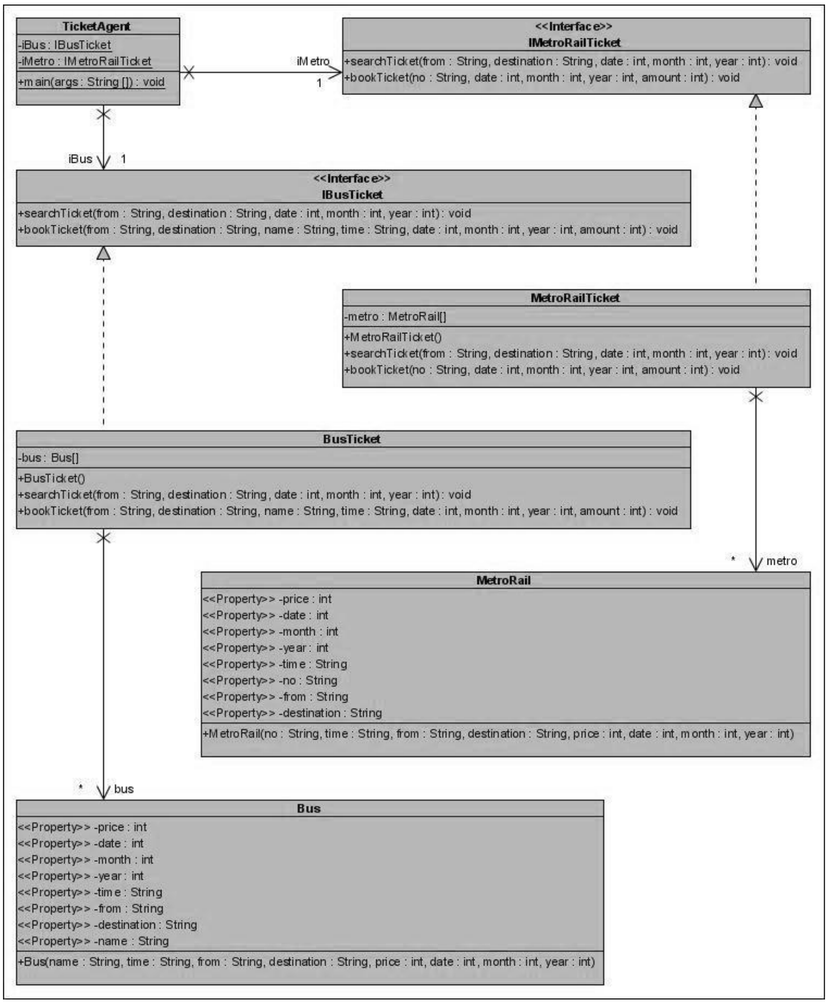
2. คลาส MetroRailTicket มีเมท็อด (1) searchTicket ทำหน้าที่ค้นหาขบวนรถไฟที่ตรงกับข้อมูลที่รับมาจากคลาส TicketAgent ได้แก่ ข้อมูลสถานีต้นทาง สถานีปลายทาง วัน เดือน ปีที่

เดินทาง (2) bookTicket ทำหน้าที่จองตั๋วรถไฟโดยรับข้อมูลขบวนรถไฟ วันเดือนปีที่เดินทาง และจำนวนที่นั่ง จากคลาส TicketAgent

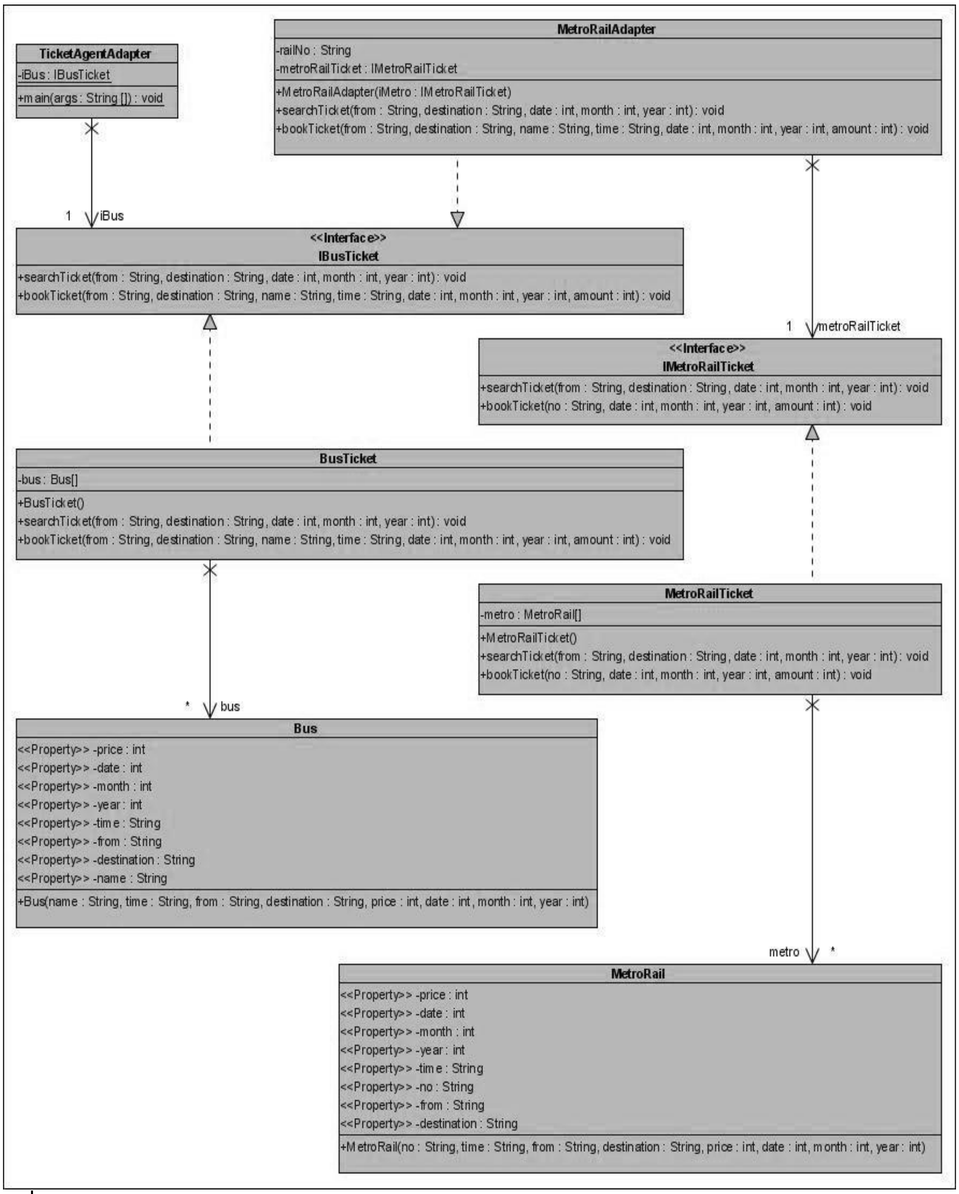
3. คลาส BusTicket มีเมท็อด (1) searchTicket ทำหน้าที่ค้นหาเที่ยวรถทัวร์ที่ตรงกับข้อมูลที่รับมาจากคลาส TicketAgent ได้แก่ ข้อมูลต้นทาง ปลายทาง วัน เดือน ปีที่เดินทาง (2) bookTicket ทำหน้าที่จองตั๋วรถทัวร์โดยรับข้อมูลต้นทาง ปลายทาง วันเดือนปีที่ เวลาเดินทาง และจำนวนที่นั่ง จากคลาส TicketAgent

4. คลาส MetroRail เป็นคลาสที่ทำหน้าที่สร้างอ็อบเจกต์ประกอบด้วยข้อมูล ขบวนรถไฟ ต้นทาง ปลายทาง วันเดือนปีที่เดินทาง และราคา

5. คลาส Bus เป็นคลาสที่ทำหน้าที่สร้างอ็อบเจกต์ประกอบด้วยข้อมูล ชื่อบริษัททัวร์ ต้นทาง ปลายทาง วันเดือนปีที่เดินทาง และราคา



ภาพที่ ก.20 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 7



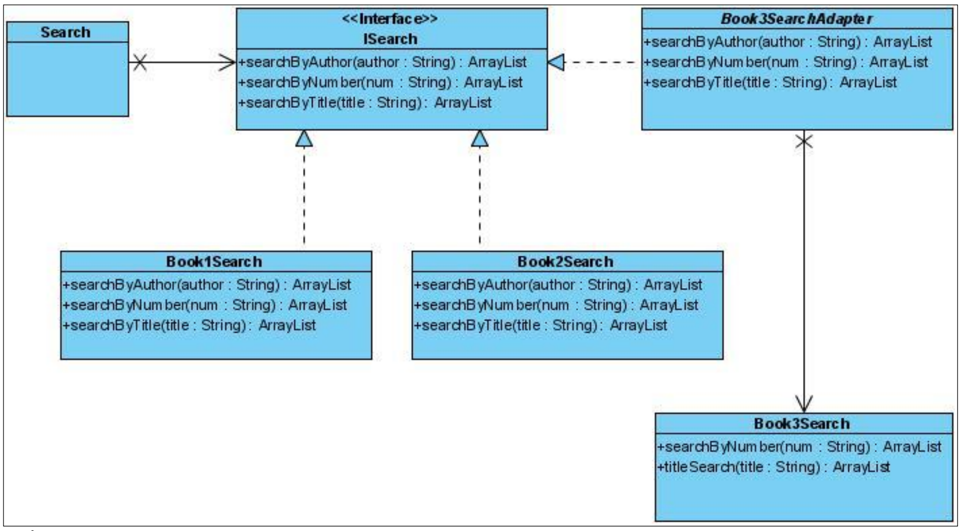
ภาพที่ ก.21 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 7

ตารางที่ ก.7 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 7

<table>
<tr><th colspan="2">ฟังก์ชั่น</th><th>ข้อมูลเข้า</th><th>ผลการทดสอบ</th></tr>
<tr><td rowspan="2">รถทัวร์</td><td>ค้นหาตั๋ว</td><td>BKK (ต้นทาง)
CHM (ปลายทาง)
15, 7, 2555 (วันเดือนปี)
2 (จำนวนตั๋ว)</td><td>บริษัท: A เวลา: 10.00 - 19.00 จาก: BKK ปลายทาง: CHM วันเดินทาง: 15-7-2555 ราคา: 1000 บาท รวมราคา: 2000 บาท
บริษัท: A เวลา: 19.00 - 04.00 จาก: BKK ปลายทาง: CHM วันเดินทาง: 15-7-2555 ราคา: 1000 รวมราคา: 2000 บาท</td></tr>
<tr><td>จองตั๋ว</td><td>BKK (ต้นทาง)
CHM (ปลายทาง)
A (ชื่อบริษัทรถทัวร์)
15, 7, 2555 (วันเดือนปี)
10.00 - 19.00 (เวลา)
2 (จำนวนตั๋ว)</td><td>จอง
บริษัท: A เวลา: 10.00 - 19.00 จาก: BKK ปลายทาง: CHM วันเดินทาง: 15-7-2555 ราคา: 1000 จำนวน: 2 ที่นั่ง รวมราคา 2000 บาท</td></tr>
<tr><td rowspan="2">รถไฟ</td><td>ค้นหาตั๋ว</td><td>BKK (ต้นทาง)
CHM (ปลายทาง)
15, 7, 2555 (วันเดือนปี)
2 (จำนวนตั๋ว)</td><td>ขบวนที่: N111 จาก: BKK ปลายทาง: CHM เวลา: 16.00-05.00 วันที่เดินทาง: 15-7-2555 ราคา: 1000 รวมราคา: 2000 บาท</td></tr>
<tr><td>จองตั๋ว</td><td>N1111(หมายเลขขบวนรถไฟ)
15, 7, 2555 (วันเดือนปี)
2 (จำนวนตั๋ว)</td><td>จอง
ขบวนที่: N111 จาก: BKK ปลายทาง: CHM เวลา: 16.00-05.00 วันที่เดินทาง: 15-7-2555 ราคา: 1000 จำนวน: 2 ที่นั่ง รวมราคา: 2000 บาท</td></tr>
</table>

<u>หน่วยตัวอย่างที่ 8</u>

<u>แหล่งที่มา</u> http://azajava.blogspot.com/



ภาพที่ ก.22 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 8

<u>ฟังก์ชั่นของระบบ</u>

- ค้นหาหนังสือ ประกอบด้วย คลาส เมท็อด และแอตทริบิวต์ ดังนี้

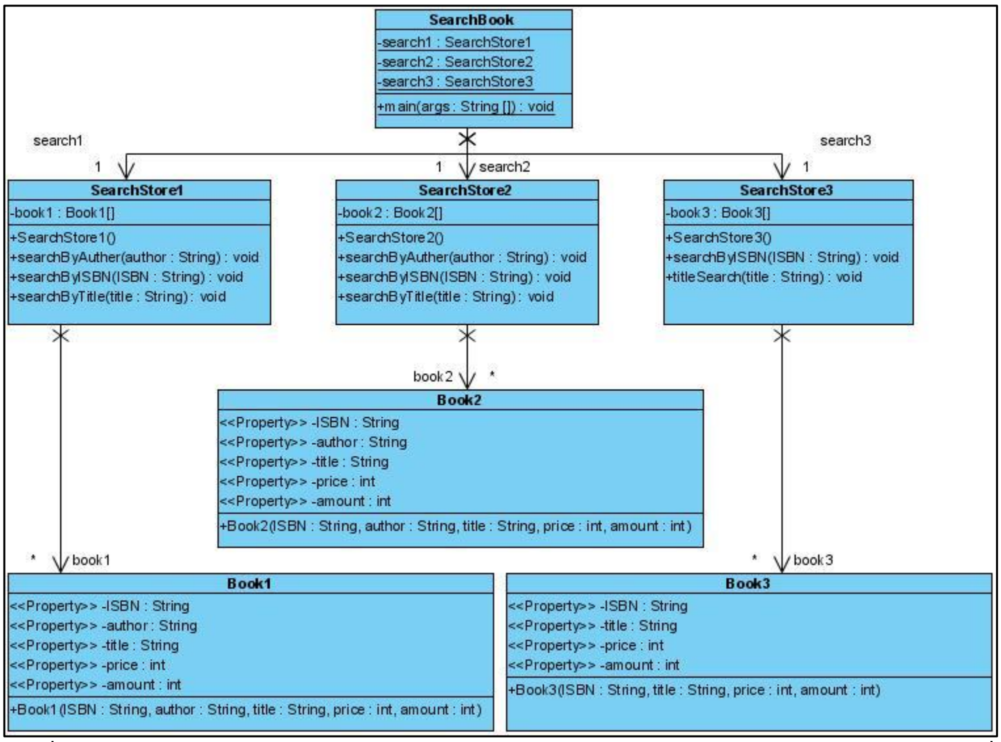
1. คลาส SearchBook เป็นคลาสหลักที่ทำหน้าที่ส่งข้อมูลไปยังคลาส SearchStore1 คลาส SearchStore2 และคลาส SearchStore3

2. คลาส SearchStore1 และคลาส SearchStore2 มีเมท็อด (1) searchByAuthor มีหน้าที่ค้นหาหนังสือจากชื่อผู้แต่ง ซึ่งชื่อผู้แต่งที่ต้องการค้นหาถูกส่งมาจากคลาส SearchBook (2) searchByTitle มีหน้าที่ค้นหาหนังสือจากชื่อหนังสือ ซึ่งชื่อหนังสือที่ต้องการค้นหาถูกส่งมาจากคลาส SearchBook (3) searchByISBN มีหน้าที่ค้นหาหนังสือจากหมายเลขหนังสือ ซึ่งชื่อผู้แต่งที่ต้องการค้นหาถูกส่งมาจากคลาส SearchBook

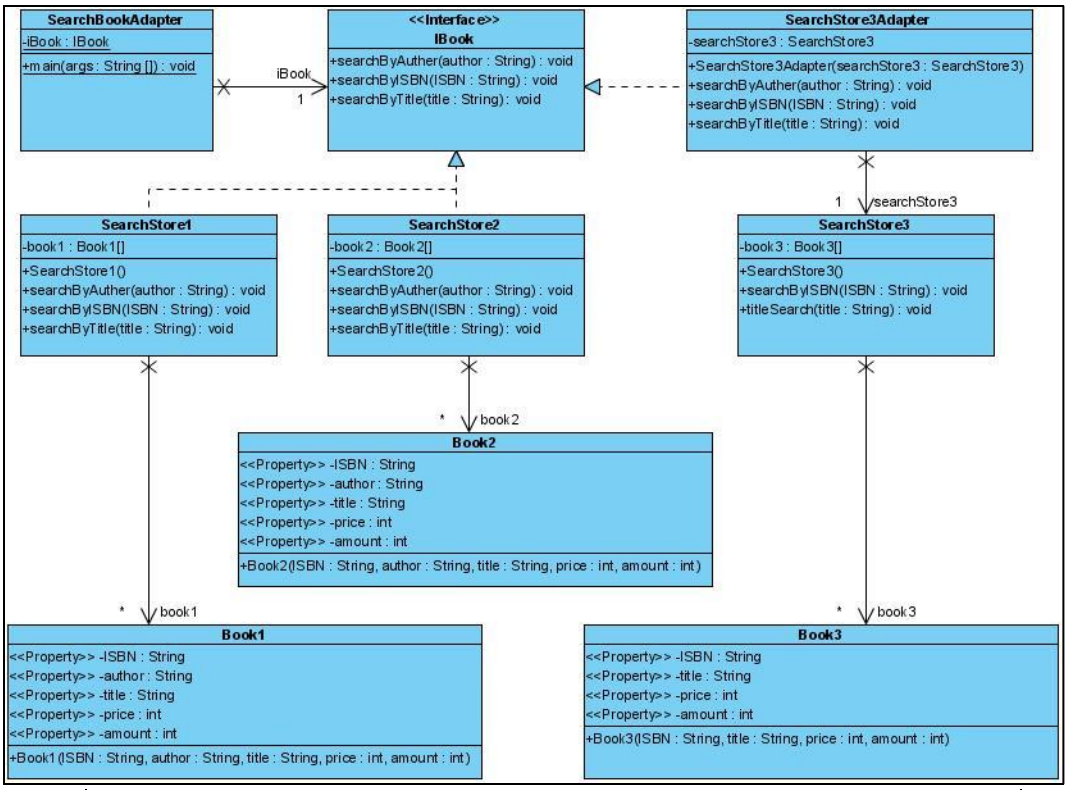
3. คลาส SearchStore3 มีเมท็อด (1) searchByISBN มีหน้าที่ค้นหาหนังสือจากหมายเลขหนังสือ ซึ่งชื่อผู้แต่งที่ต้องการค้นหาถูกส่งมาจากคลาส SearchBook (2) titleSearch มีหน้าที่ค้นหาหนังสือจากชื่อหนังสือ ซึ่งชื่อหนังสือที่ต้องการค้นหาถูกส่งมาจากคลาส SearchBook

4. คลาส Book1 และคลาส Book2 เป็นคลาสที่ทำหน้าที่สร้างอ็อบเจกต์ที่ประกอบด้วยข้อมูล หมายเลขหนังสือ ชื่อหนังสือ ชื่อผู้แต่ง ราคา และจำนวนที่มีอยู่

5. คลาส Book3 ป็นคลาสที่ทำหน้าที่สร้างอ็อบเจกต์ที่ประกอบด้วยข้อมูล หมายเลขหนังสือ ชื่อหนังสือ ราคา และจำนวนที่มีอยู่



ภาพที่ ก.23 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 8



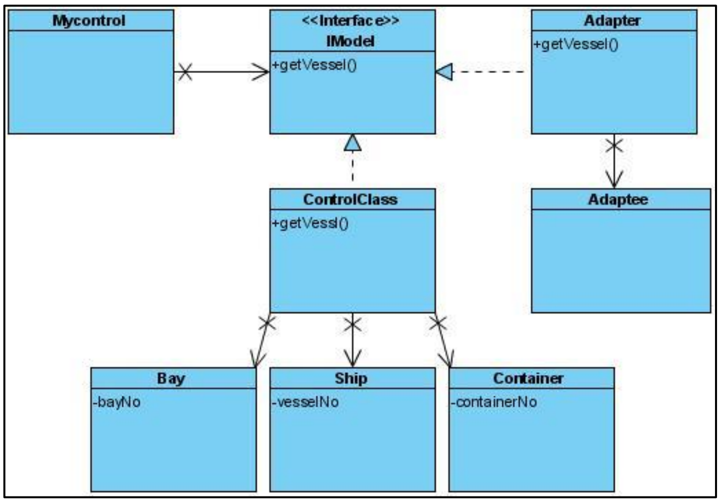
ภาพที่ ก.24 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 8

ตารางที่ ก.8 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 8

ฟังก์ชั่น		ข้อมูลเข้า	ผลการทดสอบ
ร้านที่ 1	ค้นหาหนังสือด้วยชื่อผู้แต่ง	Kim	หมายเลข: 1234 ผู้แต่ง: Kim ชื่อหนังสือ: A ราคา: 1000 จำนวน: 10 เล่ม
	ค้นหาหนังสือด้วยหมายเลขหนังสือ	1235	หมายเลข: 1235 ผู้แต่ง: Bar ชื่อหนังสือ: B ราคา: 2000 จำนวน: 10 เล่ม
	ค้นหาหนังสือด้วยชื่อเรื่อง	D	หมายเลข: 1237 ผู้แต่ง: Sam ชื่อหนังสือ: D ราคา: 800 จำนวน: 10 เล่ม
ร้านที่ 2	ค้นหาหนังสือด้วยชื่อผู้แต่ง	Kim	หมายเลข: 1234 ผู้แต่ง: Kim ชื่อหนังสือ: A ราคา: 1000 จำนวน: 10 เล่ม
	ค้นหาหนังสือด้วยหมายเลขหนังสือ	1235	หมายเลข: 1235 ผู้แต่ง: Bar ชื่อหนังสือ: B ราคา: 2000 จำนวน: 10 เล่ม
	ค้นหาหนังสือด้วยชื่อเรื่อง	D	หมายเลข: 1237 ผู้แต่ง: Sam ชื่อหนังสือ: D ราคา: 800 จำนวน: 10 เล่ม
ร้านที่ 3	ค้นหาหนังสือด้วยหมายเลขหนังสือ	1234	หมายเลข: 1234 ชื่อหนังสือ: A ราคา: 1000 จำนวน: 10 เล่ม
	ค้นหาหนังสือด้วยชื่อเรื่อง	B	หมายเลข: 1235 ชื่อหนังสือ: B ราคา: 2000 จำนวน: 10 เล่ม

<u>หน่วยตัวอย่างที่ 9</u>

<u>แหล่งที่มา</u> http://www.ieee.org/



ภาพที่ ก.25 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ของหน่วยตัวอย่างที่ 9

<u>ฟังก์ชั่นของระบบ</u>

- ค้นหาตู้เก็บสินค้า และค้นหาเรือส่งสินค้า พร้อมแสดงรายละเอียดของเรือ ประกอบด้วยคลาส เมท็อด และแอตทริบิวต์ ดังนี้

1. CargoSystem เป็นคลาสหลัก ทำหน้าที่ส่งข้อมูลรหัสเรือเดินสมุทรไปยังคลาส Vessel ผ่านทางคลาสอินเตอร์เฟส IModel และส่งข้อมูลรหัสตู้คอนเทนเนอไปยังคลาส Cargo

2. IModel เป็นคลาสอินเตอร์เฟส มีเมท็อด geVesselDetail

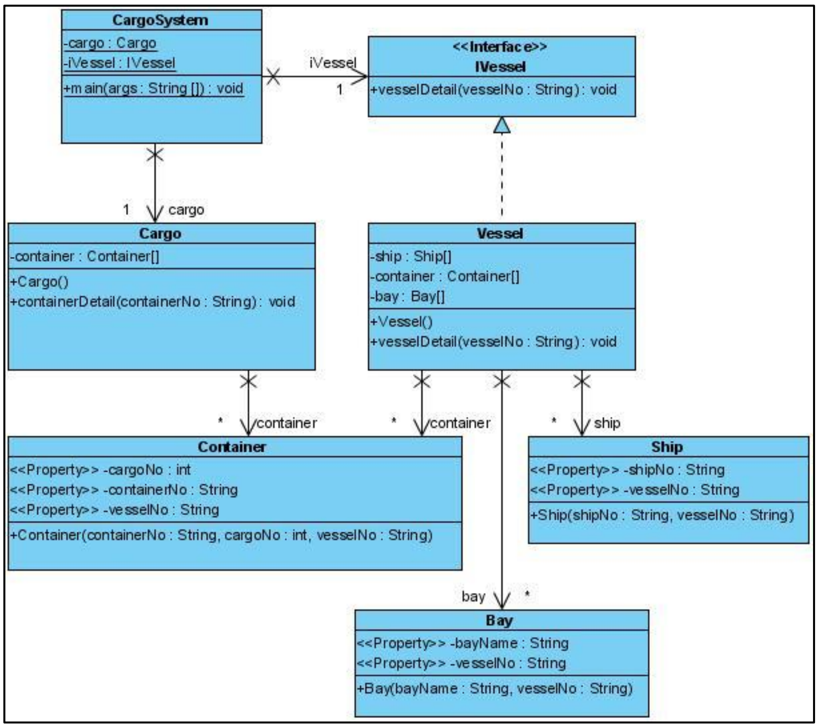
3. Vessel มีเมท็อด geVesselDetail ทำหน้าที่แสดงรายการตู้คอนเทนเนอร์ที่มาจากเรือแต่ละลำ แสดงรายละเอียดเรือที่เดินทางมาพร้อมกับเรือเดินสมุทร และแสดงท่าจอดเรือในการขนถ่ายสินค้า

4. Container เป็นคลาสที่สร้างอ็อบเจกต์ที่ประกอบด้วยข้อมูล รหัสตู้คอนเทนเนอร์ รหัสท่าจอดเรือ และรหัสคลังสินค้า

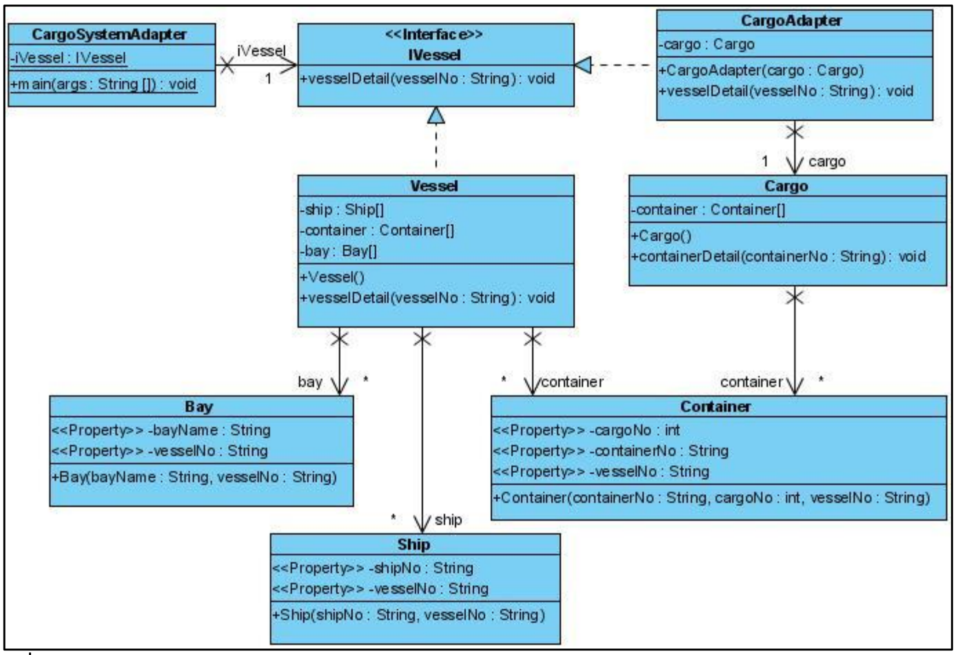
5. Ship เป็นคลาสที่สร้างอ็อบเจกต์ประกอบด้วยข้อมูล หมายเลขเรือ

6. Bay เป็นคลาสที่สร้างอ็อบเจกต์ที่ประกอบด้วยข้อมูล รหัสท่าจอดเรือ

7. Cargo มีเมท็อด getContainer ทำหน้าที่ค้นหาตู้คอนเทนเนอร์ว่าอยู่ที่คลังสินค้าหมายเลขใด โดยรับหมายเลขตู้คอนเทนเนอร์จากคลาส CargoSystem



ภาพที่ ก.26 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 9



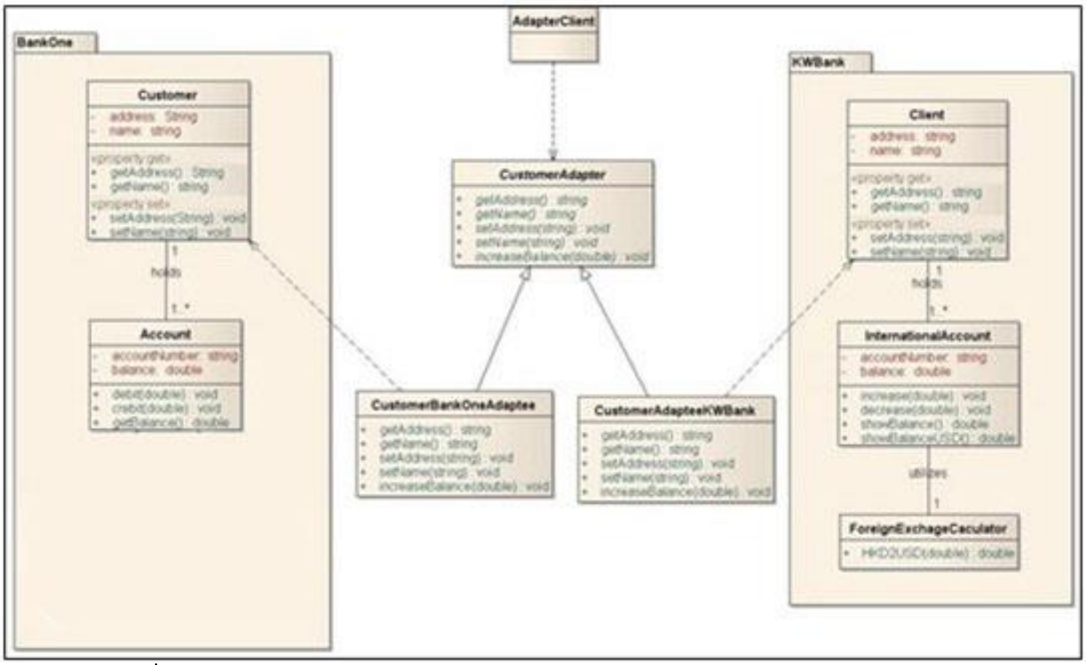
ภาพที่ ก.27 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 9

ตารางที่ ก.9 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 9

ฟังก์ชั่น	ข้อมูลเข้า	ผลการทดสอบ
ค้นหาเรือ	111 (รหัสเรือ)	VesselNo : 111 ประกอบด้วย containerNo :1 ShipNo :1 ShipNo :2 ShipNo :3 จอดที่ :Bay1
ค้นหาตู้เก็บสินค้า	1 (รหัสตู้เก็บสินค้า)	ContainerNo : 1 CargoNO : 1

<u>หน่วยตัวอย่างที่ 10</u>

<u>แหล่งที่มา</u> http://www.kenming.idv.tw/



ภาพที่ ก.28 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ของหน่วยตัวอย่างที่ 10

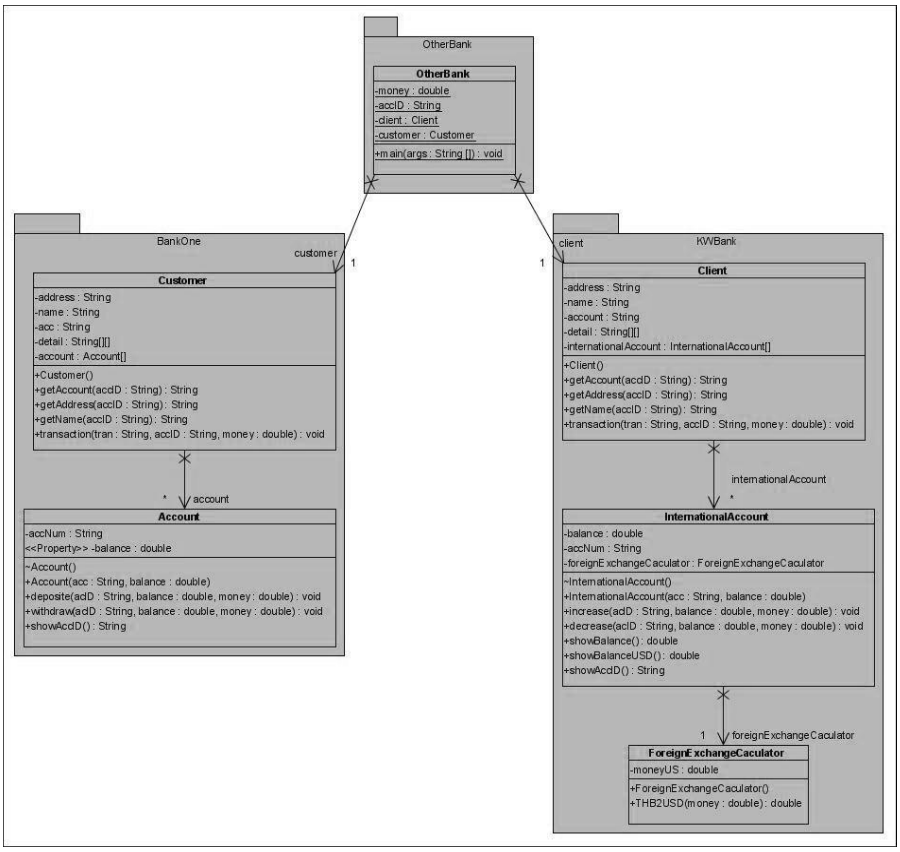
<u>ฟังก์ชั่นของระบบ</u>

- คำนวณจำนวนเงินหลังการทำธุรกรรมฝาก หรือถอน ของธนาคารภายในประเทศและธนาคารต่างประเทศ ประกอบด้วย คลาส เมท็อด และแอตทริบิวต์ ดังนี้

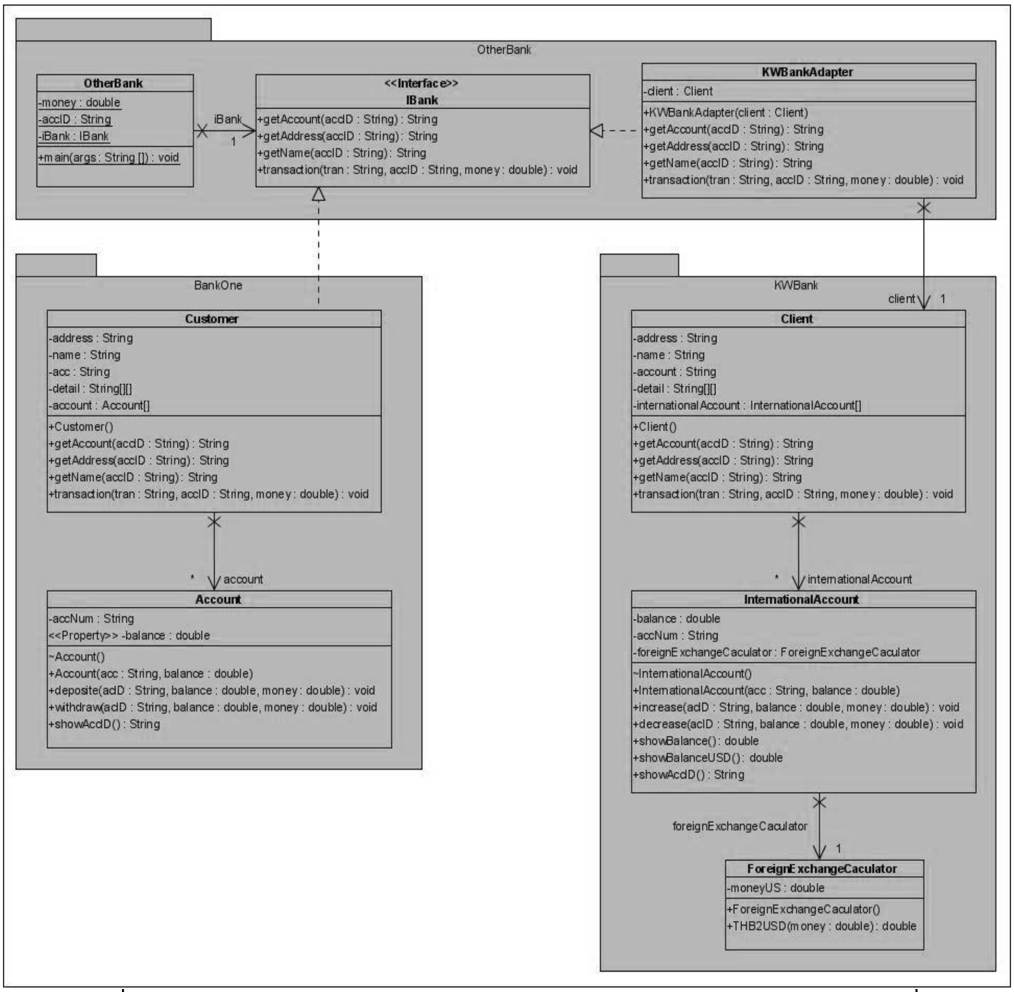
1. แพคเกจ OtherBank ประกอบด้วยคลาส OtherBank เป็นคลาสหลักที่ทำหน้าที่ส่งข้อมูลไปยังคลาส Client ในแพคเกจ BankOne และ คลาส Customer ในแพคเกจ KWBank โดยส่งข้อมูลเลขที่บัญชี จำนวนเงิน และประเภทการทำธุรกรรม

2. เพจเกจ BankOne ประกอบด้วยคลาส (1) Customer มีเมท็อด getAccount ทำหน้าที่ตรวจสอบเลขที่บัญชี เมท็อด getAddress ทำหน้าที่ค้นหาที่อยู่ของเจ้าของบัญชี เมท็อด getName ทำหน้าที่ค้นหาชื่อเจ้าของบัญชี และเมท็อด Transaction ทำหน้าที่ส่งข้อมูลไปยังคลาส Account เพื่อให้ทำธุรกรรมตามที่คลาส BankOne ระบุไว้ (2) Account มีเมท็อด deposite ทำหน้าที่เพิ่มเงินในบัญชีตามจำนวนที่ระบุไว้จากคลาส Customer เมท็อด withdraw ทำหน้าที่ลดเงินในบัญชีตามจำนวนที่ระบุไว้จากคลาส Customer

3. แพคเกจ KWBank ประกอบด้วยคลาส (1) Client มีเมท็อด getAccount ทำหน้าที่ตรวจสอบเลขที่บัญชี เมท็อด getAddress ทำหน้าที่ค้นหาที่อยู่ของเจ้าของบัญชี เมท็อด getName ทำหน้าที่ค้นหาชื่อเจ้าของบัญชี และเมท็อด Transaction ทำหน้าที่ส่งข้อมูลไปยังคลาส Account เพื่อให้ทำธุรกรรมตามที่คลาส BankOne ระบุไว้ (2) InternationalAccount มีเมท็อด increase ทำหน้าที่เพิ่มเงินในบัญชีตามจำนวนที่ระบุไว้จากคลาส Client เมท็อด decrease ทำหน้าที่ลดเงินในบัญชีตามจำนวนที่ระบุไว้จากคลาส Client เมท็อด showBalance ทำหน้าที่ส่งค่าจำนวนเงินตามที่ระบุในการทำธุรกรรมเป็นเงินบาท เมท็อด showBalanceUSD ทำหน้าที่ส่งค่าจำนวนเงินตามที่ระบุในการทำธุรกรรมเป็นเงินดอลลาร์สหรัฐ และเมท็อด showAccID ทำหน้าที่ส่งข้อมูลเลขที่ (3) ForeginExchangeCalculator มีเมท็อด THB2USD ทำหน้าที่คำนวณเงินบาทเป็นเงินดอลลาร์ก่อนการเพิ่มลดเงินในบัญชีที่คลาส InternationalAccount



ภาพที่ ก.29 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 10



ภาพที่ ก.30 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 10

ตารางที่ ก.10 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 10

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">ฟังก์ชั่น</th><th colspan="3">ข้อมูลเข้า</th><th rowspan="2">ผลการทดสอบ</th></tr>
<tr><th>เลขที่บัญชี</th><th>จำนวนเงิน</th><th>ประเภทธุรกรรม</th></tr>
<tr><td rowspan="2">บัญชีในประเทศ</td><td>ฝาก</td><td>23456789</td><td>5000</td><td>d</td><td>Acount Num: 23456789
ชื่อเจ้าของบัญชี: Chapoo
ฝาก: 5000.0 บาท,
คงเหลือ: 10000.0 บาท</td></tr>
<tr><td>ถอน</td><td>23456789</td><td>5000</td><td>w</td><td>Acount Num: 23456789
ชื่อเจ้าของบัญชี: Chapoo
ถอน: 5000.0 บาท,
คงเหลือ: 0.0 บาท</td></tr>
<tr><td rowspan="2">บัญชีต่างประเทศ</td><td>ฝาก</td><td>12345678</td><td>5000</td><td>d</td><td>Acount Num: 12345678
ชื่อเจ้าของบัญชี: Chapoo
ฝาก: 5000.0 บาท,
คงเหลือ: 5200.0 ดอลลาร์</td></tr>
<tr><td>ถอน</td><td>12345678</td><td>10,000</td><td>w</td><td>Acount Num: 12345678
ชื่อเจ้าของบัญชี: Chapoo
ถอน: 5000.0 บาท,
คงเหลือ: 4800.0 ดอลลาร์</td></tr>
</table>

ภาคผนวก ข
หน่วยตัวอย่างบริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น

หน่วยตัวอย่างที่ 1

แหล่งที่มา http://snehaprashant.blogspot.com/

```
abstract class Ticket {
 public abstract void buyTicket();
public void getInstance () {}
}
```

```
abstract class TicketCinema {
Ticket ticket;
public Ticket getInstance() {
  return ticket;
 }
public void setTicket () {
  this.ticket = Ticket.getInstance();
 }
 public abstract void buyTicketCinema() ;
}
```

```
public class BridgePatternExample {
 public static void main(String[] args) {
  TicketCinema ticketCinema = new Ticket1();
  }
}
```

```
class Ticket1 extends TicketCinema {
 Ticket1 () {}
 public void buyTickeCinema() {
  System.out.println("bought Ticket1");  }
}
```

```
class Ticket2 extends TicketCinema {
 Ticket2() {}
 public void buyTicketCinema() {
  System.out.println("bought Ticket2");  }
}
```

```
class MoreTicket extends Ticket {
 public MoreTicket() {
  setTicket ();
 }
 public void buyTicket() {
  Ticket ticket = this.getInstance();
  }
}
```

ภาพที่ ข.1 ซอร์สโค้ดหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ของหน่วยตัวอย่างที่ 1

ฟังก์ชั่นของระบบ

- คำนวณราคาตั๋วหนัง และราคาอาหาร ประกอบด้วย คลาส เมท็อด และแอตทริบิวต์ ดังนี้

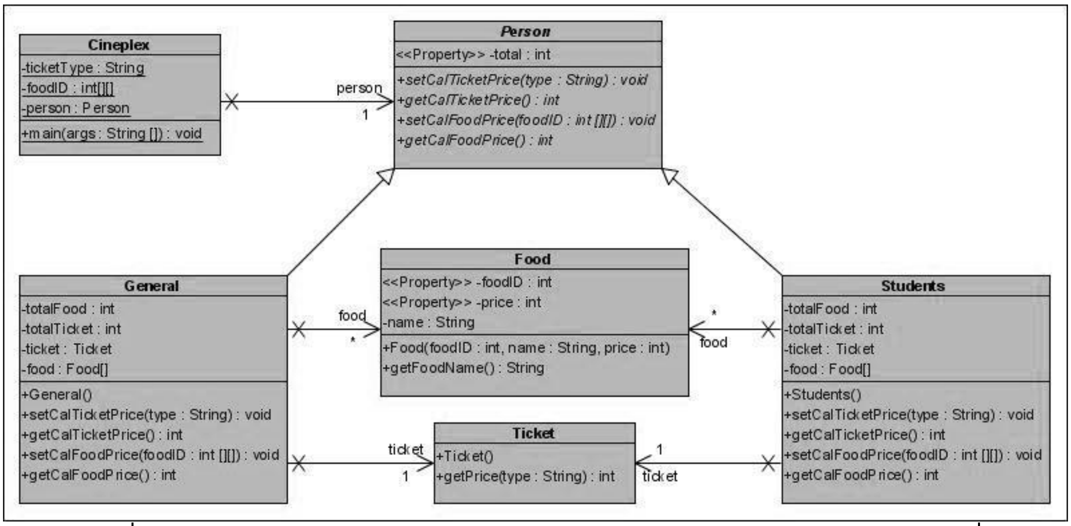
1. คลาส Cineplex เป็นคลาสหลักที่ทำหน้าที่ส่งข้อมูลไปยังคลาส General และคลาส Student ผ่านทางคลาส Person ซึ่งเป็นคลาสแอ็บสแตรค

2. คลาส Person เป็นคลาสแอ็บสแตรคประกอบแอ็บสแตรคเมท็อด ต่อไปนี้ (1) setCalTicketPrice (2) getCalTicketPrice (3) setCalFoodPrice และ (4) getCalFoodPrice

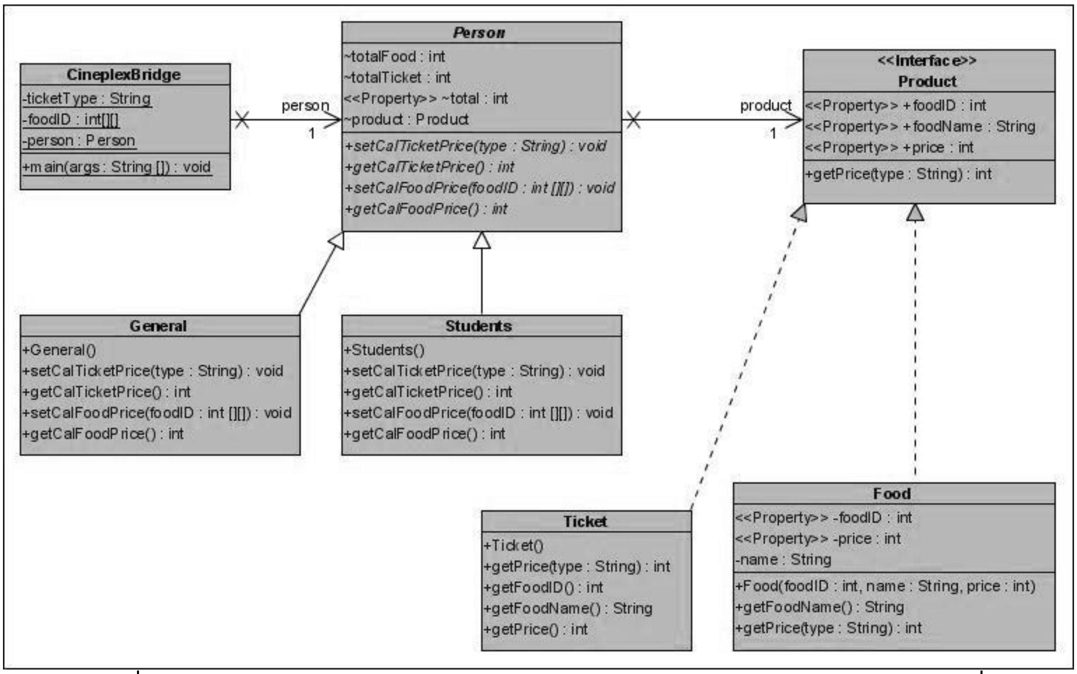
3. คลาส General และคลาส Student มีเมท็อด (1) setCalTicketPrice ทำหน้าที่คำนวณราคาตั๋วหนัง (2) getCalTicketPrice หน้าที่ส่งข้อมูลราคาตั๋วหนัง (3) setCalFoodPrice หน้าที่คำนวณราคาอาหาร และ (4) getCalFoodPrice หน้าที่ส่งข้อมูลราคาอาหาร

4. คลาส Food เป็นคลาสที่สร้างอ็อบเจกต์ข้อมูลอาหาร ประกอบด้วย รหัสอาหาร ชื่ออาหาร และราคา และมีเมท็อด getFoodName ทำหน้าที่ส่งข้อมูลชื่ออาหาร

5. คลาส Ticket Food เป็นคลาสที่สร้างอ็อบเจกต์ข้อมูลราคาตั๋วหนัง และมีเมท็อด getPrice ทำหน้าที่ส่งข้อมูลราคาตั๋วหนัง



ภาพที่ ข.2 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 1



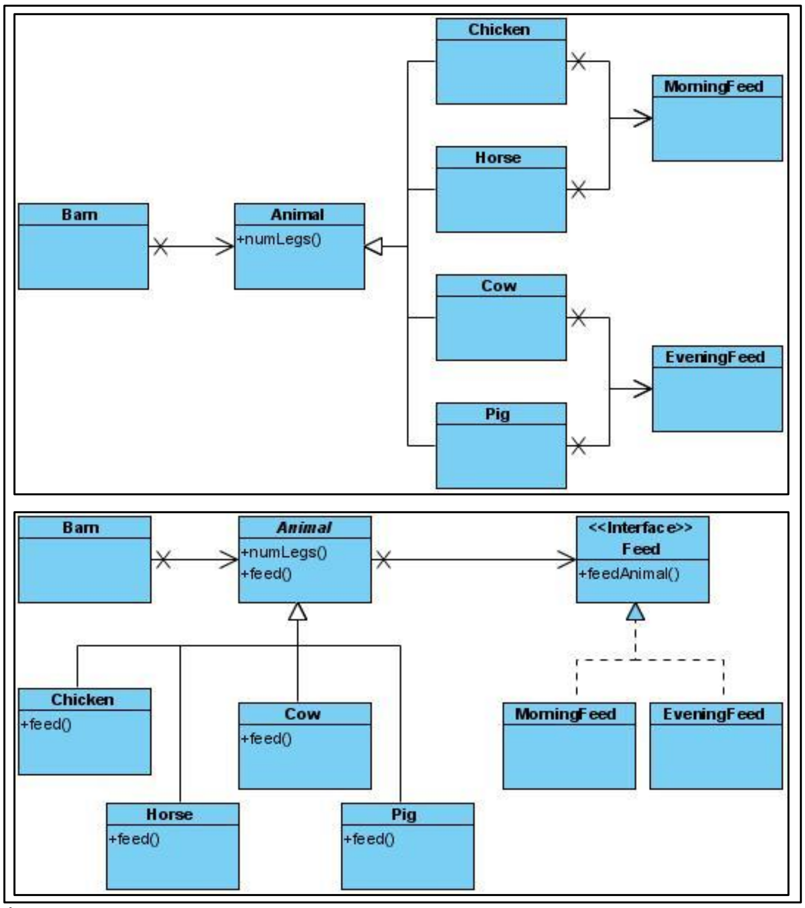
ภาพที่ ข.3 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 1

ตารางที่ ข.1 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 1

ฟังก์ชั่น		**ข้อมูลเข้า**			**ผลการทดสอบ**
		จำนวนตั๋ว	รายการอาหาร	จำนวน	
คำนวณราคาตั๋วหนังและราคาอาหาร	บุคคลทั่วไป	1	2 4	1 2	ราคาตั๋ว สำหรับบุคคลทั่วไป: 100 รายการอาหาร Caramel PopCorn (150 X 1) Drinks (50 X 2) รวม: 250
	นักเรียน	1	2 4	1 2	ราคาตั๋ว สำหรับนักเรียน: 60 รายการอาหาร Caramel PopCorn (150 X 1) Drinks (50 X 2) รวม: 185

<u>หน่วยตัวอย่างที่ 2</u>

<u>แหล่งที่มา</u> http://academic.regis.edu/



ภาพที่ ข.4 แผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ของหน่วยตัวอย่างที่ 2

<u>ฟังก์ชั่นของระบบ</u>

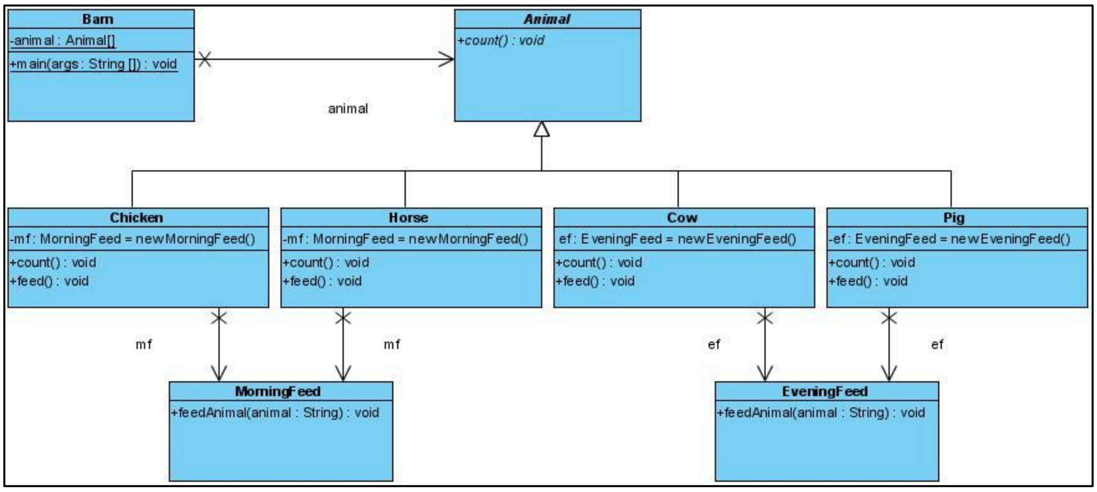
- แสดงจำนวนสัตว์ในฟาร์ม และแสดงรายการอาหาร ประกอบด้วย คลาส เมท็อด และแอตทริบิวต์ ดังนี้

1. คลาส Barn เป็นคลาสหลักในการส่งข้อมูลไปยังคลาส Chicken คลาส Horse คลาส Pig และคลาส Cow ผ่านทางคลาส Animal ซึ่งเป็นคลาสแอ็บสแตรค

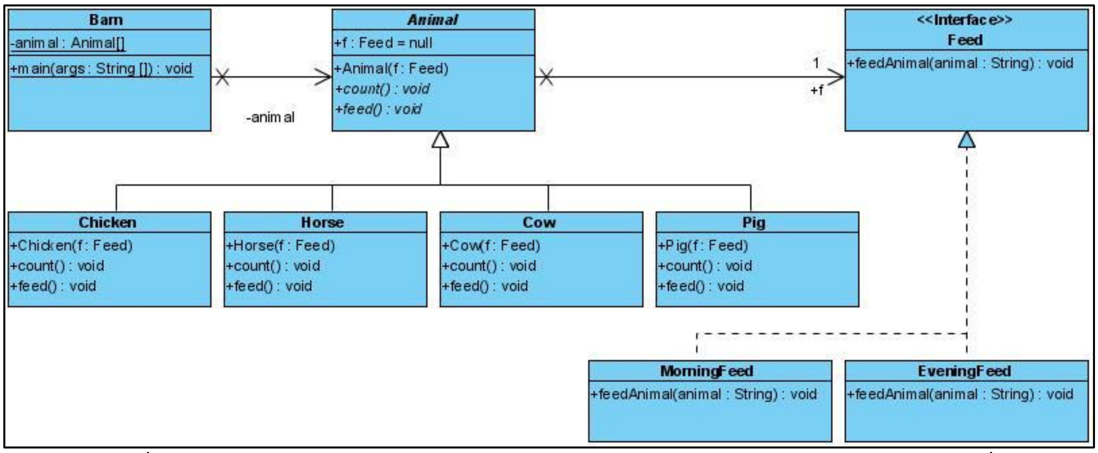
2. คลาส Animal เป็นคลาสแอ็บสแตรค ประกอบด้วยแอ็บสแตรคเมท็อด count

3. คลาส Chicken คลาส Horse คลาส Cow และคลาส Pig มีเมท็อด (1) count ทำหน้าที่ แสดงจำนวนสัตว์แต่ละชนิดที่มีอยู่ในฟาร์ม (2) feed ทำหน้าที่แสดงรายการอาหารสัตว์ของสัตว์แต่ละชนิด

4. คลาส EveningFeed และคลาส MorningFeed มีเมท็อด feedAnimal ทำหน้าที่ค้นหารายการอาหารของสัตว์แต่ละชนิด



ภาพที่ ข.5 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 2



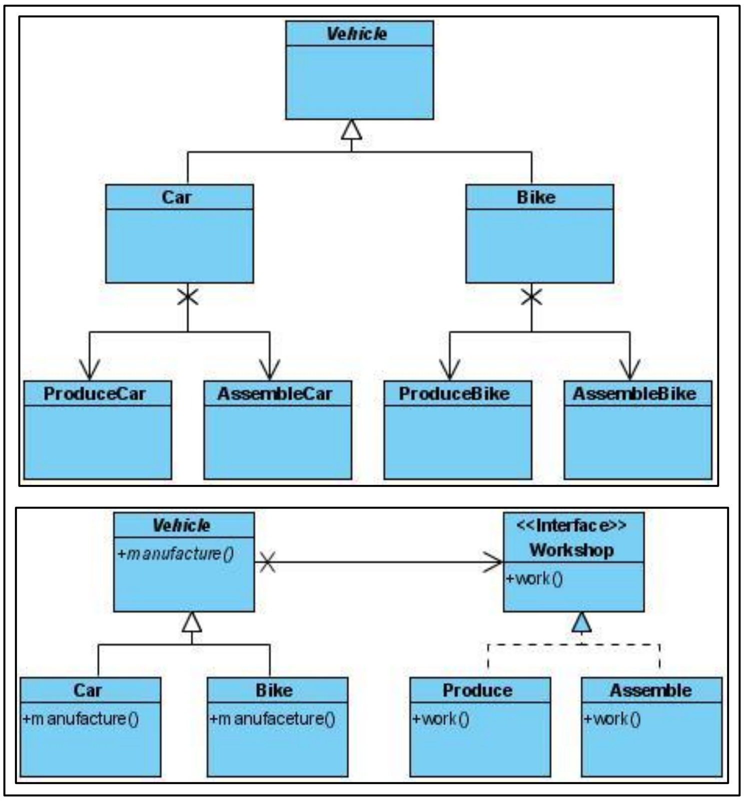
ภาพที่ ข.6 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 2

ตารางที่ ข.2 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 2

ฟังก์ชั่น		ผลการทดสอบ
แสดงจำนวนสัตว์ในฟาร์ม และแสดงรายการอาหาร	วัว	วัวในฟาร์มมีจำนวน: 10 ตัว กินอาหารตอนเย็น อาหารที่กิน: อาหารเม็ด, หญ้าแห้ง, หญ้าสด
	ม้า	ม้าในฟาร์มมีจำนวน: 5 ตัว กินอาหารตอนเช้า อาหารที่กิน: อาหารเม็ด, หญ้าแห้ง, หญ้าสด
	หมู	หมูในฟาร์มมีจำนวน: 10 ตัว กินอาหารตอนเย็น อาหารที่กิน: อาหารเม็ด, รำ, ผักสด
	ไก่	ไก่ในฟาร์มมีจำนวน: 10 ตัว กินอาหารตอนเช้า อาหารที่กิน: อาหารเม็ด

หน่วยตัวอย่างที่ 3

แหล่งที่มา http://javapapers.com/



ภาพที่ ข.7 แผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ของหน่วยตัวอย่างที่ 3

ฟังก์ชั่นของระบบ

- คำนวณวันที่ผลิตพาหนะเสร็จ ประกอบด้วย คลาส เมท็อด และแอตทริบิวต์ ดังนี้

1. คลาส Client เป็นคลาสหลักทำหน้าที่เรียกเมท็อด LastCarQ และ LastBikeQ ให้ทำงาน และส่งข้อมูลไปยังคลาส Car และคลาส Bike ผ่านทางคลาส Vehicle

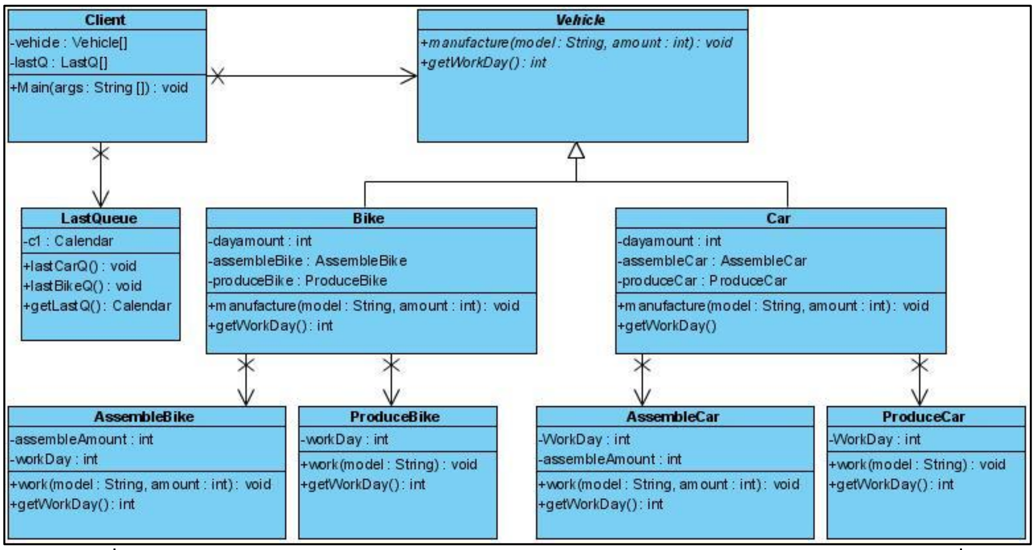
2. คลาส Vehicle เป็นคลาสแอ็บสแตรค ประกอบด้วยแอ็บสแตรคเมท็อด ดังนี้ (1) manufacture และ (2) getWorkDay

3. คลาส LastQueque มีเมท็อด (1) lastCar ทำหน้าที่ตรวจสอบวันเดือนปีที่ผลิตรถยนต์เสร็จจากคำสั่งผลิตรถยนต์ล่าสุด (2) lastBike ทำหน้าที่ตรวจสอบวันเดือนปีที่ผลิตรถมอเตอร์ไซค์เสร็จจากคำสั่งผลิตมอเตอร์ไซค์ล่าสุด (3) getLastQ ทำหน้าที่ส่งข้อมูลวันเดือนปีของคำสั่งผลิตล่าสุด

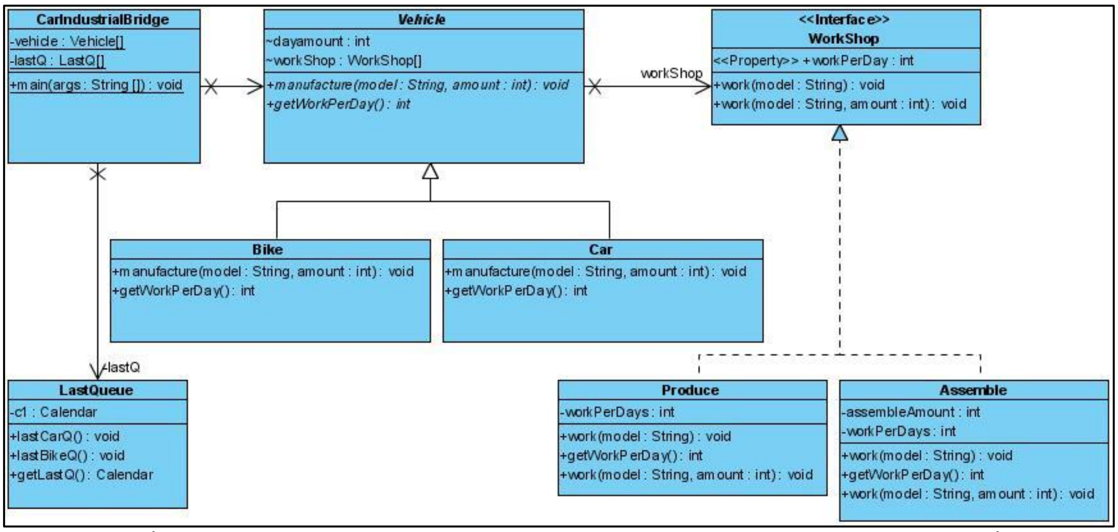
4. คลาส Bike และคลาส Car มีเมท็อดที่เหมือนกับคลาส Vehicle (1) manufacture ทำหน้าที่คำนวณวันเดือนปีที่ผลิตพาหนะเสร็จ โดยรับข้อมูลวันที่ผลิตพาหนะเสร็จของคำสั่งผลิตล่าสุดจากคลาส Client และ (2) getWorkDay ทำหน้าที่ส่งข้อมูลวันเดือนปีที่ผลิตเสร็จ

5. คลาส Assemblecar และคลาส AssembleBike มีเมท็อด (1) work ทำหน้าที่ตรวจสอบจำนวนชิ้นส่วน และคำนวณวันในการสั่งชิ้นส่วนผลิตพาหนะ (2) getworkday ทำหน้าที่ส่งจำนวนวันที่สั่งชิ้นส่วน

6. คลาส ProduceCar และคลาส ProduceBike มีเมท็อด (1) work ทำหน้าที่คำนวณวันในการผลิตพาหนะ สำหรับการคำนวณวันผลิตรถยนต์รับข้อมูลจากคลาส Car การคำนวณวันผลิตรถมอเตอร์ไซค์รับข้อมูลจากคลาส Bike ซึ่งทั้งสองคลาสรับข้อมูลมาจากคลาส Client
(2) getworkday ทำหน้าที่ส่งจำนวนวันที่ผลิตพาหนะ



ภาพที่ ข.8 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 3



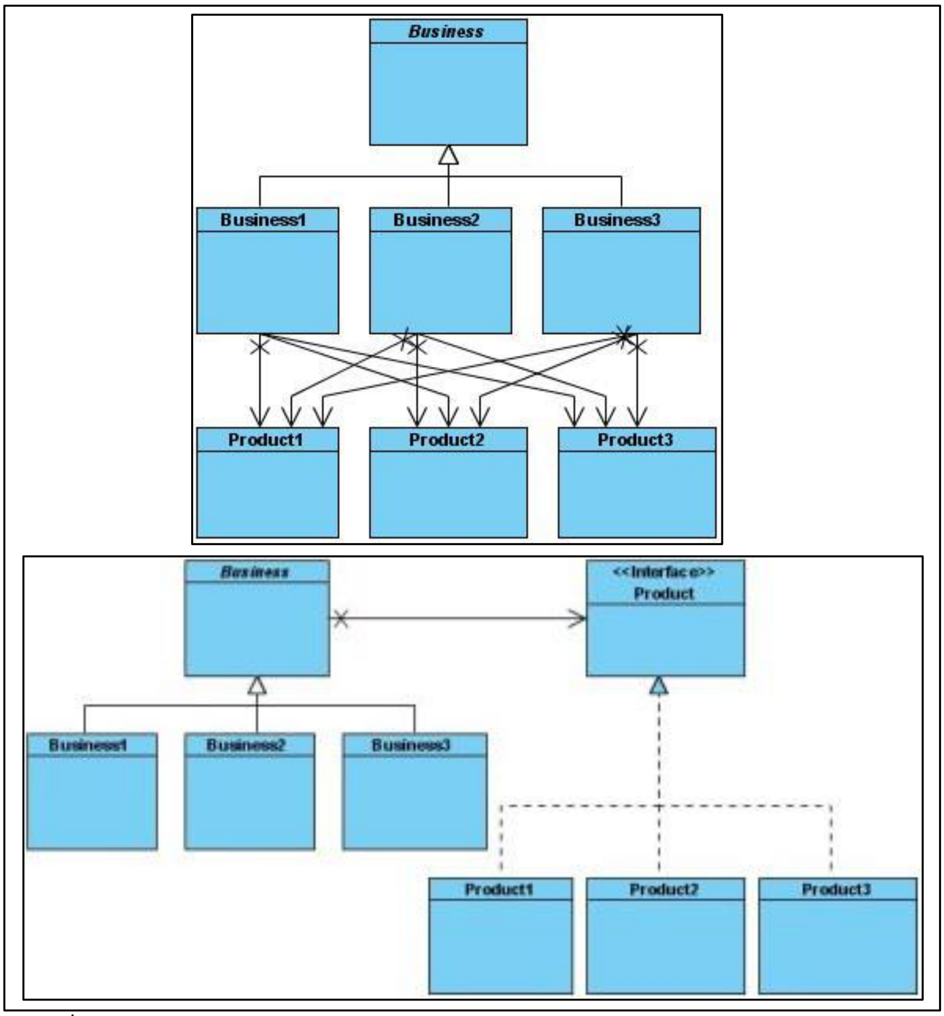
ภาพที่ ข.9 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 3

ตารางที่ ข.3 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 3

ฟังก์ชั่น		**ข้อมูลเข้า**		**ผลการทดสอบ**
		รุ่น (model)	จำนวนผลิต (amount)	
คำนวณวันที่ผลิตพาหนะ	รถยนต์	A	40	Fri Jan 04 2013
		B	40	Sat Dec 15 2012
		อื่นๆ	40	No Model
	มอเตอร์ไซค์	C	40	Sat Dec 25 2012
		D	40	Thu Nov 15 2012
		อื่นๆ	40	No Model

หน่วยตัวอย่างที่ 4

แหล่งที่มา http://www.decomplexity.com/



ภาพที่ ข.10 แผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ของหน่วยตัวอย่างที่ 4

ฟังก์ชั่นของระบบ

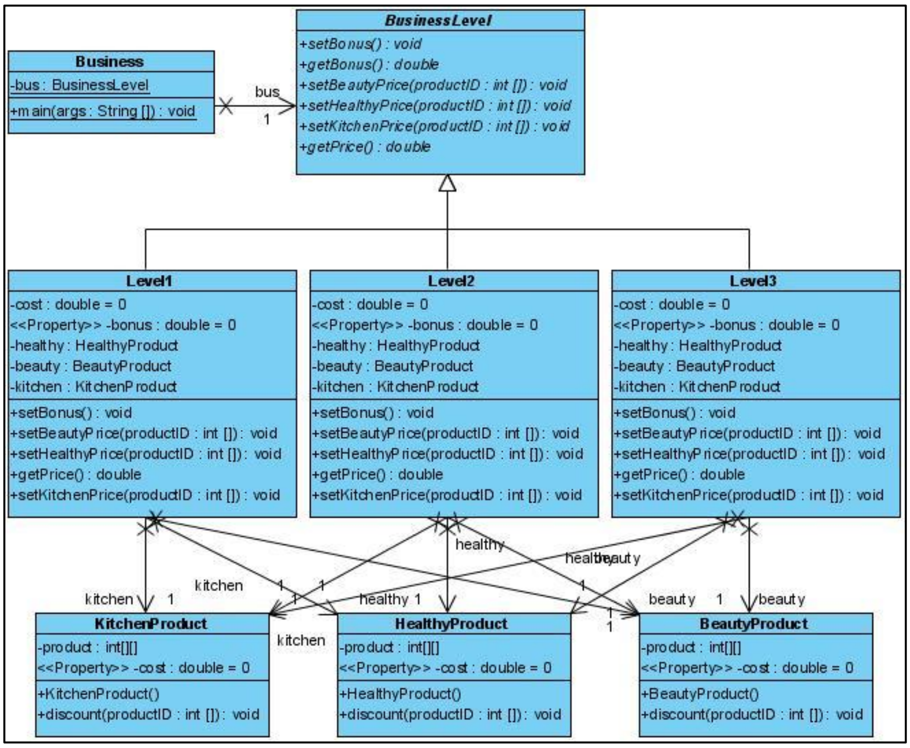
- คำนวณส่วนแบ่งยอดขาย และคำนวณราคาสินค้า ประกอบด้วย คลาส เมท็อด และแอตทริบิวต์ ดังนี้

1. คลาส Business เป็นคลาสหลักทำหน้าที่ส่งข้อมูลไปยังคลาส Level1 คลาส Level2 และคลาส Level3 ผ่านทางแอ็บสแตรคลาส BusinessLevel

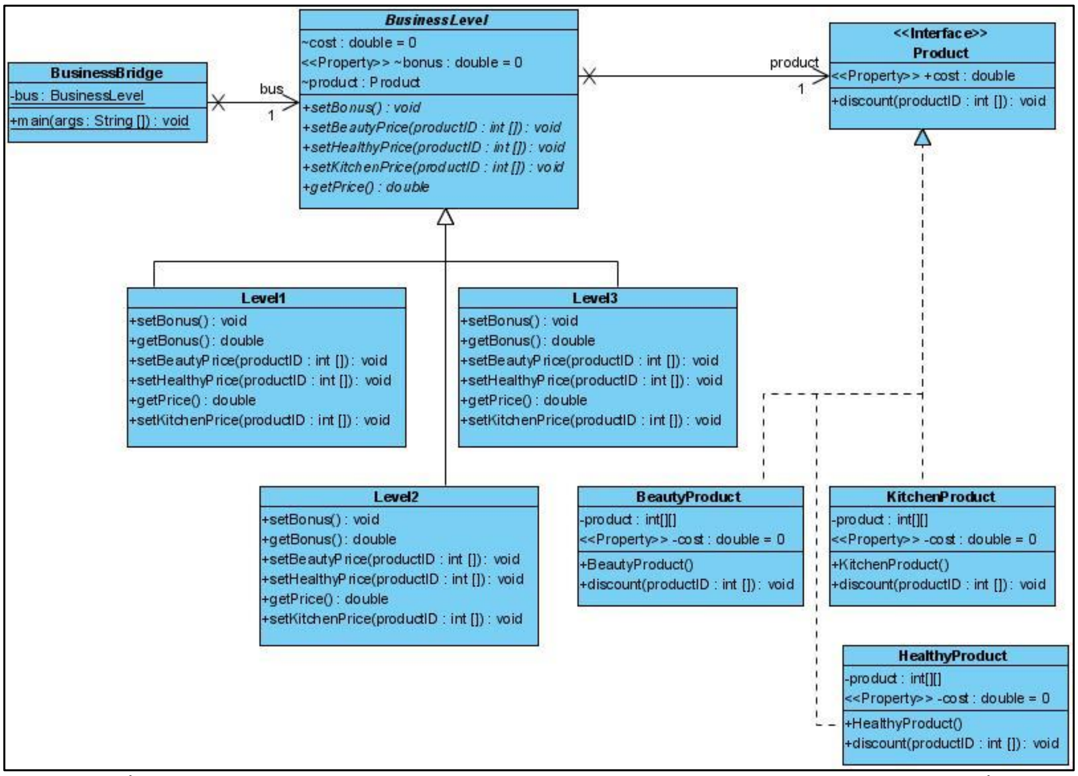
2. คลาส BusinessLevel เป็นแอ็บสแตรคคลาสที่ประกอบด้วยแอ็บสแตรคเมท็อด ดังนี้ (1) setBonus (2) getBonus (3) setBeautyPrice (4) setHealthyPrice (5) setKitchenPrice และ (6) getPrice

3. คลาส Level 1 คลาส Level2 และคลาส Level3 มีเมท็อด (1) setBonus มีหน้าที่คำนวณส่วนแบ่งการขาย (2) getBonus ส่งข้อมูลส่วนแบ่งการขาย (3) setBeautyPrice คำนวณราคาเครื่องสำอางค์ (4) setHealthyPrice คำนวณราคาอาหารเสริม (5) setKitchenPrice คำนวณราคาเครื่องครัว และ (6) getPrice ส่งข้อมูลราคาสินค้า

4. คลาส KitchenProduct คลาส HealthyProduct และคลาส BeautyProduct มีเมท็อด discount ทำหน้าที่กำหนดส่วนลดให้กับสินค้า



ภาพที่ ข.11 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 4



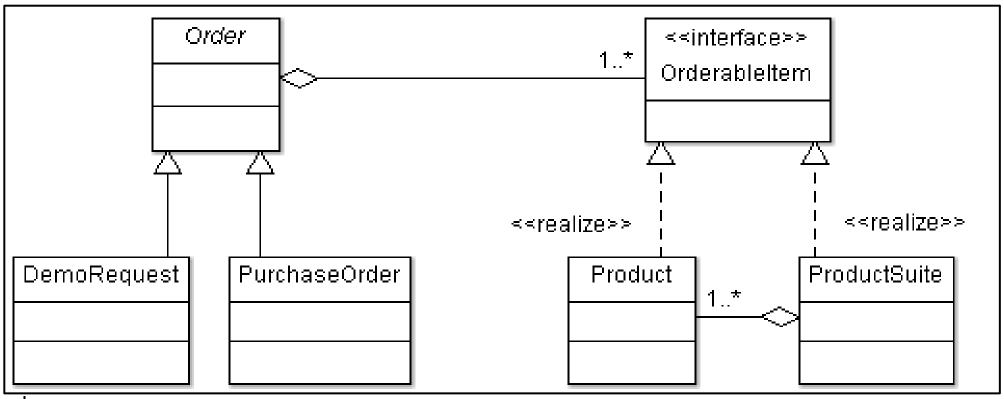
ภาพที่ ข.12 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 4

ตารางที่ ข.4 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 4

ฟังก์ชั่น		**ข้อมูลเข้า**		**ผลการทดสอบ**
		รายการสินค้า	จำนวน	
คำนวณราคาสินค้า และคำนวณส่วนแบ่งยอดขาย	ผู้ขายระดับ 1	1	1	รวมราคา: 5400 บาท
		2	1	เงินส่วนแบ่งจำนวน: 120 บาท
	ผู้ขายระดับ 2	1	1	รวมราคา: 4800 บาท
		2	1	เงินส่วนแบ่งจำนวน: 300 บาท
	ผู้ขายระดับ 3	1	1	รวมราคา: 4200 บาท
		2	1	เงินส่วนแบ่งจำนวน: 600 บาท
	ผู้ขายระดับ 4	1	1	รวมราคา: 3600 บาท
		2	1	เงินส่วนแบ่งจำนวน: 1200 บาท

หน่วยตัวอย่างที่ 5

แหล่งที่มา http://www.e-zest.net/



ภาพที่ ข.13 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ของหน่วยตัวอย่างที่ 5

ฟังก์ชั่นของระบบ

- แสดงรายการสินค้าตามใบสั่งซื้อ และแสดงรายการสินค้าในใบสั่งสินค้าที่ชำระเงินแล้ว ประกอบด้วย คลาส เมท็อด และแอตทริบิวต์ ดังนี้

1. คลาส OrderProduct เป็นคลาสหลักทำหน้าที่ส่งข้อมูลรายการสินค้าที่ต้องการสั่งซื้อไปยังคลาส RequestOrder และ PurchaseOrder ผ่านแอ็บสแตรคคลาส Order

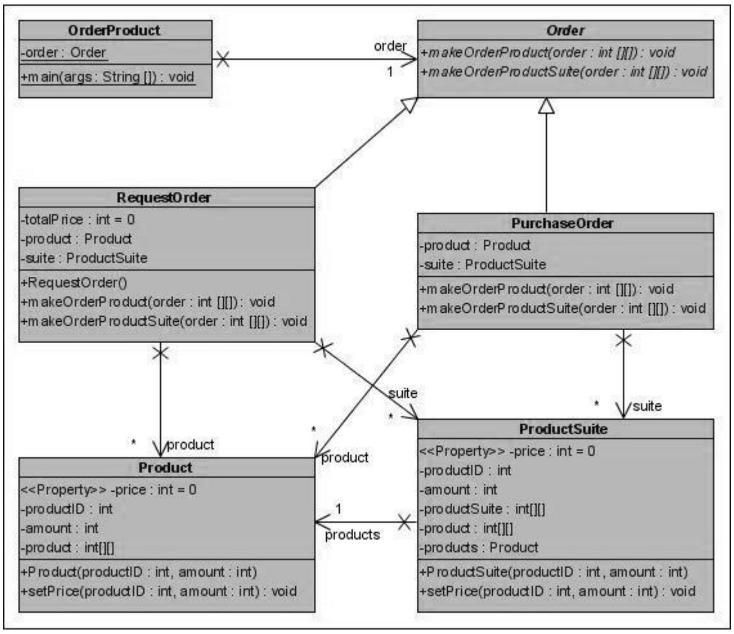
2. คลาส Order เป็นคลาสแอ็บสแตรค ประกอบด้วยแอ็บสแตรคเมท็อด makeOrderProduct และ makeOrderProductSuit

3. คลาส RequestOrder มีเมท็อด (1) makeOrderProduct ทำหน้าที่แสดงรายการสินค้าที่สั่งซื้อ และคำนวณราคาสินค้าตามรายการสั่งซื้อที่รับมาจากคลาส OrderProduct
(2) makeOrderProductSuit ทำหน้าที่แสดงรายการสินค้าราคาพิเศษที่สั่งซื้อ และคำนวณราคาสินค้าราคาพิเศษตามรายการสั่งซื้อที่รับมาจากคลาส OrderProduct

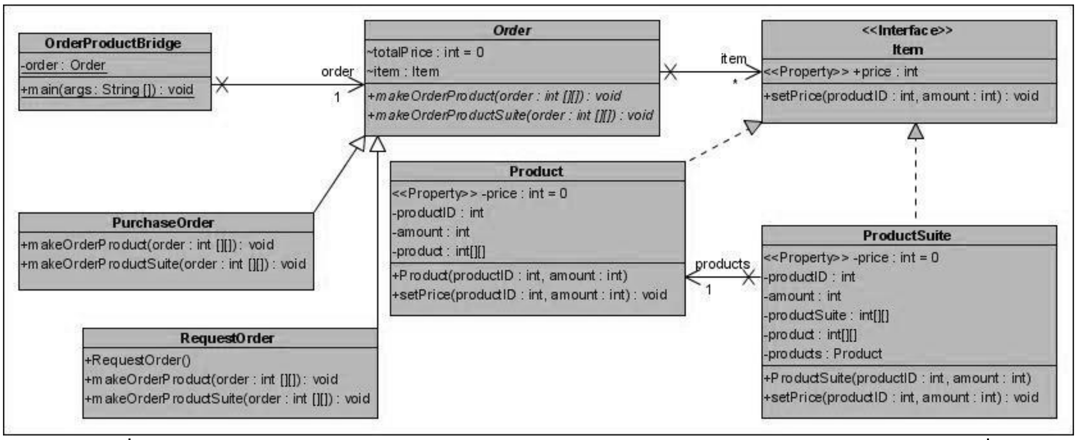
4. คลาส PurchaseOrder มีเมท็อด (1) makeOrder ทำหน้าที่แสดงรายการสินค้าที่ลูกค้าชำระค่าสินค้าแล้ว ตามรายการสั่งซื้อที่รับมาจากคลาส OrderProduct
(2) makeOrderProductSuit ทำหน้าที่แสดงรายการสินค้าราคาพิเศษที่ชำระเงินแล้วที่รับมาจากคลาส OrderProduct

5. คลาส Product เป็นคลาสที่สร้างอ็อบเจกต์ ที่ประกอบด้วยข้อมูล รหัสสินค้า และราคา เมท็อด setPrice ทำหน้าที่ค้นหาสินค้าจากรายการสินค้าที่ลูกค้าสั่งซื้อ และคำนวณราคาสินค้า

6. คลาส ProductSuit เป็นคลาสที่สร้างอ็อบเจกต์ ที่ประกอบด้วยข้อมูล รหัสสินค้าราคาพิเศษ และราคา มีเมท็อด setPrice ทำหน้าที่ค้นหาสินค้าราคาพิเศษจากรายการสินค้าที่ลูกค้าสั่งซื้อ และคำนวณราคาสินค้าเฉพาะสินค้าที่เป็นราคาพิเศษ



ภาพที่ ข.14 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 5



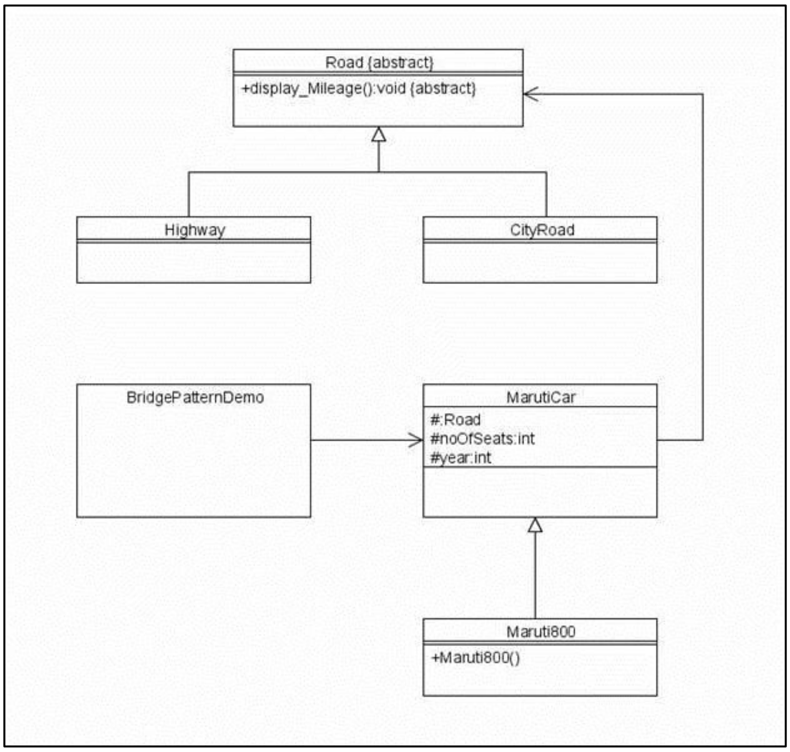
ภาพที่ ข.15 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 5

ตารางที่ ข.5 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 5

ฟังก์ชั่น		ข้อมูลเข้า		ผลการทดสอบ
		รายการสินค้า	จำนวน	
แสดงรายการสินค้าที่สั่งซื้อ	คำสั่งซื้อที่ยังไม่ชำระค่าสินค้า	1 2	1 1	Order: 1 Total: 3500 บาท productID: 1 Amount: 1 Price: 1500 บาท productID: 2 Amount: 1 Price: 2000 บาท
	คำสั่งซื้อที่ชำระค่าสินค้าแล้ว	1 2	1 1	Order: 1 Already Paid Total: 3500 บาท productID: 1 Amount: 1 Price: 1500 บาท productID: 2 Amount: 1 Price: 2000 บาท

<u>หน่วยตัวอย่างที่ 6</u>

<u>แหล่งที่มา</u> http://www.birec.org/



ภาพที่ ข.16 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ของหน่วยตัวอย่างที่ 6

<u>ฟังก์ชั่นของระบบ</u>

- แสดงรายชื่อเส้นทางสำหรับส่งสินค้า ประกอบด้วย คลาส เมท็อด และแอตทริบิวต์ ดังนี้

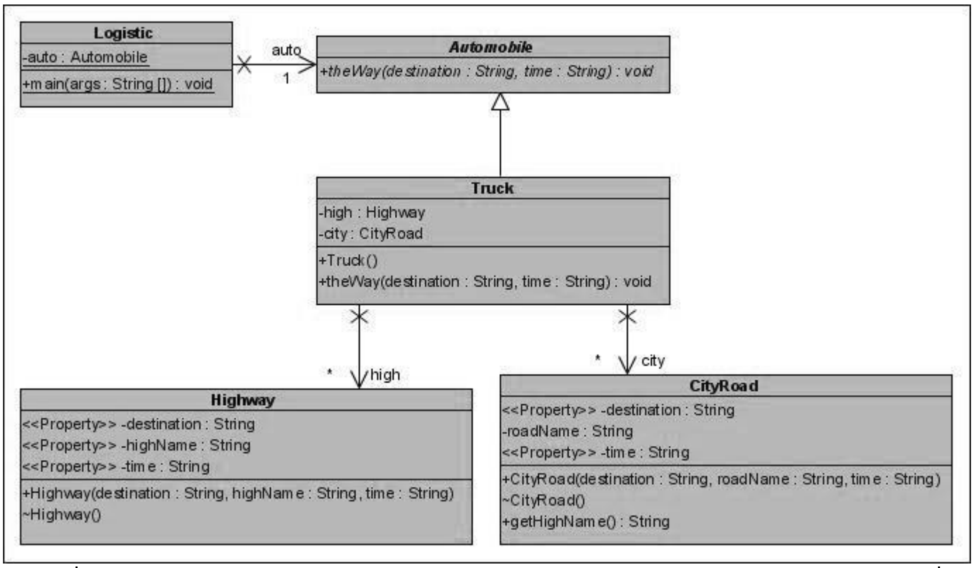
1. คลาส Logistic เป็นคลาสหลักทำหน้าที่ส่งข้อมูลไปยังคลาส Truck ผ่านทางแอ็บสแตรคคลาส Automobile

2. คลาส Automobile เป็นคลาสแอ็บสแตรค มีแอ็บสแตรคเมท็อด theWay

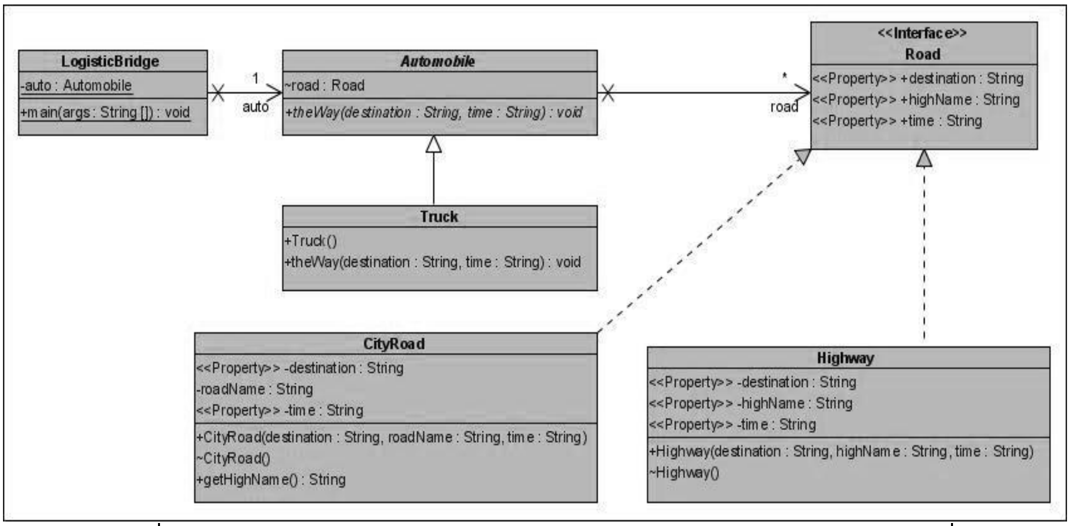
3. คลาส Truck มีเมท็อด theWay ทำหน้าที่ค้นหารายชื่อถนนที่ใช้ในการส่งสินค้า

4. คลาส Highway เป็นคลาสที่สร้างอ็อบเจกต์ทางด่วน ที่ประกอบด้วยข้อมูล ชื่อทางด่วน เวลาที่รถบรรทุกสามารถวิ่งได้ และบริเวณที่ผ่าน

5. คลาส CityRoad เป็นคลาสที่สร้างอ็อบเจกต์ถนน ที่ประกอบด้วยข้อมูล ชื่อถนน บริเวณที่ผ่าน เวลาที่รถบรรทุกสามารถวิ่งได้ และมีเมท็อด getName ทำหน้าที่ส่งข้อมูลชื่อถนน



ภาพที่ ข.17 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 6



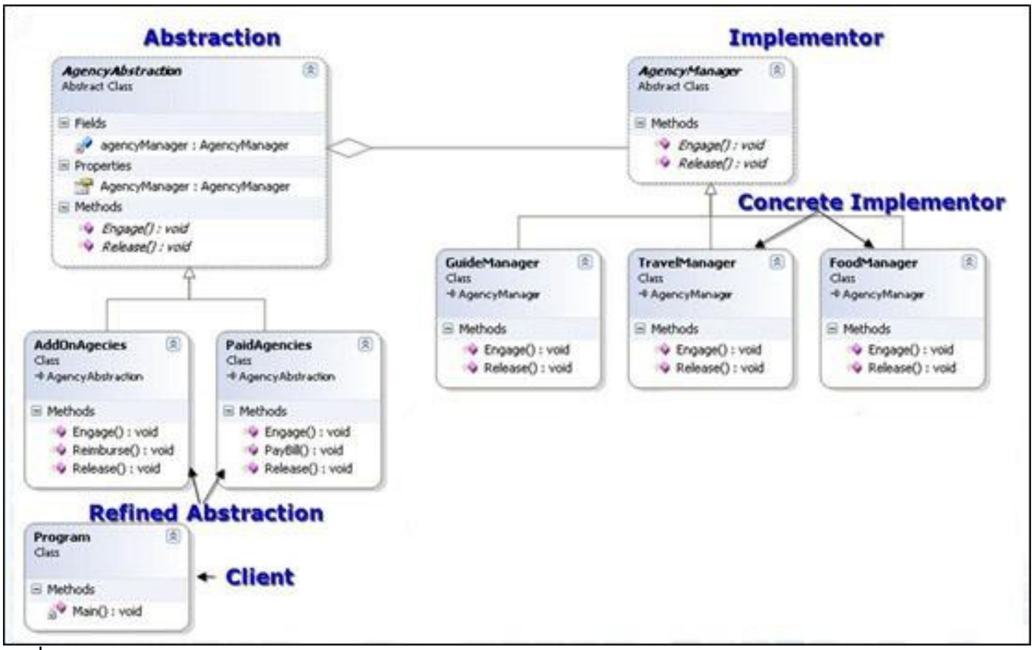
ภาพที่ ข.18 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 6

ตารางที่ ข.6 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 6

ฟังก์ชั่น	**ข้อมูลเข้า**		**ผลการทดสอบ**
	ปลายทาง	เวลาส่งสินค้า	
แสดงรายชื่อเส้นทางสำหรับส่งสินค้า	silom	12.00	From Kaset-Nawamin To Silom HighWay: Ramintra Artnarong City Road: Rama 4 , Silom

<u>หน่วยตัวอย่างที่ 7</u>

<u>แหล่งที่มา</u> http://coolsubhash-tech.blogspot.com/



ภาพที่ ข.19 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ของหน่วยตัวอย่างที่ 7

<u>ฟังก์ชั่นของระบบ</u>

- แสดงรายงานการทำงานของสองเอเจนซี่แผนกที่ดูแลด้านอาหาร ด้านที่พัก และด้านผู้นำเที่ยว ประกอบด้วย คลาส เมท็อด และแอตทริบิวต์ ดังนี้

1. คลาส Program เป็นคลาสหลัก ทำหน้าที่เรียกใช้งานเมท็อดของคลาส AddOnAgency และคลาส PaidAgency

2.คลาส AddOnAgency มีเมท็อด (1) work ทำหน้าที่เรียกใช้งานเมท็อดของคลาส FoodManager คลาส GuideManager และคลาส TravelManager (2) Reimburse ทำหน้าที่แสดงรายชื่อเอเจนซี่ที่ทำงานให้

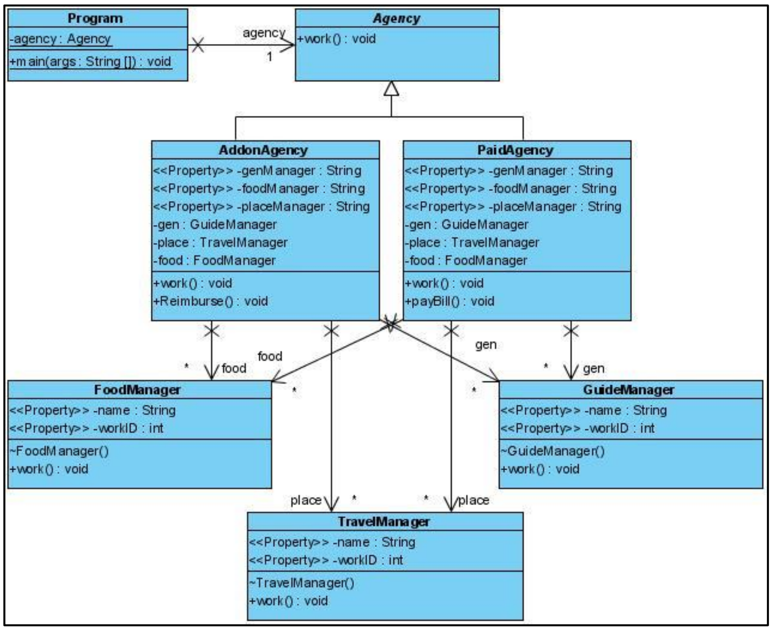
3. คลาส PaidAgency มีเมท็อด work ทำหน้าที่เรียกใช้งานเมท็อดของคลาส FoodManager คลาส GuideManager แลพคลาส TravelManager (2) PayBill ทำหน้าที่แสดงรายชื่อเอเจนซี่ที่ทำงานให้

4. คลาส FoodManager มีเมท็อด work ทำหน้าที่ค้นหารายงานการทำงานของแผนกที่ดูแลด้านอาหาร และแสดงผลการทำงาน

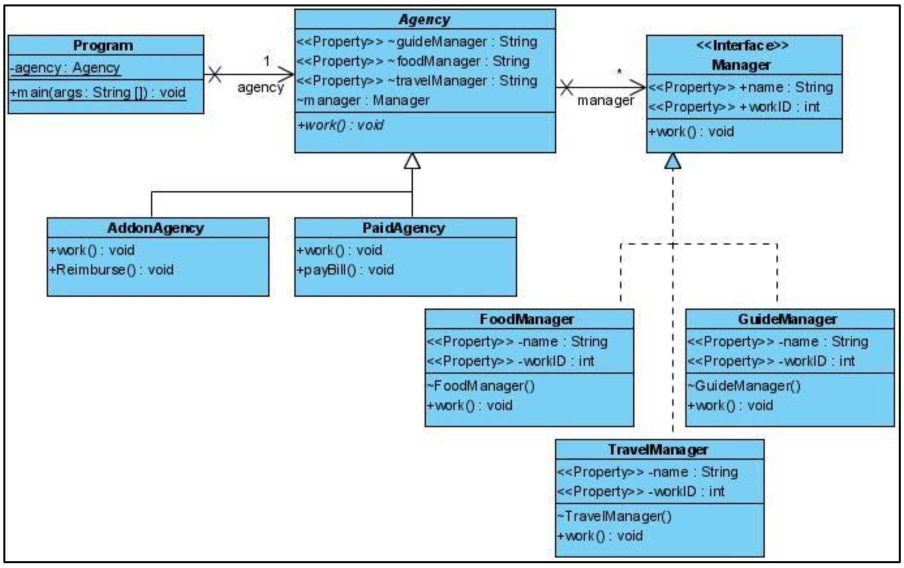
5. คลาส GuideManager มีเมท็อด work ทำหน้าที่ค้นหารายงานการทำงานของแผนกที่ดูแลด้านผู้นำเที่ยว และแสดงผลการทำงาน

6. คลาส Agency เป็นแอ็บสแตรคคลาส มีแอ็บสแตรคเมท็อด work

7. คลาส TravelManager มีเมท็อด work ทำหน้าที่ค้นหารายงานการทำงานของแผนกที่ดูแลด้านที่พัก และแสดงผลการทำงาน



ภาพที่ ข.20 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 7



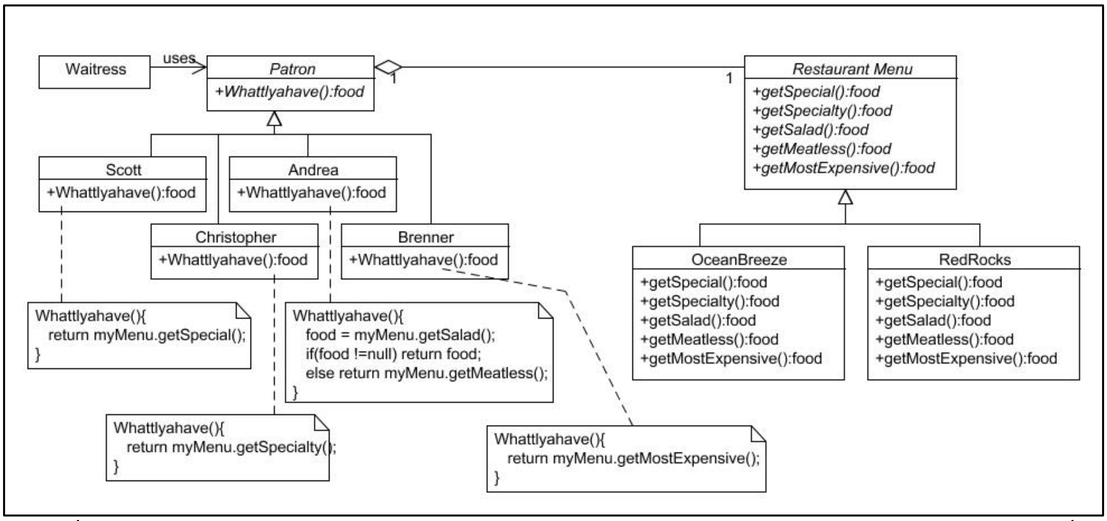
ภาพที่ ข.21 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 7

ตารางที่ ข.7 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 7

ฟังก์ชั่น			ผลการทดสอบ
แสดงรายงานการทำงาน	Addon Agency	แผนกอาหาร	ทำหน้าที่สั่งอาหาร
		แผนกท่องเที่ยว	ทำหน้าที่จองโรงแรม
		แผนกนำเที่ยว	ทำหน้าที่จัดหาสถานที่ท่องเที่ยว
	Paid Agency	แผนกอาหาร	ทำหน้าที่สั่งอาหาร
		แผนกท่องเที่ยว	ทำหน้าที่จองโรงแรม
		แผนกนำเที่ยว	ทำหน้าที่จัดหาสถานที่ท่องเที่ยว

<u>หน่วยตัวอย่างที่ 8</u>

<u>แหล่งที่มา</u> http://www.netobjectives.com/



ภาพที่ ข.22 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ของหน่วยตัวอย่างที่ 8

<u>ฟังก์ชั่นของระบบ</u>

- คำนวณส่วนแบ่งการขายสินค้าของพนักงาน ถ้าพนักงานขายสินค้าพิเศษ พนักงานจะได้ส่วนแบ่งเพิ่มขึ้น ประกอบด้วย คลาส เมท็อด และแอตทริบิวต์ ดังนี้

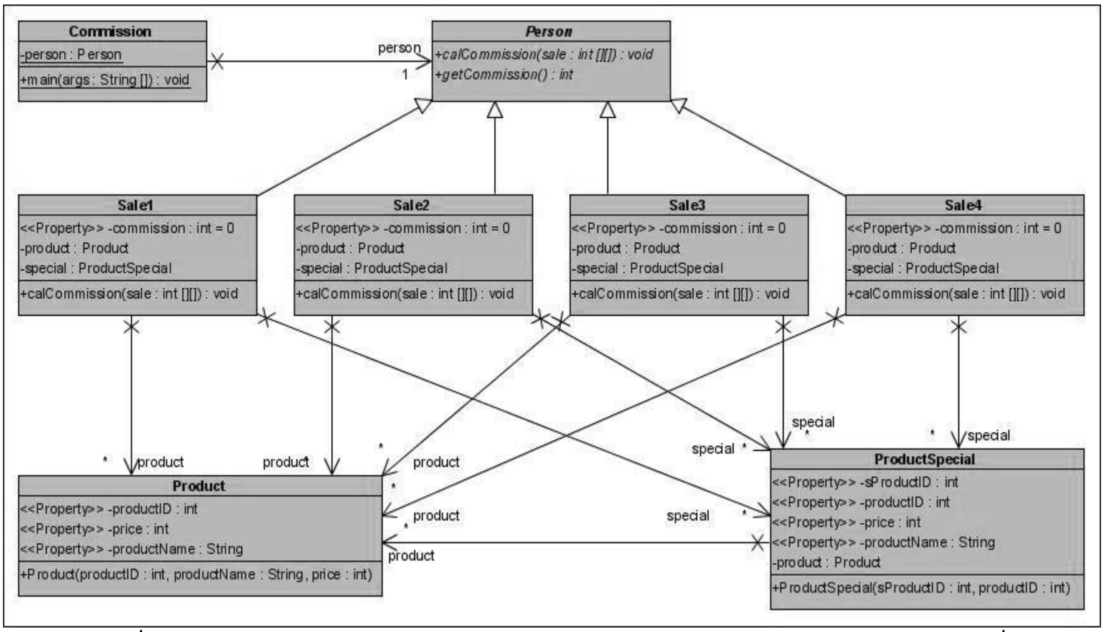
1. คลาส Commission เป็นคลาสหลัก ทำหน้าที่ส่งข้อมูลรายการสินค้าที่พนักงานแต่ละคนขายได้ ไปยังคลาส Sale1 คลาส Sale2 คลาส Sale3 และคลาส Sale4 ผ่านทางแอ็บสแตรคคลาส Person

2. คลาส Person เป็นแอ็บสแตรคคลาส ประกอบด้วยแอ็บสแตรคเมท็อด (1) calCommission และ (2) getCommission

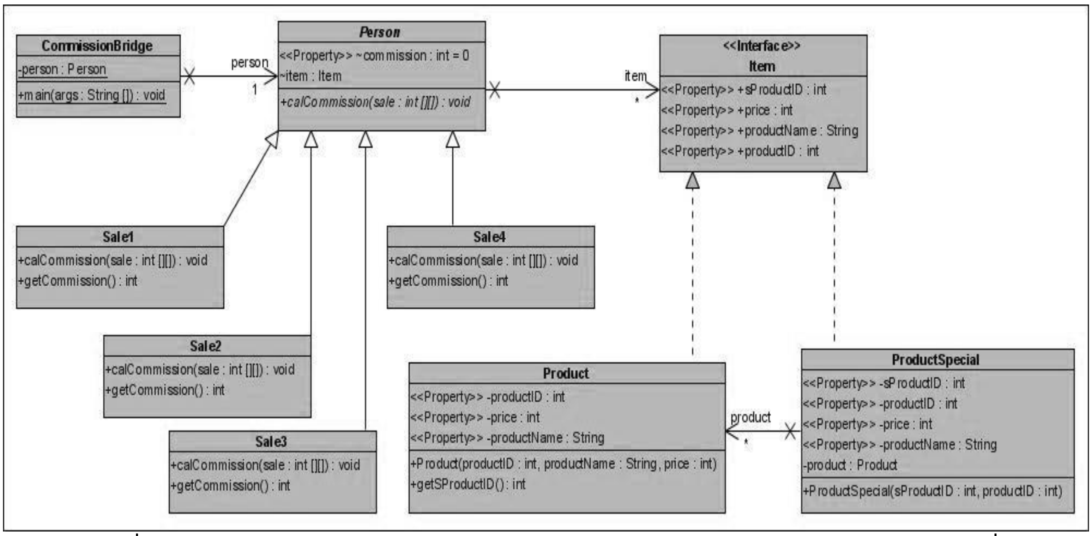
3. คลาส Sale1 คลาส Sale2 คลาส Sale3 และคลาส Sale4 มีเมท็อด (1) calCommission ทำหน้าที่คำนวณส่วนแบ่งการขายให้พนักงานตามรายการสินค้าที่พนักงานแต่ละคนขายได้ และ (2) getCommission ส่งข้อมูลส่วนแบ่งการขายไปยังคลาส Commission เพื่อแสดงจำนวนเงินที่เป็นส่วนแบ่งการขาย

4. คลาส Product เป็นคลาสที่ทำหน้าที่สร้างอ็อบเจกต์ของข้อมูลสินค้า ประกอบด้วยข้อมูล รหัสสินค้า

5. คลาส ProductSpecial เป็นคลาสที่ทำหน้าที่สร้างอ็อบเจกต์ของข้อมูลสินค้าพิเศษ ประกอบด้วยข้อมูล รหัสสินค้า



ภาพที่ ข.23 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 8



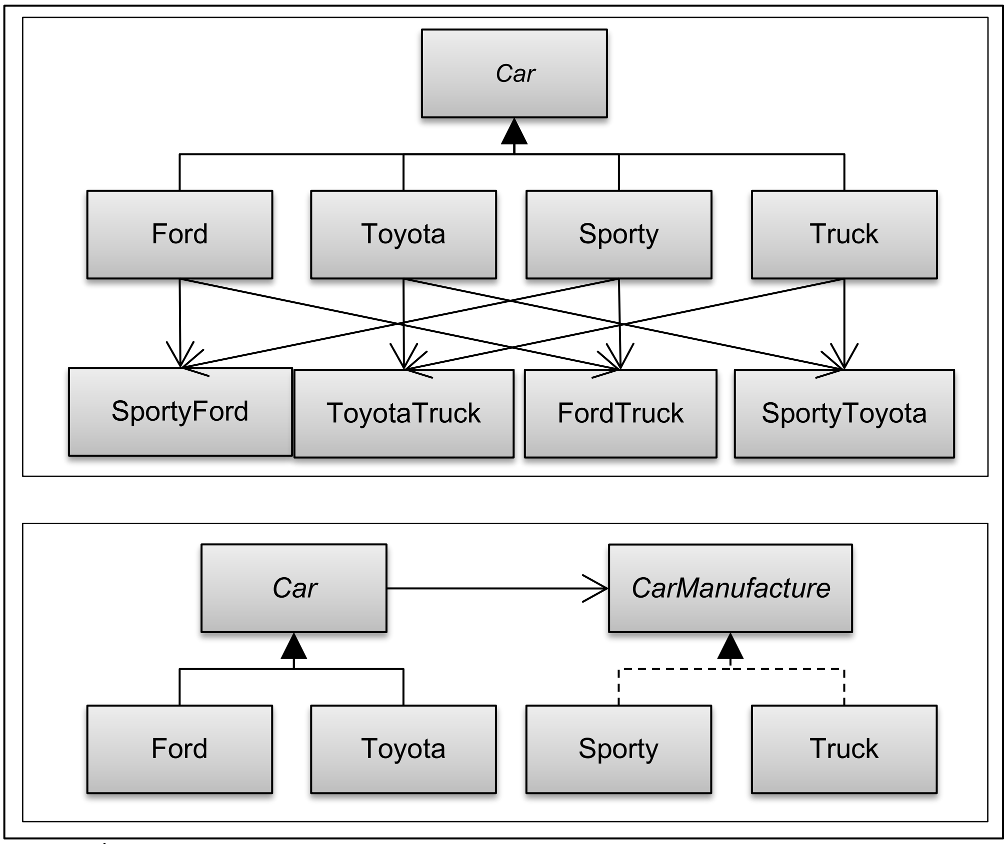
ภาพที่ ข.24 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 8

ตารางที่ ข.8 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 8

ฟังก์ชั่น		ผลการทดสอบ
คำนวณส่วนแบ่งการขายสินค้า	พนักงานคนที่ 1	Comission: 5000 บาท
	พนักงานคนที่ 2	Comission: 4000 บาท
	พนักงานคนที่ 3	Comission: 6000 บาท
	พนักงานคนที่ 4	Comission: 3000 บาท

<u>หน่วยตัวอย่างที่ 9</u>

<u>แหล่งที่มา</u> http://www.gui.net/



ภาพที่ ข.25 แผนภาพคลาสก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ของหน่วยตัวอย่างที่ 9

<u>ฟังก์ชั่นของระบบ</u>

- แสดงรายการรถเช่า ตามประเภทรถ และยี่ห้อ ประกอบด้วย คลาส เมท็อด และแอตทริบิวต์ ดังนี้

1. คลาส RentCar เป็นคลาสหลักที่ส่งข้อมูลไปยังคลาส BrandA คลาส BrandB คลาส Truck และคลาส Sport ผ่านทางแอ็บสแตรคคลาส Car

2. คลาส Car เป็นแอ็บสแตรคคลาสประกอบด้วยแอ็บสแตรคเมท็อด (1) all และ (2) type

3. คลาส BrandA มีเมท็อด (1) all ทำหน้าที่แสดงรายการรถยนต์ทุกประเภทที่เป็นยี่ห้อเอ และ (2) type ทำหน้าที่แสดงรายการรถยนต์ยี่ห้อเอที่เป็นประเภทเดียวกับข้อมูลที่ส่งมาจากคลาส RentCar

4. คลาส BrandB มีเมท็อด (1) all ทำหน้าที่แสดงรายการรถยนต์ทุกประเภทที่เป็นยี่ห้อบี และ (2) type ทำหน้าที่แสดงรายการรถยนต์ยี่ห้อบีที่เป็นประเภทเดียวกับข้อมูลที่ส่งมาจากคลาส RentCar

5. คลาส Truck มีเมท็อด (1) all ทำหน้าที่แสดงรายการรถยนต์ทุกยี่ห้อในประเภทกระบะ และ (2) type ทำหน้าที่แสดงรายการรถยนต์ประเภทกระบะและมียี่ห้อเดียวกับข้อมูลที่ส่งมาจากคลาส RentCar

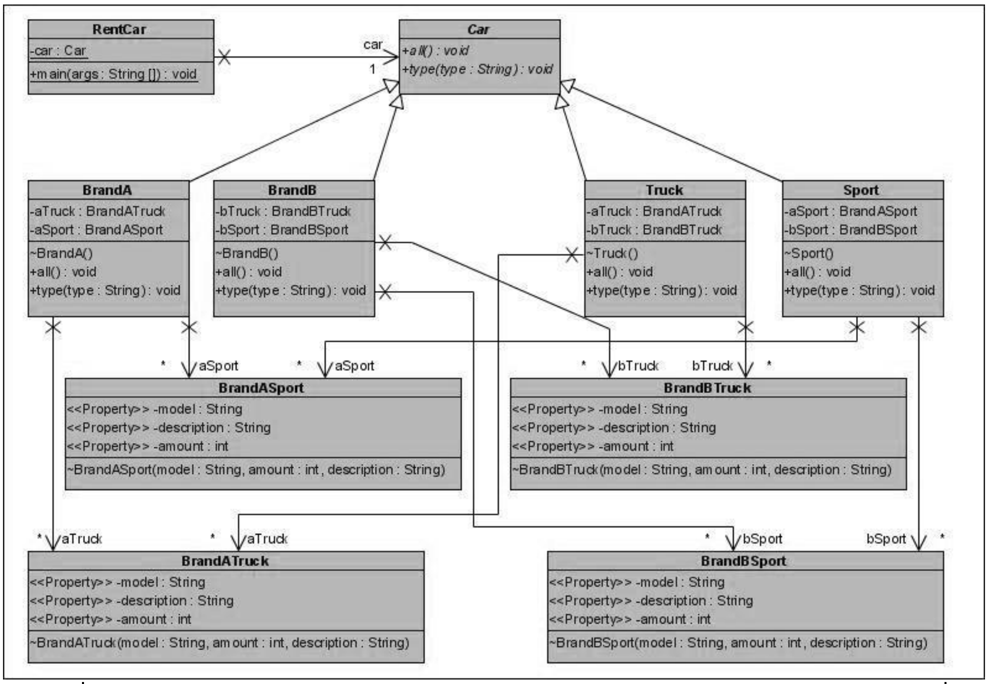
6. คลาส Sport มีเมท็อด (1) all ทำหน้าที่แสดงรายการรถยนต์ทุกยี่ห้อในประเภทรถสปอร์ตและ (2) type ทำหน้าที่แสดงรายการรถยนต์ประเภทรถสปอร์ตและมียี่ห้อเดียวกับข้อมูลที่ส่งมาจากคลาส RentCar

7. คลาส BrandASport เป็นคลาสที่สร้างอ็อบเจกต์ของรถสปอร์ตยี่ห้อเอ ประกอบด้วยข้อมูล รุ่น จำนวน (คัน) และรายละเอียดรถ

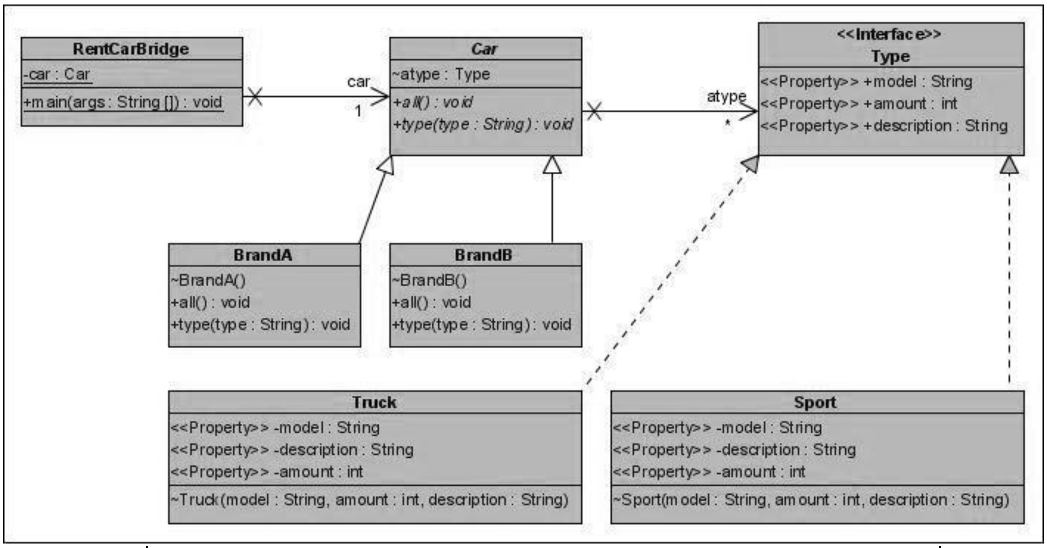
8. คลาส BrandBSport เป็นคลาสที่สร้างอ็อบเจกต์ของรถสปอร์ตยี่ห้อบี ประกอบด้วยข้อมูล รุ่น จำนวน (คัน) และรายละเอียดรถ

9. คลาส BrandATruck เป็นคลาสที่สร้างอ็อบเจกต์ของรถกระบะยี่ห้อเอ ประกอบด้วยข้อมูล รุ่น จำนวน (คัน) และรายละเอียดรถ

10. คลาส BrandBTruck เป็นคลาสที่สร้างอ็อบเจกต์ของรถกระบะยี่ห้อบี ประกอบด้วยข้อมูล รุ่น จำนวน (คัน) และรายละเอียดรถ



ภาพที่ ข.26 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 9



ภาพที่ ข.27 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 9

ตารางที่ ข.9 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 9

ฟังก์ชั่น		**ผลการทดสอบ**
แสดงรายการรถเช่า	รถยี่ห้อเอ	At1 10 White At2 10 White As1 10 Yellow As2 10 Yellow
	รถยี่ห้อบี	Bt1 10 White Bt2 10 White Bs1 10 Yellow Bs2 10 Yellow
	รถสปอร์ต	As1 10 Yellow As2 10 Yellow Bs1 10 Yellow Bs2 10 Yellow
	รถกระบะ	At1 10 White At2 10 White Bt1 10 White Bt2 10 White

<u>หน่วยตัวอย่างที่ 10</u>

<u>แหล่งที่มา</u> http://www.4microsoftsolutions.com/

```
public interface PayInterface{
string BankMethod();
}
```

```
class BankA:PayInterface{
#region PayInterface Members
public string BankMethod() {
return "Bank A is calling";
}
#endregion
}
```

```
class BankB:PayInterface {
#region PayInterface Members
public string BankMethod() {
return "Bank B is calling";
}
#endregion
}
```

```
public class Pay {
PayInterface pi;
public Pay(PayInterface payInterface) {
pi = payInterface;
}
public string Banker() {
return "Bridge Pattern: " + pi.BankMethod();
}
}
```

```
static void Main(string[] args)
{
Console.WriteLine(new Pay(new BankA()).Banker());
Console.WriteLine(new Pay(new BankB()).Banker());
Console.ReadLine();
}
```

ภาพที่ ข.28 ซอร์สโค้ดหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ของหน่วยตัวอย่างที่ 10

<u>ฟังก์ชั่นของระบบ</u>

- คำนวณค่าธรรมเนียมการใช้บริการชำระใบแจ้งหนี้ ประกอบด้วย คลาส เมท็อด และแอตทริบิวต์ ดังนี้

1. คลาส Payment เป็นคลาสหลัก ทำหน้าที่ส่งข้อมูล ชื่อธนาคาร และรหัสใบแจ้งหนี้ ไปยังคลาส LoanPayment และคลาส CreditPayment

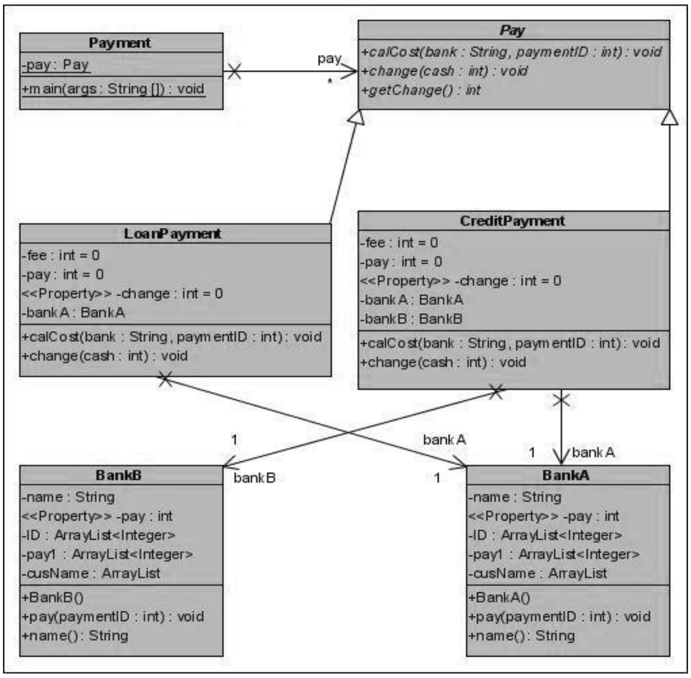
2. คลาส Pay เป็นคลาสแอ็บสแตรค มีแอ็บสแตรคเมท็อด(1) change และ (2) getChange

3. คลาส LoanPayment มีเมท็อด (1) calCost ทำหน้าที่คำนวณจำนวนเงินที่ต้องชำระ (จำนวนเงินในใบแจ้งหนี้ รวมกับค่าธรรมเนียม) (2) change ทำหน้าที่คำนวณเงินทอน

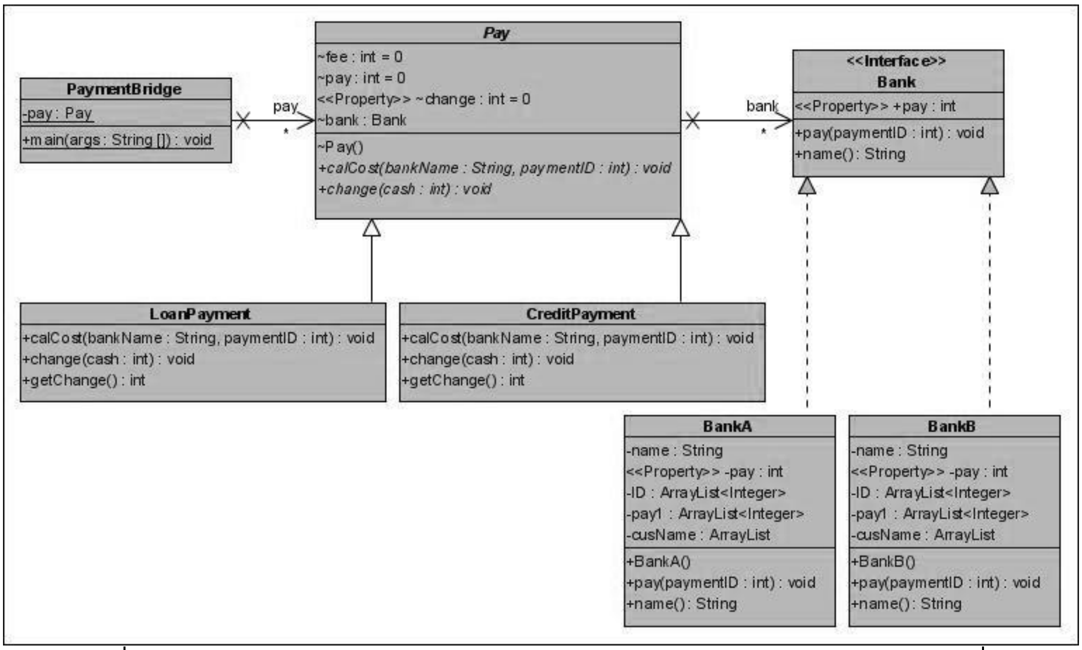
4. คลาส CreditPayment (1) calCost ทำหน้าที่คำนวณจำนวนเงินที่ต้องชำระ จำนวนเงินในใบแจ้งหนี้ รวมกับค่าธรรมเนียม แต่ละธนาคารมีค่าธรรมเนียมต่างกัน (2) change ทำหน้าที่คำนวณเงินทอน

5. คลาส BankA มีเมท็อด (1) pay ทำหน้าที่ตรวจสอบจำนวนเงินที่ต้องชำระ (2) name ทำหน้าที่ส่งข้อมูลชื่อเจ้าของใบแจ้งหนี้

6. คลาส BankB (1) pay ทำหน้าที่ตรวจสอบจำนวนเงินที่ต้องชำระ (2) name ทำหน้าที่ส่งข้อมูลชื่อเจ้าของใบแจ้งหนี้



ภาพที่ ข.29 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 10



ภาพที่ ข.30 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 10

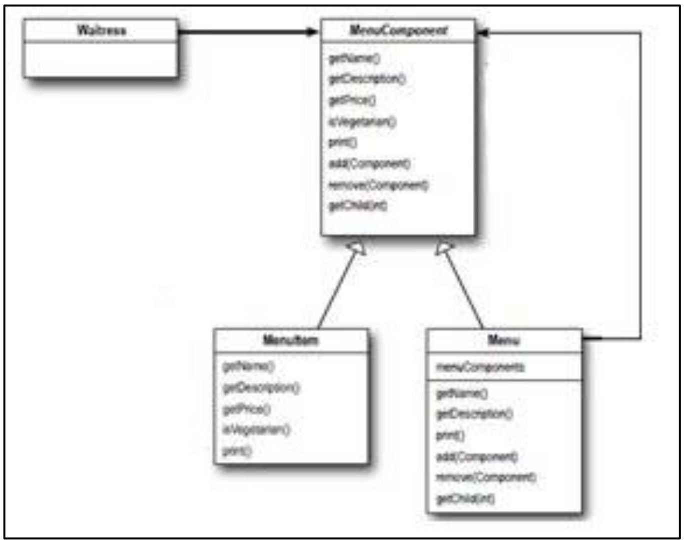
ตารางที่ ข.10 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 10

ฟังก์ชั่น		**ข้อมูลเข้า** รหัสใบแจ้งหนี้	**ผลการทดสอบ**
คำนวณค่าธรรมเนียมการใช้บริการชำระใบแจ้งหนี้	บัตรเครดิต	1	Credite Card Payment Fee: 50 บาท Total pay : 450.0
	เพย์พอล	1	PayPal Payment Fee: 10 บาท Total pay : 410.0

ภาคผนวก ค
หน่วยตัวอย่างคอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์น

<u>หน่วยตัวอย่างที่ 1</u>

<u>แหล่งที่มา</u> http://www.cnblogs.com/



ภาพที่ ค.1 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์
ของหน่วยตัวอย่างที่ 1

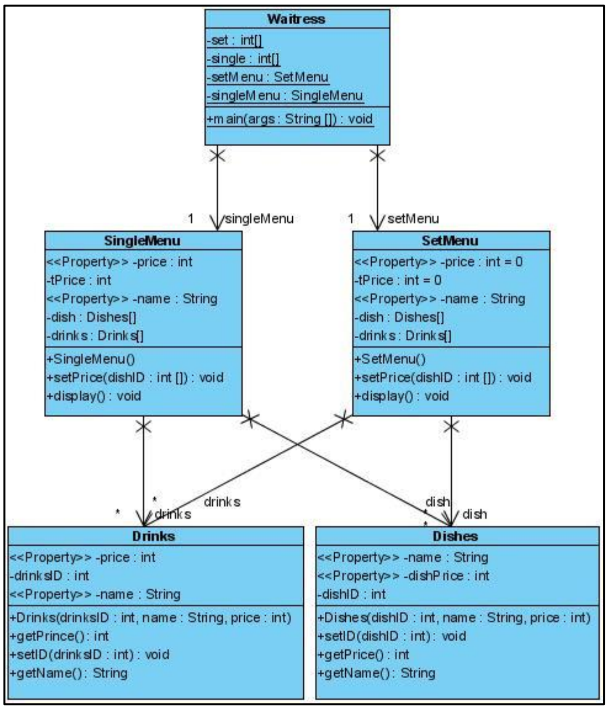
<u>ฟังก์ชั่นของระบบ</u>

- คำนวณราคาอาหาร สำหรับอาหารจานเดียว และอาหารชุด ประกอบด้วย คลาส เมท็อด และ แอตทริบิวต์ ดังนี้

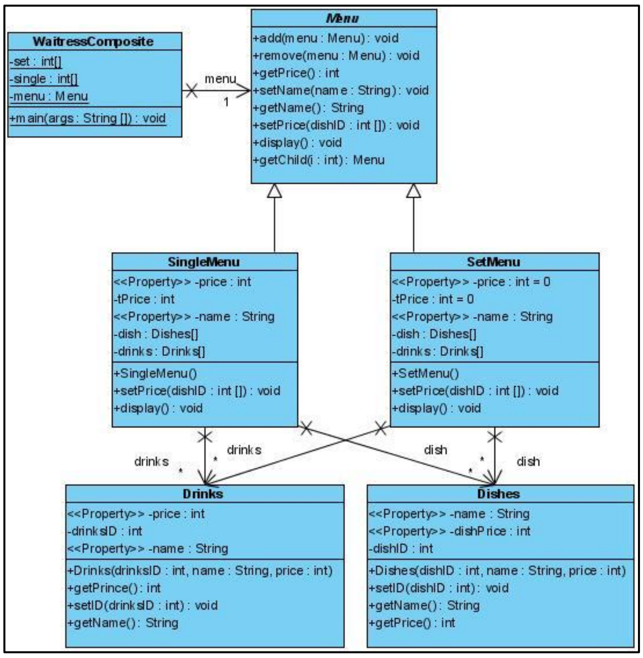
1. คลาส Waitress เป็นคลาสหลักทำหน้าที่ส่งข้อมูลรายการอาหารไปยังคลาส SingleMenu และคลาส SetMenu

2. คลาส SingleMenu และคลาส SetMenu มีเมท็อด (1) setPrice มีหน้าที่คำนวณราคาอาหารตามรายการอาหารที่รับมาจากคลาส Waitress โดยในคลาส SetMenu มีการลดราคาจากราคาปกติ (2) display มีหน้าที่แสดงราคาอาหาร

3. คลาส Dishes และคลาส Drinks มีเมท็อด (1) SetID ทำหน้าที่ค้นหาจานอาหารที่ตรงกับรหัสอาหารที่ส่งมาจากคลาส SingleMenu หรือคลาส SetMenu (2) getPrice มีหน้าที่ส่งข้อมูลราคาอาหาร (3) getName มีหน้าที่ส่งข้อมูลชื่ออาหาร



ภาพที่ ค.2 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 1



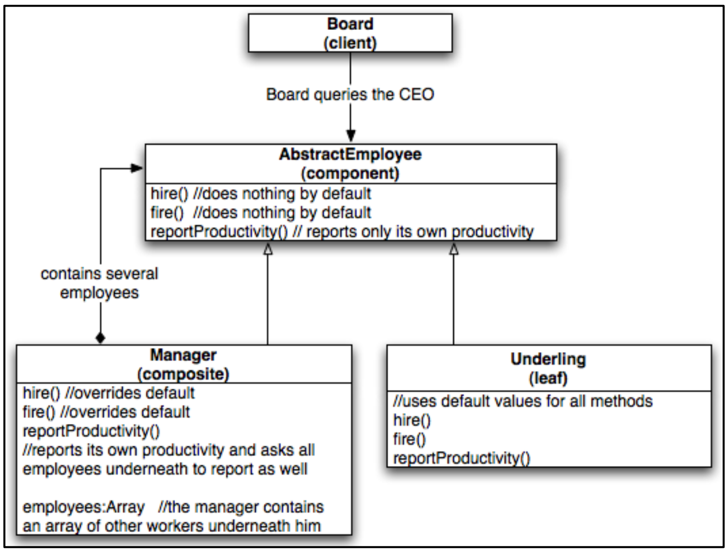
ภาพที่ ค.3 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 1

ตารางที่ ค.1 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 1

ฟังก์ชั่น		**ข้อมูลเข้า** รหัสรายการอาหาร	**ผลการทดสอบ**
คำนวณราคาอาหาร	อาหารจานเดียว	1 (จานหลัก) 1 (เครื่องดื่ม)	อาหารจานเดียว Cabonara Drinking Water ราคา: 220
	อาหารชุด	2 (ของหวาน) 3 (เครื่องเคียง) 1 (จานหลัก) 1 (เครื่องดื่ม)	Pie Apple Salad Cabonara Drinking Water ราคา: 252

<u>หน่วยตัวอย่างที่ 2</u>

<u>แหล่งที่มา</u> http://dispatchevent.org/



ภาพที่ ค.4 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ของหน่วยตัวอย่างที่ 2

<u>ฟังก์ชั่นของระบบ</u>

- แสดงรายงานการทำงานของพนักงาน ประกอบด้วย คลาส เมท็อด และแอตทริบิวต์ ดังนี้

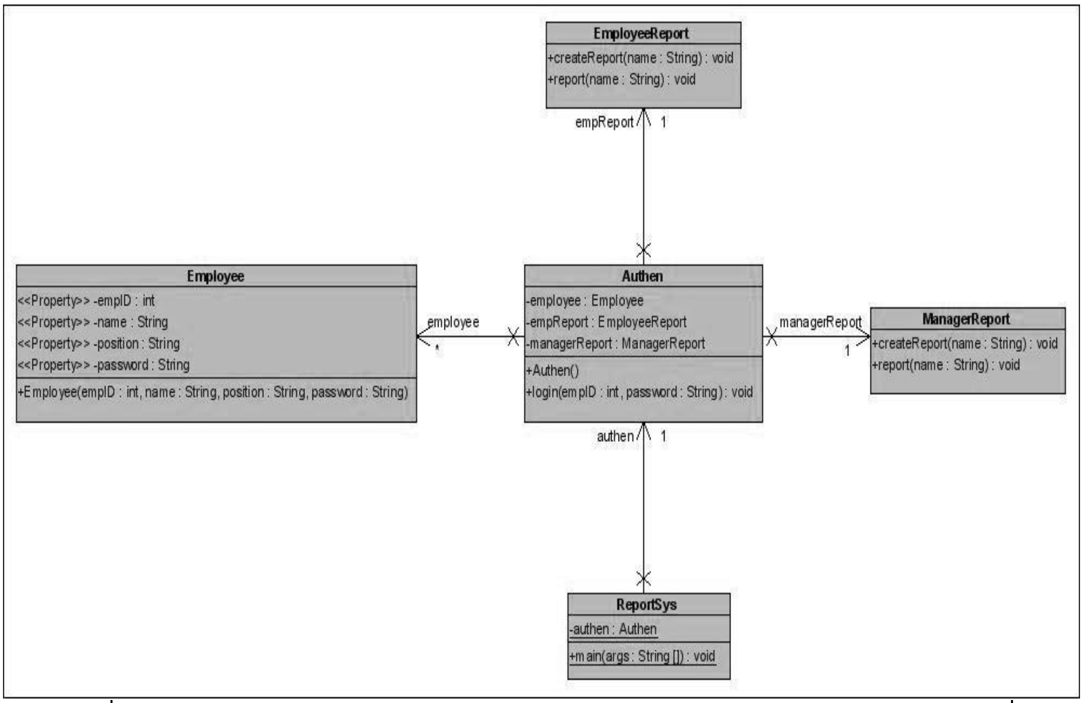
1. คลาส ReportSys เป็นคลาสหลักทำหน้าที่รหัสพนักงานและรหัสที่ใช้ในการเข้าสู่ระบบไปยังคลาส Authen

2. คลาส Authen มีเมท็อด login ทำหน้าที่ตรวจสิทธิการเข้าถึงระบบ

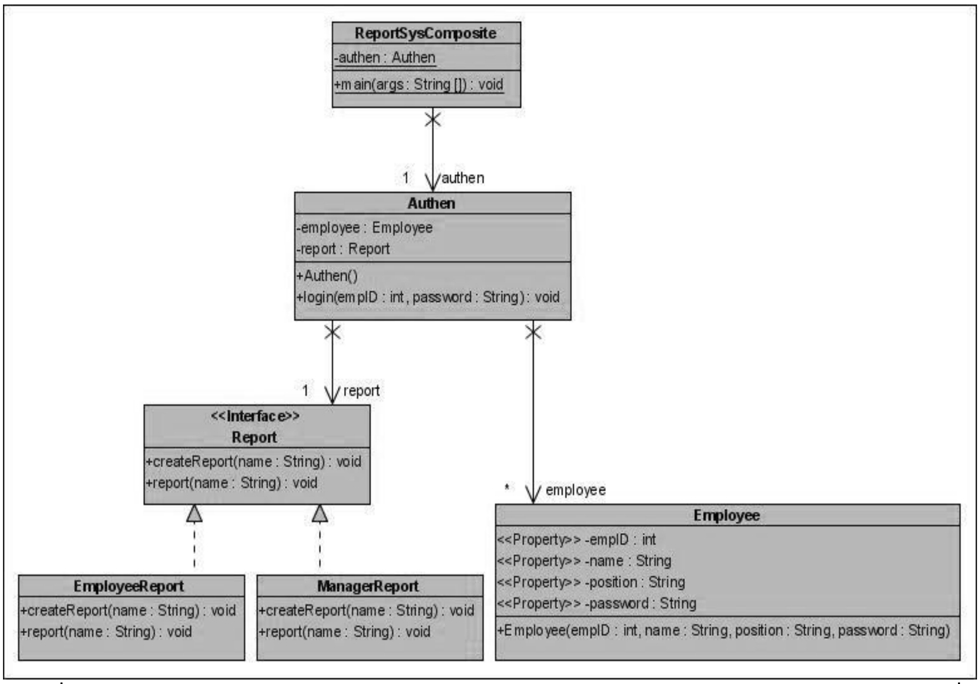
3. คลาส Employee ทำหน้าที่สร้างอ็อบเจกต์ของพนักงาน ประกอบด้วยข้อมูล รหัสพนักงาน ชื่อ ตำแหน่ง และรหัสที่ใช้ในการเข้าสู่ระบบ

4. คลาส EmployeeReport มีเมท็อด Report ค้นหาและแสดงรายงานผลการทำงานของพนักงานตามรหัสพนักงาน

5. คลาส ManagerReport มีเมท็อด Report ค้นหาและแสดงรายงานผลการทำงานในแต่ละแผนก



ภาพที่ ค.5 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 2



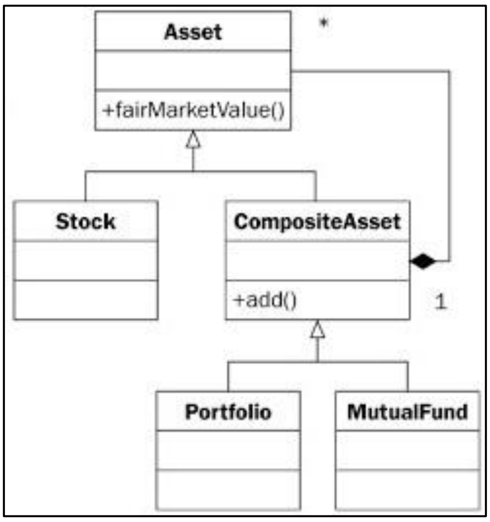
ภาพที่ ค.6 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 2

ตารางที่ ค.2 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 2

ฟังก์ชั่น		**ข้อมูลเข้า**		**ผลการทดสอบ**
		ชื่อผู้ใช้ระบบ	รหัสผ่าน	
แสดงรายงานการทำงาน	พนักงาน	1112	1234	Employee Name: ABC DD Report: Well Done
	แผนก	0001	3456	Department : HR Report: Well Done

หน่วยตัวอย่างที่ 3

แหล่งที่มา http://nfp121.isae.edu.lb/



ภาพที่ ค.7 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์
ของหน่วยตัวอย่างที่ 3

ฟังก์ชั่นของระบบ

- คำนวณมูลค่าทางการตลาดของสินทรัพย์ประเภท หุ้น และทองทุน ประกอบด้วย คลาส เมท็อด และแอตทริบิวต์ดังนี้

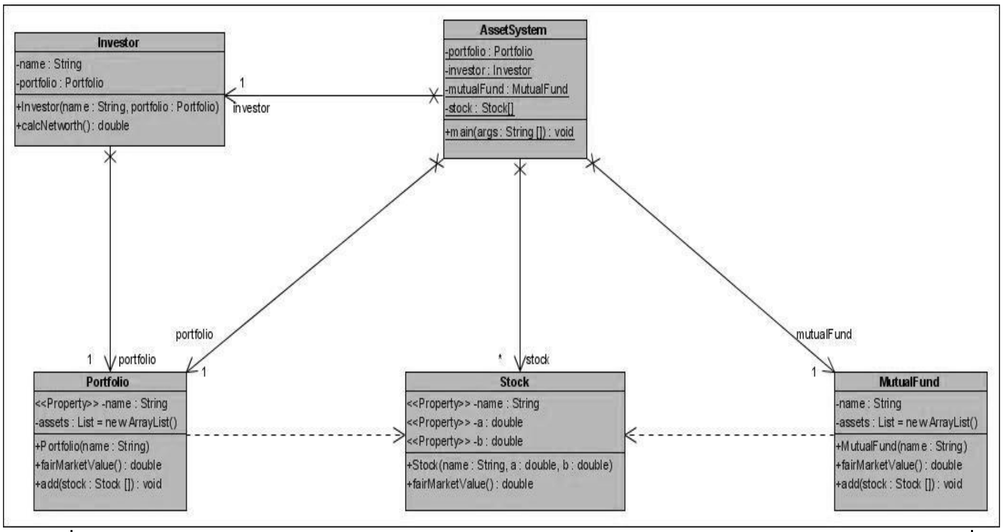
1. คลาส AssetSystem เป็นคลาสหลักทำหน้าที่แสดงมูลค่าทางการของสินทรัพย์ทั้งหมดที่มีอยู่ โดยเรียกให้เมท็อดในคลาส Investor คลาส Portfolio คลาส Stock และคลาส MutualFund ให้ทำงาน

2. คลาส Investor มีเมท็อด calNetworth ทำหน้าที่เรียกเมท็อด fairMarketValue ของคลาส Portfolio ให้ทำงาน และทำหน้าที่ส่งข้อมูลมูลค่าทางการตลาดกลับไปยังคลาส AssetSystem

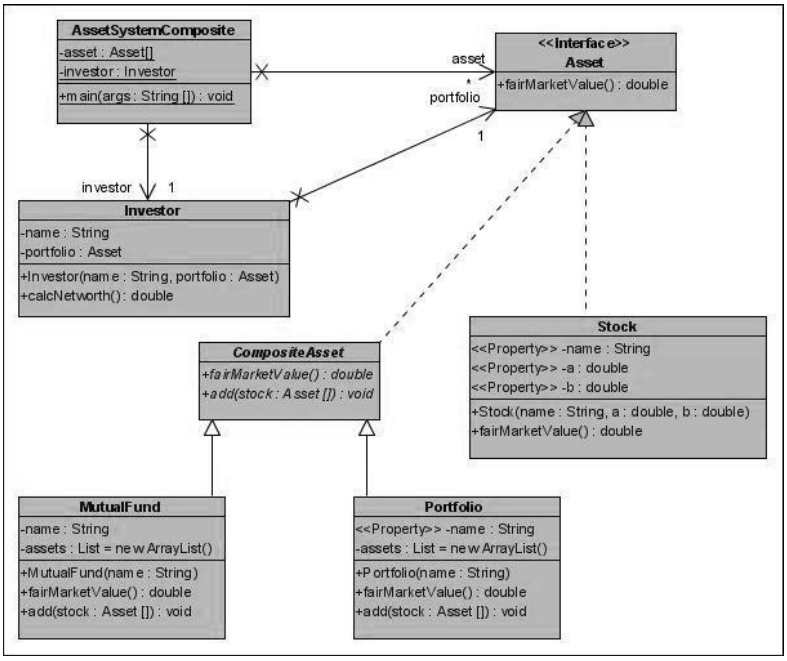
3. คลาส Portfolio มีเมท็อด fairMarketValue ทำหน้าที่รวมมูลค่าทางการตลาดของหุ้นทุกตัวที่ถือครองอยู่

4. คลาส Stock มีเมท็อด fairMarketValue ทำหน้าที่คำนวณมูลค่าทางการตลาดของหุ้น

5. คลาส MutualFund มีเมท็อด fairMarketValue ทำหน้าที่คำนวณมูลค่าของกองทุนที่ถือครองอยู่ทั้งหมด รวมกับมูลค่าของหุ้นที่มีอยู่



ภาพที่ ค.8 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 3



ภาพที่ ค.9 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 3

ตารางที่ ค.3 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 3

ฟังก์ชั่น	**ผลการทดสอบ**
คำนวณมูลค่าทางการตลาดของสินทรัพย์	Total Assets: 1,500,725 บาท

หน่วยตัวอย่างที่ 4

แหล่งที่มา http://www.java2s.com/

```
class SingleStudentClass extends StudentManager {
    private $firstName;
    private $lastName;
    function __construct($firstName, $lastName) {
        $this->firstName = $firstName;
        $this->lastName = $lastName; }
    function getStudent($studentToGet) {
        if (1 == $studentToGet) {
            return $this->firstName." by ".$this->lastName;
        } else { return FALSE; } }
    function getStudentCount() { return 1; }
    function setStudentCount($newCount) {
        return FALSE; }
    function addStudent($oneStudent) {
        return FALSE; }
    function removeStudent($oneStudent) {
        return FALSE; }}
```

```
$firstStudent = new SingleStudentClass("A","B");
echo $firstStudent->getStudent(1);
echo "<BR>";
$secondStudent = new SingleStudentClass("C", "D");
echo $secondStudent->getStudent(1);
echo "<BR>";
$students = new MultipleStudentsClass();
$studentsCount = $students->addStudent($firstStudent);
echo $students->getStudent($studentsCount);
echo "<BR>";
$studentsCount = $students->addStudent($secondStudent);
echo $students->getStudent($studentsCount);echo "<BR>";
$studentsCount = $students-
>removeStudent($firstStudent);
echo $students->getStudentCount();echo "<BR>";
echo $students->getStudent(1);echo "<BR>";
```

```
abstract class StudentManager {
    abstract function getStudent($previousStudent);
    abstract function getStudentCount();
    abstract function setStudentCount($new_count);
    abstract function addStudent($oneStudent);
    abstract function removeStudent($oneStudent);
}
```

```
class MultipleStudentsClass extends StudentManager {
    private $oneStudents = array();
    private $studentCount;
    public function __construct() {
        $this->setStudentCount(0); }
    public function getStudentCount() {
        return $this->studentCount; }
    public function setStudentCount($newCount) {
        $this->studentCount = $newCount; }
    public function getStudent($studentToGet) {
        if ($studentToGet <= $this->studentCount) {
            return $this->oneStudents[$studentToGet]- >getStudent(1);
} else { return FALSE; } }
    public function addStudent($oneStudent) {
        $this->setStudentCount($this->getStudentCount() + 1);
        $this->oneStudents[$this->getStudentCount()] = $oneStudent;
        return $this->getStudentCount(); }
    public function removeStudent($oneStudent) {
        $counter = 0;
        while (++$counter <= $this->getStudentCount()) {
            if ($oneStudent->getStudent(1) ==
$this->oneStudents[$counter]->getStudent(1)) {
                for ($x = $counter; $x < $this->getStudentCount();
$x++) {
                    $this->oneStudents[$x] = $this->oneStudents[$x + 1]; }
                    $this->setStudentCount($this->getStudentCount() -1); } }
        return $this->getStudentCount(); }}
```

ภาพที่ ค.10 ซอร์สโค้ดหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ของหน่วยตัวอย่างที่ 4

<u>ฟังก์ชั่นของระบบ</u>

- แสดงรายละเอียดของคลาสเรียนที่ว่าง ประกอบด้วย คลาส เมท็อด และแอตทริบิวต์ดังนี้

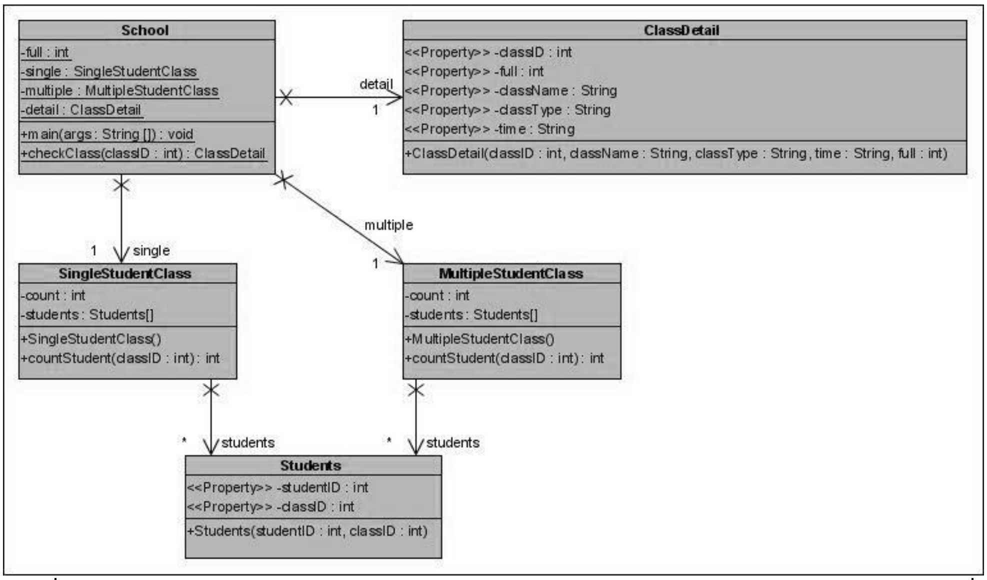
1. คลาส School เป็นคลาสหลัก มีเมท็อด CheckClass ทำหน้าที่ตรวจสอบคลาสเรียนที่นักเรียนต้องการเรียน

2. คลาส ClassDetail เป็นคลาสที่สร้างอ็อบเจกต์ ประกอบด้วยข้อมูล รหัสคลาส ชื่อคลาส ประเภทคลาส เวลาสอน และจำนวนที่รับนักเรียนในคลาส

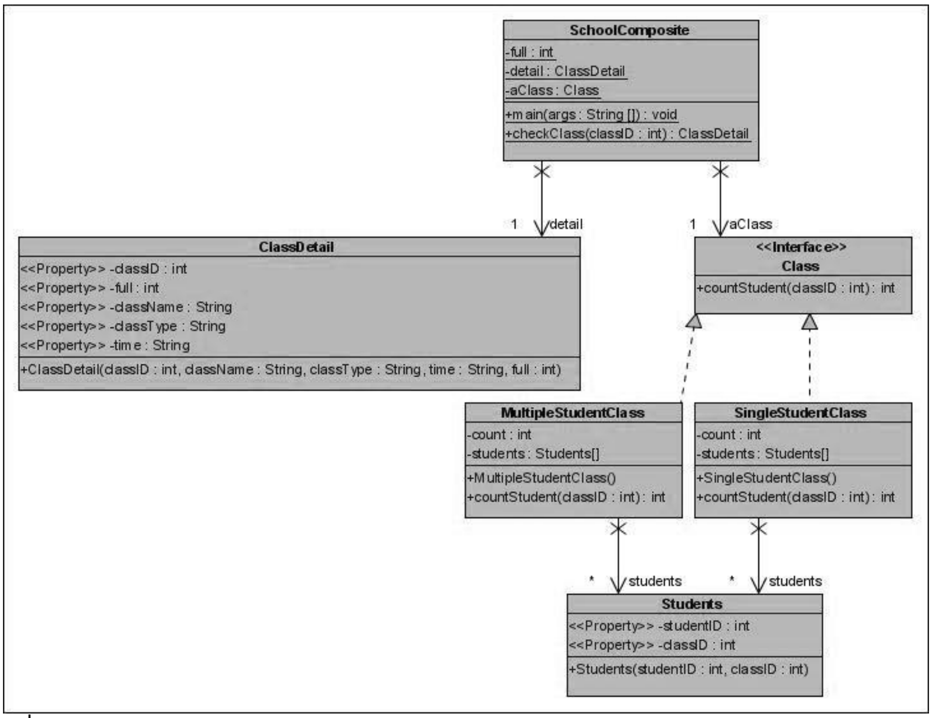
3. คลาส Student เป็นคลาสที่สร้างอ็อบเจกต์ ประกอบด้วยข้อมูล รหัสนักเรียน รหัสคลาสเรียน

4. คลาส SingleStudentClass มีเมท็อด countStudent ทำหน้าที่ตรวจสอบคลาสเรียนประเภทเรียนคนเดียวที่ยังว่างอยู่ โดยรหัสคลาสถูกส่งมาจากคลาส School

5. คลาส MultipleStudentClass มีเมท็อด countStudent ทำหน้าที่นับจำนวนนักเรียนที่สมัครเรียนในคลาส โดยรหัสคลาสถูกส่งมาจากคลาส School



ภาพที่ ค.11 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 4



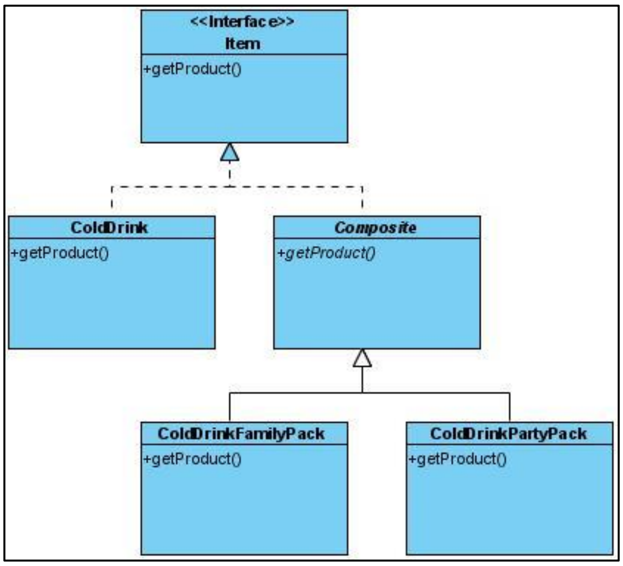
ภาพที่ ค.12 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 4

ตารางที่ ค.4 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 4

ฟังก์ชั่น		ผลการทดสอบ
แสดงรายละเอียดของคลาสเรียนที่ว่าง	คลาสเรียนเป็นกลุ่ม	Writing เวลาเรียน: ส 13.00-15.00 Speaking เวลาเรียน: ส 16.00-18.00
	คลาสเรียนเดี่ยว	Speaking เวลาเรียน: อ 18.00-20.00 "Writing เวลาเรียน: พฤ 18.00-20.00

<u>หน่วยตัวอย่างที่ 5</u>

<u>แหล่งที่มา</u> http://ydtech.blogspot.com/



ภาพที่ ค.13 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ของหน่วยตัวอย่างที่ 5

<u>ฟังก์ชั่นของระบบ</u>

- แสดงรายการสินค้า ประกอบด้วย คลาส เมท็อด และแอตทริบิวต์ ดังนี้

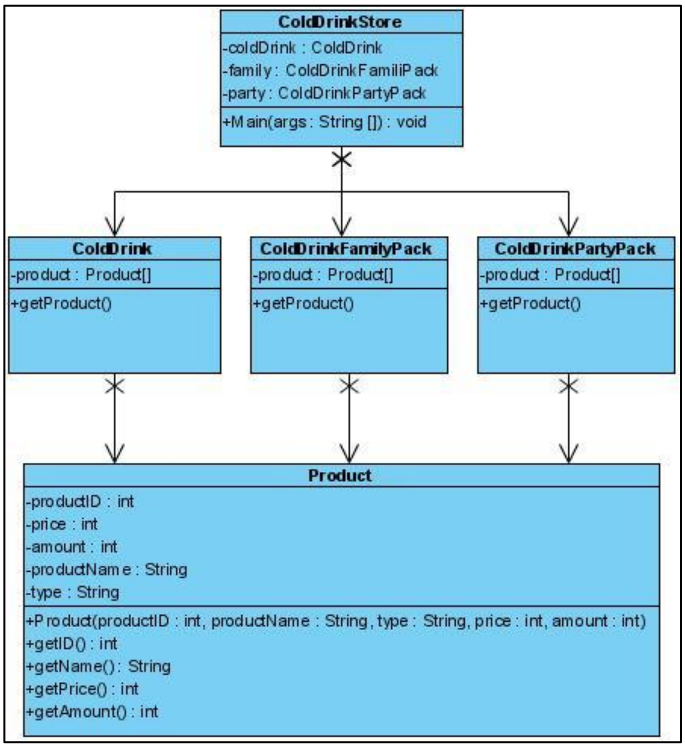
1. คลาส ColdDrinkStore เป็นคลาสหลัก ทำหน้าที่เรียกใช้งานเมท็อดของคลาส ColdDrink คลาส ClodDrinkFamilyPack และคลาส ClodDrinkPartyPack

2. คลาส ColdDrink มีเมท็อด getProduct มีหน้าที่แสดงรายการสินค้าทั้งหมด ประกอบด้วยข้อมูล ชื่อสินค้า ราคาต่อหน่วย และจำนวน

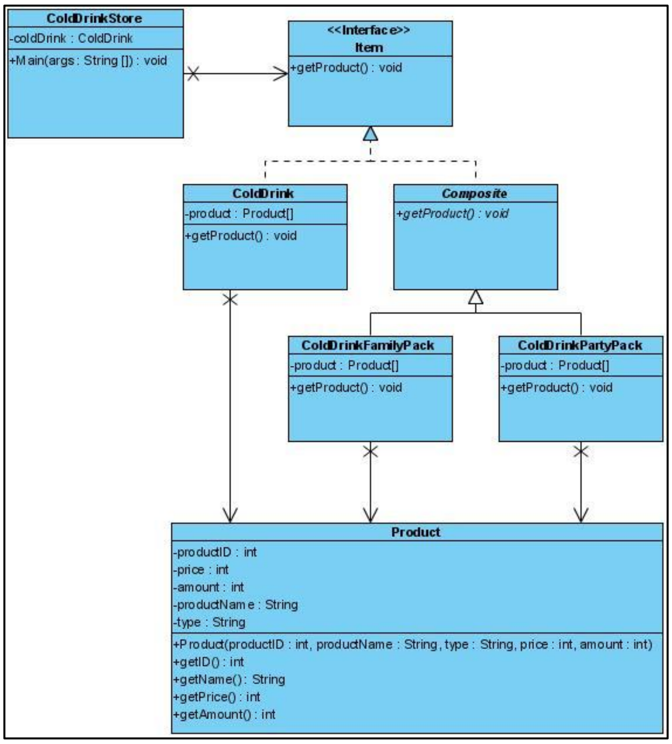
3. คลาส ClodDrinkFamilyPack มีเมท็อด getProduct มีหน้าที่แสดงรายการสินค้าประเภทแพ็คเล็ก แสดงข้อมูล ชื่อสินค้า ราคาต่อหน่วย และจำนวน

4. คลาส ClodDrinkPartyPack มีเมท็อด getProduct มีหน้าที่แสดงรายการสินค้าประเภทแพ็คใหญ่ แสดงข้อมูล ชื่อสินค้า ราคาต่อหน่วย และจำนวน

5. คลาส Product ทำหน้าที่สร้างอ็อบเจกต์ของสินค้ามีเมท็อด (1) getID ทำหน้าที่ส่งข้อมูลรหัสสินค้า (2) getName ทำหน้าที่ส่งข้อมูลชื่อสินค้า (3) getPrice ทำหน้าที่ส่งข้อมูลราคาสินค้า (4) getAmount ทำหน้าที่ส่งข้อมูลจำนวนสินค้า



ภาพที่ ค.14 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 5



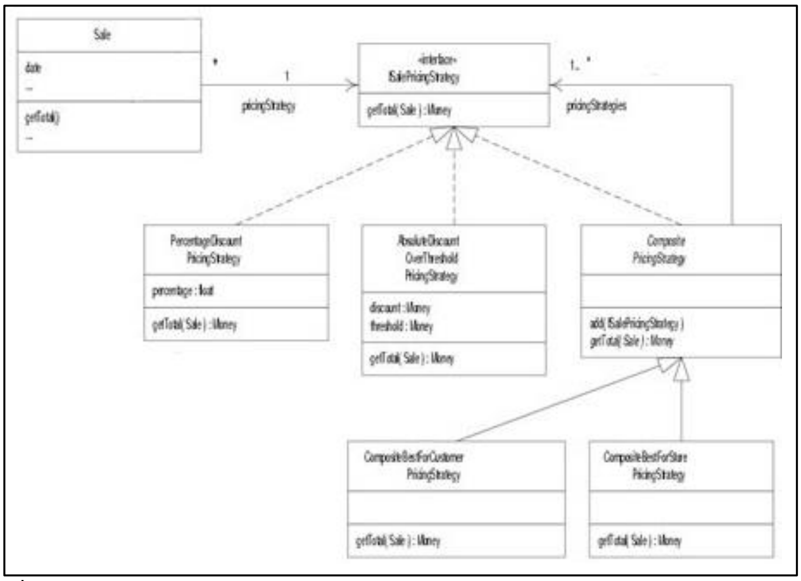
ภาพที่ ค.15 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 5

```
รายการสินค้าทั้งหมด
น้ำแร่ 500 cc (6 ขวด) ราคา: 100 จำนวน: 100
น้ำแร่ 500 cc (24 ขวด) ราคา: 300 จำนวน: 100
น้ำแร่ 1500 cc (6 ขวด) ราคา: 250 จำนวน: 100
น้ำแร่ 1500 cc (24 ขวด) ราคา: 900 จำนวน: 100
น้ำสัปรด 100 cc (6 ขวด) ราคา: 50 จำนวน: 100
น้ำสัปรด 100 cc (24 ขวด) ราคา: 200 จำนวน: 100
น้ำสตอร์เบอรี่ 100 cc (6 ขวด) ราคา: 100 จำนวน: 100
น้ำสตอร์เบอรี่ 100 cc (24 ขวด) ราคา: 400 จำนวน: 100

รายการสินค้าขายเป็นแพ็คเล็ก
น้ำแร่ 500 cc (6 ขวด) ราคา: 100 จำนวน: 100
น้ำแร่ 1500 cc (6 ขวด) ราคา: 250 จำนวน: 100
น้ำสัปรด 100 cc (6 ขวด) ราคา: 50 จำนวน: 100
น้ำสตอร์เบอรี่ 100 cc (6 ขวด) ราคา: 100 จำนวน: 100

รายการสินค้าขายเป็นแพ็คใหญ่
น้ำแร่ 500 cc (24 ขวด) ราคา: 300 จำนวน: 100
น้ำแร่ 1500 cc (24 ขวด) ราคา: 900 จำนวน: 100
น้ำสัปรด 100 cc (24 ขวด) ราคา: 200 จำนวน: 100
น้ำสตอร์เบอรี่ 100 cc (24 ขวด) ราคา: 400 จำนวน: 100
```

ภาพที่ ค.16 ผลการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์
คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 5

<u>หน่วยตัวอย่างที่ 6</u>

<u>แหล่งที่มา</u> http://www.augustana.ab.ca/



ภาพที่ ค.17 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์
ของหน่วยตัวอย่างที่ 6

<u>ฟังก์ชั่นของระบบ</u>

- แสดงยอดขายสินค้า ประกอบด้วย คลาส เมท็อด และแอตทริบิวต์ ดังนี้

1. คลาส PriceStrategies เป็นคลาสหลักทำหน้าที่ส่งข้อมูลไปยังคลาส Money สำหรับสร้างอ็อบเจกต์ และแสดงยอดขายสินค้า

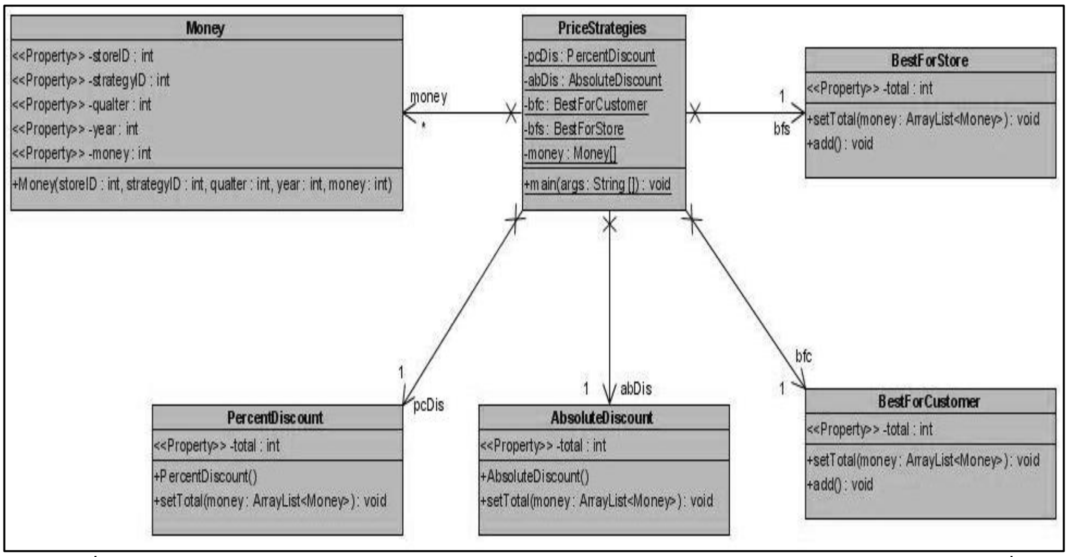
2. คลาส Money เป็นคลาสที่สร้างอ็อบเจกต์ ประกอบด้วยข้อมูล รหัสร้านค้า รหัสการลดราคา จำนวนเงินที่ขายได้ ไตรมาสที่ขาย และปีที่ขาย

3. คลาส PercentDiscount มีเมท็อด setTotal ทำหน้าที่คำนวณยอดขายที่มาจากสินค้าที่ลดเปอร์เซ็น

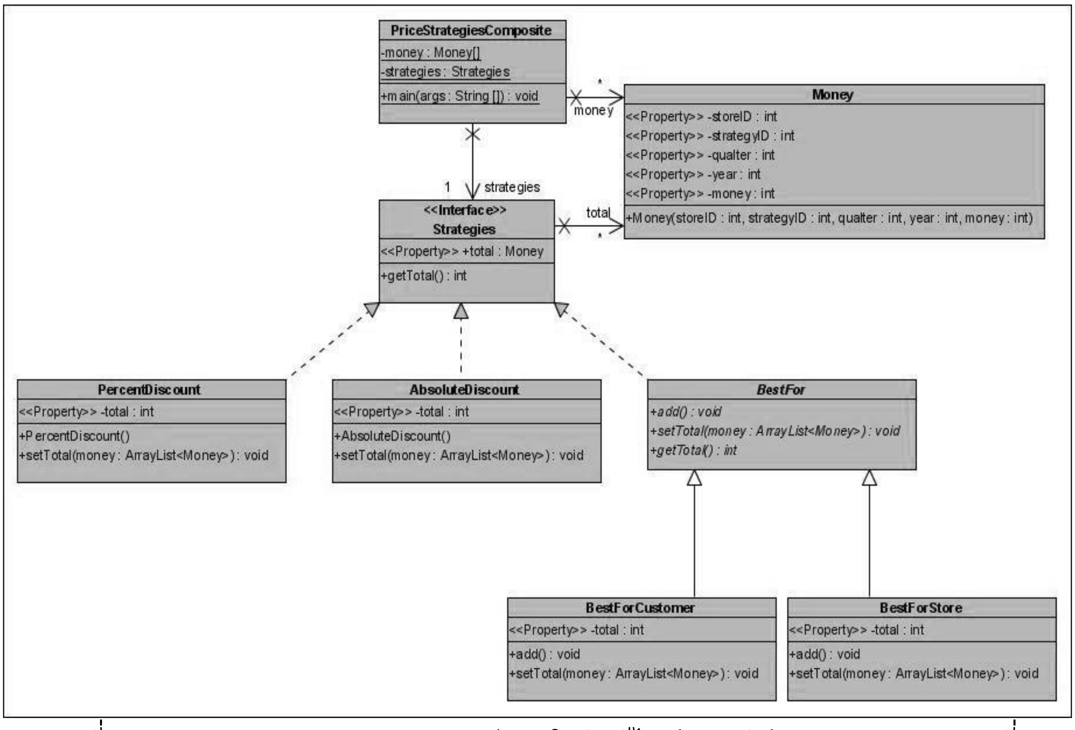
4. คลาส AbsoluteDiscount มีเมท็อด setTotal ทำหน้าที่คำนวณยอดขายที่มาจากสินค้าป้ายแดง (แสดงราคาที่ลดแล้ว)

5. คลาส BestForStore PercentDiscount มีเมท็อด setTotal ทำหน้าที่คำนวณยอดขายสินค้าที่ทางร้านได้กำไรเยอะ โดยรับรหัสสินค้าจากคลาส PriceStrategies

6. คลาส BestForCustomer มีเมท็อด setTotal ทำหน้าที่คำนวณยอดขายสินค้าที่ทางร้านได้กำไรน้อย โดยรับรหัสสินค้าจากคลาส PriceStrategies



ภาพที่ ค.18 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 6



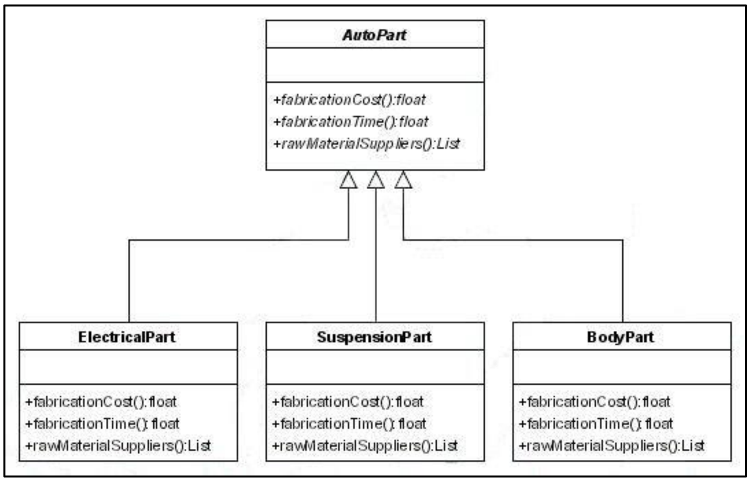
ภาพที่ ค.19 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 6

ตารางที่ ค.5 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 6

ฟังก์ชั่น	ข้อมูลเข้า			ผลการทดสอบ
	รหัสประเภทการลดราคา	ไตรมาส	ปี	
แสดงยอดขายสินค้า	1	1	2554	Total Sales Percentage Discount Strategy: 120000 บาท
	2	1	2554	Total Sales Absolute Discount Over Threshold Pricing Stategy: 120000 บาท
	3	1	2554	Total Sales Best For Customer Pricing Strategy: 120000 บาท
	4	1	2554	Total Sales Best For Store Pricing Strategy: 120000 บาท

<u>หน่วยตัวอย่างที่ 7</u>

<u>แหล่งที่มา</u> http://www.eknowlogie.com/



ภาพที่ ค.20 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ของหน่วยตัวอย่างที่ 7

<u>ฟังก์ชั่นของระบบ</u>

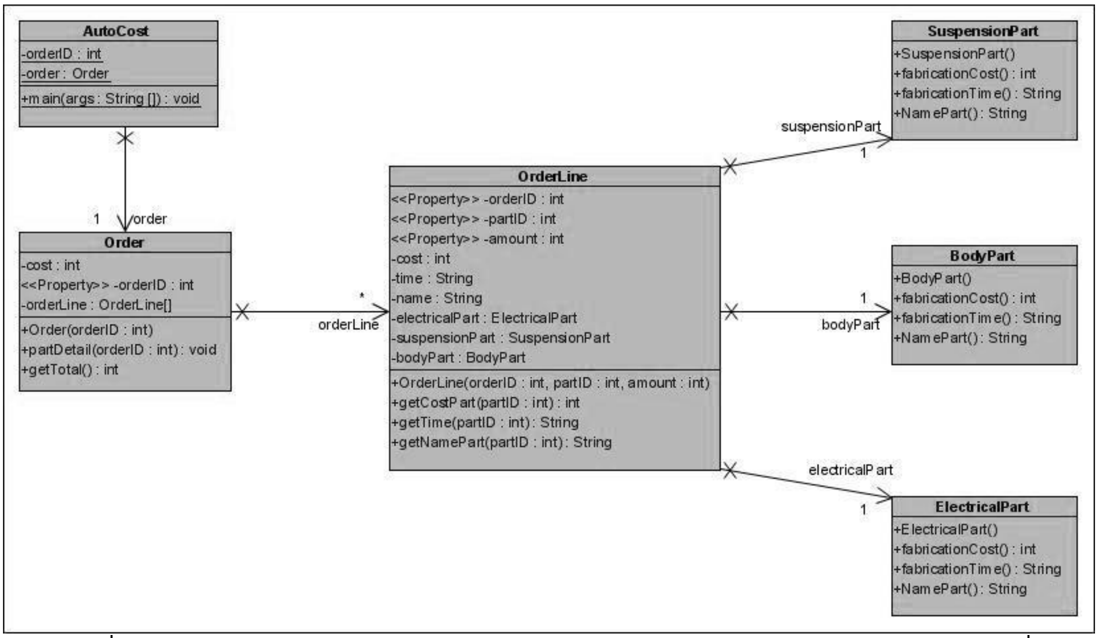
- คำนวณราคาสินค้าตามคำสั่งซื้อ ประกอบด้วย คลาส เมท็อด และแอตทริบิวต์ ดังนี้

1. คลาส AutoCost เป็นคลาสหลักทำหน้าที่ส่งรหัสคำสั่งซื้อไปยังคลาส Order

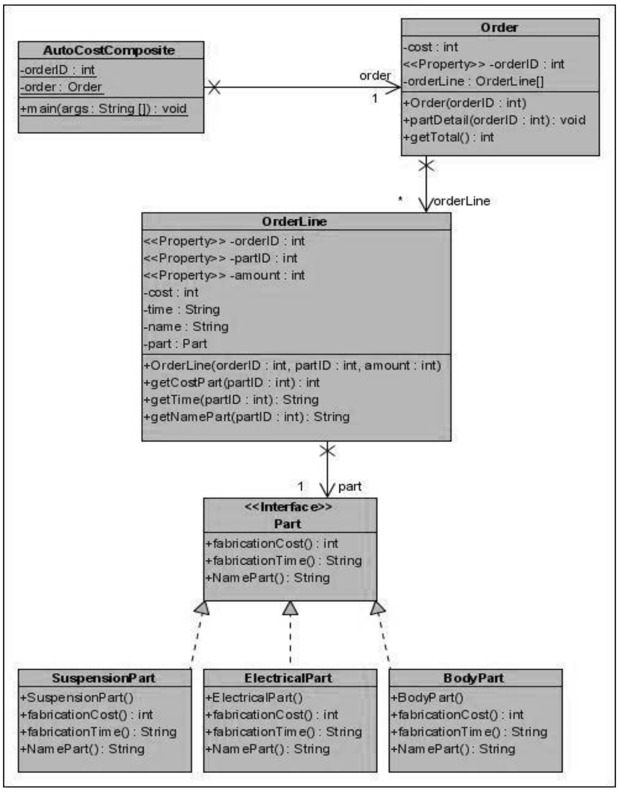
2. คลาส Order มีเมท็อด (1) partDetail ทำหน้าที่ค้นหารายการสั่งซื้อย่อยของรหัสคำสั่งซื้อที่ส่งมาจากคลาส AutoCost คำนวณราคารวมของสินค้าในรายการสั่งสินค้า และส่งข้อมูลรหัสสินค้าสินค้าไปยังคลาส OrderLine (2) getTotal ทำหน้าที่ ส่งข้อมูลราคารวมของคำสั่งซื้อ

3. คลาส OrderLine มีเมท็อด (1) getCostPart ทำหน้าที่ค้นหาราคาสินค้า และส่งข้อมูลราคาสินค้า (2) getTime ทำหน้าที่คำนวณเวลาในการผลิตสินค้า และส่งข้อมูลจำนวนวันในการผลิต (3) getNamePart ทำหน้าที่ค้นหาชื่อสินค้า

4. คลาส SuspentionPart คลาส BodyPart และคลาส ElectricalPart เป็นคลาสที่ใช้สร้างอ็อบเจกต์ ประกอบด้วยข้อมูล ชื่อสินค้า เวลาการผลิต และราคาสินค้า



ภาพที่ ค.21 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 7



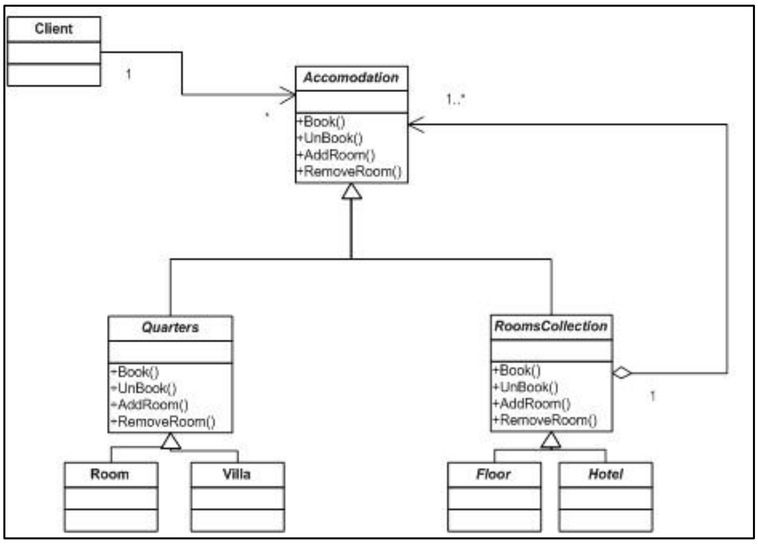
ภาพที่ ค.22 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 7

ตารางที่ ค.6 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 7

ฟังก์ชั่น	**ข้อมูลเข้า** รหัสใบสั่งซื้อ	**ผลการทดสอบ**
คำนวณราคาสินค้าตามคำสั่งซื้อ	1	ใบสั่งสินค้าเลขที่: 1 รายการสินค้า แผงวงจร ราคา: 3000 บาท จำนวน: 2 อุปกรณ์เสริม ราคา: 5000 บาท จำนวน: 1 ตัวเครื่อง ราคา: 10000 บาท จำนวน: 1 รวมราคาทั้งหมด: 21000

หน่วยตัวอย่างที่ 8

แหล่งที่มา http://aspalliance.com/



ภาพที่ ค.23 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ของหน่วยตัวอย่างที่ 8

ฟังก์ชั่นของระบบ

- จองห้องพัก และจองสถานที่จัดเลี้ยง ประกอบด้วย คลาส เมท็อด และแอตทริบิวต์ ดังนี้

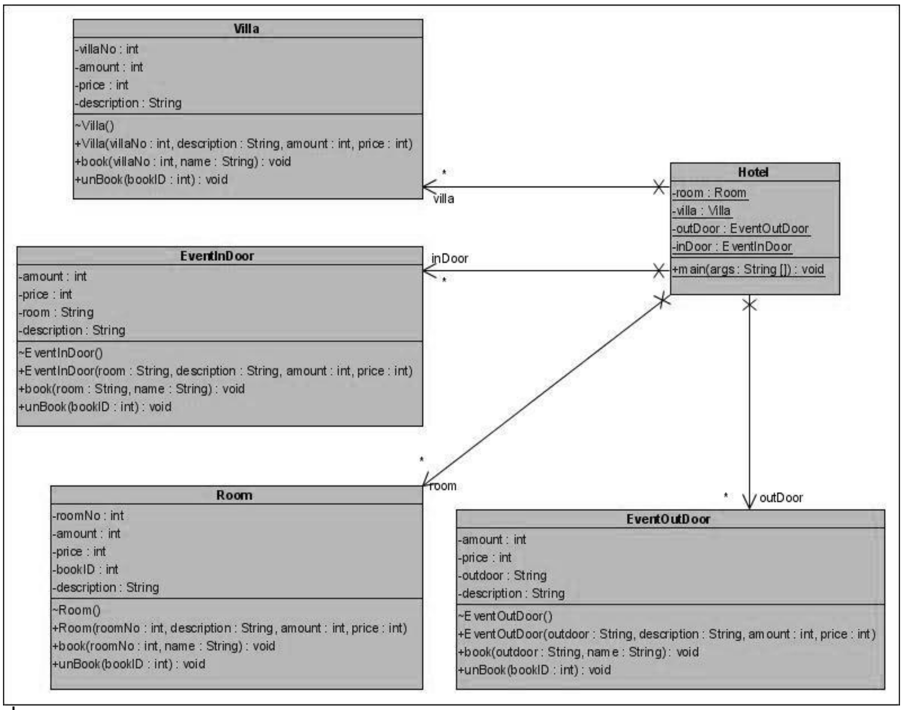
1. คลาส Hotel เป็นคลาสหลักทำหน้าที่แสดงห้องพักว่าง หรือสถานที่จัดเลี้ยงที่ว่าง

2. คลาส Villa มีเมท็อด (1) book ทำหน้าที่จองห้องพักในส่วนของวิลล่า โดยรับข้อมูลหมายเลขห้องพักจากคลาส Hotel (2) unbook ทำหน้าที่ยกเลิกการจองห้องพัก โดยรับข้อมูลหมายเลขห้องพักจากคลาส Hotel

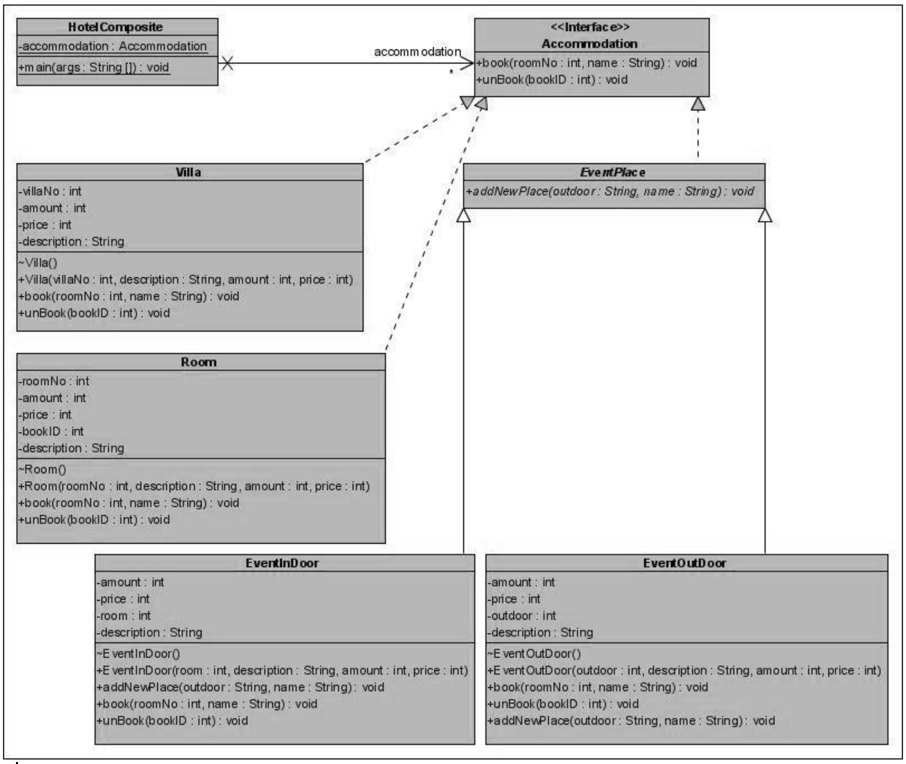
3. คลาส Room มีเมท็อด (1) book ทำหน้าที่จองห้องพักในส่วนของตึกโรงแรม โดยรับข้อมูลหมายเลขห้องพักจากคลาส Hotel (2) unbook ทำหน้าที่ยกเลิกการจองห้องพัก โดยรับข้อมูลหมายเลขห้องพักจากคลาส Hotel

4. คลาส EventInDoor มีเมท็อด (1) book ทำหน้าที่จองห้องจัดเลี้ยง โดยรับข้อมูลชื่อห้องจากคลาส Hotel (2) unbook ทำหน้าที่ยกเลิกการจองห้องจัดเลี้ยง โดยรับข้อมูลหมายเลขชื่อห้องจากคลาส Hotel

5. คลาส EventOutDoor มีเมท็อด (1) book ทำหน้าที่จองบริเวณจัดเลี้ยง โดยรับข้อมูลชื่อบริเวณจัดเลี้ยงจากคลาส Hotel (2) unbook ทำหน้าที่ยกเลิกการจองบริเวณจัดเลี้ยง โดยรับข้อมูลชื่อบริเวณจัดเลี้ยงจากคลาส Hotel



ภาพที่ ค.24 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 8



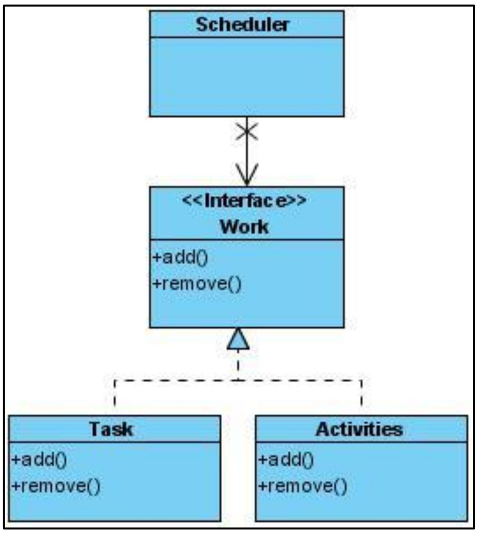
ภาพที่ ค.25 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 8

ตารางที่ ค.7 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 8

ฟังก์ชั่น		ข้อมูลเข้า		ผลการทดสอบ
		หมายเลขห้อง	ชื่อผู้จอง	
จองห้องพัก	ห้องพัก	101	Abc	BookID: 1 RoomNo: 101 Name: Abc
	วิลล่า	301	Dave	BookID: 2 VillaNo: 301 Name: Dave
จองสถานที่จัดเลี้ยง	ห้องจัดเลี้ยง	113	Maya	BookID: 3 Room: 133 Name: Maya
	ลานกลางแจ้ง	135	Paul	BookID: 4 Place: 135 Name: Paul

<u>หน่วยตัวอย่างที่ 9</u>

<u>แหล่งที่มา</u> http://www.codeproject.com



ภาพที่ ค.26 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 9

<u>ฟังก์ชั่นของระบบ</u>

- แสดงรายการงานทั้งหมด และรายการงานของพนักงาน ประกอบด้วย คลาส เมท็อด และแอตทริบิวต์ ดังนี้

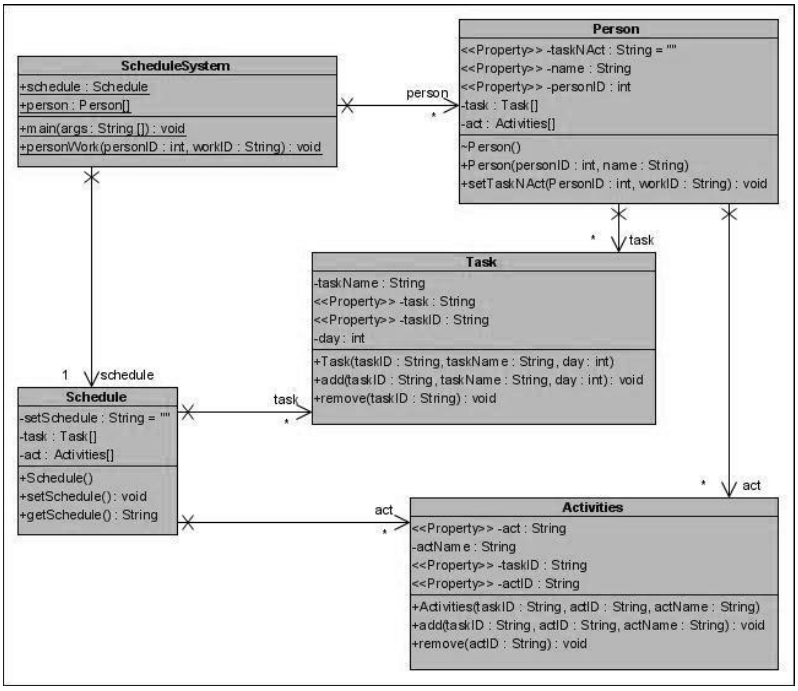
1. คลาส ScheduleSystem เป็นคลาสหลักมีเมท็อด personWork ทำหน้าที่ส่งข้อมูลไปยังคลาส Person

2. คลาส Person ทำหน้าที่ค้นหาและแสดงรายการกิจกรรมที่ต้องทำในงานที่ได้รับมอบหมายของพนักงาน โดยรหัสพนักงานรับมาจากคลาส ScheduleSystem พร้อมทั้งแสดงจำนวนวันในการทำงาน

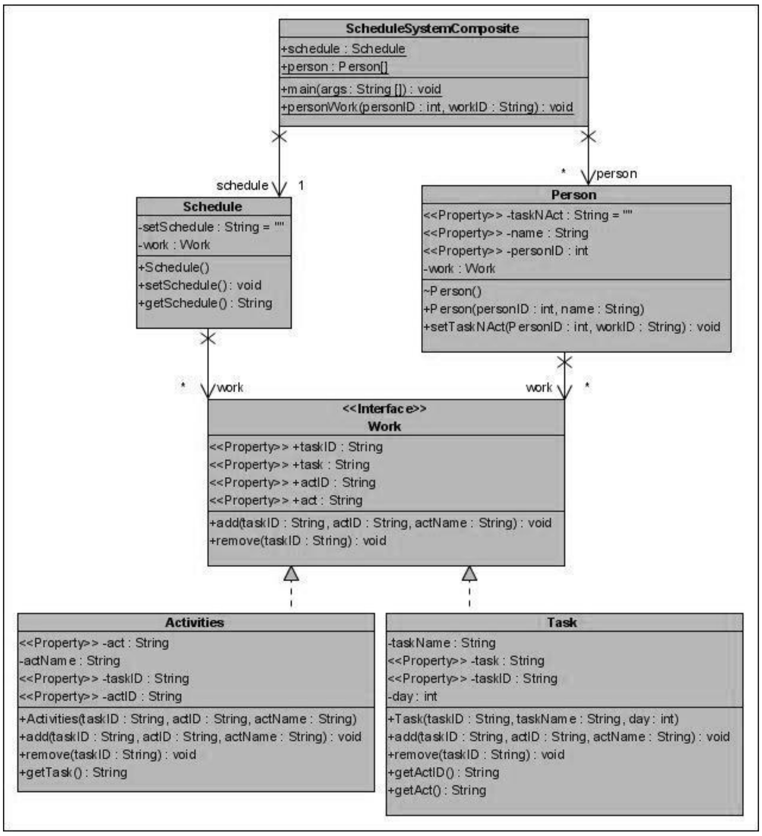
3. คลาส Task เป็นคลาสที่สร้างอ็อบเจกต์ประกอบด้วยข้อมูล รหัสงาน ชื่องาน จำนวนวันในการทำงาน และมีเมท็อด add ทำหน้าที่เพิ่ม รหัสงาน ชื่องาน และจำนวนวันทำงาน และเมท็อด remove ทำหน้าที่ลบ รหัสงาน ชื่องาน และจำนวนวันทำงาน

4. คลาส Activities เป็นคลาสที่สร้างอ็อบเจกต์ประกอบด้วยข้อมูล รหัสกิจกรรม ชื่อกิจกรรม และจำนวนวันในการทำกิจกรรม มีเมท็อด add ทำหน้าที่เพิ่ม รหัสกิจกรรม และชื่อกิจกรรม และเมท็อด remove ทำหน้าที่ลบ รหัสกิจกรรม และชื่อกิจกรรม

5. คลาส Schedule แสดงรายการงาน และกิจกรรมที่ต้องทำ พร้อมทั้งแสดงจำนวนวันในการทำงาน



ภาพที่ ค.27 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 9



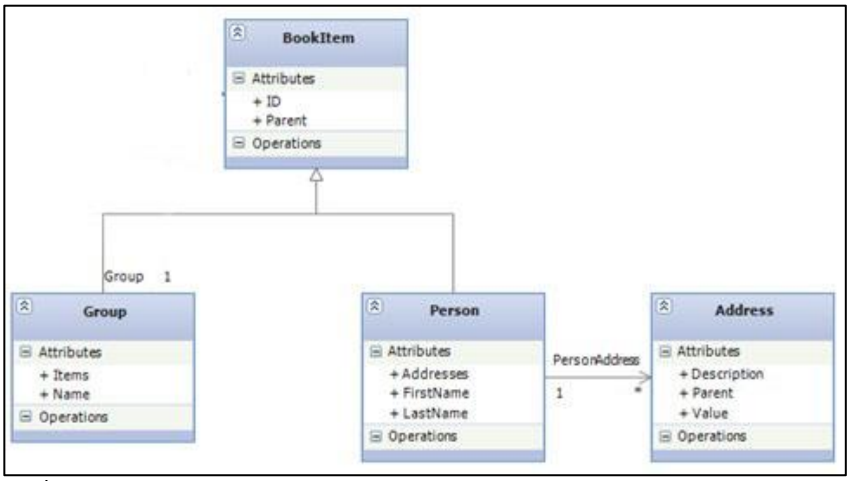
ภาพที่ ค.28 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 9

ตารางที่ ค.8 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 9

ฟังก์ชั่น	**ข้อมูลเข้า**	**ผลการทดสอบ**
	รหัสพนักงาน	
แสดงรายการงานทั้งหมด	-	Req 3 days Design 5 days Design Use Case Design Sequence Design Class Diagram Code 9 days Code SubSystem 1 Code SubSystem 2 Code SubSystem 3 test 3 days Test SubSystem 1 Test SubSystem 2 Test SubSystem 3
แสดงรายการงานของพนักงาน	1	Maya Req 3 days

<u>หน่วยตัวอย่างที่ 10</u>

<u>แหล่งที่มา</u> http://blogs.microsoft.co.il/



ภาพที่ ค.29 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ของหน่วยตัวอย่างที่ 10

<u>ฟังก์ชั่นของระบบ</u>

- จองทัวร์ในลักษณะเป็นกลุ่ม และจองแบบรายบุคคล ประกอบด้วย คลาส เมท็อด และแอตทริบิวต์ ดังนี้

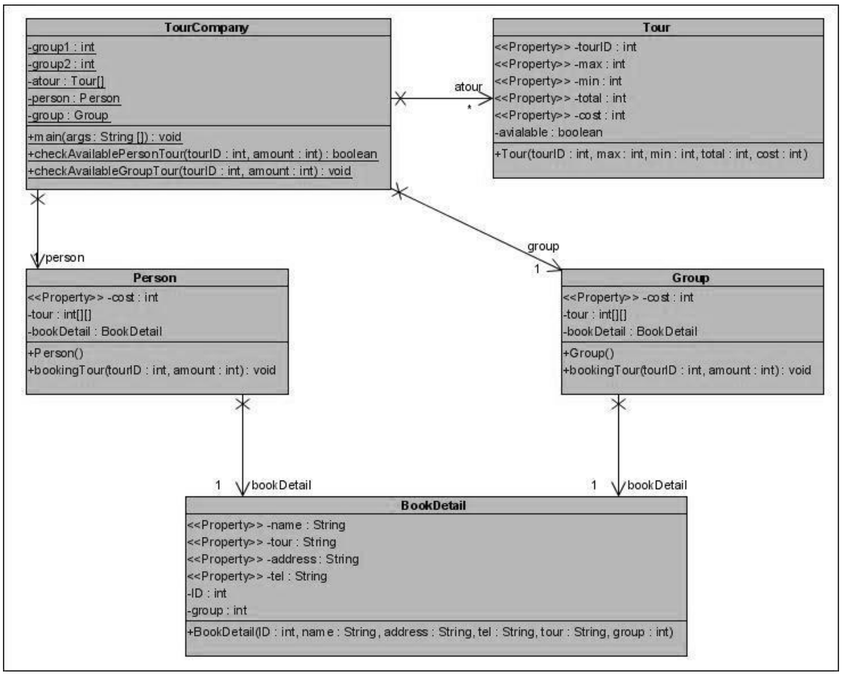
1. คลาส TourCompany เป็นคลาสหลัก มีเมท็อด (1) CheckAvialablePersonTour ทำหน้าที่ตรวจสอบรายการทัวร์ที่เปิดรับลูกทัวร์อยู่ (2) CheckAvialableGroupTour ทำหน้าที่ตรวจสอบรายการทัวร์ที่เปิดรับลูกทัวร์อยู่

2. คลาส Tour ทำหน้าที่สร้างอ็อบเจกต์รายละเอียดทัวร์ ประกอบด้วยข้อมูล รหัสทัวร์ จำนวนลูกทัวร์สูงสุด จำนวนลูกทัวร์ต่ำสุด ราคา

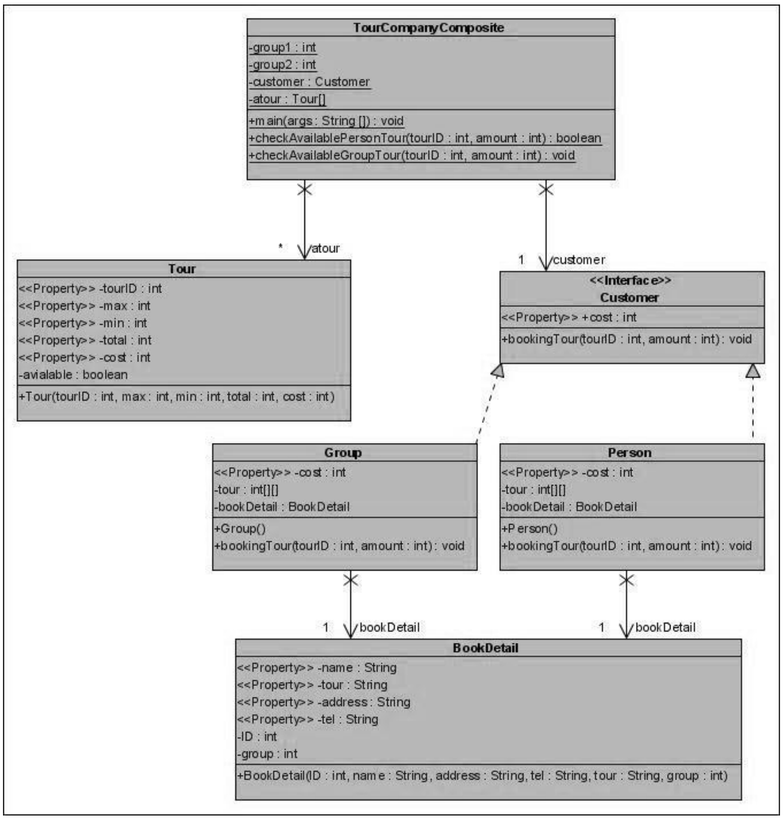
3. คลาส BookDetail ทำหน้าที่สร้างอ็อบเจกต์รายละเอียดการจองทัวร์ ประกอบด้วยข้อมูล รหัสลูกค้า ชื่อ ที่อยู่ เบอร์โทร รหัสทัวร์ และหมายเลขกลุ่มทัวร์

4. คลาส Person มีเมท็อด bookingTour ทำหน้าที่คำนวณราคาทัวร์ โดยรับข้อมูล รหัสทัวร์ และจำนวนลูกทัวร์ จากคลาส TourCompany

5. คลาส Group มีเมท็อด bookingTour ทำหน้าที่คำนวณราคาทัวร์ โดยรับข้อมูล รหัสทัวร์ และจำนวนลูกทัวร์ จากคลาส TourCompany โดยการจองแบบเป็นกลุ่มจะได้ซื้อทัวร์ในราคาพิเศษ



ภาพที่ ค.30 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 10



ภาพที่ ค.31 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 10

ตารางที่ ค.9 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์คอมโพสิตดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 10

ฟังก์ชั่น	**ข้อมูลเข้า**		**ผลการทดสอบ**
	รหัสทัวร์	จำนวน	
จองทัวร์แบบรายบุคคล	1	5	Japan Tour (50000 บาท) ผู้เดินทาง: 5 คน รวมราคา: 250000 บาท
จองทัวร์เป็นกลุ่ม	2	30	Japan Tour (Group):: 30 Persons Total cost: 1400000 บาท

ภาคผนวก ง
หน่วยตัวอย่างฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น

หน่วยตัวอย่างที่ 1

แหล่งที่มา http://www.albsecurity.com/

```
public class OrderFacade{
    public int placeOrder(int CustomerID, List<BasketItem> Products){
        Order anOrder = new Order();
        OrderLine anOrderLine = new OrderLine();
        Address DespatchAddress = Address.getCustomerDespatchAddress(CustomerID);
        int OrderId = anOrder.requestOrderID();
        anOrder.createOrder(OrderId, DespatchAddress);
        anOrderLine.addOrderLinesToOrder(OrderId, Products);
        return OrderId;
    }
}
```

```
public class Address{
    public static Address getCustomerDespatchAddress(int CustomerID)
    { return new Address();}
}
```

```
public class Order{
    public int requestOrderID(){ }
    public void createOrder(int OrderId, Address DespatchAddress){ }
}
```

```
public class OrderLine{
public void addOrderLinesToOrder(int OrderId, List<BasketItem> Products) { }
}
```

```
public class BasketItem { }
```

ภาพที่ ง.1 ซอร์สโค้ดหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ของหน่วยตัวอย่างที่ 1

ฟังก์ชั่นของระบบ

- ค้นหารายการสินค้า และที่อยู่ผู้รับสินค้า ตามใบส่งสินค้า ประกอบด้วย คลาส เมท็อด และแอตทริบิวต์ ดังนี้

1. คลาส DeliverManager เป็นคลาสหลักที่มีเมท็อด(1) main (2) findCustomer ค้นหาชื่อและที่อยู่ผู้ซื้อสินค้า ประกอบด้วยแอตทริบิวต์ ดังนี้ สินค้า รายการสั่งซื้อ รายการสั่งซื้อย่อย ลูกค้า และข้อมูลการส่งสินค้า

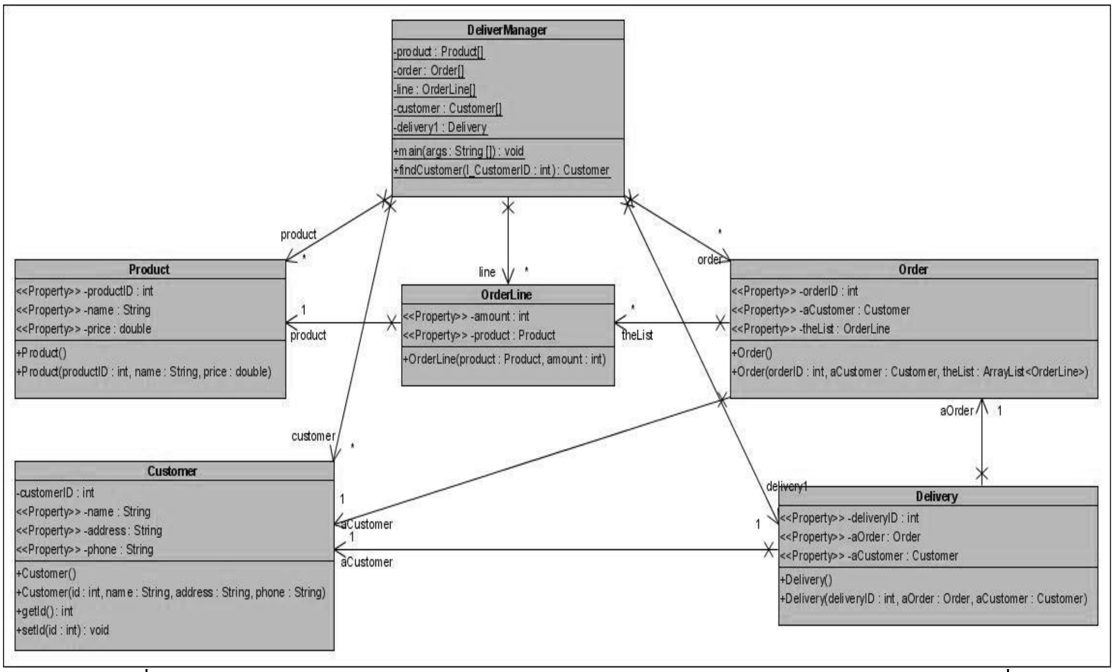
2. คลาส Product เป็นคลาสที่ใช้สร้างอ็อบเจกต์ที่ประกอบด้วยข้อมูล รหัสสินค้า ชื่อสินค้า และราคา ซึ่งเป็นแอตทริบิวต์ของคลาสนี้

3. คลาส Order เป็นคลาสที่ใช้สร้างอ็อบเจกต์รายการสั่งซื้อสินค้าที่ประกอบด้วยข้อมูล รหัสสั่งซื้อ ผู้สั่งซื้อ และรายการสั่งซื้อย่อย ซึ่งเป็นแอตทริบิวต์ของคลาสนี้

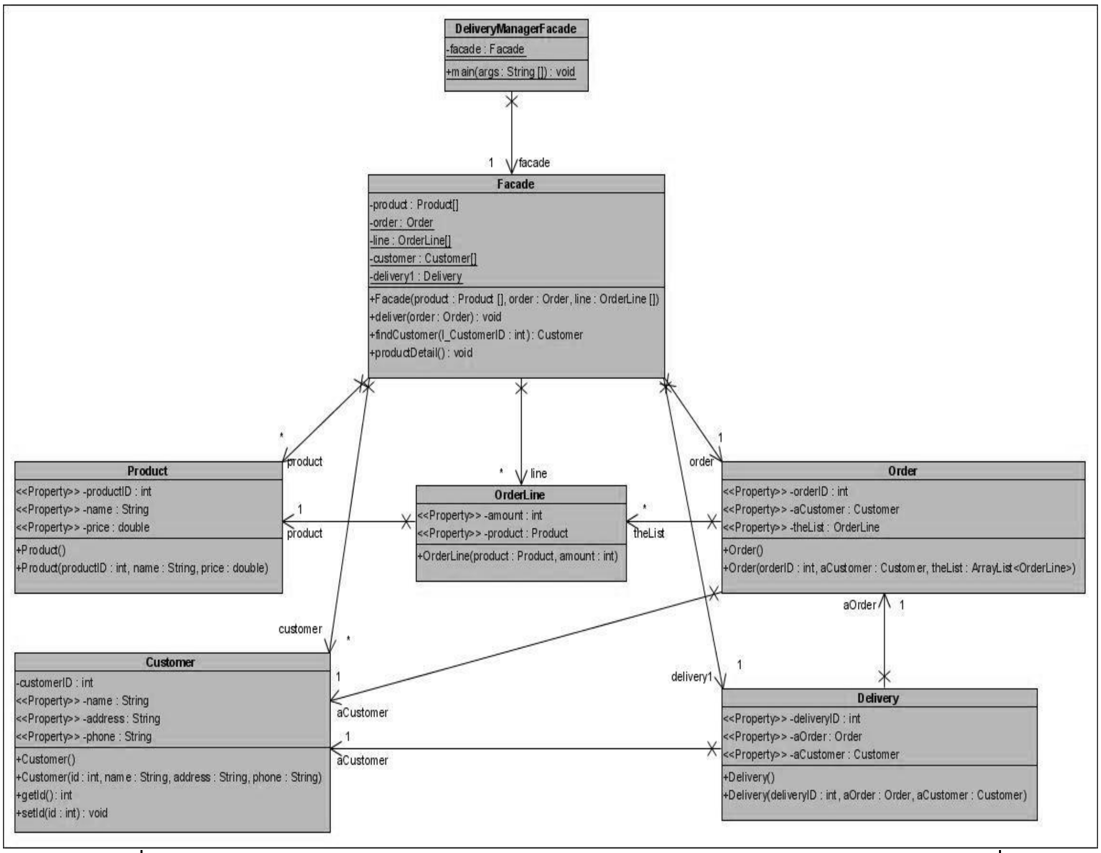
4. คลาส OrderLine เป็นคลาสที่ใช้สร้างอ็อบเจกต์ประกอบด้วยแอตทริบิวต์ รายการสินค้า และจำนวน

5. คลาส Customer เป็นคลาสที่ใช้สร้างอ็อบเจกต์ที่ประกอบด้วยแอตทริบิวต์ รหัสลูกค้า ชื่อ ที่อยู่ และเบอร์โทร

6. คลาส Delivery เป็นคลาสที่ใช้สร้างอ็อบเจกต์ที่ประกอบด้วยข้อมูล รหัสส่งสินค้า รายการสั่งซื้อ และข้อมูลลูกค้า ซึ่งข้อมูลเหล่านี้เป็นแอตทริบิวต์ของคลาส Delivery



ภาพที่ ง.2 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 1



ภาพที่ ง.3 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 1

ตารางที่ ง.1 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 1

ฟังก์ชั่น	**ข้อมูลเข้า**	**ผลการทดสอบ**
	รหัสใบส่งสินค้า	
ค้นหารายการสินค้าและที่อยู่ผู้รับสินค้า	1	ใบส่งของ รหัส:1 รหัสลูกค้า:3, ชื่อ:Taoping ที่อยู่:12/23 Pet Rd., Nongkhame, Bangkok เบอร์โทร:0811234567 รายการสินค้า Bed, จำนวน:1 Couch, จำนวน:1

<u>หน่วยตัวอย่างที่ 2</u>

<u>แหล่งที่มา</u> http://java.dzone.com/

```
public class HotelBooker {
    public ArrayList<Hotel> getHotelNamesFor(Date from, Date to){ }
}
```

```
public class FlightBooker{
    public ArrayList<Flight> getFlightFor(Date from, Date to){ }
}
```

```
public class TravelFacade{
    private HotelBooker hotelBooker;
    private FlightBooker flightBooker;
    Public void getFlightsAndHotel(Date from, Date to){
        ArrayList<Flight> flights = flightBooker.getFlightFor(from, to);
        ArrayList<Hotel> Hotel = hotelBooker.geHotelFor(from, to);
    }
}
```

```
Public class Client{
    Public static void main(String[] args){
        TravelFacade façade = new TravelFacade(from, to);
    }
}
```

ภาพที่ ง.4 ซอร์สโค้ดหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซนแพตเทิร์นจากเว็บไซต์ของหน่วยตัวอย่างที่ 2

<u>ฟังก์ชั่นของระบบ</u>

- การค้นหาและจองเที่ยวบินพร้อมโรงแรม ประกอบด้วย คลาส เมท็อด และแอตทริบิวต์ดังต่อไปนี้

1. คลาส TravelAgent เป็นคลาสหลักที่ใช้ ในการส่งข้อมูล ได้แก่ วันเดือนปีที่เดินทาง จำนวนผู้เดินทาง เมืองต้นทาง และเมืองปลายทาง ไปยังคลาส FlightBooker และคลาส HotelBooker เพื่อค้นหาเที่ยวบินและโรงแรมที่ตรงกับความต้องการ และส่งข้อมูลเที่ยวบิน โรงแรม พร้อมจำนวนผู้เดินทาง และจำนวนห้องพัก อีกครั้งหลังการค้นหาเสร็จสิ้น เพื่อจองตั๋วเครื่องบินและโรงแรมที่พัก

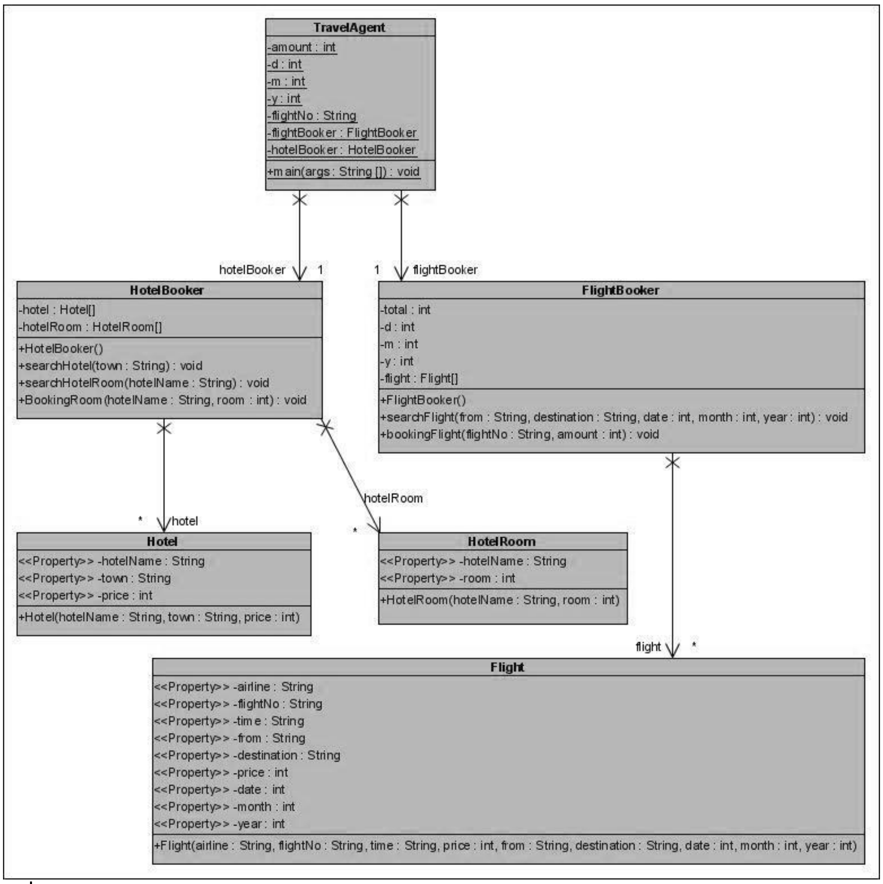
2. คลาส FlightBooker มีเมท็อด (1) searchFlight ทำหน้าที่ค้นหาเที่ยวบินที่ตรงกับวันเดือนปี เมืองต้นทาง เมืองปลายทาง และจำนวนผู้เดินทาง หลังการค้นหาจะแสดงรายการเที่ยวบิน สำหรับเมท็อด (2) bookingFlight ทำหน้าที่แสดงข้อมูลเที่ยวบินที่ถูกจอง

3. คลาส Flight เป็นคลาสที่ใช้สร้างอ็อบเจกต์ที่ประกอบด้วยข้อมูล ชื่อสายการบิน เที่ยวบิน เมืองต้นทาง เมืองปลายทาง วันเดือนปีที่เดินทาง ราคา เวลาออกเดินทาง และเวลาถึง

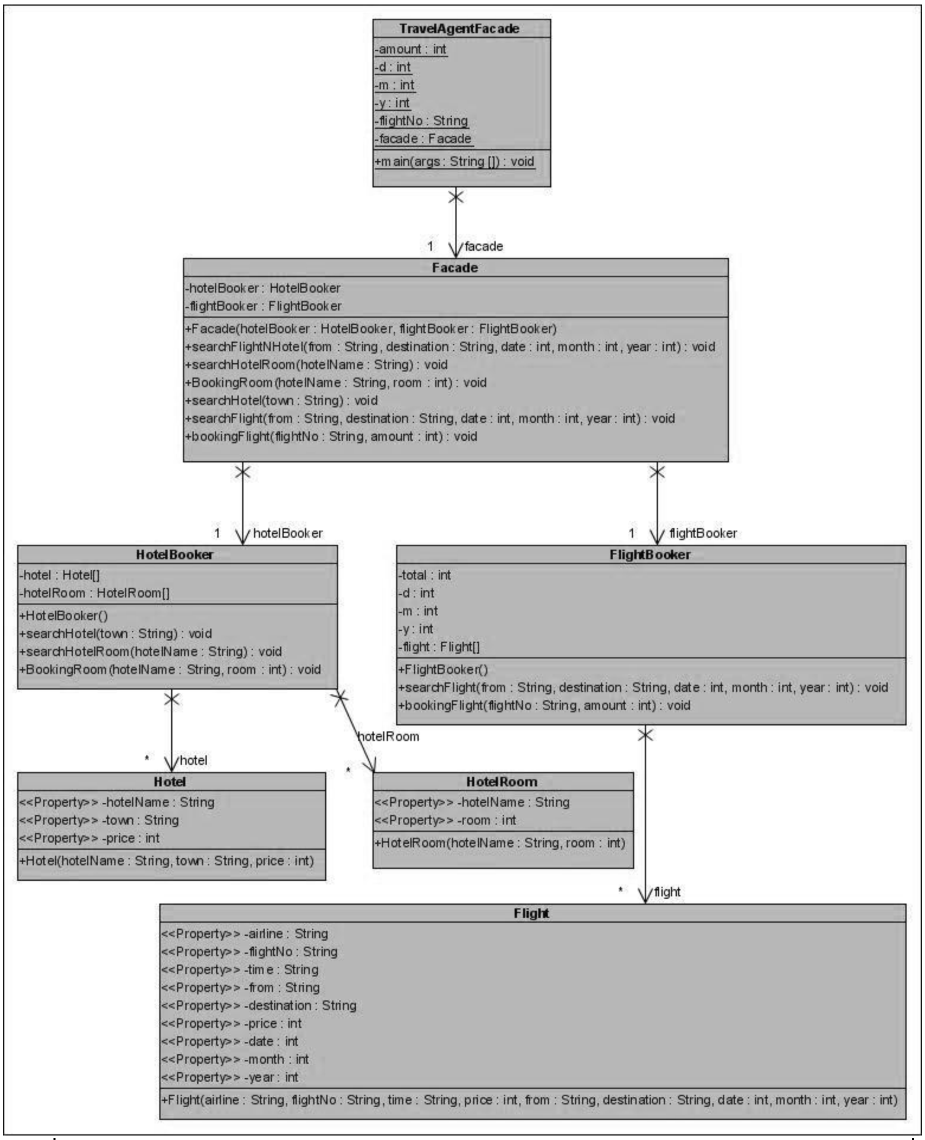
4. คลาส HotelBooker มีเมท็อด (1) searchHotel ทำหน้าที่ค้นหาโรงแรมที่อยู่ในเมืองปลายทาง (2) searchRoom ทำหน้าที่ค้นหาห้องพักในโรงแรมที่ต้องการจอง (3) BookingRoom แสดงข้อมูลชื่อโรงแรม และห้องพักที่ถูกจอง

5. คลาส Hotel เป็นคลาสที่ใช้สร้างอ็อบเจกต์ที่ประกอบด้วยข้อมูล ชื่อโรงแรม เมืองที่ตั้งโรงแรม และราคาห้องพัก

6. คลาส HotelRoom เป็นคลาสที่ใช้สร้างอ็อบเจกต์ที่ประกอบด้วยข้อมูล ชื่อโรงแรม และห้องพัก



ภาพที่ ง.5 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 2



ภาพที่ ง.6 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 2

ตารางที่ ง.2 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 2

ฟังก์ชั่น		ข้อมูลเข้า	ผลการทดสอบ
การค้นหา	เที่ยวบิน	BKK (ต้นทาง) CHM (ปลายทาง) 1 (วัน) 1 (เดือน) 2556 (ปี)	วันเดินทาง: 1-1-2556 Thai T123 BKK-CHM 10.00-10.40 Price: 1500
	ที่พัก	CHM (เมืองที่ต้องการพัก)	ชื่อโรงแรม: C(CHM) ราคา: 2000 บาท ชื่อโรงแรม: D(CHM) ราคา: 4000 บาท
	ห้องพัก	C (ชื่อโรงแรม)	ห้องว่าง: 5 ห้อง ราคา: 2000 บาท
การจอง	เที่ยวบิน	T123 (เที่ยวบิน) 2 (จำนวนตั๋ว)	จองเที่ยวบินวันที่: 4-4-2556 T123 เวลา: 10.00-10.40 จาก: BKK ไป: CHM ราคา: 1500 จำนวน: 2 ใบ รวม: 3000 บาท
	ที่พัก	C (ชื่อโรงแรม) 1 (จำนวนห้องห้องพัก)	จองโรงแรม: C จำนวน 1 ห้อง ราคา: 2000 บาท

<u>หน่วยตัวอย่างที่ 3</u>

<u>แหล่งที่มา</u> http://www.codeproject.com/

```
class ServiceAgent: IDisposable {
    LoginRequest _loginReq;
    DataIntegrationInterfaceClient _diClient;
    string _sessionID;
    SessionHeader _headerContext;
    bool _isLoggedIn;
    DIServiceInfo _disInfo;
    public ServiceAgent(){
      _loginReq = new LoginRequest();
      _diClient = new DataIntegrationInterfaceClient();
      _headerContext = new SessionHeader();
      _disInfo = new DIServiceInfo();
      _isLoggedIn = false;}
    public void Login(string repositoryDomainName,
              string repositoryName,string username,
              string password,string userNameSpace,
              string serviceName){
      if (!_isLoggedIn){
        _loginReq.RepositoryDomainName =
repositoryDomainName;
        _loginReq.RepositoryName = repositoryName;
        _loginReq.UserName = username;
        _loginReq.Password = password;
        _loginReq.UserNameSpace = userNameSpace;
        _diClient.login(_loginReq, out _sessionID);
        if (!string.IsNullOrEmpty(_sessionID)){
          _headerContext.SessionId = _sessionID;
        }else{return;}
        _disInfo.ServiceName = serviceName;
        _disInfo.DomainName = repositoryDomainName;
        _isLoggedIn = true;} }
```

```
public void StartWorkFlow(string folderName,
                    string workflowName){
      if (_isLoggedIn){
        WorkflowRequest wfRequst = new
WorkflowRequest();
        wfRequst.FolderName = folderName;
        wfRequst.WorkflowName = workflowName;
        wfRequst.RequestMode =
ETaskRunMode.NORMAL;
        wfRequst.DIServiceInfo = _disInfo;
        var response =
_diClient.startWorkflow(this._headerContext, wfRequst);}
      else{  throw new InvalidProgramException
          ("Please Login Web Service Hub to be
authenticated ");}}
    public WorkflowDetails GetWorkflowDetails(string
folderName, string workflowName){
      if (_isLoggedIn){
        WorkflowRequest wfRequst = new
WorkflowRequest();
        wfRequst.FolderName = folderName;
        wfRequst.WorkflowName = workflowName;
        wfRequst.RequestMode=ETaskRunMode.NORMAL;
        wfRequst.DIServiceInfo = _disInfo;
        return
_diClient.getWorkflowDetails(_headerContext, wfRequst);
      }else{
        throw new InvalidProgramException
          ("Please Login Web Service Hub to be
authenticated ");
      }}
```

ภาพที่ ง.7 ซอร์สโค้ดหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ของหน่วยตัวอย่างที่ 3

```
public TaskDetails GetTaskDetails(string folderName,
        string workflowName,string taskName){
        if (_isLoggedIn){
            TaskRequest tkRequest = new TaskRequest();
            tkRequest.FolderName = folderName;
            tkRequest.WorkflowName = workflowName;
            tkRequest.TaskInstancePath = taskName;
            tkRequest.RequestMode =
ETaskRunMode.NORMAL;
            tkRequest.DIServiceInfo = _disInfo;
            return _diClient.getTaskDetails(_headerContext,
tkRequest);
        }
        else{
            throw new InvalidProgramException
 ("Please Login Web Service Hub to be authenticated ");
        }
    }
public void StopWorkflow(string folderName,
                string workflowName){
        if (_isLoggedIn){
            WorkflowRequest wfRequst = new
WorkflowRequest();
            wfRequst.FolderName = folderName;
            wfRequst.WorkflowName = workflowName;
            wfRequst.RequestMode =
ETaskRunMode.NORMAL;
            wfRequst.DIServiceInfo = _disInfo;
            var response =
_diClient.stopWorkflow(_headerContext, wfRequst);
        }else{
            throw new InvalidProgramException
              ("Please Login Web Service Hub to be
authenticated ");}}
public void LoginOut(){
        if (_isLoggedIn){
            VoidRequest a = new VoidRequest();
            _diClient.logout(_headerContext, a);
            _isLoggedIn = false; } }
```

```
public static bool TrustAllCertificatesCallback
 (object sender, X509Certificate cert,X509Chain chain,
SslPolicyErrors errors){
        return true }
    public void Dispose(){
        if (_isLoggedIn){
            LoginOut();
        }if (_diClient != null){
            _diClient.Close();}
    }}
public class ClientFacade{
    public void InvokeWorkflows(){
        try{
            using (ServiceAgent agt = new ServiceAgent()){
                agt.Login("PrepositoryDomainName",
                 "RepositoryName","Username" ,"Password",
                 "UserNameSpace" ,"ServiceName");
                List<string> workflowCollection = new
List<string>();
                workflowCollection.Add("WorkflowName1");
                workflowCollection.Add("WorkflowName2");
                workflowCollection.Add("WorkflowName3");
                foreach (string workflow in workflowCollection){
                    agt.StartWorkFlow("WorkflowFolderName",
workflow);
                    workflowCollection.Add(workflow);}
List<workflowdetails> workflowStatus = new
List<workflowdetails>();
                while (workflowCollection.Count != 0){
                    foreach (string workflow in
workflowCollection){
                        WorkflowDetails wfDetails = new
WorkflowDetails();
                        wfDetails = agt.GetWorkflowDetails
                ("WorkflowFolderName" , workflow);
                        if (wfDetails.WorkflowRunStatus !=
EWorkflowRunStatus.RUNNING){
                            workflowStatus.Add(wfDetails);
                            workflowCollection.Remove(workflow);
                            break; } } }
```

ภาพที่ ง. 7 (ต่อ) ซอร์สโค้ดหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ของหน่วยตัวอย่างที่ 3

```
var workflows = workflowStatus.Where
(w => w.WorkflowRunStatus !=
EWorkflowRunStatus.SUCCEEDED);
        if (workflows.Count() >= 0){
          foreach (var workflow in workflows){
          }
```

```
              throw new Exception ("Workflow running
failed");  }}
        }catch (Exception  ex){
          throw ex;
        } } }
```

ภาพที่ ง. 7 (ต่อ) ซอร์สโค้ดหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ของหน่วยตัวอย่างที่ 3

ฟังก์ชั่นของระบบ

- แสดงรายงานการขาย คำนวณราคาสินค้า และการระบุตัวตนในการเข้าถึงระบบ ประกอบด้วย คลาส เมท็อด และแอตทริบิวต์ ดังต่อไปนี้

1. คลาส SaleService เป็นคลาสหลักสำหรับส่งข้อมูล ชื่อ และรหัสผู้ใช้ระบบ เพื่อส่งไปยังคลาส Authen

2. คลาส Authen มีเมท็อด (1) login เป็นเมท็อดที่กำหนดสิทธิ์การเข้าถึงฟังก์ชั่นในระบบโดยส่งชื่อ และรหัสผู้ใช้งานระบบไปตรวจสอบกับคลาส Admin (2) logout เป็นเมท็อดที่ใช้เมื่อผู้ใช้งานระบบออกจากระบบ

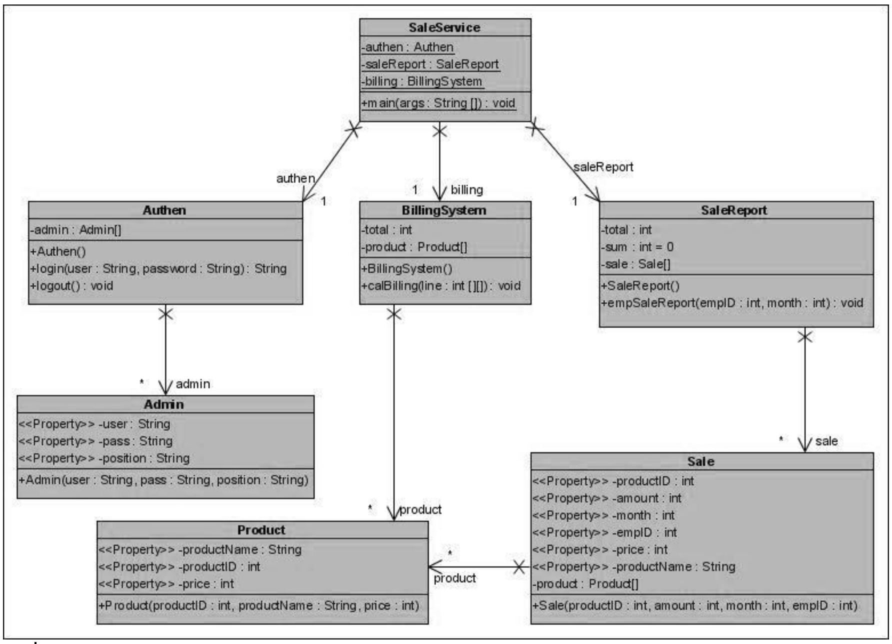
3. คลาส Admin เป็นคลาสที่ใช้สร้างอ็อบเจกต์ที่ประกอบด้วยข้อมูล ชื่อ รหัส และตำแหน่ง

4. คลาส BillingSystem มีเมท็อด calBilling สำหรับคำนวณราคาสินค้า ดังนั้น แอตทริบิวต์ จึงประกอบด้วย รายการสินค้า และราคารวม

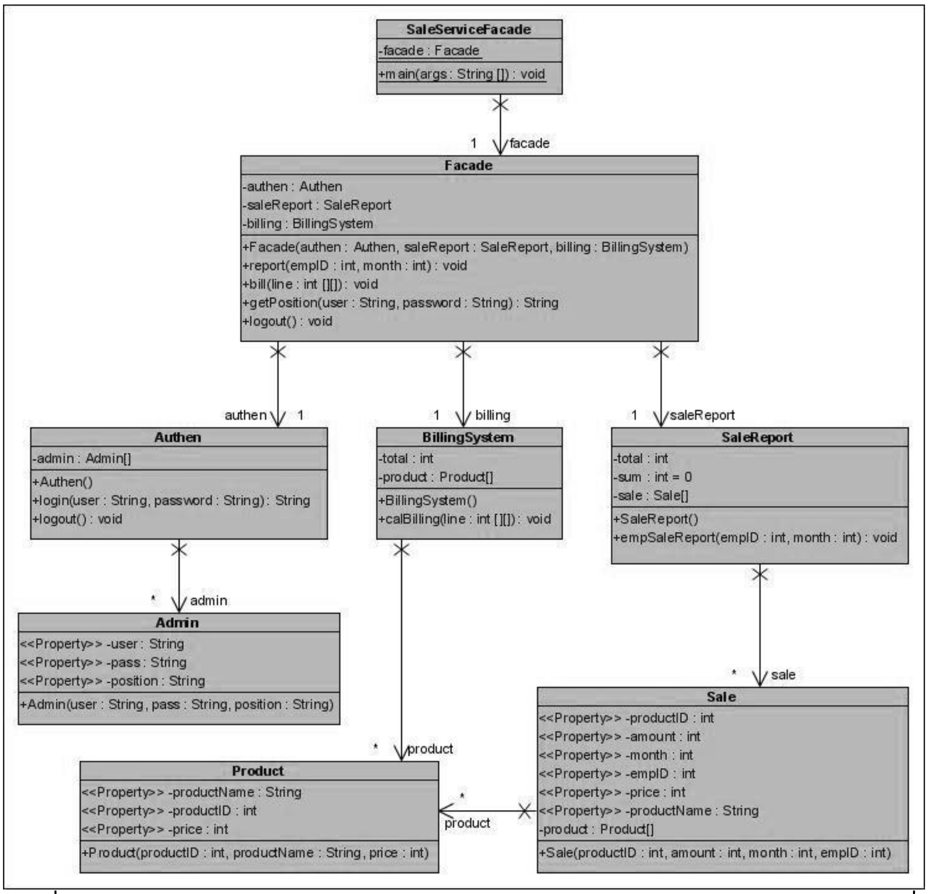
5. คลาส Product เป็นคลาสที่ใช้สร้างอ็อบเจกต์ที่ประกอบด้วยข้อมูลรหัสสินค้า ชื่อสินค้า และราคา

6. คลาส SaleReport มีเมท็อด empSaleReport ใช้ในการแสดงยอดขายของพนักงาน โดยรับข้อมูล รหัสพนักงาน และเดือนที่ต้องการตรวจสอบยอดขายจากคลาส SaleService คลาสนี้จึงมีแอตทริบิวต์ดังนี้ รายการขายสินค้า จำนวนที่ขายได้ และยอดขาย

7. คลาส Sale เป็นคลาสที่ใช้สร้างอ็อบเจกต์ที่ประกอบด้วยข้อมูล รหัสสินค้า จำนวนที่ขายได้ เดือนที่ขาย รหัสพนักงานที่ขายได้ แอตทริบิวต์จึงประกอบด้วย รหัสสินค้า ชื่อสินค้า จำนวนที่ขายได้ ราคาสินค้า รหัสพนักงาน เดือนที่ขายสินค้า



ภาพที่ ง.8 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 3



ภาพที่ ง.9 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 3

ตารางที่ ง.3 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 3

ฟังก์ชั่น	ข้อมูลเข้า	ผลการทดสอบ
การระบุตัวตน	Bill (ชื่อผู้ใช้ระบบ) 1122 (รหัสผู้ใช้ระบบ)	ผู้ใช้ระบบชื่อ บิว
คำนวณราคาสินค้า	1 (รหัสสินค้า) 1 (จำนวน) 2 (รหัสสินค้า) 1 (จำนวน)	LED TV (1*20000) = 20000 Plasma TV (1*10000) = 10000 รวม: 30000 บาท
แสดงรายงานการขายประจำเดือน (เดือนปัจจุบัน)	-	รายงานการขายประจำเดือน ตุลาคม ปี 2555 LED TV 10 เครื่อง Plasma TV 10 เครื่อง Air conditioner 10 เครื่อง

หน่วยตัวอย่างที่ 4

แหล่งที่มา http://www.navioo.com/

```
public class Other {
    public void GetOther() {
        Console.WriteLine("Other.");
    } public Other() {}
}
```

```
public class Produce {
    public void GetProduce() {
        Console.WriteLine("Produce");
    } public Produce() { }
}
```

```
public class Finance {
    public void GetFinance() {
        Console.WriteLine("Finance");
    }
    public Finance() { }
}
```

```
public class DealerRepresentative {
    private Finance finance;
    private Insurance insurance;
    private Order order;
    public void GetUpdate() {
        this.finance.GetFinance();
        this.insurance.GetInsurance();
        this.order.GetOrder();
    }
    public DealerRepresentative() {
        finance = new Finance();
        insurance = new Insurance();
        order = new Order();
    }
}
```

```
public class Order {
    private Produce service;
    private Other other;
    public void GetOrder() {
        Console.WriteLine("Order");
        service = new Produce();
        this.service.getProduce();
        this.other.getOther();
    } public Order() { }
    }
```

```
public class Insurance {
    public void GetInsurance() {
        Console.WriteLine("Insurance");
    } public Insurance() {}
}
```

```
public class Client {
    static void Main(string[] args) {
        DealerRepresentative gopher = new DealerRepresentative();
        gopher.GetUpdate();
    }
}
```

ภาพที่ ง.10 ซอร์สโค้ดหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ของหน่วยตัวอย่างที่ 4

<u>ฟังก์ชั่นของระบบ</u>

- คำนวณราคารถยนต์ พร้อมดอกเบี้ย และค่าประกันรถยนต์ ประกอบด้วย คลาส เมท็อด และแอตทริบิวต์ ดังนี้

1. คลาส CarShop เป็นคลาสหลักที่ทำหน้าที่ส่งข้อมูลรุ่นรถไปยังคลาส Carsell เพื่อค้นหาราคารถ ส่งข้อมูลราคารถ และเงินดาวน์ไปยังคลาส Finance และส่งข้อมูลชื่อบริษัทประกันไปยังคลาส Insurance

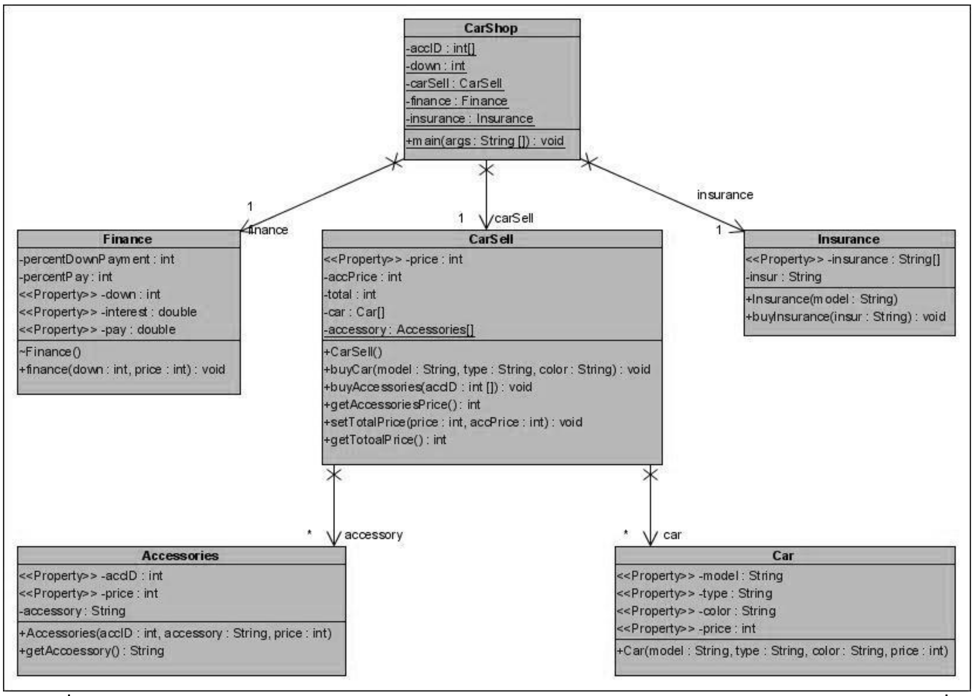
2. คลาส Finance มีเมท็อด finance มีหน้าที่คำนวณดอกเบี้ย ซึ่งคิดจากจำนวนเงินดาวน์และราคารถยนต์ เป็นข้อมูลที่ถูกส่งมาจากคลาส CarShop

3. คลาส Insurance มีเมท็อด buyInsurance เป็นเมท็อดแสดง ชื่อบริษัทประกันรถยนต์ที่ทำประกันด้วย และราคา

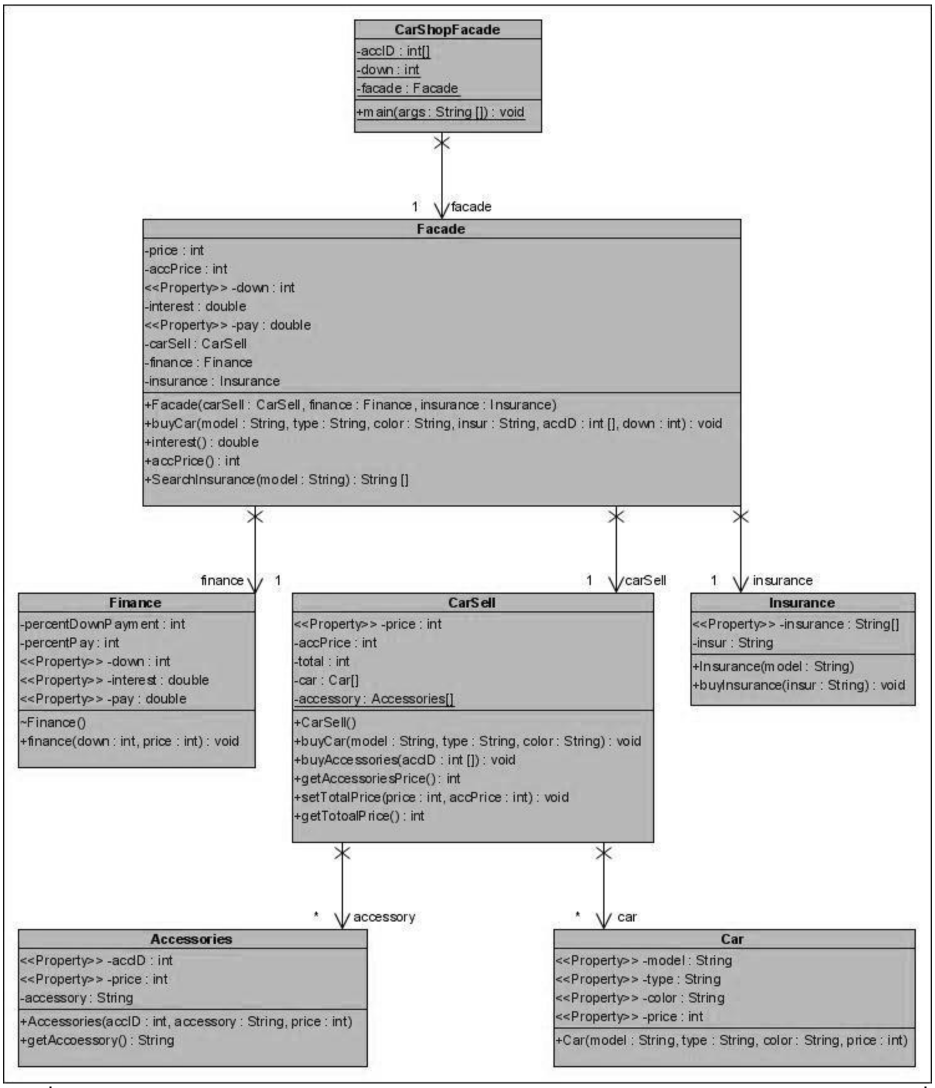
4. คลาส Carsell ประกอบด้วยเมท็อด (1) buyCar เมท็อดแสดงประเภทรถ รุ่น สี และราคารถ ที่ต้องการซื้อ ซึ่งรับข้อมูลรุ่น และสีจากคลาส CarShop และนำข้อมูลที่รับมาไปค้นหาประเภทรถ และราคาจากคลาส CarShop (2) buyAccessories เป็นเมท็อดแสดงรายการอุปกรณ์แต่งรถยนต์ที่สั่งซื้อ และราคา โดยนำข้อมูลรหัสอุปกรณ์แต่งรถที่รับมาจากคลาส CarShop ไปค้นหาราคาจากคลาส Accessories (3) getAccessoriesPrice ทำหน้าที่ส่งมูลค่าของอุปกรณ์แต่งรถที่สั่ง (4) setTotalPrice เป็นเมท็อดที่กำหนดค่าให้กับแอตทริบิวต์ที่เป็นราคารถยนต์รวมกับอุปกรณ์ตกแต่งทั้งหมด (5) getTotalPrice ทำหน้าที่ส่งมูลราคารถยนต์รวมกับอุปกรณ์ตกแต่งที่ถูกกำหนดในเมท็อด setTotalPrice

5. คลาส Car เป็นคลาสที่ใช้สร้างอ็อบเจกต์ที่ประกอบด้วยข้อมูล ประเภทรถยนต์ รุ่น สี และราคา

6. คลาส Accessories เป็นคลาสที่ใช้สร้างอ็อบเจกต์ที่ประกอบด้วยข้อมูล รหัสอุปกรณ์แต่งรถยนต์ ชื่ออุปกรณ์ และราคา



ภาพที่ ง.11 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 4



ภาพที่ ง.12 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 4

ตารางที่ ง.4 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 4

ฟังก์ชั่น	ข้อมูลเข้า	ผลการทดสอบ
คำนวณราคารถยนต์ ดอกเบี้ยและค่าประกัน	A (รุ่น) Sedan 5 doors (ประเภท) Black (สี) 1, 2 (รหัสรายการอุปกรณ์เสริม) 500000 (เงินดาวน์) ABC Company (ชื่อบริษัทประกัน) Price: 20000 (ราคาประกัน)	รุ่น: A (Sedan 5 doors) สี: Black ราคา: 1100000 รายการอุปกรณ์ตกแต่ง Skirt ราคา: 20000 Projector ราคา: 25000 ราคารวมอุปกรณ์เสริม: 45000 เงินดาวน์: 500000บาท, ดอกเบี้ย: 2.5% ยอดเงินรวมดอกเบี้ย: 615000.0 ABC Company, Price: 20000

<u>หน่วยตัวอย่างที่ 5</u>

<u>แหล่งที่มา</u> http://php-facade-pattern.9368667.ccqq.net/

```
class SkiRent{
    public function RentBoots($feetSize, $skierLevel){
        return 20*$skierLevel*100/$feetSize;}
    public function RentSki($weight, $skierLevel){
        return 40*$skierLevel*100/$weight;}
    public function RentPole($height){
        return 5*$height/100;}}
```

```
class SkiResortTicketSystem{
    public function BuyOneDayTicket(){
        return 115; }
    public function BuyHalfDayTicket(){
        return 60; }}
```

```
class HotelBookingSystem{
    public function BookRoom($roomQuality){
        switch ($roomQuality){
            case 3: return 250;
            case 4: return 500;
            case 5: return 900;
            default:
            throw new ArgumentException("roomQuality
should be in [3;5]");
        }
    }
}
```

```
class SkiResortFacade{
    private $SkiRent; private $SkiResortTicketSystem; private $HotelBookingSystem; private $totalprice;
    function __construct(){
        $this->SkiRent = new SkiRent();
        $this->SkiResortTicketSystem = new SkiResortTicketSystem();
        $this->HotelBookingSystem  = new HotelBookingSystem();}
    function HaveGoodRest($height, $weight, $feetSize, $skierLevel, $roomQuality){
        $skiPrice = $this->SkiRent->RentSki($weight, $skierLevel);
        var_dump($skiPrice);
        $skiBootsPrice = $this->SkiRent->RentBoots($feetSize,$skierLevel);
        $polePrice = $this->SkiRent->RentPole($height);
        $oneDayTicketPr = $this->SkiResortTicketSystem->BuyOneDayTicket();
        $hotelPrice = $this->HotelBookingSystem->BookRoom($roomQuality);
        $this->totalprice = $skiPrice + $skiBootsPrice + $polePrice + $oneDayTicketPr + $hotelPrice;}
    public function HaveRestWithOwnSkis($roomQuality){
        $oneDayTicketPr = $SkiResortTicketSystem->BuyOneDayTicket();
        $hotelPrice = $HotelBookingSystem->BookRoom($roomQuality);
        return $oneDayTicketPr + $hotelPrice;}
    public function PrintPrice(){
        echo $this->totalprice;}}
```

ภาพที่ ง.13 ซอร์สโค้ดหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ของหน่วยตัวอย่างที่ 5

<u>ฟังก์ชั่นของระบบ</u>

- การจองห้องพัก คำนวณราคาตั๋วสกี และคำนวณค่าเช่าอุปกรณ์อุปกรณ์สกี ดังนั้น คลาส เมท็อด และแอตทริบิวต์ที่จำเป็นต่อฟังก์ชั่นดังกล่าวคือ

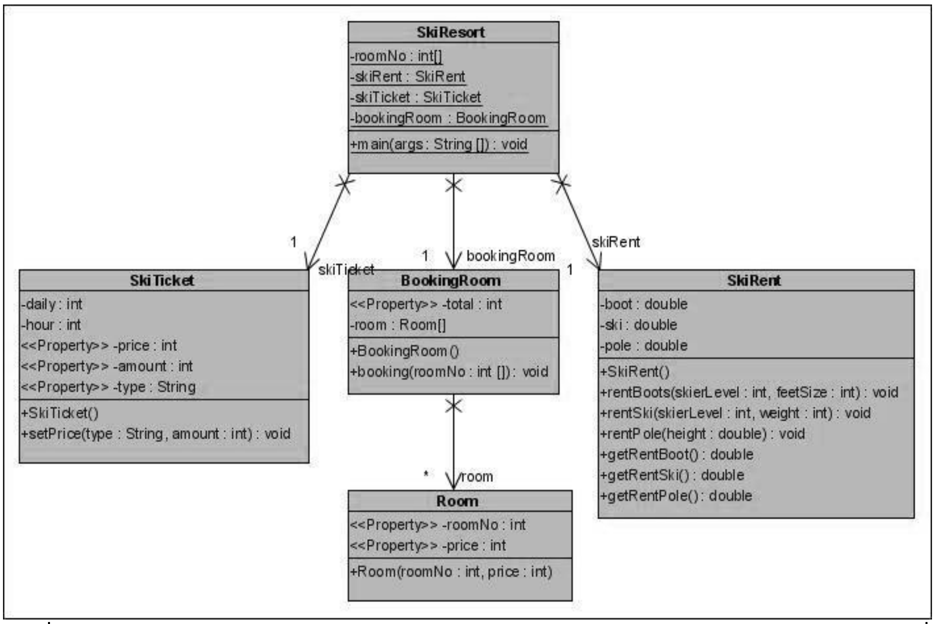
1. คลาส SkiResort เป็นคลาสหลักที่ทำหน้าที่ส่งข้อมูลหมายเลขห้องพัก สำหรับการจองห้องพัก ข้อมูลประเภทตั๋วสกี และจำนวนตั๋วที่ต้องการ สำหรับการคำนวณราคาค่าเล่นสกี และข้อมูลความสูง น้ำหนัก ระดับการเล่นสกี ขนาดเท้า สำหรับคำนวณค่าเช่าอุปกรณ์

2. คลาส SkiTicket มีเมท็อด setPrice ที่แสดงราคารวมของตั๋วสกี โดยคำนวณตามประเภท และจำนวนที่รับมาจากคลาส SkiResort

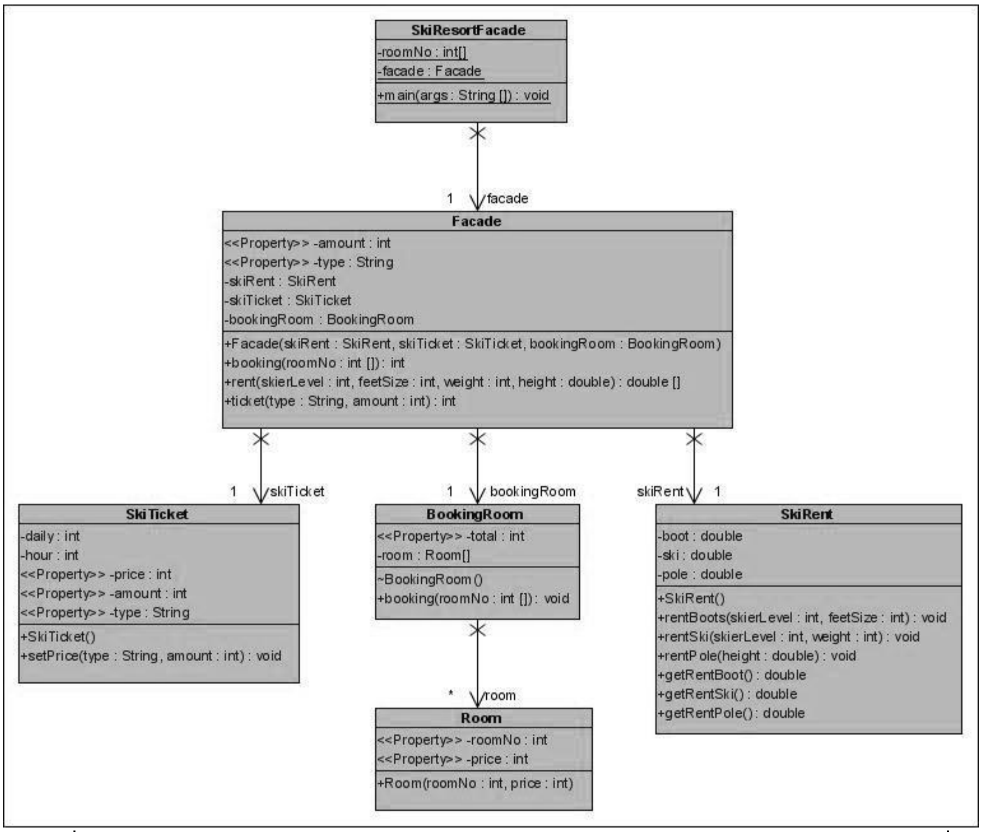
3. คลาส SkiRent มีเมท็อด (1) rentBoots สำหรับคำนวณค่าเช่ารองเท้าสกี โดยใช้ข้อมูลระดับการเล่นสกี และขนาดเท้าในการคำนวณ (2) rentSki สำหรับคำนวณค่าเช่าสกี โดยใช้ข้อมูลระดับการเล่นสกี และน้ำหนักในการคำนวณ (3) rentPole คำนวณค่าเช่าไม้สกี ใช้ข้อมูลความสูงสำหรับคำนวณราคาเช่า (4) getRentBoot ทำหน้าที่ส่งมูลค่าของราคาเช่ารองเท้าสกี (5) getRentSki ทำหน้าที่ส่งมูลค่าของราคาเช่าสกี (6) getRentPole ทำหน้าที่ส่งมูลค่าของราคาเช่าไม้สกี

4. คลาส BookingRoom มีเมท็อด booking ที่แสดงหมายเลขห้อง และราคาห้องที่จอง โดยรับข้อมูลหมายเลขห้องจากคลาส SkiResort และค้นหาราคาห้องจากคลาส Room

5. คลาส Room เป็นคลาสที่ใช้สร้างอ็อบเจกต์ที่ประกอบด้วยข้อมูล หมายเลขห้อง และราคา



ภาพที่ ง.14 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 5



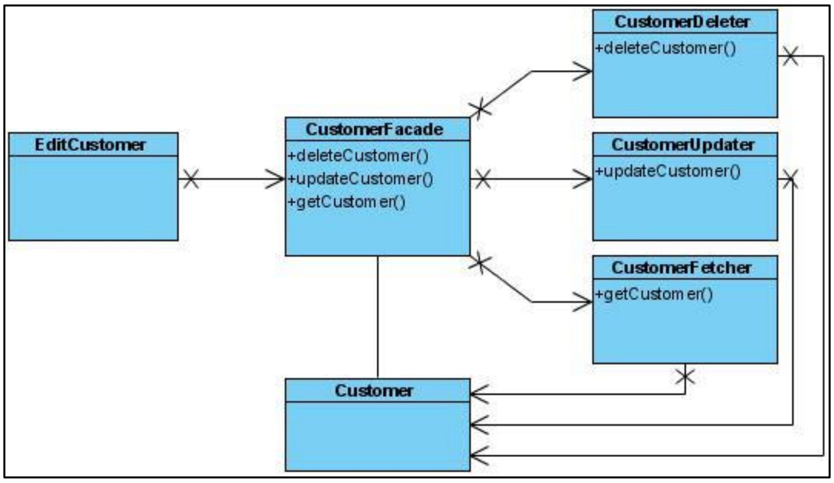
ภาพที่ ง.15 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 5

ตารางที่ ง.5 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 5

<table>
<tr><th>ฟังก์ชั่น</th><th colspan="2">ข้อมูลเข้า</th><th>ผลการทดสอบ</th></tr>
<tr><td rowspan="6">คำนวณค่าใช้จ่ายสำหรับ
ผู้ไม่มีอุปกรณ์สกี</td><td>หมายเลขห้อง</td><td>123</td><td rowspan="6">ห้อง: 123, ราคา: 5000 บาท
เช่าสกี: 133.0
เช่ารองเท้าบู๊ท: 571.0
เช่าไม้สกี: 8.0
ห้องพัก(1 คืน)+สกี+อุปกรณ์: 5827 บาท</td></tr>
<tr><td>ประเภทตั๋วสกี</td><td>allDay</td></tr>
<tr><td>ระดับการเล่นสกี</td><td>2</td></tr>
<tr><td>ขนาดเท้า</td><td>7</td></tr>
<tr><td>ความสูง</td><td>160</td></tr>
<tr><td>น้ำหนัก</td><td>60</td></tr>
<tr><td rowspan="2">คำนวณค่าใช้จ่ายสำหรับ
ผู้มีอุปกรณ์สกี</td><td>หมายเลขห้อง</td><td>123</td><td rowspan="2">ห้อง: 123, ราคา: 5000 บาท
ห้องพัก(1 คืน)+สกี: 5115 บาท</td></tr>
<tr><td>ประเภทตั๋วสกี</td><td>allDay</td></tr>
</table>

หน่วยตัวอย่างที่ 6

แหล่งที่มา http://www.kindblad.com/



ภาพที่ ง.16 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ของหน่วยตัวอย่างที่ 6

ฟังก์ชั่นของระบบ

- การจัดการข้อมูลลูกค้า ประกอบด้วยการเรียกดูข้อมูล ลบข้อมูล และแก้ไขข้อมูลลูกค้า ซึ่งมีคลาส เมท็อด และแอตทริบิวต์ ดังนี้

1. คลาส EditCustomer เป็นคลาสหลักที่ทำหน้าที่ส่งรหัสลูกค้า ไปยังคลาส CustomerFetcher เมื่อต้องการค้นหาข้อมูล ชื่อ และที่อยู่ของลูกค้า ถ้าต้องการลบข้อมูลลูกค้า

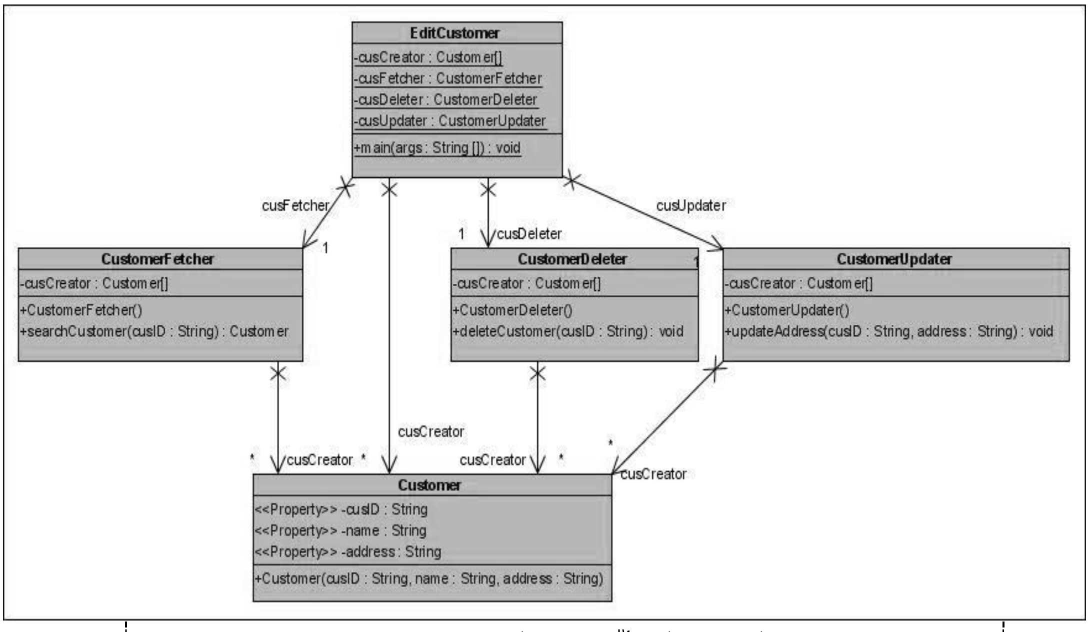
คลาสนี้จะส่งรหัสลูกค้าไปยังคลาส CustomerDeleter การแก้ไขข้อมูลที่อยู่ลูกค้าต้องส่งรหัสลูกค้าพร้อมกับที่อยู่ใหม่ เพื่อส่งไปแก้ไขข้อมูลในคลาส CustomerUpdater

2. คลาส CustomerFetcher มีเมท็อด searchCustomer ทำหน้าที่แสดงชื่อ และที่อยู่ของลูกค้าที่มีรหัสตรองกับรับข้อมูลรหัสลูกค้าจากคลาส EditCustomer ที่ส่งมา รหัสลูกค้านำไปค้นหารายละเอียดของลูกค้าจากคลาส Customer

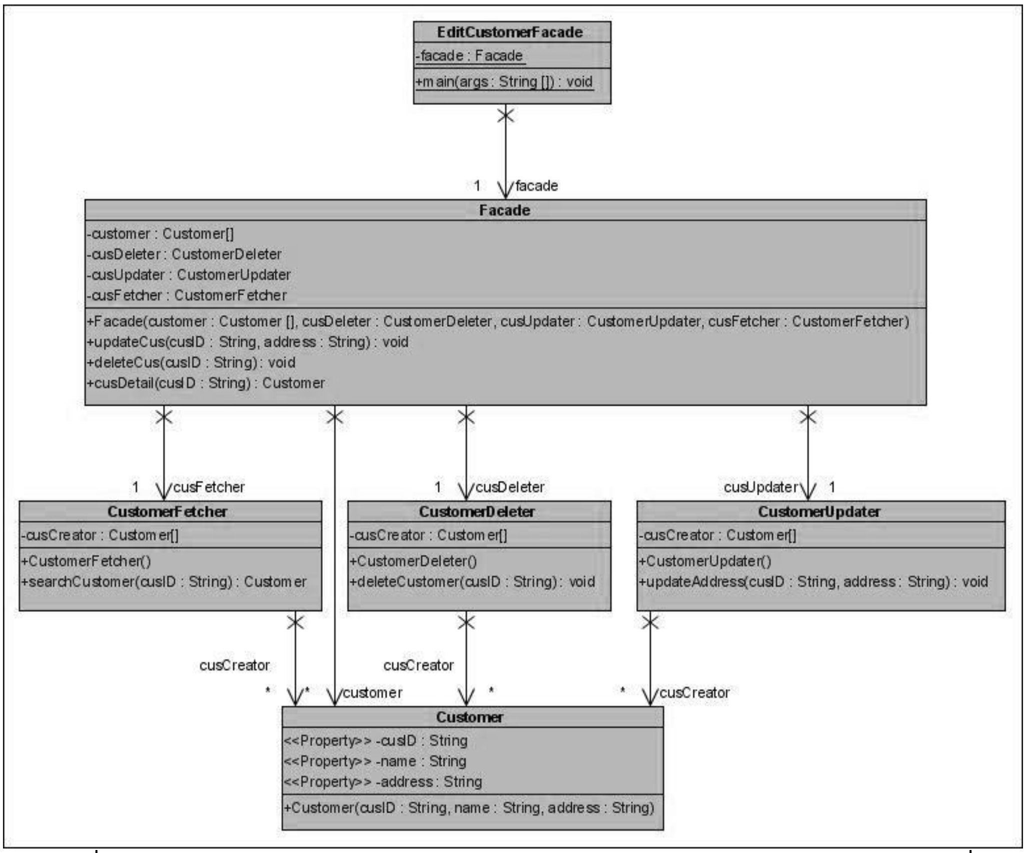
3. คลาส CustomerDeleter มีเมท็อด deleterCustomer ทำหน้าที่แสดงข้อความว่าข้อมูลของลูกค้ารหัสที่ส่งมาได้ถูกลบออกจากระบบแล้ว โดยข้อมูลที่ลบต้องมีรหัสตรงกับรหัสที่ส่งมาจากคลาส EditCustomer

4. คลาส CustomerUpdater มีเมท็อด updateAddress ทำหน้าที่แสดงข้อมูลที่อยู่ก่อนและหลังการแก้ไข โดยต้องค้นข้อมูลที่อยู่ก่อนการเปลี่ยนแปลงจากคลาส Customer

5. คลาส Customer เป็นคลาสที่ใช้สร้างอ็อบเจกต์ที่ประกอบด้วยข้อมูล รหัสลูกค้า ชื่อและที่อยู่



ภาพที่ ง.17 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 6



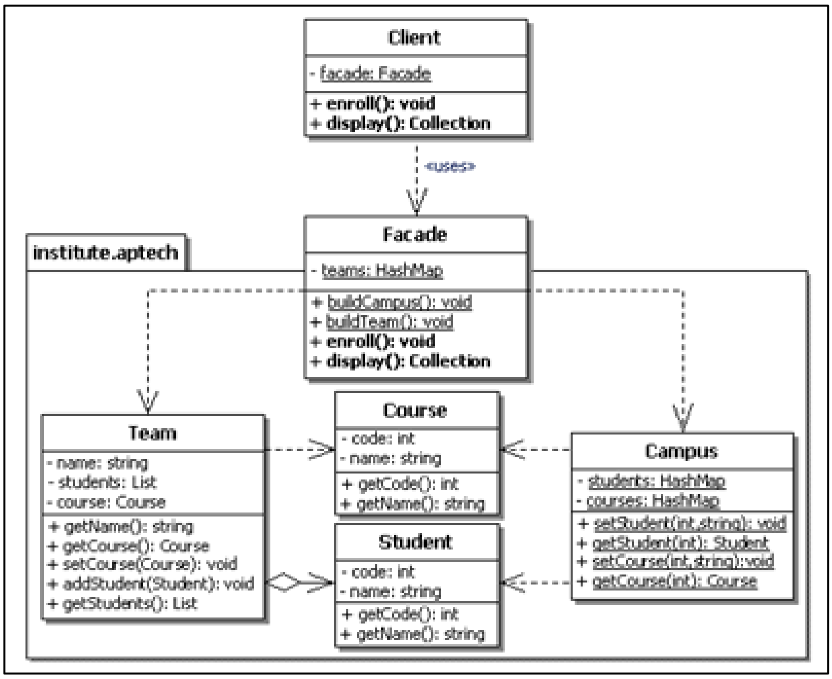
ภาพที่ ง.18 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 6

ตารางที่ ง.6 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 6

ฟังก์ชั่น	ข้อมูลเข้า	ผลการทดสอบ
การเรียกดูข้อมูล	1 (รหัสลูกค้า)	รหัสลูกค้า: 1 ชื่อ AAA ABC ที่อยู่: 12345 Bkk
แก้ไขข้อมูล	1 (รหัสลูกค้า) 55689 BKK (ที่อยู่ใหม่)	รหัสลูกค้า: 1 ชื่อ AAA ABC ที่อยู่: 55689 BKK
ลบข้อมูล	1 (รหัสลูกค้า)	ลบข้อมูล รหัสหมายเลข 1 เรียบร้อยแล้ว

<u>หน่วยตัวอย่างที่ 7</u>

<u>แหล่งที่มา</u> http://fpt.aptech.edu.vn/



ภาพที่ ง.19 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ของหน่วยตัวอย่างที่ 7

<u>ฟังก์ชั่นของระบบ</u>

- แสดงชื่อทีมและรายชื่อนักเรียนในคอร์สที่เปิดสอน ประกอบด้วยคลาส เมท็อด และแอตทริบิวต์ ดังนี้

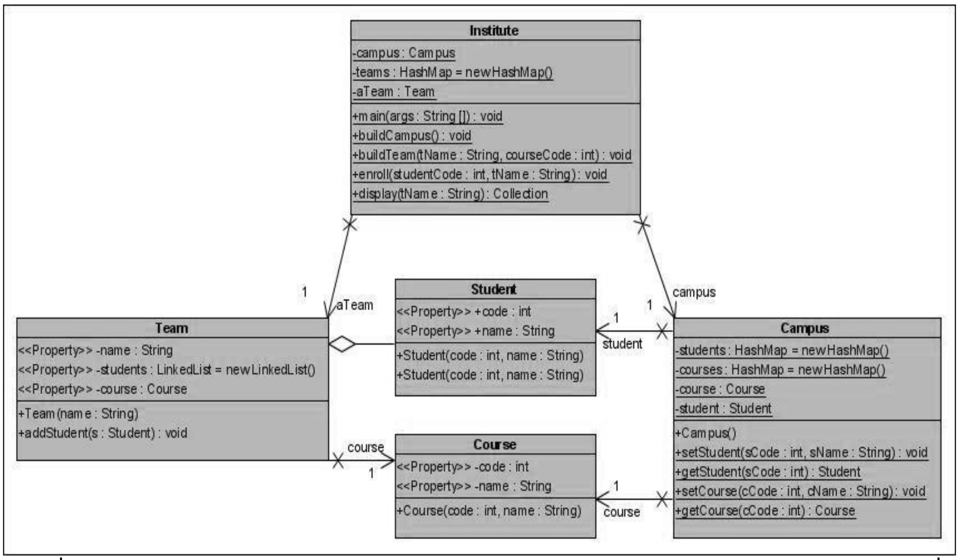
1. คลาส Institute เป็นเมท็อดหลัก ประกอบด้วยเมท็อด (1) buildCampus ทำหน้าที่กำหนดคอร์สเรียน ประกอบด้วย รหัสคอร์ส และชื่อคอร์ส (3) buildTeam ทำหน้าที่กำหนด ชื่อทีมในคอร์สเรียน (4) enroll ทำหน้าที่กำหนดรายชื่อผู้เรียนลงในทีม (5) display เป็นเมท็อดที่แสดงรายชื่อนักเรียน

2. คลาส Team มีเมท็อด addStudent ทำหน้าที่เพิ่มชื่อนักเรียนเข้าในทีม

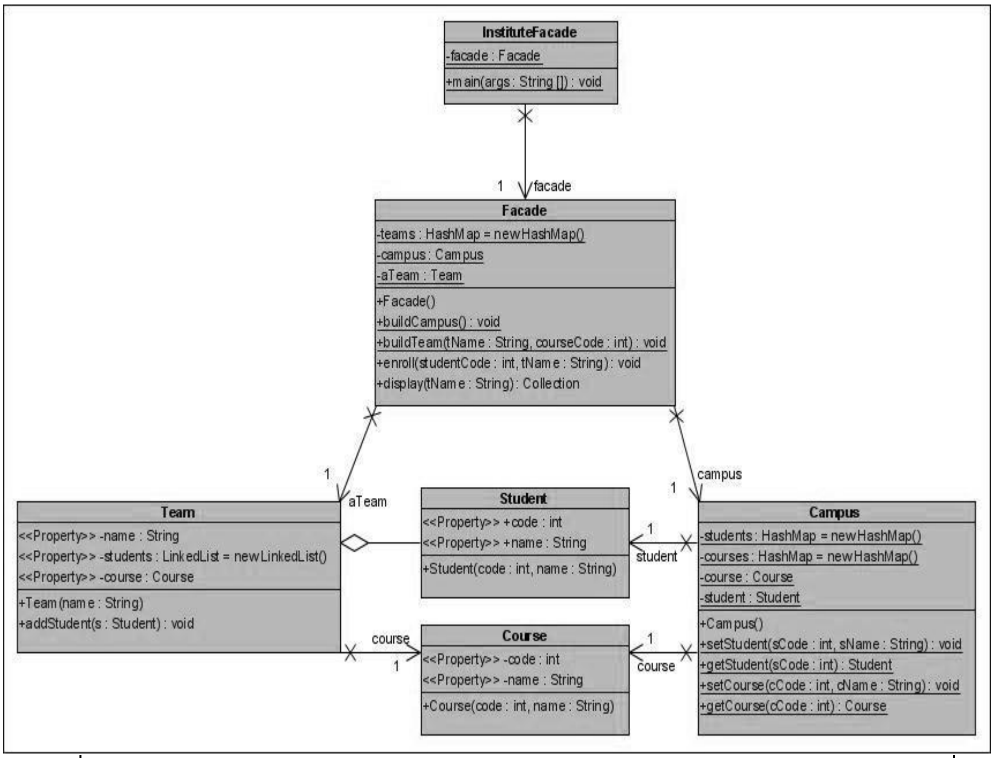
3. คลาส Student เป็นคลาสที่ใช้สร้างอ็อบเจกต์ที่ประกอบด้วยข้อมูล รหัส และชื่อนักเรียน

4. คลาส Course เป็นคลาสที่ใช้สร้างอ็อบเจกต์ที่ประกอบด้วยข้อมูล รหัส และชื่อคอร์สเรียน

5. คลาส Campus มีเมท็อด (1) setStudent ทำหน้าที่กำหนดค่าให้กับแอตทริบิวต์ รหัสและชื่อของนักเรียน ที่เรียนอยู่ในแต่ละวิทยาเขต โดย (2) setCourse ทำหน้าที่กำหนดค่าให้กับแอตทริบิวต์คอร์สที่เปิดสอนในแต่ละวิทยาเขต (3) getStudent (4) getCourse



ภาพที่ ง.20 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 7



ภาพที่ ง.21 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 7

ตารางที่ ง.7 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 7

ฟังก์ชั่น		**ข้อมูลเข้า** ชื่อทีม	**ผลการทดสอบ**
แสดงรายชื่อนักเรียนในทีมและวิชาที่เรียน	ห้องพัก	OS1000	Team Name: OS1000 Course Name: Operating System Students List: + Bill Gates + Linus Tovarl

หน่วยตัวอย่างที่ 8

แหล่งที่มา http://www.allapplabs.com/

```
public interface Store{
    public Goods getGoods();
}
```

```
public class FinishedGoodsStore implements Store{
    public Goods getGoods(){
    FinishedGoods finishedGoods = new FinishedGoods();
    return finishedGoods;
}
```

```
public class StoreKeeper{
    public RawMaterialGoods getRawMaterialGoods(){
        RawMaterialStore store = new RawMaterialStore();
        RawMaterialGoods rawMaterialGoods = (RawMaterialGoods)store.getGoods;
        return rawMaterialGoods;
    }
    public PackingMaterialGoods getPackingMaterialGoods(){
        PackingMaterialStore store = new PackingMaterialGoods()
        PackingMaterialGoods packingMaterialGoods = (PackingMaterialGoods)store.getGoods();
        return packingMaterialGoods;
    }
    public FininshedGoods getFinishedGoods(){
        FinishedGoodsStore store = new FinishedGoodsStore();
        FinishedGoods finishesGoods = (FinishedGoods)store.getGoods();
        return finishedGoods;
    }
}
```

```
public class Client{
    public static void main(String[] args){
        StoreKeeper keeper = new StoreKeeper();
        RawMaterialGoods rawMaterialGoods = keeper.getRawMaterialGoods();
    }
}
```

ภาพที่ ง.22 ซอร์สโค้ดหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ของหน่วยตัวอย่างที่ 8

<u>ฟังก์ชั่นของระบบ</u>

- ค้นหาวัตถุดิบ และสินค้าในคลังสินค้า ประกอบด้วย คลาส เมท็อด และ แอตทริบิวต์ ดังนี้

1. คลาส StoreSystem เป็นคลาสหลักที่ทำหน้าที่ส่งข้อมูลไปยังคลาส FinishedGoodStore คลาส MaterialStore คลาส FinishesGoods และคลาส MaterialGoods

2. คลาส Store เป็นคลาสอินเตอร์เฟส ประกอบด้วยเมท็อด (1) setGoodsDetail (2) getGoodsID (3) getGoodsName (4) getGoodsAmount

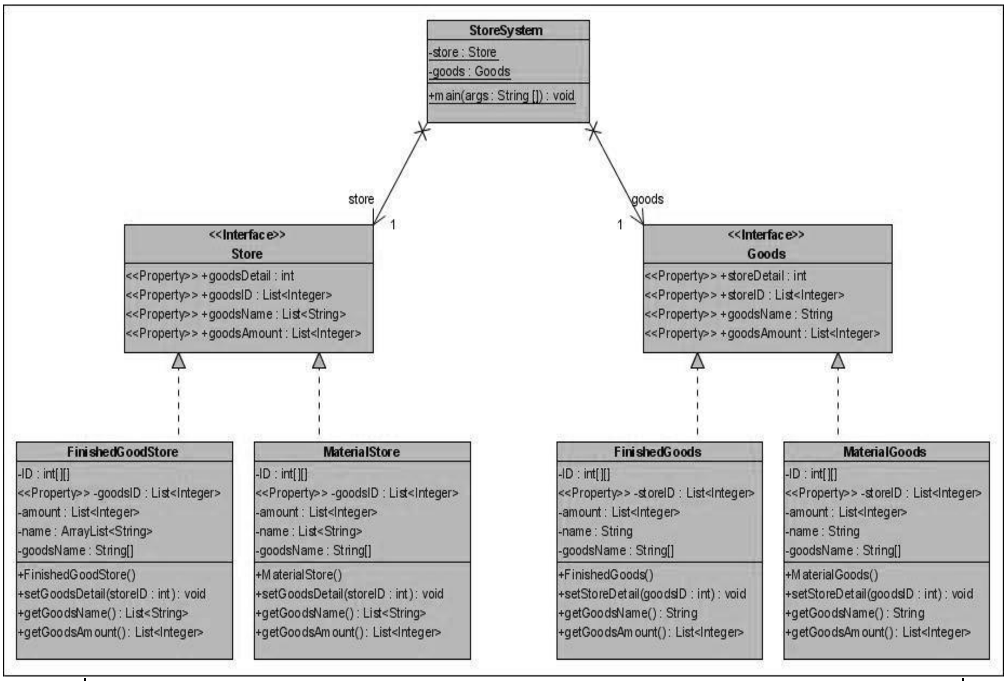
4. คลาส FinishedGoodStore ประกอบด้วยเมท็อด (1) setGoodsDetail ค้นหารายการสินค้าในคลังสินค้าในทุกคลังสินค้า (2) getGoodsID ส่งข้อมูลรหัสสินค้า (3) getGoodsName ส่งข้อมูลชื่อสินค้า (4) getGoodsAmount ส่งข้อมูลจำนวนสินค้า

5. คลาส MaterialStore ประกอบด้วยเมท็อด (1) setGoodsDetail ค้นหารายการวัตถุดิบในคลังสินค้าในทุกคลังสินค้า (2) getGoodsID ส่งข้อมูลรหัสวัตถุดิบ (3) getGoodsName ส่งข้อมูลชื่อวัตถุดิบ (4) getGoodsAmount ส่งข้อมูลจำนวนวัตถุดิบ

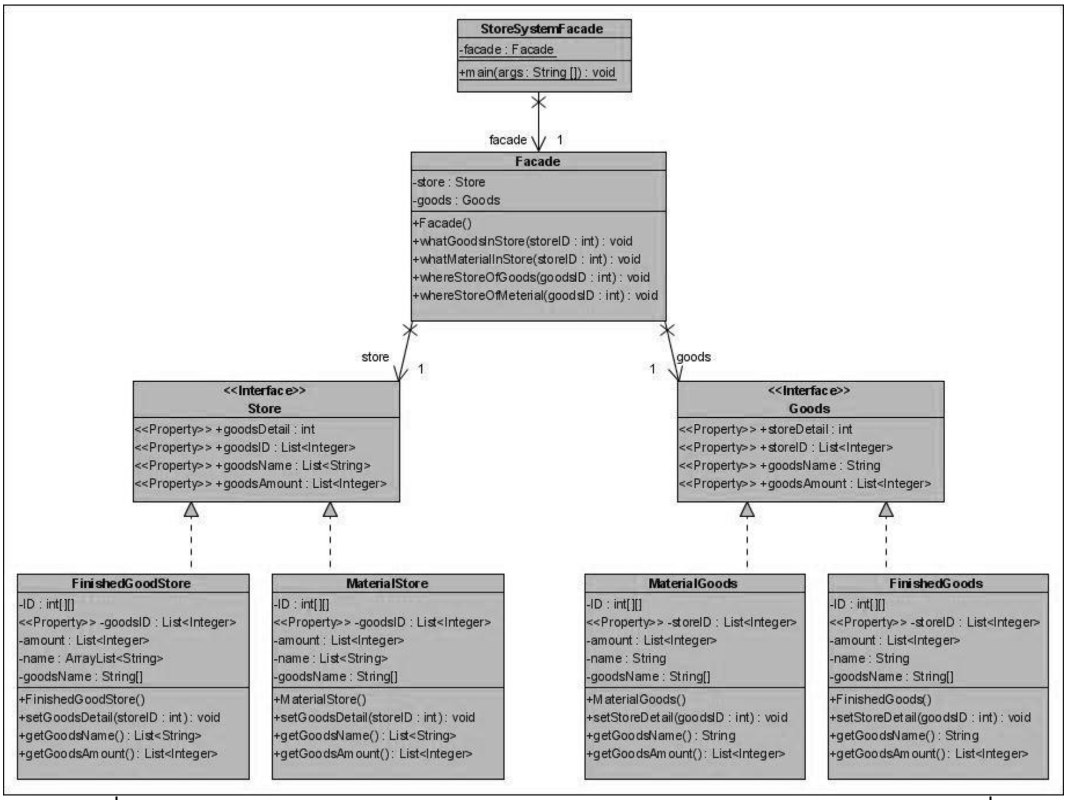
6. คลาส Goods เป็นคลาสอินเตอร์เฟส ประกอบด้วยเมท็อด (1) setStoreDetail (2) getStoreID (3) getGoodsName (4) getGoodsAmount

7. คลาส FinishesGoods ประกอบด้วยเมท็อด (1) setStoreDetail ทำหน้าที่ค้นหาสินค้าที่ต้องหารว่าอยู่ในคลังสินค้าใด (2) getStoreID ส่งข้อมูลรหัสคลังสินค้า (3) getGoodsName ส่งข้อมูลชื่อสินค้า (4) getGoodsAmount ส่งข้อมูลจำนวนสินค้า

8. คลาส MaterialGoods ประกอบด้วยเมท็อด (1) setStoreDetail ทำหน้าที่ค้นหาวัตถุดิบที่ต้องหารว่าอยู่ในคลังสินค้าใด (2) getStoreID ส่งข้อมูลรหัสคลังสินค้า (3) getGoodsName ส่งข้อมูลชื่อวัตถุดิบ (4) getGoodsAmount ส่งข้อมูลจำนวนวัตถุดิบ



ภาพที่ ง.23 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 8



ภาพที่ ง.24 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 8

ตารางที่ ง.8 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 8

ฟังก์ชั่น		**ข้อมูลเข้า**	**ผลการทดสอบ**
สินค้าและวัตถุดิบอยู่ในคลังสินใด	สินค้า	1 (รหัสสินค้า)	รหัสสินค้า: 1 Product A อยู่ในคลังสินค้าหมายเลข 1 มีจำนวน: 20 กล่อง 2 มีจำนวน: 50 กล่อง 3 มีจำนวน: 40 กล่อง
	วัตถุดิบ	4 (รหัสวัตถุดิบ)	รหัสวัตถุดิบ: 4 Material B อยู่ในคลังสินค้าหมายเลข 2 มีจำนวน: 20 กล่อง 3 มีจำนวน: 50 กล่อง
ในคลังสินค้ามีวัตถุดิบและสินค้าใด	สินค้า	1 (หมายเลขคลังสินค้า)	สินค้าที่เก็บอยู่ในคลังสินค้หมายเลข: 1 รหัสสินค้า: 1 Product A มีจำนวน: 20 กล่อง รหัสสินค้า: 2 Product B มีจำนวน: 20 กล่อง
	วัตถุดิบ	3 (หมายเลขคลังสินค้า)	วัตถุดิบที่เก็บอยู่ในคลังสินค้าหมายเลข: 3 รหัสวัตถุดิบ: 4 Material B มีจำนวน: 50 กล่อง รหัสวัตถุดิบ: 5 Material C มีจำนวน: 40 กล่อง

<u>หน่วยตัวอย่างที่ 9</u>

<u>แหล่งที่มา</u> http://www.simplyvinay.com/

```
class Person{
    public string Position{ get; set; }
    public double Salary { get; set; }
    public Person(string position, double salary){
        Position = position;
        Salary = salary;
    }
}
```

```
class FacadePattern{
    BonusFacade bonus = new BonusFacade();
    Person person1 = new Person("Developer", 5000);
    Bonus.GetBonus(person1);
    Person person2 = new Person("Tester", 5000);
    Bonus.GetBonus(person2);
    console.ReadLine();
}
```

```
class BonusFacade{
    Bonus bonus = new Bonus();
    public void GetBonus(Person p){
        Bonus.GetBonus(p);
        Console.WriteLine(p.salary);
    }
}
```

```
internal class Bonus{
    internal bool IsDeveloper(Person person){
        return (person.Position.Equals("Developer"));
    }
    internal void GetBonus(Person person){
        if(IsDeveloper(person)){
            Person.Salary += person.Salary*.10;
        }else{
            Person.Salary += perso.Salary*.12;
        }
    }
}
```

ภาพที่ ง.25 ซอร์สโค้ดหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ของหน่วยตัวอย่างที่ 9

<u>ฟังก์ชั่นของระบบ</u>

- คำนวณเงินเดือน และโบนัสของพนักงาน ประกอบด้วย คลาส เมท็อด และแอตทริบิวต์ดังนี้

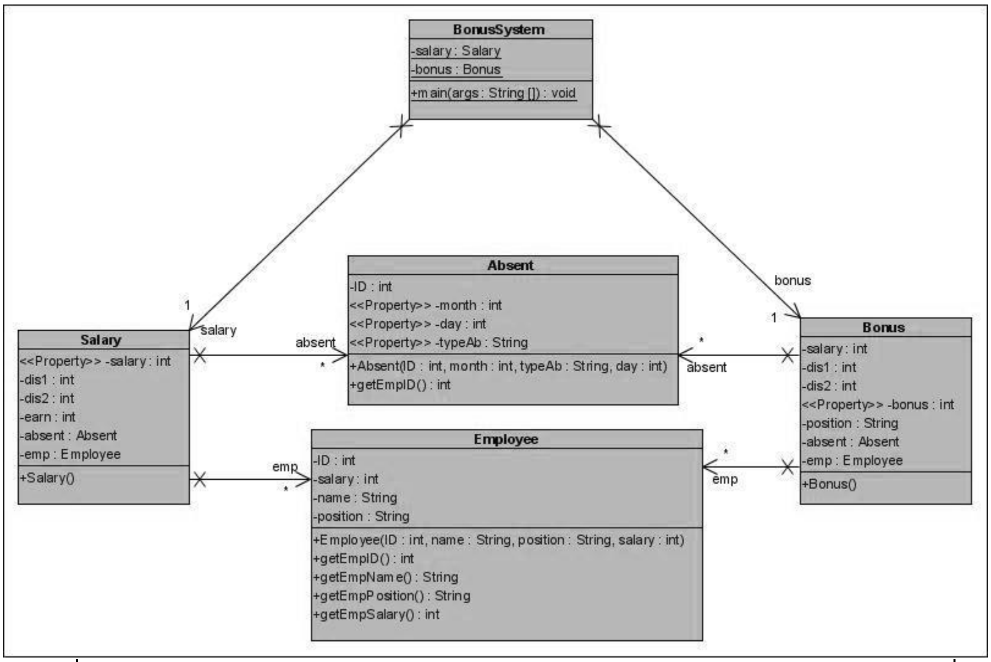
1. คลาส BonusSystem เป็นคลาสหลักที่ทำหน้าที่ส่งรหัสพนักงานไปยังคลาส Salary เพื่อตรวจสอบเงินเดือนของพนักงาน และส่งรหัสพนักงานไปยังคลาส Bonus

2. คลาส Salary มีหน้าที่คำนวณเงินเดือนของพนักงาน โดยเงินเดือนต้องมีการหักตามจำนวนวันที่ลาหยุดซึ่งมาจากคลาส Absent และเงินเดือนของพนักงานนำมาจากคลาส Employee

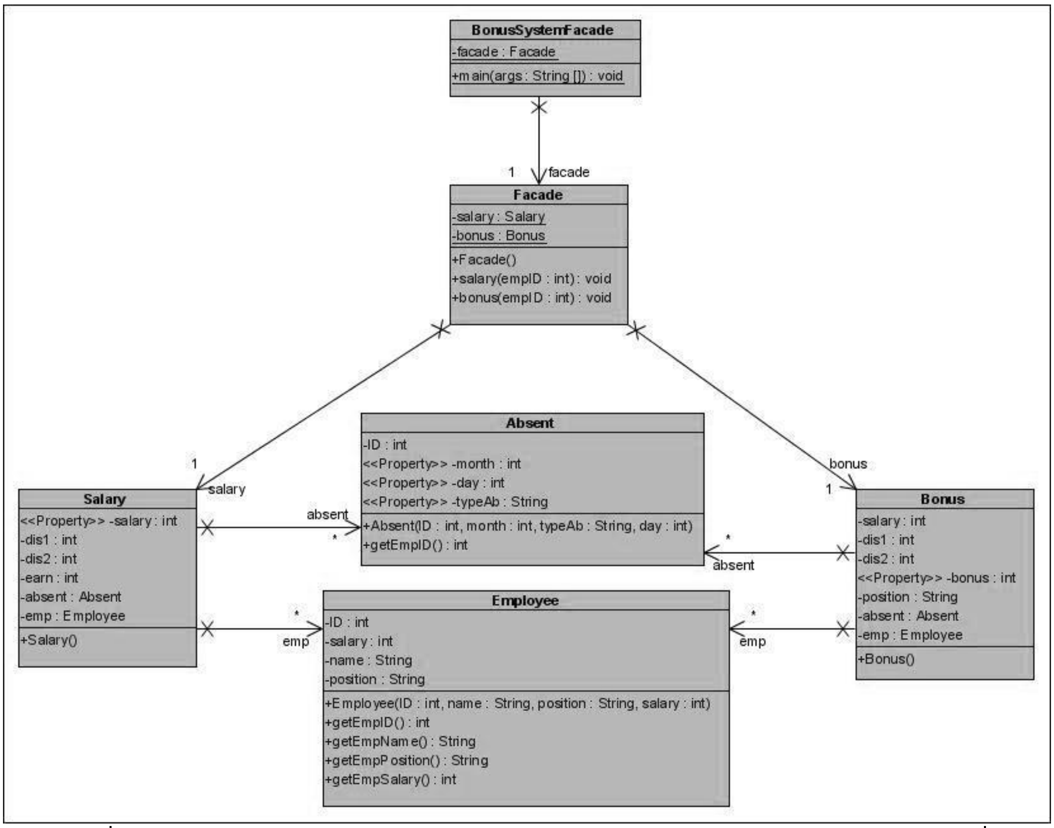
3. คลาส Bonus มีหน้าที่คำนวณโบนัสประจำปีให้กับพนักงาน โดยโบนัสของพนักงานขึ้นอยู่กับตำแหน่ง ซึ่งค้นหาได้จากคลาส Employee

4 คลาส Employee ทำหน้าที่ค้นหาข้อมูลของพนักงาน ประกอบด้วย เงินเดือน ชื่อ และตำแหน่ง โดยรหัสพนักงานรับมากจากคลาส Salary เมื่อต้องการคำนวณเงินเดือน และรับมาจากคลาส Bonus เมื่อต้องการคำนวณโบนัส

5 คลาส Absent เป็นคลาสที่ทำหน้าที่ค้นหาจำนวนวันหยุดของพนักงานในเดือนที่คิดเงินเดือน



ภาพที่ ง.26 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 9



ภาพที่ ง.27 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 9

ตารางที่ ง.9 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 9

ฟังก์ชั่น	**ข้อมูลเข้า**	**ผลการทดสอบ**
	รหัสพนักงาน	
คำนวณเงินเดือน	1	Earn of this month: 86400 บาท
	2	Earn of this month: 90000 บาท
คำนวณโบนัส	1	Bonus of this year: 536400 บาท
	2	Bonus of this year: 516600 บาท

หน่วยตัวอย่างที่ 10

แหล่งที่มา http://www.cnblogs.com/

```
#include <iostream>
using namespace std;
struct Bill { int value;
    Bill(int value) : value(value) {}};
struct Coin { int value;
    Coin(int value) : value(value) {}};
class BillToCoinMachine {
    public: Coin getCoin(Bill bill) {return Coin(10);}};
class CoinToTicketMachine {
    public: void getTicket(Coin coin) {
        cout << "Get ticket" << endl;}};
class TicketMachineFacade {
    public:  void coinToTicket(Coin coin) {
        CoinToTicketMachine machine; machine.getTicket(coin); }
    void billToTicket(Bill bill) {BillToCoinMachine machine1; Coin coin = machine1.getCoin(bill);
        CoinToTicketMachine machine2; machine2.getTicket(coin); }};
    int main() {TicketMachineFacade TMFacade; TMFacade.billToTicket(Bill(100));
        TMFacade.coinToTicket(Coin(10));}
    int main() {TicketMachineFacade TMFacade; TMFacade.billToTicket(Bill(100));
        TMFacade.coinToTicket(Coin(10));
}
```

ภาพที่ ง.28 ซอร์สโค้ดหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นจากเว็บไซต์ของหน่วยตัวอย่างที่ 10

ฟังก์ชั่นของระบบ

- คำนวณเงินทอนสำหรับเครื่องจำหน่ายตั๋วอัตโนมัติ ประกอบด้วย คลาส เมท็อด และแอตทริบิวต์ ดังนี้

1. คลาส TicketMachine เป็นคลาสหลัก ประกอบด้วยเมท็อด (1) pay (2) setTicket (3) checkChange

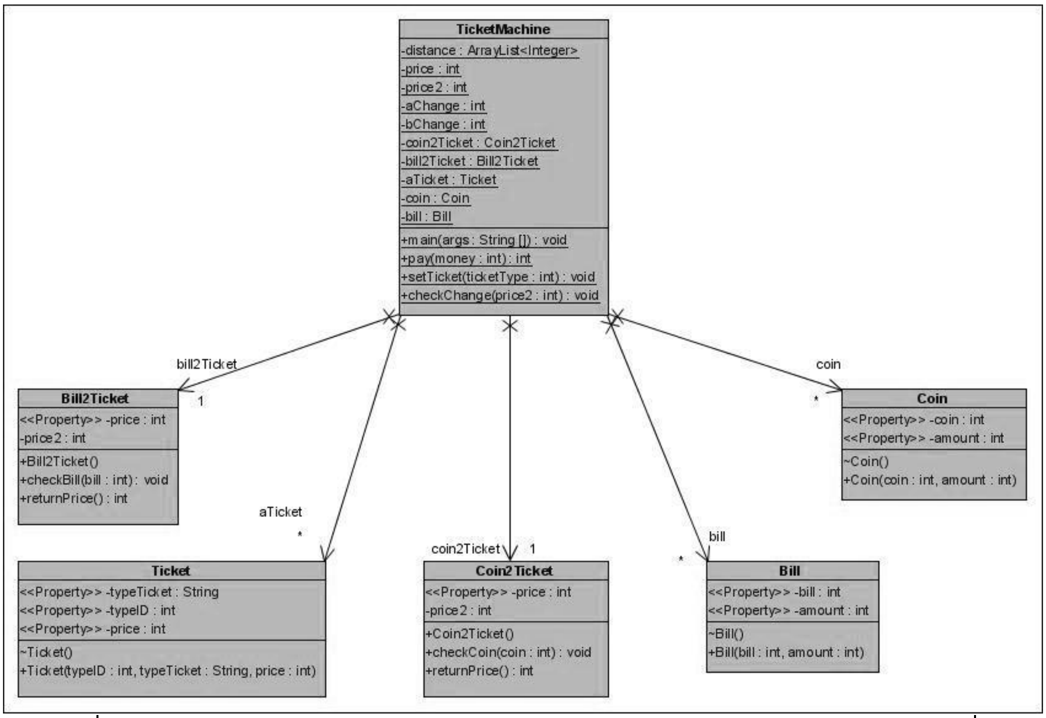
2. คลาส Bill2Ticket มีเมท็อด (1) checkBill ทำหน้าที่ตรวจสอบมูลค่าของธนบัตร และคำนวณจำนวนเงินที่ต้องจ่ายเพิ่มถ้าธนบัตรมีมูลค่าน้อยกว่าราคาตั๋ว (2) setPrice มีหน้าที่รับค่าราคาตั๋ว ที่ส่งมาจากคลาส TicketMachine เพื่อนำไปใช้คำนวณในเมท็อด checkBill (3) returnPrice ทำหน้าที่ส่งมูลค่า จำนวนเงินที่ต้องจ่ายเพิ่มกลับไปยังคลาส TicketMachine

3. คลาส Coin2Ticket มีเมท็อด (1) checkCoinทำหน้าที่ตรวจสอบมูลค่าของเหรียญและคำนวณจำนวนเงินที่ต้องจ่ายเพิ่มถ้าเงินที่จ่ายไปมีมูลค่าน้อยกว่าราคาตั๋ว (2) setPrice มีหน้าที่รับค่าราคาตั๋ว ที่ส่งมาจากคลาส TicketMachine เพื่อนำไปใช้คำนวณในเมท็อด checkCoin (3) returnPrice ทำหน้าที่ส่งมูลค่า จำนวนเงินที่ต้องจ่ายเพิ่มกลับไปยังคลาส TicketMachine

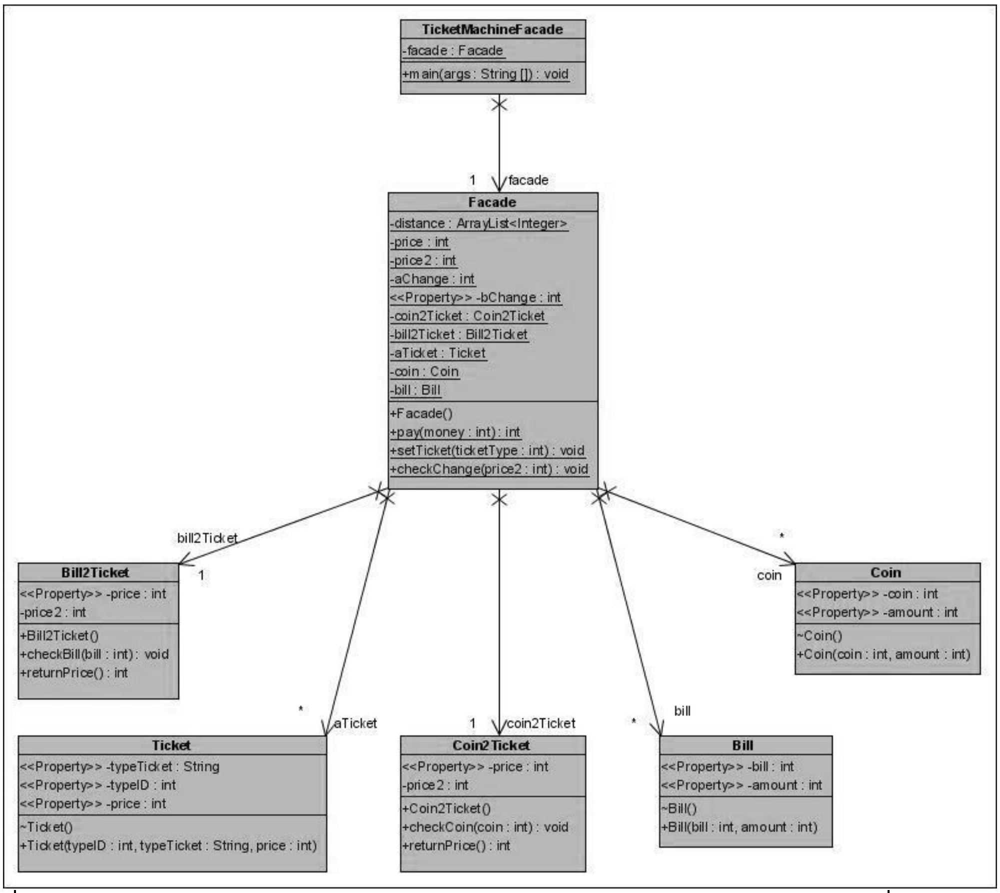
4. คลาส Ticket เป็นคลาสที่สร้างอ็อบเจกต์ตั๋ว ประกอบด้วยข้อมูล รหัสตั๋ว ประเภทตั๋ว และราคา

5. คลาส Bill เป็นคลาสที่สร้างอ็อบเจกต์ธนบัตร ประกอบด้วยข้อมูล มูลค่าธนบัตร และจำนวนธนบัตรมีอยู่ในระบบ

6. คลาส Coin เป็นคลาสที่สร้างอ็อบเจกต์เหรียญ ประกอบด้วยข้อมูล มูลค่าเหรียญ และจำนวนเหรียญมีอยู่ในระบบ



ภาพที่ ง.29 แผนภาพคลาสก่อนประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 10



ภาพที่ ง.30 แผนภาพคลาสหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 10

ตารางที่ ง.10 ผลการทดสอบฟังก์ชั่นการทำงานของโปรแกรมก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์นของหน่วยตัวอย่างที่ 10

ฟังก์ชั่น	ข้อมูลเข้า	ผลการทดสอบ
คำนวณเงินทอน	1 (รหัสตั๋ว) 100 (มูลค่าธนบัตร)	เงินทอน: 50 บาท
	1 (รหัสตั๋ว) 20 (มูลค่าธนบัตร)	กรุณาจ่ายเพิ่มอีก 30 บาท
	20 (มูลค่าธนบัตร)	กรุณาจ่ายเพิ่มอีก 10 บาท
	10 (มูลค่าเหรียญ)	เงินทอน 0

ภาคผนวก จ
วิธีการคำนวณค่าทีของความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบที่ประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น

ตารางที่ จ.1 แสดงผลต่างของความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซน์แพตเทิร์น

หน่วยตัวอย่างที่	$\boldsymbol{D}$	$\boldsymbol{D^2}$
1	0.025446	0.000647499
2	-0.043750	0.001914063
3	-0.052951	0.002803808
4	-0.008480	0.00000719443
5	-0.000848	0.00000719443
6	-0.043750	0.001914063
7	-0.011160	0.000124568
8	-0.003100	0.00000096162
9	-0.010600	0.000112402
10	0.011719	0.000137335
รวม	-0.014511	0.007807242

กำหนดให้

D คือ ผลต่างความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์อะแดปเตอร์ดีไซต์แพตเทิร์น

n คือ จำนวนคู่ของผลต่าง หรือจำนวนหน่วยตัวอย่าง

$$t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{n\Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{n-1}}}$$

$$= \frac{-0.14511}{\sqrt{\frac{10(0.007807242) - (-0.14511)^2}{10-1}}}$$

$$= -2.795$$

ภาคผนวก ฉ
วิธีการคำนวณค่าทีของความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบที่ประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น

ตารางที่ ฉ.1 แสดงผลต่างของความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซน์แพตเทิร์น

หน่วยตัวอย่างที่	D	D^2
1	-0.08036	0.006457247
2	-0.0612	0.003745195
3	-0.1033	0.010670683
4	-0.07075	0.005005138
5	-0.05506	0.003031604
6	-0.125	0.015625
7	-0.09598	0.009212544
8	-0.015630	0.0002442969
9	-0.09077	0.008239919
10	-0.06786	0.004604572
รวม	-0.076591	0.066836

กำหนดให้

D คือ ผลต่างความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์บริดจ์ดีไซต์แพตเทิร์น

n คือ จำนวนคู่ของผลต่าง หรือจำนวนหน่วยตัวอย่าง

$$t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{n\Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{n-1}}}$$

$$= \frac{-0.74507}{\sqrt{\frac{10(0.066836) - (-0.076591)^2}{10-1}}}$$

$$= -8.036$$

ภาคผนวก ช
วิธีการคำนวณค่าทีของความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบที่ประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น

ตารางที่ ช. 1 แสดงผลต่างของความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซน์แพตเทิร์น

หน่วยตัวอย่างที่	D	D^2
1	-0.031620	0.001
2	-0.0439	0.001927
3	-0.03331	0.001109
4	-0.04985	0.002485
5	-0.05677	0.003223
6	-0.04147	0.00172
7	-0.04128	0.001704
8	-0.03013	0.000908
9	-0.04596	0.002113
10	-0.05878	0.003455
รวม	-0.43307	0.019644

กำหนดให้

D คือ ผลต่างความน่าจะเป็นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของการออกแบบก่อนและหลังประยุกต์ฟะซาดดีไซต์แพตเทิร์น

n คือ จำนวนคู่ของผลต่าง หรือจำนวนหน่วยตัวอย่าง

$$t = \frac{\Sigma D}{\sqrt{\frac{n\Sigma D^2 - (\Sigma D)^2}{n-1}}}$$

$$= \frac{-0.43307}{\sqrt{\frac{10(0.019644) - (-0.43307)^2}{10-1}}}$$

$$= -13.674$$

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวพัชราภรณ์ พัฒนศิริพงศ์ เกิดวันที่ 18 พฤศจิกายน พ.ศ.2527 สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในปี พ.ศ.2549 จากนั้นได้เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาโทวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการพัฒนาซอฟต์แวร์ด้านธุรกิจ ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย