ระบบพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรอัตโนมัติโดยใช้วิธีทางเศรษฐมิติ

นางสาว กมลรัตน์ พ่วงแพ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2547

ISBN 974-53-1270-3

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

AUTOMATIC AGRICULTURAL PRODUCTS PRICES FORECASTING SYSTEM USING ECONOMETRIC METHODS

Miss Kamonrat Poungpae

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Computer Science

Department of Computer Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University

Academic Year 2004
ISBN 974-53-1270-3

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ระบบพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรอัตโนมัติโดยใช้วิธีทางเศรษฐมิติ
โดย	นางสาว กมลรัตน์ พ่วงแพ
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ จารุมาตร ปิ่นทอง
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร.พงศา พรชัยวิเศษกุล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.ดิเรก ลาวัณย์ศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร.ยรรยง เต็งอำนวย)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ จารุมาตร ปิ่นทอง)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(รองศาสตราจารย์ ดร.พงศา พรชัยวิเศษกุล)

..... กรรมการ
(ดร.อภิชาติ พงษ์ศรีหดุลชัย)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กมลรัตน์ พ่วงแพ : ระบบพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรอัตโนมัติโดยใช้วิธีทางเศรษฐมิติ. (AUTOMATIC AGRICULTURAL PRODUCTS PRICES FORECASTING SYSTEM USING ECONOMETRIC METHODS) อ. ที่ปรึกษา : อาจารย์ จารุมาตร ปิ่นทอง, อ. ที่ปรึกษาร่วม : รองศาสตราจารย์ ดร.พงศา พรชัยวิเศษกุล, 117 หน้า. ISBN 974-53-1270-3.

การพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรที่แม่นยำช่วยให้เกษตรกรและผู้ผลิตสินค้าต่อเนื่องในภาคเกษตรสามารถวางแผนการผลิตได้อย่างเหมาะสม ปัจจุบันการพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรโดยใช้วิธีทางเศรษฐมิตินิยมทำโดยอาศัยโปรแกรมวิเคราะห์ทั่วไปทางด้านสถิติ ซึ่งมีขั้นตอนที่ยุ่งยากซ้ำซ้อนและต้องใช้ผู้พยากรณ์ที่มีความเชี่ยวชาญทางด้านสถิติ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงจัดทำขึ้นเพื่อออกแบบและพัฒนาระบบพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรอัตโนมัติโดยใช้วิธีทางเศรษฐมิติเพื่อให้ผู้ที่ไม่มีความรู้ทางสถิติสามารถทำการพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรที่ถูกต้องตามหลักเศรษฐมิติ และช่วยลดภาระงานของผู้พยากรณ์

การพยากรณ์ของระบบใช้วิธีการพยากรณ์เบื้องต้น 3 วิธี คือ วิธีการจำแนกส่วนประกอบของอนุกรมเวลา วิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบหลายตัวแปร และวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล โดยการพยากรณ์แต่ละวิธีจะมีการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมโดยอัตโนมัติ นอกจากนี้ ยังมีการนำวิธีการพยากรณ์เบื้องต้นทั้งหมดมาทำการผสานการพยากรณ์เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการพยากรณ์ การผสานการพยากรณ์ที่นำมาใช้มี 3 วิธี คือ การถัวเฉลี่ยแบบง่าย การถ่วงน้ำหนักโดยคิดเป็นสัดส่วนผกผันกับผลรวมของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง และการถ่วงน้ำหนักโดยพิจารณาจากการวิเคราะห์การถดถอย การคัดเลือกวิธีการผสานการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดทำโดยใช้วิธีรีเคอร์ซีฟครอสวาลิเดชัน

การทดสอบระบบพยากรณ์ที่พัฒนาขึ้นทำโดยใช้ข้อมูลสินค้าเกษตร 3 ชนิด คือ ข้าว มันสำปะหลัง และยางพาราจากหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง มาทำการพยากรณ์ล่วงหน้าไป 12 ช่วงเวลา จากการประเมินผลการพยากรณ์โดยใช้ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์แล้วพบว่าค่าพยากรณ์ที่ได้มีความแม่นยำสูงถึงสูงมาก

ภาควิชา.....วิศวกรรมคอมพิวเตอร์..... ลายมือชื่อนิสิต.....……..……..…
สาขาวิชา....วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....……..…
ปีการศึกษา....2547.....…….. ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม……...…

4570202521 : MAJOR COMPUTER SCIENCE

KEY WORD: FORECASTING / AGRICULTURAL PRODUCTS PRICE / AUTOMATIC / COMBINING FORECAST / RECURSIVE CROSS-VALIDATION

KAMONRAT PUONGPAE : AUTOMATIC AGRICULTURAL PRODUCTS PRICES FORECASTING SYSTEM USING ECONOMETRIC METHODS. THESIS ADVISOR : CHARUMATR PINTHONG, M.Sc., THESIS CO-ADVISOR : ASSOC. PROF. PONGSA PORNCHAIWISESKUL, Ph.D., 117 pp. ISBN 974-53-1270-3.

The accuracy of forecasting the price of agricultural products may help farmers and agricultural product entrepreneurs in their productions planning well. Today, agricultural product price forecasting using econometric methods are always done by using general statistical analysis programs which are difficult, and may need some expert in statistics.

Propose of this thesis is to design and develop the automatic agricultural products prices forecasting system using econometric methods. The system will be able to help farmers and the forecasters who are not expert in statistics to forecast the agricultural product prices easier.

This forecasting system is designed by using three individual forecasting methods: decomposition method, causal method, and exponential smoothing methods. All three forecasting methods have automatic parameter optimization. Three combinations of the above three forecast methods are used to increase forecasting accuracy. There are simple averages, weights inversely proportionate to sum of squared errors, and weights determined by regression analysis. Recursive cross-validation is used to select the appropriate forecast combinations.

The test of the developed system was done by using data of three agricultural products: rice, cassava and rubber, from related government departments, for twelve periods forecast. The evaluation of tested result using mean absolute percentage error to measure accuracy shows that accuracy of the forecast system is good to very good.

Department.....Computer Engineering..... Student's signature.....

Field of study.....Computer Science..... Advisor's signature.....

Academic year.....2004..... Co-advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ขึ้นมาได้ก็ด้วยความช่วยเหลือจากหลายฝ่าย

ขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร.ยรรยง เต็งอำนวย ที่ได้กรุณาแนะนำหัวข้อวิทยานิพนธ์ รับเป็นประธานกรรมการ อีกทั้งยังช่วยกรุณาแนะนำอาจารย์ที่ปรึกษาและกรรมการให้

ขอขอบพระคุณอาจารย์จารุมาตร ปิ่นทอง ที่ได้กรุณารับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ให้คำแนะนำเกี่ยวกับขอบเขตของงานและภาษาโปรแกรมที่ได้เลือกมาใช้ ขอบพระคุณสำหรับความเอาใจใส่ที่ท่านได้อุทิศเวลาในการให้คำปรึกษาและถามถึงความก้าวหน้าของงานอยู่เสมอ

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.พงศา พรชัยวิเศษกุล จากคณะเศรษฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้กรุณารับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ขอบพระคุณสำหรับการให้คำปรึกษาทางด้านแบบจำลองและวิธีการคัดเลือกแบบจำลองทางเศรษฐมิติ ขอบพระคุณที่กรุณาช่วยแนะนำและท้วงติงเมื่อดิฉันเข้าใจอะไรผิดไป

ขอขอบพระคุณ ดร.อภิชาติ พงษ์ศรีหดุลชัย ผู้อำนวยการสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ที่ได้ให้ความรู้เกี่ยวกับการพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตร ขอบพระคุณที่ท่านได้แนะนำและให้ความช่วยเหลือเรื่องข้อมูลราคาสินค้าเกษตรที่นำมาใช้ อีกทั้งยังกรุณารับเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ด้วยค่ะ

ขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร.วัชรา จันทาทับ และสำนักคอมพิวเตอร์ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี สำหรับคำแนะนำและความอนุเคราะห์เกี่ยวกับโปรแกรมที่นำมาใช้

ขอขอบคุณสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ที่ได้เอื้อเฟื้อข้อมูลราคาสินค้าเกษตรรายเดือนที่นำมาใช้ในการทดสอบระบบ

ขอขอบคุณโนและเพื่อน ๆ ทุกคน สำหรับความช่วยเหลือ คำปรึกษา และกำลังใจ

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณแม่กับพ่อ สำหรับกำลังใจและงบประมาณสนับสนุนในการทำวิทยานิพนธ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย…….. ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ……. จ

กิตติกรรมประกาศ……. ฉ

สารบัญ…….. ช

สารบัญตาราง……... ญ

สารบัญภาพ……. ฏ

บทที่

1 บทนำ ……. 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา…….. 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย……... 2

1.3 ขอบเขตของการวิจัย…….. 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ……. 3

1.5 วิธีดำเนินการวิจัย……... 3

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง…… 4

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง…… 4

2.1.1 วิธีการพยากรณ์ทางเศรษฐมิติ……..... 4

2.1.1.1 วิธีการจำแนกส่วนประกอบของอนุกรมเวลา…….. 4

2.1.1.2 วิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบหลายตัวแปร…… 6

2.1.1.3 วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล…….. 7

2.1.2 การผสานวิธีการพยากรณ์……..... 12

2.1.2.1 การทดสอบการข่มกันของวิธีการพยากรณ์…… 12

2.1.2.2 การผสานการพยากรณ์……... 13

2.1.3 วิธีการคัดเลือกแบบจำลอง……... 14

2.1.3.1 ใช้เกณฑ์การคัดเลือกแบบจำลองที่มีการลงโทษความซับซ้อนของแบบจำลอง……..... 14

2.1.3.2 วิธีรีเคอร์ซีฟครอสวาลิเดชัน……. 15

2.1.4 การประเมินผลการพยากรณ์…… 17

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 18
2.2.1 งานวิจัย “การพยากรณ์ผลผลิตและราคาสินค้าเกษตร”..... 18
2.2.2 งานวิจัย “Automatic forecasting software: A survey and evaluation”… 19
2.2.3 งานวิจัย “F4: Large-Scale Automated Forecasting Using Fractals”..... 21
3 การออกแบบระบบ..... 23
3.1 การออกแบบข้อมูลนำเข้า-ส่งออก..... 23
3.1.1 ส่วนประกอบของข้อมูลนำเข้า..... 23
3.1.2 ข้อกำหนดเกี่ยวกับข้อมูลนำเข้า..... 26
3.1.3 ส่วนประกอบของข้อมูลส่งออก..... 26
3.2 การออกแบบโครงสร้างการทำงานของระบบ..... 27
3.2.1 โมดูลการพยากรณ์ด้วยวิธีการจำแนกส่วนประกอบของอนุกรมเวลา..... 30
3.2.2 โมดูลการพยากรณ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบหลายตัวแปร..... 35
3.2.3 โมดูลการพยากรณ์ด้วยวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล..... 41
3.2.4 โมดูลการทดสอบการข่มกันของวิธีการพยากรณ์..... 43
3.2.5 โมดูลการผสานการพยากรณ์..... 45
3.2.5.1 การถัวเฉลี่ยแบบง่าย..... 46
3.2.5.2 การถ่วงน้ำหนักโดยคิดเป็นสัดส่วนผกผันกับผลรวมของความคลาด
เคลื่อนกำลังสอง..... 46
3.2.5.3 การถ่วงน้ำหนักโดยพิจารณาจากการวิเคราะห์การถดถอย..... 47
3.2.5.4 โมดูลการคัดเลือกแบบจำลองด้วยวิธีรีเคอร์ซีฟครอสวาลิเดชัน..... 48
4 โมดูลการคัดเลือกแบบจำลองด้วยวิธีรีเคอร์ซีฟครอสวาลิเดชัน..... 50
4.1 สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาระบบ..... 50
4.1.1 สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาระบบในส่วนของฮาร์ดแวร์..... 50
4.1.2 สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาระบบในส่วนของซอฟต์แวร์..... 50
4.2 การพัฒนาระบบด้วยภาษาโปรแกรมเอสเอเอส..... 50
4.2.1 การออกแบบและพัฒนาส่วนต่อประสานกับผู้ใช้..... 51
4.2.1.1 ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ในการนำเข้าข้อมูล..... 51
4.2.1.2 ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ในการแสดงผลข้อมูล..... 52
4.2.2 การพัฒนาส่วนการพยากรณ์..... 53
4.2.2.1 มาโครฟังก์ชัน MainForecast..... 53

4.2.2.2 มาโครฟังก์ชัน AutoForecast..... 54
4.2.2.3 มาโครฟังก์ชัน SimulateForecast..... 55
4.2.2.4 มาโครฟังก์ชัน EncompassingTest..... 55
4.2.2.5 มาโครฟังก์ชัน CombiningMethod..... 56
4.2.2.6 มาโครฟังก์ชัน RCV..... 56
4.2.2.7 มาโครฟังก์ชัน CallAllSubFixStep..... 57
4.2.2.8 มาโครฟังก์ชัน SubForecast1..... 57
4.2.2.9 มาโครฟังก์ชัน SubForecast2..... 58
4.2.2.10 มาโครฟังก์ชัน SubForecast3..... 58
5 การทดสอบระบบ..... 60
5.1 ขั้นตอนการทดสอบระบบ..... 60
5.2 สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการทดสอบระบบ..... 60
5.3 ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบระบบ..... 60
5.3.1 ส่วนประกอบของข้อมูลนำเข้าที่ใช้ในการทดสอบระบบ..... 60
5.3.2 ลักษณะและแหล่งที่มาของข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบระบบ..... 61
5.4 ผลการทดสอบ..... 61
5.4.1 ผลการพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกเจ้านาปี 5 เปอร์เซ็นต์..... 61
5.4.2 ผลการพยากรณ์ราคาหัวมันสำปะหลังสดคละ..... 62
5.4.3 ผลการพยากรณ์ราคายางพาราแผ่นดิบชั้น 3..... 63
6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ..... 65
6.1 สรุปผลการวิจัย..... 65
6.2 ข้อจำกัดและแนวทางการวิจัยต่อ..... 65
รายการอ้างอิง..... 67
ภาคผนวก..... 68
ภาคผนวก ก..... 69
ภาคผนวก ข..... 83
ภาคผนวก ค..... 101
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 117

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	การประเมินผลค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์.....	17
3.1	ตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรที่มีเฉพาะข้อมูลหลัก.....	25
3.2	ตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรที่มีทั้งข้อมูลหลักและข้อมูลเสริม.....	25
3.3	ตารางผลพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตร.....	27
3.4	การสร้างตัวแปรหุ่นสำหรับเวลา, ตัวแปรหุ่นสำหรับเวลายกกำลังสอง และตัวแปร Season จากตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรที่ไม่มีตัวแปร Season……..	32
3.5	การสร้างตัวแปรหุ่นสำหรับเวลา, ตัวแปรหุ่นสำหรับเวลายกกำลังสอง และตัวแปรหุ่นสำหรับฤดูกาล เพื่อใช้ในการพยากรณ์โดยวิธีการจำแนกส่วนประกอบของอนุกรมเวลา.....	35
3.6	ตารางที่คัดเลือกเฉพาะตัวแปรจากตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรที่มีเฉพาะข้อมูลหลัก.....	37
3.7	ตารางที่คัดเลือกเฉพาะตัวแปรจากตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรที่มีทั้งข้อมูลหลักและข้อมูลเสริม.....	37
3.8	ตาราง ArrayLagWithVars กรณีตารางที่คัดเลือกเฉพาะตัวแปรมีตัวแปร Price ตัวเดียว.....	38
3.9	ตาราง ArrayLagWithVars กรณีตารางที่คัดเลือกเฉพาะตัวแปรมีตัวแปร 2 ตัว...	39
3.10	ตาราง ArrayLagWithVars ที่ทำการเพิ่มข้อมูลล่วงหน้าไป 1 ช่วงเวลา.....	40
3.11	ตารางที่ได้จากการจำลองสถานการณ์และจำแนกข้อมูลตามตามช่วงเวลาล่วงหน้า.....	43
3.12	ตารางแสดงวิธีการหาค่าผลรวมของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง.....	47
3.13	ตารางแสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง.....	49
5.1	ผลการพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกเจ้านาปี 5 เปอร์เซ็นต์ล่วงหน้า 12 ช่วงเวลา.....	62
5.2	ผลการพยากรณ์ราคาหัวมันสำปะหลังสดคละล่วงหน้า 12 ช่วงเวลา.....	62
5.3	ผลการพยากรณ์ราคายางพาราแผ่นดิบชั้น 3 ล่วงหน้า 12 ช่วงเวลา.....	63
ก-1	ตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรของข้าวเปลือกเจ้านาปี 5 เปอร์เซ็นต์.....	70
ก-2	ตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรของหัวมันสำปะหลังสดคละ.....	75
ก-3	ตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรของยางพาราแผ่นดิบชั้น 3.....	80

ข-1 ผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกเจ้านาปี 5 เปอร์เซ็นต์ในรูปแบบตาราง..... 85
ข-2 ผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์ราคาหัวมันสำปะหลังสดคละในรูปแบบตาราง..... 91
ข-3 ผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์ราคายางพาราแผ่นดิบชั้น 3 ในรูปแบบตาราง..... 96

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

รูปที่		หน้า
2.1	การแบ่งข้อมูลครั้งที่หนึ่งในการทำรีเคอร์ซีฟครอสวาลิเดชัน.....	16
2.2	การพยากรณ์ครั้งที่หนึ่งในการทำรีเคอร์ซีฟครอสวาลิเดชัน.....	16
2.3	การแบ่งข้อมูลครั้งที่สองในการทำรีเคอร์ซีฟครอสวาลิเดชัน.....	16
2.4	การพยากรณ์ครั้งที่สองในการทำรีเคอร์ซีฟครอสวาลิเดชัน.....	17
3.1	ลักษณะการทำงานของระบบ.....	23
3.2	โครงสร้างการทำงานของระบบ.....	28
3.3	โมดูลการพยากรณ์ด้วยวิธีการจำแนกส่วนประกอบของอนุกรมเวลา.....	31
3.4	โมดูลการพยากรณ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบหลายตัวแปร.....	36
3.5	โมดูลการพยากรณ์ด้วยวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล.....	42
4.1	ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ในการนำเข้าข้อมูลเพื่อพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตร.....	52
4.2	ผังแสดงการเรียกใช้มาโครฟังก์ชันที่สำคัญในส่วนการพยากรณ์ของระบบ.....	53
ข-1	ผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกเจ้านาปี 5 เปอร์เซ็นต์ในรูปแบบกราฟ.....	84
ข-2	ผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์ราคาหัวมันสำปะหลังสดคละในรูปแบบกราฟ.....	90
ข-3	ผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์ราคายางพาราแผ่นดิบชั้น 3 ในรูปแบบกราฟ.....	96
ค-1	การเลือกเมนู File -> Import Data.....	103
ค-2	การเลือกชนิดของข้อมูลที่ต้องการแปลงให้เป็นดาต้าเซ็ต.....	104
ค-3	หน้าจอสำหรับระบุชื่อไฟล์เอ็กเซลที่ต้องการแปลงให้เป็นดาต้าเซ็ต.....	105
ค-4	การเลือกไฟล์ไมโครซอฟต์เอ็กเซลที่ต้องการแปลงให้เป็นดาต้าเซ็ต.....	106
ค-5	หน้าจอเมื่อเลือกไฟล์ไมโครซอฟต์เอ็กเซลที่ต้องการแปลงให้เป็นดาต้าเซ็ตแล้ว.....	107
ค-6	การระบุชื่อ Library สำหรับจัดเก็บดาต้าเซ็ต.....	108
ค-7	การระบุชื่อดาต้าเซ็ต.....	109
ค-8	หน้าจอโปรแกรมเอสเอเอสซิสเต็มหลังจากทำการแปลงไฟล์ให้เป็นดาต้าเซ็ตเรียบร้อยแล้ว.....	110
ค-9	หน้าต่าง Explorer ในตอนเริ่มต้น.....	111
ค-10	การคลิกเลือก Library ที่ติดตั้งโปรแกรมในส่วนประสานงานกับผู้ใช้.....	112
ค-11	เลือก Catalog ที่จัดเก็บโปรแกรมในส่วนประสานงานกับผู้ใช้.....	113

ค-12 การคอมไพล์เฟรม..... 114
ค-13 การสั่งให้เฟรมทำงาน..... 115
ค-14 การใช้งานระบบ..... 116

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ประชากรกว่าครึ่งหนึ่งของประเทศประกอบอาชีพทางการเกษตร รายได้จากภาคเกษตรกรรมคิดเป็นร้อยละ 10 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมทั้งหมดของประเทศ [1] ดังนั้น ราคาสินค้าเกษตรนอกจากจะเป็นปัจจัยหนึ่งในการกำหนดค่าใช้จ่ายในการบริโภคและต้นทุนการผลิตสินค้าต่อเนื่องในธุรกิจการเกษตรแล้ว ยังเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดรายได้ของประชากรส่วนใหญ่ของประเทศอีกด้วย หากเราสามารถทำการพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรหลายชนิดในประเทศที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้อย่างแม่นยำก็จะทำให้สามารถคาดการณ์ต้นทุนการผลิตสินค้าต่อเนื่องในธุรกิจการเกษตร และรายรับของเกษตรกรที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้ ส่งผลให้ผู้ผลิตและเกษตรกรสามารถวางแผนการผลิตได้อย่างเหมาะสม สามารถช่วยเกษตรกรตอบปัญหาที่สำคัญในการดำเนินการผลิตได้ว่าจะผลิตสินค้าอะไร ทำการผลิตเมื่อใด จึงจะได้รับผลประโยชน์เป็นที่น่าพอใจ

นอกจากนี้ จากการที่ประเทศไทยได้เปิดให้มีการซื้อขายในตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทย (The Agricultural Futures Exchange of Thailand) เมื่อวันที่ 28 พฤษภาคม 2547 [2] ที่ผ่านมา ทำให้การพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรที่แม่นยำสามารถช่วยให้เกษตรกร ผู้ผลิตที่ต้องการซื้อสินค้าเกษตรไปเป็นวัตถุดิบ หรือนักลงทุนทั่วไป สามารถทำการตัดสินใจว่าจะทำการซื้อขายสินค้าเกษตรในตลาดล่วงหน้าหรือรอทำการซื้อขายในตลาดจริงเมื่อถึงเวลาจึงจะได้รับผลประโยชน์สูงกว่าได้อีกด้วย

ปัจจุบันยังไม่มีหน่วยงานราชการใดในประเทศไทยที่ทำหน้าที่พยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรและเผยแพร่ข้อมูลให้แก่ประชาชนโดยตรง การพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรที่เชื่อถือได้ในทางวิชาการที่สำคัญได้แก่ การพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรโดยใช้วิธีทางเศรษฐมิติ ซึ่งกระทำโดยนักเศรษฐศาสตร์หรือนักสถิติที่มีความเชี่ยวชาญในแบบจำลองทางเศรษฐมิติหรือมีความรู้พื้นฐานทางด้านสถิติเป็นอย่างดี โดยจะทำการพยากรณ์โดยอาศัยโปรแกรมวิเคราะห์ทั่วไปทางด้านสถิติ (General Statistical Analysis Program) ที่มีโมดูล (Module) สำหรับทำการพยากรณ์ให้เรียกใช้ได้ เช่น โปรแกรม เอสพีเอสเอส (SPSS) อีวิวส์ (Eviews) เอสเอเอส (SAS) มินิแท็บ (Minitab) เป็นต้น หรือใช้โปรแกรมสำหรับทำการพยากรณ์ (Forecasting Software) เช่น โปรแกรมออโตบ็อกซ์ (Autobox) เป็นต้น ซึ่งโปรแกรมทั้งสองประเภทที่กล่าวมานี้ส่วนใหญ่ถูกจัดทำขึ้นสำหรับผู้ใช้ที่มีความรู้พื้นฐานทางด้านสถิติพอสมควร ทำให้เป็นอุปสรรคแก่ประชาชนทั่วไปโดยเฉพาะเกษตรกรที่

ไม่มีความรู้ทางด้านสถิติแต่ต้องการทราบผลหรือทำการพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรที่แม่นยำด้วยตนเอง นอกจากนี้โปรแกรมสำหรับทำการพยากรณ์ที่มีอยู่ยังไม่มีโปรแกรมเฉพาะสำหรับพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรอีกด้วย

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงจัดทำขึ้นเพื่อออกแบบและพัฒนาระบบพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรอัตโนมัติโดยใช้วิธีทางเศรษฐมิติเพื่อให้ผู้ที่ไม่มีความรู้ทางด้านเศรษฐศาสตร์หรือสถิติสามารถทราบผลหรือทำการพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรที่ถูกต้องตามหลักเศรษฐมิติได้ด้วยตนเอง โดยจะทำการออกแบบให้ง่ายต่อการใช้งานและสามารถพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรได้อย่างแม่นยำในเชิงสถิติ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรอัตโนมัติโดยใช้วิธีทางเศรษฐมิติ

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. การพยากรณ์ของระบบใช้วิธีพยากรณ์เบื้องต้น 3 วิธี ได้แก่ วิธีการจำแนกส่วนประกอบของอนุกรมเวลา วิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบหลายตัวแปร และวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล

2. มีการผสานวิธีการพยากรณ์เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการพยากรณ์ และมีการทดสอบการข่มกันของวิธีพยากรณ์ก่อนเพื่อพิจารณาว่าควรผสานวิธีการพยากรณ์หรือไม่ โดยการผสานวิธีการพยากรณ์ที่นำมาใช้มี 3 วิธี คือ การถัวเฉลี่ยแบบง่าย การถ่วงน้ำหนักโดยคิดเป็นสัดส่วนผกผันกับผลรวมของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง และการถ่วงน้ำหนักโดยพิจารณาจากการวิเคราะห์การถดถอย

3. การคัดเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดจากวิธีการผสานวิธีการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี จะทำโดยใช้วิธีรีเคอร์ซีฟครอสวาลิเดชัน

4. ระบบสามารถพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรได้มากกว่า 1 ชนิด

5. ระบบสามารถพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรล่วงหน้าได้มากกว่า 1 ช่วงเวลา

6. ระบบสามารถใช้งานได้ในสภาพแวดล้อมของโปรแกรมเอสเอเอสซิสเต็ม (SAS System) เวอร์ชัน 8.02 ขึ้นไป ที่สามารถเรียกใช้งานในส่วนของ เอสเอเอส/เบส (SAS/BASE) เอสเอเอส/สแตท (SAS/STAT) เอสเอเอส/อีทีเอส (SAS/ETS) เอสเอเอส/เอเอฟ (SAS/AF) และเอสเอเอส/กราฟ (SAS/GRAGH) ได้

7. ระบบสามารถพยากรณ์ได้เฉพาะราคาสินค้าเกษตรรายเดือนซึ่งมีข้อมูลสำหรับการพยากรณ์ครบถ้วนและเป็นไปตามข้อกำหนดเกี่ยวกับข้อมูลนำเข้า ซึ่งอยู่ในบทที่ 3 หัวข้อ 3.1.2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรได้อย่างถูกต้องตามหลักเศรษฐมิติโดยผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องมีความรู้ทางด้านสถิติ
2. ช่วยลดภาระงานของผู้พยากรณ์

1.5 วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาวิธีการพยากรณ์ทางเศรษฐมิติและเกณฑ์การคัดเลือกวิธีการพยากรณ์
2. เลือกวิธีการพยากรณ์และเกณฑ์การคัดเลือกวิธีการพยากรณ์ที่จะนำมาใช้ในระบบ
3. ออกแบบระบบและข้อมูลนำเข้า-ส่งออก
4. พัฒนาระบบโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติที่สามารถเขียนโปรแกรมได้
5. ทดสอบระบบ
6. สรุปผล และจัดทำรายงานวิทยานิพนธ์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในงานวิจัยนี้ ได้แก่ วิธีการพยากรณ์ทางเศรษฐมิติ การผสานวิธีการพยากรณ์ วิธีการคัดเลือกแบบจำลอง และการประเมินผลการพยากรณ์ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1.1 วิธีการพยากรณ์ทางเศรษฐมิติ

วิธีการพยากรณ์ทางเศรษฐมิติที่สำคัญที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ในเบื้องต้นมี 3 วิธี ได้แก่

2.1.1.1 วิธีการจำแนกส่วนประกอบของอนุกรมเวลา (Decomposition Method) [3]

เป็นการพยากรณ์โดยใช้ส่วนประกอบต่าง ๆ ของอนุกรมเวลามาเป็นตัวอธิบายพฤติกรรมของข้อมูลอนุกรมเวลานั้นผ่านสมการการถดถอย

ส่วนประกอบของอนุกรมเวลาประกอบด้วย 4 ส่วน ได้แก่ แนวโน้ม ฤดูกาล วัฏจักร และความผันแปรที่ไม่แน่นอน ในส่วนของความผันแปรที่ไม่แน่นอนนั้นเราไม่สามารถทำการพยากรณ์ได้ การพยากรณ์โดยวิธีการจำแนกส่วนประกอบของอนุกรมเวลาจึงใช้เพียง 3 ส่วนประกอบแรก คือ แนวโน้ม ฤดูกาล และวัฏจักร

แบบจำลองที่นำมาใช้ในการวิจัย มีลักษณะสมการดังนี้

$$y_t = T_t(\theta) + \sum_{i=1}^{s} \gamma_i SD_{it} + \varepsilon_t$$

$$\Phi(L)\varepsilon_t = \Theta(L)\nu_t$$

$$\Theta(L) = 1 + \theta_1 L + \ldots + \theta_q L^q$$

$$\Phi(L) = 1 - \varphi_1 L + \ldots - \varphi_p L^p$$

$$\nu_t \sim WN(0, \sigma^2)$$

โดย y_t คือ ค่าของข้อมูล ณ เวลา t

$T_t(\theta)$ คือ สมการแนวโน้มซึ่งมีพารามิเตอร์คือ θ

SD_{it} คือ ตัวแปรหุ่นสำหรับฤดูกาล (Seasonal Dummy Variables) ที่ i ณ เวลา t

γ_i คือ พารามิเตอร์สัมประสิทธิ์หน้าตัวแปรหุ่นสำหรับฤดูกาลที่ i

ε_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อนที่เป็นไปตามกระบวนการ ARMA(p,q)

ในส่วนของ $T_t(\theta)$ หรือสมการแนวโน้มซึ่งมีพารามิเตอร์คือ θ นั้น หากเป็นกรณีแนวโน้มเชิงเส้น (Linear Trend) $\theta = \beta$ จะมีลักษณะสมการดังนี้

$$T_t(\theta) = \beta_1 TIME_t$$

โดย $T_t(\theta)$ คือ สมการแนวโน้มซึ่งมีพารามิเตอร์คือ θ

β_1 คือ พารามิเตอร์สัมประสิทธิ์หน้าตัวแปรหุ่นสำหรับเวลา

$TIME_t$ คือ ตัวแปรหุ่นสำหรับเวลา (Time Trend หรือ Time Dummy Variable) ณ เวลา t

หากเป็นกรณีแนวโน้มเชิงเส้นโค้งกำลังสอง (Quadratic Trend) $\theta = (\beta_1, \beta_2)$ จะมีลักษณะสมการดังนี้

$$T_t(\theta) = \beta_1 TIME_t + \beta_2 TIME_t^2$$

โดย $T_t(\theta)$ คือ สมการแนวโน้มซึ่งมีพารามิเตอร์คือ θ

β_1 คือ พารามิเตอร์สัมประสิทธิ์หน้าตัวแปรหุ่นสำหรับเวลา

β_2 คือ พารามิเตอร์สัมประสิทธิ์หน้าตัวแปรหุ่นสำหรับเวลายกกำลังสอง

$TIME_t$ คือ ตัวแปรหุ่นสำหรับเวลา ณ เวลา t

$TIME_t^2$ คือ ตัวแปรหุ่นสำหรับเวลา ณ เวลา t ยกกำลังสอง

นอกจากในส่วนของแนวโน้มแล้ว สมการยังประกอบด้วยตัวแปรหุ่นสำหรับฤดูกาล (Seasonal Dummies: SD_i) และ ค่าความคลาดเคลื่อน (Disturbances) ที่เป็นไปตามกระบวนการ ARMA(p,q) อีกด้วย

ดังนั้น ณ เวลา t หากต้องการพยากรณ์ค่าของข้อมูลที่ระยะเวลา $t+h$ จะมีสมการสำหรับใช้พยากรณ์คือ

$$F_{t+h} = T_{t+h}(\hat{\theta}) + \sum_{i=1}^{s} \hat{\gamma}_i SD_{i,t+h} + \hat{\varepsilon}_{t+h}$$

โดย F_{t+h} คือ ค่าพยากรณ์สำหรับเวลา $t+h$

$T_t(\hat{\theta})$ คือ สมการแนวโน้มซึ่งมีพารามิเตอร์คือ θ

$\hat{\gamma}_i$ คือ ค่าประมาณของพารามิเตอร์สัมประสิทธิ์หน้าตัวแปรหุ่นสำหรับฤดูกาลที่ i

$SD_{i,t+h}$ คือ ตัวแปรหุ่นสำหรับฤดูกาลที่ i ณ เวลา $t+h$

$\hat{\varepsilon}_{t+h}$ คือ ค่าประมาณของค่าความคลาดเคลื่อนที่เป็นไปตามกระบวนการ ARMA(p,q)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ลักษณะสมการเช่นนี้ทำให้สามารถอธิบายได้ครอบคลุมทั้งอิทธิพลของแนวโน้ม ฤดูกาล และวัฏจักร หากปัจจัยใดไม่มีผลต่อข้อมูลที่เราต้องการพยากรณ์ก็สามารถยกเลิกเป็นส่วน ๆ ได้ นอกจากนี้ในส่วนของค่าความคลาดเคลื่อนก็ไม่จำเป็นต้องทดสอบความเป็นสภาวะคงที่ (Stationary) ก่อน เหมือนสมการกระบวนการ ARMA ทั่วไป เพราะหากสมการโดยรวมมีลักษณะเป็นสภาวะไม่คงที่ (Nonstationary) ก็จะมีส่วนของสมการแนวโน้มทำหน้าที่อธิบายสภาวะไม่คงที่ และทำให้ส่วนที่เหลือของสมการมีลักษณะเป็นสภาวะคงที่เสมอ

2.1.1.2 วิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบหลายตัวแปร (Causal Method) [3]

เป็นการพยากรณ์โดยอาศัยข้อมูลของตัวแปรอิสระที่มีผลกระทบต่อค่าของข้อมูลที่ต้องการพยากรณ์

แบบจำลองที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้ คือ แบบจำลองการวิเคราะห์การถดถอยแบบแจกแจงตัวแปรล้าหลังพร้อมประกอบกับตัวแปรล้าหลังของตัวแปรตาม (Distributed Lag Regression Model with Lagged Dependent Variables) เป็นแบบจำลองที่อธิบายค่าของข้อมูลโดยอาศัยข้อมูลในอดีตของข้อมูลนั้นและข้อมูลในอดีตของตัวแปรอิสระอื่น ๆ ที่มีผลกระทบต่อค่าของข้อมูลที่ต้องการพยากรณ์ มีลักษณะสมการดังนี้

$$y_t = \alpha + \sum_{i=1}^{N_y} \beta_i y_{t-i} + \sum_{k=1}^{N_k} \sum_{j=1}^{N_x} \delta_{kj} x_{k,t-j} + \varepsilon_t$$

โดย y_t คือ ค่าของข้อมูล ณ เวลา t

y_{t-i} คือ ค่าของข้อมูล ณ เวลา $t-i$; i = 1, 2, 3, …, N_y

$x_{k,t-j}$ คือ ค่าของตัวแปรอิสระตัวที่ k ณ เวลา $t-j$; j = 1, 2, 3, …, N_x

α คือ พารามิเตอร์จุดตัดแกนตั้ง

β_i คือ พารามิเตอร์สัมประสิทธิ์หน้าค่าของข้อมูล ณ เวลา $t-i$

δ_{kj} คือ พารามิเตอร์สัมประสิทธิ์หน้าตัวแปรอิสระตัวที่ k ณ เวลา $t-j$

ε_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t

ดังนั้น ณ เวลา t หากต้องการพยากรณ์ค่าของข้อมูลที่ระยะเวลา $t+h$ จะมีสมการสำหรับใช้พยากรณ์คือ

$$F_{t+h} = \hat{\alpha} + \sum_{i=0}^{N_y} \hat{\beta}_i y_{t-i} + \sum_{k=1}^{N_k} \sum_{j=0}^{N_x} \hat{\delta}_{kj} x_{k,t-j}$$

โดย F_{t+h} คือ ค่าพยากรณ์สำหรับเวลา $t+h$

y_{t-i} คือ ค่าของข้อมูล ณ เวลา $t-i$; i = 0, 1, 2, …, N_y

$x_{k,t-j}$ คือ ค่าของตัวแปรอิสระตัวที่ k ณ เวลา $t-j$; j = 0, 1, 2, …, N_x

$\hat{\alpha}$ คือ ค่าประมาณของพารามิเตอร์จุดตัดแกนตั้ง

$\hat{\beta}_i$ คือ ค่าประมาณของพารามิเตอร์สัมประสิทธิ์หน้าค่าของข้อมูล ณ เวลา $t-i$

$\hat{\delta}_{kj}$ คือ พารามิเตอร์สัมประสิทธิ์หน้าตัวแปรอิสระตัวที่ k ณ เวลา $t-j$

2.1.1.3 วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล (Exponential Smoothing Methods) [4]

เป็นการพยากรณ์โดยใช้หลักการหาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของข้อมูลในอดีต โดยให้น้ำหนักความสำคัญกับค่าปัจจุบันมากที่สุด และให้น้ำหนักข้อมูลในอดีตลดลงเรื่อย ๆ เนื่องจากมีแนวคิดว่าผลกระทบของข้อมูลหรือค่าสังเกตปัจจุบันที่มีต่อค่าในอนาคตจะมากกว่าผลกระทบของข้อมูลในอดีต ยิ่งข้อมูลถอยหลังไปมากก็จะมีน้ำหนักลดลงมาก

วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่นำมาใช้ได้การวิจัยนี้ ได้แก่

1. วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลครั้งเดียว (Single Exponential Smoothing) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย (Simple Exponential Smoothing) เป็นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสำหรับข้อมูลที่มีลักษณะคงที่ (Horizontal) หรือเป็นข้อมูลที่ไม่มีแนวโน้ม ไม่มีฤดูกาล โดยการพยากรณ์มีขั้นตอนดังนี้

1) กำหนดค่าคงที่ปรับให้เรียบ (α) โดยที่ $0<\alpha<1$
2) กำหนดค่าเริ่มต้นของการพยากรณ์
3) คำนวณค่าพยากรณ์ จากสูตร

$$F_{t+1}=\alpha y_t+(1-\alpha)F_t$$

โดย F_{t+1} คือ ค่าพยากรณ์สำหรับเวลา $t+1$

F_t คือ ค่าพยากรณ์สำหรับเวลา t

y_t คือ ค่าของข้อมูล ณ เวลา t

α คือ ค่าคงที่ปรับให้เรียบ ; $0<\alpha<1$

2. วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลสองครั้งของบราวน์ (Brown's Double Exponential Smoothing) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า วิธีการปรับให้เรียบเชิงเส้นของบราวน์ (Brown's Linear Exponential Smoothing) เป็นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสำหรับข้อมูลที่มีแนวโน้มเชิงเส้นตรง และไม่มีอิทธิพลของฤดูกาลมาเกี่ยวข้อง โดยการพยากรณ์มีขั้นตอนดังนี้

1) กำหนดค่าคงที่ปรับให้เรียบ (α) โดยที่ $0<\alpha<1$
2) กำหนดค่าเริ่มต้นของการพยากรณ์

3) คำนวณค่าปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล ณ เวลา t จากสูตร

$$F_t^{(1)} = \alpha y_t + (1-\alpha) F_{t-1}^{(1)}$$

4) คำนวณค่าปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลครั้งที่สอง ณ เวลา t จากสูตร

$$F_t^{(2)} = \alpha F_t^{(1)} + (1-\alpha) F_{t-1}^{(2)}$$

5) คำนวณค่าประมาณพารามิเตอร์

$$\hat{a}_t = 2F_t^{(1)} - F_t^{(2)}$$

$$\hat{b}_t = \frac{\alpha}{1-\alpha}\left(F_t^{(1)} - F_t^{(2)}\right)$$

6) คำนวณค่าพยากรณ์ จากสูตร

$$F_{t+h} = \hat{a}_t + \hat{b}_t h$$

โดย F_{t+h} คือ ค่าพยากรณ์สำหรับเวลา $t+h$

y_t คือ ค่าของข้อมูล ณ เวลา t

α คือ ค่าคงที่ปรับให้เรียบ ; $0 < \alpha < 1$

$F_t^{(1)}$ คือ ค่าปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล ณ เวลา t

$F_t^{(2)}$ คือ ค่าปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลครั้งที่สอง ณ เวลา t

$\hat{a}_t$ คือ ค่าประมาณระดับค่าเฉลี่ยของข้องมูล ณ เวลา t

$\hat{b}_t$ คือ ค่าประมาณความชันของข้อมูล ณ เวลา t

3. วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลสองพารามิเตอร์ของโฮลท์ (Holt's Two-Parameter Exponential Smoothing) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า วิธีการปรับให้เรียบเชิงเส้นของโฮลท์ (Holt's Linear Exponential Smoothing) เป็นวิธีการพยากรณ์ที่มีลักษณะคล้ายกับวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลสองครั้งของบราวน์ แต่วิธีของโฮลท์มีค่าคงที่ปรับให้เรียบสำหรับแนวโน้มโดยเฉพาะเพิ่มขึ้นอีกหนึ่งตัว เพื่อให้สามารถติดตามแนวโน้มได้ดีขึ้น ทำให้วิธีของโฮลท์มีพารามิเตอร์ 2 ตัว เหมาะสำหรับใช้กับข้อมูลที่มีแนวโน้มเชิงเส้นที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างสม่ำเสมอ และต้องมีข้อมูลสำหรับใช้ในการพยากรณ์อย่างน้อย 4 ช่วงเวลา ใช้พยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาในระยะใกล้ ระยะสั้น และอาจใช้ในระยะปานกลางได้ โดยการพยากรณ์มีขั้นตอนดังนี้

1) กำหนดค่าคงที่ปรับให้เรียบ 2 ค่า (α และ β) โดยที่ $0 < \alpha < 1$ และ $0 < \beta < 1$

2) กำหนดค่าเริ่มต้นของการพยากรณ์

3) คำนวณค่าปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล ณ เวลา t จากสูตร

$$F_{t+1} = \alpha y_t + (1-\alpha) F_t$$

4) คำนวณค่าประมาณพารามิเตอร์

$$\hat{a}_t = \alpha y_t + (1-\alpha) F_t$$
$$\hat{b}_t = \beta(\hat{a}_t - \hat{a}_{t-1}) + (1-\beta)\hat{b}_{t-1}$$

5) คำนวณค่าพยากรณ์ จากสูตร

$$F_{t+h} = \hat{a}_t + \hat{b}_t h$$

โดย F_{t+h} คือ ค่าพยากรณ์สำหรับเวลา $t+h$

y_t คือ ค่าของข้อมูล ณ เวลา t

α คือ ค่าคงที่ปรับให้เรียบระหว่างข้อมูลจริงกับค่าพยากรณ์ ; $0 < \alpha < 1$

β คือ ค่าคงที่ปรับให้เรียบระหว่างค่าแนวโน้มจริงกับค่าพยากรณ์ของแนวโน้ม ; $0 < \beta < 1$

F_t คือ ค่าปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล ณ เวลา t

$\hat{a}_t$ คือ ค่าประมาณระดับค่าเฉลี่ยของข้อมูล ณ เวลา t

$\hat{b}_t$ คือ ค่าประมาณความชันของข้อมูล ณ เวลา t

4. วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลสามครั้งตามแบบของบราวน์ (Brown's Triple Exponential Smoothing) เป็นวิธีพยากรณ์ที่เหมาะสำหรับใช้กับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเป็นเส้นโค้งกำลังสอง เป็นวิธีที่ขยายผลมาจากวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลสองครั้งของบราวน์แต่เพิ่มพารามิเตอร์เป็นสามตัว โดยการพยากรณ์มีขั้นตอนดังนี้

1) กำหนดค่าคงที่ปรับให้เรียบ (α) โดยที่ $0 < \alpha < 1$

2) กำหนดค่าเริ่มต้นของการพยากรณ์

3) คำนวณค่าปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล ณ เวลา t จากสูตร

$$F_t^{(1)} = \alpha y_t + (1-\alpha) F_{t-1}^{(1)}$$

4) คำนวณค่าปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลครั้งที่สอง ณ เวลา t จากสูตร

$$F_t^{(2)} = \alpha F_t^{(1)} + (1-\alpha) F_{t-1}^{(2)}$$

5) คำนวณค่าปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลครั้งที่สาม ณ เวลา t จากสูตร

$$F_t^{(3)} = \alpha F_t^{(2)} + (1-\alpha) F_{t-1}^{(3)}$$

6) คำนวณค่าประมาณพารามิเตอร์

$$\hat{a}_t = 3F_t^{(1)} - 3F_t^{(2)} + F_t^{(3)}$$
$$\hat{b}_t = \frac{\alpha}{2(1-\alpha)^2}\left((6-5\alpha)F_t^{(1)} - 2(5-4\alpha)F_t^{(2)} + (4-3\alpha)F_t^{(3)}\right)$$
$$\hat{c}_t = \frac{\alpha^2}{2(1-\alpha)^2}\left(F_t^{(1)} - 2F_t^{(2)} + F_t^{(3)}\right)$$

7) คำนวณค่าพยากรณ์ จากสูตร

$$F_{t+h} = \hat{a}_t + \hat{b}_t h + \hat{c}_t h^2$$

โดย F_{t+h} คือ ค่าพยากรณ์สำหรับเวลา $t+h$

y_t คือ ค่าของข้อมูล ณ เวลา t

α คือ ค่าคงที่ปรับให้เรียบ ; $0 < \alpha < 1$

$F_t^{(1)}$ คือ ค่าปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล ณ เวลา t

$F_t^{(2)}$ คือ ค่าปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลครั้งที่สอง ณ เวลา t

$F_t^{(3)}$ คือ ค่าปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลครั้งที่สาม ณ เวลา t

$\hat{a}_t, \hat{b}_t, \hat{c}_t$ คือ ค่าประมาณของพารามิเตอร์ ณ เวลา t

5. วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์ (Holt-Winters' Exponential Smoothing) รูปแบบบวก หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า วิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลสามพารามิเตอร์ของวินเทอร์ (Winters' Three-Parameter Exponential Smoothing Method) รูปแบบบวก เป็นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสำหรับข้อมูลอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มและมีอิทธิพลของฤดูกาล ใช้พยากรณ์ระยะสั้นจนถึงระยะปานกลาง วิธีนี้เป็นการขยายผลมาจากวิธีของโฮลท์ โดยเพิ่มพารามิเตอร์คงที่ปรับให้เรียบอีกหนึ่งตัวรวมเป็นสามตัวคือ ค่าคงที่ปรับให้เรียบสำหรับระดับ (α) ค่าคงที่ปรับให้เรียบสำหรับแนวโน้มหรือความชัน (β) และค่าคงที่ปรับให้เรียบสำหรับฤดูกาล (γ) โดยการพยากรณ์มีขั้นตอนดังนี้

1) กำหนดค่าคงที่ปรับให้เรียบ 3 ค่า (α , β และ γ) โดยที่ $0 < \alpha < 1$, $0 < \beta < 1$ และ $0 < \gamma < 1$

2) กำหนดค่าเริ่มต้นสำหรับการพยากรณ์ ซึ่งมี 2+s ค่า คือ ค่าเริ่มต้นของการพยากรณ์ 1 ค่า ค่าเริ่มต้นของแนวโน้ม 1 ค่า และค่าเริ่มต้นของฤดูกาล s ค่า โดย s คือ คาบเวลาของฤดูกาลในแต่ละปี เช่น ข้อมูลรายเดือน ค่า s เท่ากับ 12 ข้อมูลรายไตรมาส ค่า s เท่ากับ 4 เป็นต้น

3) คำนวณค่าประมาณพารามิเตอร์

Level; $\hat{L}_t = \alpha\left(y_t - \hat{S}_{t-s}\right) + (1-\alpha)\left(\hat{L}_{t-1} + \hat{b}_{t-1}\right)$

Trend; $\hat{b}_t = \beta\left(\hat{L}_t - \hat{L}_{t-1}\right) + (1-\beta)\hat{b}_{t-1}$

Seasonal; $\hat{S}_t = \gamma\left(y_t - \hat{L}_t\right) + (1-\gamma)\hat{S}_{t-s}$

4) คำนวณค่าพยากรณ์ จากสูตร

$$F_{t+h} = \hat{L}_t + \hat{b}_t h + \hat{S}_{t-s+h}$$

โดย F_{t+h} คือ ค่าพยากรณ์สำหรับเวลา $t+h$

y_t คือ ค่าของข้อมูล ณ เวลา t

α คือ ค่าคงที่ปรับให้เรียบระหว่างข้อมูลจริงกับค่าพยากรณ์ ; $0 < \alpha < 1$

β คือ ค่าคงที่ปรับให้เรียบระหว่างค่าแนวโน้มจริงกับค่าพยากรณ์ของแนวโน้ม ; $0 < \beta < 1$

γ คือ ค่าปรับให้เรียบระหว่างฤดูกาลจริงกับค่าพยากรณ์ของฤดูกาล; $0 < \gamma < 1$

$\hat{L}_t, \hat{b}_t, \hat{S}_t$ คือ ค่าประมาณของพารามิเตอร์ ณ เวลา t

s คือ คาบเวลาของฤดูกาลในแต่ละปี

6. วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์ (Holt-Winters' Exponential Smoothing) รูปแบบคูณ หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า วิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลสามพารามิเตอร์ของวินเทอร์ (Winters' Three-Parameter Exponential Smoothing Method) รูปแบบคูณ เป็นวิธีการพยากรณ์ที่มีลักษณะคล้ายกับวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลยลของโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก แต่ต่างกันตรงที่การรวมส่วนฤดูกาลเข้าไปในสมการพยากรณ์จะมีลักษณะเป็นการคูณกัน โดยการพยากรณ์มีขั้นตอนดังนี้

1) กำหนดค่าคงที่ปรับให้เรียบ 3 ค่า (α , β และ γ) โดยที่ $0 < \alpha < 1$, $0 < \beta < 1$ และ $0 < \gamma < 1$

2) กำหนดค่าเริ่มต้นสำหรับการพยากรณ์ ซึ่งมี $2+s$ ค่า คือ ค่าเริ่มต้นของการพยากรณ์ 1 ค่า ค่าเริ่มต้นของแนวโน้ม 1 ค่า และค่าเริ่มต้นของฤดูกาล s ค่า

3) คำนวณค่าประมาณพารามิเตอร์

Level; $\hat{L}_t = \alpha \frac{y_t}{\hat{S}_{t-s}} + (1-\alpha)\left(\hat{L}_{t-1} + \hat{b}_{t-1}\right)$

Trend; $\hat{b}_t = \beta\left(\hat{L}_t - \hat{L}_{t-1}\right) + (1-\beta)\hat{b}_{t-1}$

Seasonal; $\hat{S}_t = \gamma \frac{y_t}{\hat{L}_t} + (1-\gamma)\hat{S}_{t-s}$

4) คำนวณค่าพยากรณ์ จากสูตร

$$F_{t+h} = \left(\hat{L}_t + \hat{b}_t h\right)\hat{S}_{t-s+h}$$

โดย F_{t+h} คือ ค่าพยากรณ์สำหรับเวลา $t+h$

y_t คือ ค่าของข้อมูล ณ เวลา t

α คือ ค่าคงที่ปรับให้เรียบระหว่างข้อมูลจริงกับค่าพยากรณ์ ; $0 < \alpha < 1$

β คือ ค่าคงที่ปรับให้เรียบระหว่างค่าแนวโน้มจริงกับค่าพยากรณ์ของแนวโน้ม ; $0 < \beta < 1$

γ คือ ค่าปรับให้เรียบระหว่างฤดูกาลจริงกับค่าพยากรณ์ของฤดูกาล ; $0 < \gamma < 1$

$\hat{L}_t, \hat{b}_t, \hat{S}_t$ คือ ค่าประมาณของพารามิเตอร์ ณ เวลา t

s คือ คาบเวลาของฤดูกาลในแต่ละปี

2.1.2 การผสานวิธีการพยากรณ์ (Combining Forecasts)

เป็นการนำวิธีการพยากรณ์ จำนวนตั้งแต่ 2 วิธีขึ้นไปมารวมกัน เพื่อช่วยลดความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ ทำให้การพยากรณ์มีความแม่นยำมากขึ้น

การผสานวิธีการพยากรณ์ที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้ ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ

2.1.2.1 การทดสอบการข่มกันของวิธีการพยากรณ์ (Forecast Encompassing Test) [3]

เป็นการทดสอบว่ามีวิธีการพยากรณ์ใดที่ข่มวิธีการพยากรณ์อื่นได้หรือไม่ โดยการข่มกัน (Encompass) ในที่นี้หมายถึง วิธีการพยากรณ์นั้นสามารถให้ข้อมูลในการพยากรณ์ได้อย่างครบถ้วน ทำให้การรวมการพยากรณ์วิธีอื่นเข้ามาไม่ช่วยทำให้ผลการพยากรณ์โดยรวมดีขึ้น จึงควรใช้วิธีการนั้นเพียงวิธีเดียวในการพยากรณ์ ไม่จำเป็นต้องมีการผสานการพยากรณ์ แต่หากเป็นในทางตรงข้ามคือไม่มีวิธีการพยากรณ์ใดสามารถข่มวิธีการพยากรณ์อื่นได้ก็ควรจะมีการผสานการพยากรณ์เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการพยากรณ์

การทดสอบการข่มกันของวิธีการพยากรณ์สามารถทำได้โดยการวิเคราะห์การถดถอยของค่าพยากรณ์จากวิธีการพยากรณ์ต่าง ๆ เทียบกับค่าของข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงแบบผ่านจุดกำเนิด (Regression Through The Origin) คือ ไม่ต้องมีพารามิเตอร์สำหรับจุดตัดแกนตั้ง ดังสมการตัวอย่างกรณีการทดสอบการข่มกันของวิธีการพยากรณ์ 2 วิธี

$$y_{t+h} = \beta_1 F_{t+h}^{(1)} + \beta_2 F_{t+h}^{(2)} + \varepsilon_{t+h}$$

โดย y_{t+h} คือ ค่าของข้อมูลที่เกิดขึ้นจริง ณ เวลา $t+h$

$F_{t+h}^{(1)}$ คือ ค่าพยากรณ์สำหรับเวลา $t+h$ ของวิธีพยากรณ์ที่ 1

$F_{t+h}^{(2)}$ คือ ค่าพยากรณ์สำหรับเวลา $t+h$ ของวิธีพยากรณ์ที่ 2

β_1 คือ พารามิเตอร์สัมประสิทธิ์หน้าค่าพยากรณ์ของวิธีพยากรณ์ที่ 1

β_2 คือ พารามิเตอร์สัมประสิทธิ์หน้าค่าพยากรณ์ของวิธีพยากรณ์ที่ 2

ε_{t+h} คือ ค่าความคาดเคลื่อน ณ เวลา $t+h$

เมื่อทำการประมาณค่าพารามิเตอร์จากการวิเคราะห์การถดถอยแล้วจึงนำค่าประมาณที่ได้มาทำการทดสอบทางสถิติ

ถ้า β_1 = 1 และ β_2 = 0 แสดงว่า วิธีการพยากรณ์ที่ 1 ข่มวิธีการพยากรณ์ที่ 2

ถ้า β_1 = 0 และ β_2 = 1 แสดงว่า วิธีการพยากรณ์ที่ 2 ข่มวิธีการพยากรณ์ที่ 1

แต่ถ้าค่าของ β_1 และ β_2 ไม่เป็นไปตามกรณีใดกรณีหนึ่ง แสดงว่าไม่มีวิธีการพยากรณ์ใดที่ข่มวิธีการพยากรณ์อื่น

2.1.2.2 การผสานการพยากรณ์ (Forecast Combination)

การผสานการพยากรณ์มีสูตรทั่วไปดังนี้ [5]

$$CF_t = \sum_{j=1}^{m} W_j F_{jt}$$

โดย CF_t คือ ค่าพยากรณ์ที่ได้จากการผสานการพยากรณ์ สำหรับเวลา t

W_j คือ ค่าถ่วงน้ำหนักของวิธีการพยากรณ์ที่ j

F_{jt} คือ ค่าพยากรณ์ของวิธีพยากรณ์ที่ j สำหรับเวลา t

j คือ วิธีการพยากรณ์ที่ j ; j = 1, 2, 3, …, m

t คือ ช่วงเวลา ; t = 1, 2, 3, …, n

การผสานการพยากรณ์มีหลายวิธี แต่ละวิธีก็จะมีการให้ค่าในการถ่วงน้ำหนักแตกต่างกันไป วิธีที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้ ได้แก่ [6]

1) การถัวเฉลี่ยแบบง่าย (Simple Averages) เป็นวิธีการเฉลี่ยโดยให้น้ำหนักความสำคัญของค่าพยากรณ์จากทุกวิธีที่จะนำมาผสานเท่า ๆ กัน มีสูตรในการคิดค่าถ่วงน้ำหนักดังนี้

$$W_j = \frac{1}{m}$$

โดย W_j คือ ค่าถ่วงน้ำหนักของวิธีการพยากรณ์ที่ j

m คือ จำนวนวิธีการพยากรณ์ทั้งหมดที่นำมาผสาน

2) การถ่วงน้ำหนักโดยคิดเป็นสัดส่วนผกผันกับผลรวมของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Weights Inversely Proportionate to Sum of Squared Errors) เป็นวิธีการถัวเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนักโดยให้น้ำหนักเป็นส่วนกลับของค่าผลรวมของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Sum of Square Errors: SSE) เนื่องจากมองว่าวิธีการพยากรณ์ที่ให้ค่าผลรวมของความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยย่อมเป็นวิธีการพยากรณ์ที่ดี จึงควรให้น้ำหนักมาก ส่วนวิธีการพยากรณ์ที่ให้ค่าผลรวมของความคลาดเคลื่อนกำลังสองมากเป็นวิธีการพยากรณ์ที่ไม่ดี จึงควรให้น้ำหนักน้อย มีสูตรในการคิดค่าถ่วงน้ำหนักดังนี้

$$W_j = \frac{\left(1/SSE_j\right)}{\sum_{i=1}^{m}\left(1/SSE_i\right)}$$

โดย W_j คือ ค่าถ่วงน้ำหนักของวิธีการพยากรณ์ที่ j

SSE_j คือ ค่าผลรวมของความคลาดเคลื่อนกำลังสองของวิธีที่ j

SSE_i คือ ค่าผลรวมของความคลาดเคลื่อนกำลังสองของวิธีที่ i

m คือ จำนวนวิธีการพยากรณ์ทั้งหมดที่นำมาผสาน

3) การถ่วงน้ำหนักโดยพิจารณาจากการวิเคราะห์การถดถอย (Weights Determined by Regression Analysis) เป็นวิธีการถัวเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนักโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์จากการวิเคราะห์การถดถอยมาเป็นตัวถ่วงน้ำหนัก โดยในการคิดค่าถ่วงน้ำหนักวิธีนี้ จะเริ่มจากการวิเคราะห์การถดถอยของค่าพยากรณ์จากวิธีการพยากรณ์ต่าง ๆ เทียบกับค่าของข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงเหมือนในกรณีการทดสอบการข่มกันของวิธีการพยากรณ์ แล้วนำค่าประมาณของสัมประสิทธิ์หน้าค่าพยากรณ์ของวิธีพยากรณ์แต่ละวิธีมาเป็นค่าถ่วงน้ำหนักของวิธีพยากรณ์นั้น มีสูตรในการคิดค่าถ่วงน้ำหนักดังนี้

$$W_j = \hat{\beta}_j$$

โดย W_j คือ ค่าถ่วงน้ำหนักของวิธีการพยากรณ์ที่ j

$\hat{\beta}_j$ คือ ค่าประมาณของสัมประสิทธิ์หน้าค่าพยากรณ์ของวิธีพยากรณ์ที่ j

2.1.3 วิธีการคัดเลือกแบบจำลอง

จุดมุ่งหมายของการคัดเลือกแบบจำลองเพื่อใช้ในการพยากรณ์คือเลือกแบบจำลองที่ให้ผลการพยากรณ์ที่สามารถพยากรณ์ค่าที่จะเกิดในอนาคตได้อย่างแม่นยำ ซึ่งก็คือแบบจำลองที่มีค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์นอกเหนือข้อมูลตัวอย่าง (Out-Of-Sample Prediction Error) ต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับวิธีการพยากรณ์วิธีอื่น ดังนั้น วิธีการคัดเลือกแบบจำลองที่ดีคือวิธีที่สามารถประมาณค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์นอกเหนือข้อมูลตัวอย่างได้ดีที่สุด

วิธีการคัดเลือกแบบจำลองที่นำมาใช้ในการวิจัยนี้สามารถจำแนกได้เป็น 2 กลุ่มด้วยกัน คือ

2.1.3.1 ใช้เกณฑ์การคัดเลือกแบบจำลองที่มีการลงโทษความซับซ้อนของแบบจำลอง

เกณฑ์การคัดเลือกแบบจำลองประเภทนี้เกิดขึ้นเนื่องจากพบว่า ความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ข้อมูลตัวอย่าง (In-Sample Prediction Error) เป็นตัวประมาณที่โอนเอียง (Unbias) ของความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์นอกเหนือข้อมูลตัวอย่าง จะเห็นได้จากบางกรณี เมื่อเราเพิ่มความซับซ้อนของแบบจำลองจะช่วยลดความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ข้อมูลตัวอย่างได้

ทั้งที่การเพิ่มความซับซ้อนของแบบจำลองดังกล่าวนั้นอาจไม่ได้ช่วยลดความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์นอกเหนือข้อมูลตัวอย่างเลย (ยกตัวอย่างเช่น การวิเคราะห์การถดถอยแบบหลายตัวแปร เราอาจเพิ่มตัวแปรใด ๆ ที่ไม่ได้มีความสัมพันธ์ในทางทฤษฎีกับตัวแปรตามเข้าไปในแบบจำลอง การเพิ่มตัวแปรที่ไม่เกี่ยวข้องนี้ อาจทำให้ความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ข้อมูลตัวอย่างมีค่าลดลง แต่ไม่ได้ช่วยให้ค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์นอกเหนือข้อมูลตัวอย่างลดลงไปด้วยเลย) ในทางตรงกันข้าม การเพิ่มความซับซ้อนของแบบจำลองโดยไม่จำเป็นอาจมีผลทำให้ความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์นอกเหนือข้อมูลตัวอย่างเพิ่มขึ้นอีกด้วย

เกณฑ์การคัดเลือกแบบจำลองที่มีการลงโทษความซับซ้อนของแบบจำลอง จึงมีแนวคิดว่าในการเปรียบเทียบระหว่างแบบจำลอง 2 แบบ หากความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ข้อมูลตัวอย่างของแบบจำลองทั้งสองมีค่าเท่ากัน แบบจำลองที่ใช้ตัวแปรในการพยากรณ์น้อยกว่าควรถือว่าเป็นแบบจำลองที่ดีกว่า ดังนั้น ในการพิจารณาคัดเลือกแบบจำลอง จึงไม่ควรพิจารณาเฉพาะความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ข้อมูลตัวอย่างเพียงอย่างเดียว แต่ควรพิจารณาจากจำนวนพารามิเตอร์ที่จะต้องทำการประมาณค่าในแบบจำลองนั้นควบคู่กันไปด้วย

เกณฑ์การคัดเลือกแบบจำลองที่มีการลงโทษความซับซ้อนของแบบจำลองมีอยู่หลายเกณฑ์ เกณฑ์ที่เลือกมาใช้ในการวิจัยนี้ คือ Akaike Information Criterion (AIC) ซึ่งมีสูตรในการคำนวณ ดังนี้

$$AIC = n\log\left(SSE\right) + 2k$$

โดย AIC คือ Akaike Information Criterion

k คือ จำนวนพารามิเตอร์ที่ถูกประมาณค่าในแบบจำลอง

n คือ จำนวนค่าสังเกตในข้อมูลอนุกรม

SSE คือ ผลรวมของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง

การคัดเลือกแบบจำลองจะเลือกแบบจำลองที่ให้ค่าเกณฑ์คัดเลือกแบบจำลองต่ำที่สุดมาใช้ในการพยากรณ์

2.1.3.2 วิธีรีเคอร์ซีฟครอสวาลิเดชัน (Recursive Cross-Validation)

เป็นการจำลองสถานการณ์โดยใช้เทคนิคการกันค่าสังเกตเก็บไว้ใช้ตรวจสอบ (Split Sample) เพื่อหาค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์นอกเหนือข้อมูลตัวอย่างแล้วนำค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์นอกเหนือข้อมูลตัวอย่างที่ได้ในแต่ละช่วงเวลามาทำการคำนวณค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Mean Squared Error: MSE) ตามสูตร

$$MSE = \frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T}\left(y_t - F_t\right)^2$$

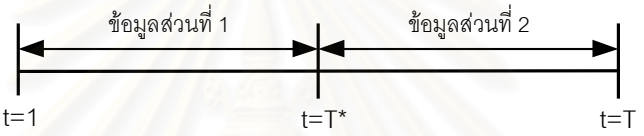
โดย MSE คือ ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง

T คือ จำนวนครั้งในการพยากรณ์

y_t คือ ค่าจริงของข้อมูล ณ เวลา t

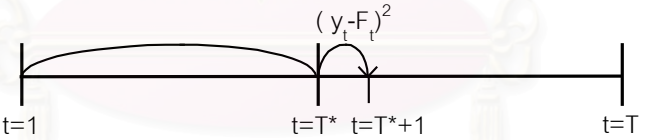
F_t คือ ค่าพยากรณ์สำหรับเวลา

การจำลองสถานการณ์นี้จะเริ่มจาก สมมติมีข้อมูลสำหรับใช้พยากรณ์หนึ่งชุดซึ่งประกอบด้วยค่าสังเกตจำนวนทั้งหมด T ค่า คือ t = 1, 2, …, T จะเริ่มจากทำการแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกคือค่าสังเกตที่ t = 1, 2, …, T* และส่วนที่สองคือค่าสังเกตที่ t = T*+1, T*+2, …, T ดังรูปที่ 2.1



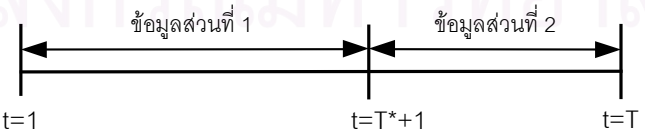
รูปที่ 2.1 การแบ่งข้อมูลครั้งที่หนึ่งในการทำรีเคอร์ซีฟครอสวาลิเดชัน

จากนั้นใช้เฉพาะค่าสังเกตส่วนแรก คือ t = 1, 2, …, T* มาเป็นข้อมูลเพื่อใช้ในการประมาณค่าของแบบจำลองและพยากรณ์ค่าสังเกตที่ T* + 1 นำค่าพยากรณ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าที่แท้จริงซึ่งอยู่ในข้อมูลส่วนที่สอง คำนวณค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองไว้ ดังรูปที่ 2.2



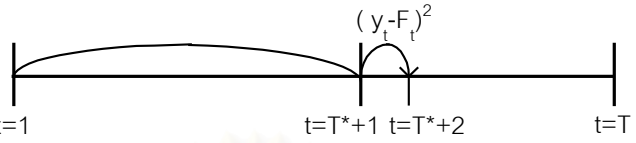
รูปที่ 2.2 การพยากรณ์ครั้งที่หนึ่งในการทำรีเคอร์ซีฟครอสวาลิเดชัน

ทำการแบ่งข้อมูลใหม่ โดยเพิ่มค่าสังเกตสำหรับใช้พยากรณ์ให้แก่ข้อมูลส่วนแรกหนึ่งค่า เป็น t = 1,…, T*+1 และส่วนที่สองเป็น t = T*+2, T*+3, …, T ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 การแบ่งข้อมูลครั้งที่สองในการทำรีเคอร์ซีฟครอสวาลิเดชัน

ทำการประมาณค่าของแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลส่วนแรกในการพยากรณ์ค่าสังเกตที่ T*+2 นำค่าพยากรณ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าที่แท้จริงซึ่งอยู่ในข้อมูลส่วนที่สอง คำนวณค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองไว้ ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 การพยากรณ์ครั้งที่สองในการทำรีเคอร์ซีฟครอสวาลิเดชัน

ทำเช่นนี้เรื่อยไปจนครบจำนวนค่าสังเกตที่มีอยู่ทั้งหมด หาค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสองในการพยากรณ์ตั้งแต่ T* + 1 จนถึง T แล้วจึงเลือกแบบจำลองที่ให้ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสองในการพยากรณ์ต่ำที่สุด

2.1.4 การประเมินผลการพยากรณ์

การประเมินผลการพยากรณ์ของระบบพยากรณ์ในการวิจัยนี้จะใช้เกณฑ์วัดความแม่นยำที่เรียกว่าค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) ซึ่งมีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$MAPE = \frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T}\left|\frac{y_t - F_t}{y_t}\right| \times 100$$

โดย $MAPE$ คือ ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์

T คือ จำนวนครั้งในการพยากรณ์

y_t คือ ค่าจริงของข้อมูล ณ เวลา t

F_t คือ ค่าพยากรณ์สำหรับเวลา t

ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ที่คำนวณได้จะเป็นค่าที่ไม่มีหน่วย ซึ่งสามารถประเมินผลค่าที่ได้ดังตารางที่ 2.1 [7]

ตารางที่ 2.1 การประเมินผลค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์

ค่า MAPE	การประเมินผล
< 10	ค่าพยากรณ์มีความแม่นยำสูงมาก
10 – 20	ค่าพยากรณ์มีความแม่นยำสูง
20 – 50	ค่าพยากรณ์เชื่อถือได้
> 50	ค่าพยากรณ์ไม่ถูกต้อง

นอกจากการประเมินผลค่าดังตารางที่ 2.1 แล้ว ยังสามารถนำค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ที่คำนวณได้ไปใช้เปรียบเทียบความแม่นยำในการพยากรณ์กับระบบพยากรณ์อื่นหรือวิธีการพยากรณ์แบบอื่นได้ด้วย โดยในกรณีการพยากรณ์ข้อมูลชุดเดียวกันและพยากรณ์โดยมีจำนวนช่วงเวลาล่วงหน้าเท่ากัน หากระบบพยากรณ์หรือวิธีการพยากรณ์ใดมีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ต่ำกว่าแสดงว่าระบบนั้นมีความแม่นยำในการพยากรณ์สูงกว่า

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่ามีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจำนวน 3 งาน โดยแบ่งออกเป็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรโดยใช้วิธีทางสถิติ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจโปรแกรมสำหรับพยากรณ์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบพยากรณ์โดยอัตโนมัติ ตามลำดับ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.2.1 งานวิจัย “การพยากรณ์ผลผลิตและราคาสินค้าเกษตร” [8]

เป็นการศึกษาเรื่องการพยากรณ์พื้นที่เพาะปลูก ผลผลิต และราคาสินค้าเกษตร 4 ชนิด ได้แก่ ข้าว ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ถั่วเขียว และถั่วเหลือง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสำหรับพยากรณ์พื้นที่เพาะปลูก ผลผลิต และราคาสินค้าเกษตรของพืชทั้ง 4 ชนิดดังกล่าว โดยใช้เทคนิคการพยากรณ์เชิงสถิติ 6 เทคนิค ได้แก่ วิธีการวิเคราะห์การถดถอย วิธีบอกซ์-เจนกินส์ วิธีการปรับให้เรียบแบบเอกซโพเนนเชียล วิธีอัตถดถอย วิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบคลาสสิค และเปรียบเทียบกับวิธีของศูนย์สารสนเทศการเกษตร โดยในการพยากรณ์แต่ละครั้ง จะทำการพยากรณ์โดยใช้ทั้ง 6 วิธีข้างต้น แล้วเลือกเอาวิธีการพยากรณ์ที่มีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error: MAPE) ต่ำที่สุดมาเป็นวิธีที่ใช้ในการพยากรณ์ โดยการพยากรณ์ทั้งหมดทำโดยใช้โปรแกรมเอสพีเอสเอสและมินิแท็บ

การวิจัยนี้เป็นตัวอย่างของการพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทั่วไปทางด้านสถิติเป็นเครื่องมือช่วยในการพยากรณ์ จะเห็นได้ว่า การพยากรณ์เช่นนี้ผู้พยากรณ์จะต้องมีความรู้ทางด้านสถิติจึงจะสามารถทำการพยากรณ์อย่างแม่นยำได้ นอกจากนี้ การพยากรณ์ในลักษณะนี้ยังมีขั้นตอนที่ซ้ำซ้อน เช่น ในการพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรแต่ละชนิด ผู้พยากรณ์จะต้องทำการพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรชนิดนั้นถึง 6 ครั้ง กล่าวคือ ต้องทำการพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรโดยใช้ทั้ง 6 วิธี เพื่อทำการคำนวณค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ของการพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรชนิดนั้นจากทุกวิธีการพยากรณ์ แล้วนำค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์

ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ของทุกวิธีมาเปรียบเทียบกัน แล้วจึงเลือกวิธีการพยากรณ์ที่มีค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ต่ำที่สุดมาใช้ในการพยากรณ์ ซึ่งหากใช้โปรแกรมสำหรับพยากรณ์ที่สามารถคัดเลือกวิธีการพยากรณ์ได้โดยอัตโนมัติ (Automatic Method Selection: AMS) ก็จะช่วยลดภาระงานของผู้พยากรณ์ลงได้มาก

2.2.2 **งานวิจัย** “Automatic forecasting software: A survey and evaluation” [9]

เป็นการสำรวจโปรแกรมสำหรับทำการพยากรณ์ที่มีลักษณะการทำงานแบบอัตโนมัติเพื่อช่วยลดภาระของผู้พยากรณ์ โดยการวิจัยนี้ได้จำแนกคุณลักษณะการทำงานแบบอัตโนมัติที่สำคัญของโปรแกรมสำหรับทำการพยากรณ์ออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่

1. การประมาณค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมได้โดยอัตโนมัติ (Automatic Parameter Optimization: APO) มีหลักการพื้นฐานคือการค้นหาแบบวนซ้ำเพื่อหาค่าคงที่หรือค่าถ่วงน้ำหนักที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลและวิธีการพยากรณ์นั้น ๆ โดยในแต่ละวิธีการพยากรณ์ก็อาจจะมีวิธีการประมาณค่าที่แตกต่างกัน ซึ่งการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมโดยอัตโนมัตินี้เป็นประโยชน์อย่างมากในการช่วยลดภาระงานของผู้ใช้ไม่ให้ต้องทำการทดลองค่าต่าง ๆ ซ้ำไปซ้ำมาเพื่อหาค่าที่เหมาะสม

2. การคัดเลือกวิธีการพยากรณ์ได้โดยอัตโนมัติ (Automatic Method Selection: AMS) คือ การคัดเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับชุดข้อมูลนั้น ๆ มากที่สุดจากหลายวิธีการพยากรณ์ที่มีอยู่ในโปรแกรม โดยในการสำรวจนี้ได้จำแนกประเภทของการคัดเลือกวิธีการพยากรณ์โดยอัตโนมัติออกเป็น 5 ประเภทด้วยกัน คือ การคัดเลือกวิธีการพยากรณ์ตามกฎที่วางไว้ (Rule-Based Logic) การทดสอบแบบจำลองโดยอัตโนมัติ (Automatic Specification Tests) การยูนิไฟด์เฟรมเวิร์ค (Unified Framework) การแข่งขันกันพยากรณ์ (Forecasting Contest) และการคัดเลือกจากแบบจำลองทั้งหมดที่เป็นไปได้ (All Possible Specifications)

การวิจัยนี้ได้ทำการสำรวจโปรแกรมสำหรับทำการพยากรณ์ 13 โปรแกรม โดยในที่นี้ขอยกตัวอย่างมาเพียง 3 โปรแกรม ดังนี้

1. โปรแกรมฟอร์แคสต์โปร (Forecast Pro)

เป็นโปรแกรมสำหรับทำการพยากรณ์โดยอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นโดยบริษัทบิสเนสฟอร์แคสติงซิสเต็ม (Business Forecasting Systems) โปรแกรมสามารถพยากรณ์ได้ทั้งระบบอัตโนมัติและกึ่งอัตโนมัติ โดยในระบบอัตโนมัติจะทำการพยากรณ์โดยเริ่มจากการคัดเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับชุดข้อมูลโดยใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญซึ่งจะทำการคัดเลือกวิธีการ

พยากรณ์ตามกฎที่วางไว้ (Rule-Based Logic) จากนั้นจึงทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของวิธีการพยากรณ์ที่ได้คัดเลือกแล้วเพื่อให้ได้สมการสำหรับใช้ในการพยากรณ์ต่อไป

ข้อดีของโปรแกรมนี้คือ สามารถทำการพยากรณ์ได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากการคัดเลือกวิธีการพยากรณ์ใช้การพิจารณาตามกฎที่วางไว้ และการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมก็จะทำเฉพาะวิธีการพยากรณ์ที่ได้คัดเลือกแล้วเพียงวิธีเดียว นอกจากนี้ยังมีวิธีการพยากรณ์ให้เลือกเป็นจำนวนมาก ส่วนข้อเสียของโปรแกรมคือ การพยากรณ์จะทำโดยวิธีการพยากรณ์ที่คัดเลือกแล้วเพียงวิธีเดียว ไม่มีการผสานวิธีการพยากรณ์เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการพยากรณ์ นอกจากนี้ยังมีผู้ตั้งข้อสังเกตไว้ว่ากฎที่ใช้ในการคัดเลือกแบบจำลองนั้นไม่ได้มีการเปิดเผยให้ทราบอย่างแน่ชัดชัดอีกทั้งยังไม่ได้มีการอ้างอิงผลการศึกษาเพื่อสนับสนุนกฎที่ใช้ ทำให้ผู้ใช้อาจเกิดความไม่มั่นใจในกฎได้

2. โปรแกรมสมาร์ทฟอร์แคสต์ (Smartforecasts)

เป็นโปรแกรมสำหรับทำการพยากรณ์โดยอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นโดยบริษัทสมาร์ทซอฟต์แวร์ (Smart Software) โปรแกรมจะทำการคัดเลือกวิธีการพยากรณ์ด้วยวิธีการแข่งขันกันพยากรณ์ (Forecasting Contest) กล่าวคือ จะทดลองพยากรณ์โดยใช้ทั้ง 5 วิธีการพยากรณ์แล้วจึงนำค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ ของทุกวิธีมาเปรียบเทียบกัน วิธีใดที่มีค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ต่ำที่สุดจะได้รับคัดเลือกไปใช้ในการพยากรณ์

ข้อดีของโปรแกรมนี้คือ การคัดเลือกวิธีการพยากรณ์แบบการแข่งขันพยากรณ์นั้นสามารถเลือกได้วิธีการพยากรณ์ที่มีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุดแน่นอน ส่วนข้อเสียคือ มีวิธีการพยากรณ์ให้เลือกไม่หลากหลาย กล่าวคือ มีเพียง 5 วิธี ซึ่งทุกวิธีจัดอยู่ในกลุ่มวิธีปรับให้เรียบเพียงกลุ่มวิธีเดียว นอกจากนี้ ยังไม่มีการผสานวิธีการพยากรณ์อีกด้วย

3. โปรแกรมเทรนเซ็ตเตอร์เอ็กซ์เปิร์ต (Trendsetter Expert)

เป็นโปรแกรมสำหรับทำการพยากรณ์โดยอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นโดยบริษัทคอนเซ็นตริกดาต้าซิสเต็ม (Concentric Data Systems) โปรแกรมจะทำการพยากรณ์โดยคัดเลือกวิธีการพยากรณ์ด้วยวิธีการแข่งขันกันพยากรณ์ (Forecasting Contest) ร่วมกับการผสานวิธีการพยากรณ์ (ซึ่งเป็นไปได้ว่าจะมีการคัดเลือกการผสานวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมจากกฎที่ได้วางไว้) ดังนั้น การทำงานของโปรแกรมจึงมีลักษณะเสมือนกล่องดำ (Black Box) ผู้ใช้จะไม่สามารถทราบได้เลยว่าผลการพยากรณ์ที่ได้จากโปรแกรมนั้นเกิดจากการพยากรณ์ด้วยวิธีใดหรือการผสานการพยากรณ์ในลักษณะใด

ข้อดีของโปรแกรมคือ น่าจะมีความแม่นยำสูงเนื่องจากมีการผสานวิธีการพยากรณ์ ข้อเสียคือ มีวิธีการพยากรณ์ให้เลือกไม่หลากหลาย กล่าวคือ มีเพียง 5 วิธี ซึ่งทุกวิธีอยู่ในกลุ่มวิธีปรับให้เรียบเพียงกลุ่มวิธีเดียว

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะพัฒนาระบบพยากรณ์อัตโนมัติให้มีวิธีการพยากรณ์ให้เลือกหลากหลายพอสมควร กล่าวคือ มีทั้งวิธีการจำแนกส่วนประกอบของอนุกรมเวลา วิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบหลายตัวแปร และกลุ่มวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล โดยในแต่ละวิธีการพยากรณ์จะทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมโดยอัตโนมัติ นอกจากนี้ยังมีการผสานวิธีการพยากรณ์เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการพยากรณ์ แล้วจึงทำการคัดเลือกวิธีการพยากรณ์ด้วยวิธีรีเคอร์ซีฟครอสวาลิเดชันซึ่งเป็นวิธีการแข่งขันกันพยากรณ์วิธีหนึ่งซึ่งเป็นวิธีที่รับประกันได้ว่าจะสามารถเลือกได้วิธีการพยากรณ์ที่มีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด

2.2.3 **งานวิจัย** “F4: Large-Scale Automated Forecasting Using Fractals” [10]

การวิจัยนี้ได้เสนอระบบพยากรณ์แบบอัตโนมัติที่สามารถทำการพยากรณ์ได้อย่างรวดเร็ว โดยใช้เทคนิคการพยากรณ์แบบดีเลย์โคออร์ดิเนตเอ็มเบ็ดดิง (Delay Coordinate Embedding) การประมาณค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมจะทำโดยการคำนวณจากขั้นตอนวิธี (Algorithm) และสูตรซึ่งได้มาจากวิธีลองผิดลองถูก (Heuristic) ทำให้สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมและทำการพยากรณ์ได้อย่างรวดเร็วและสามารถรองรับการพยากรณ์โดยใช้ข้อมูลนำเข้าที่มีขนาดใหญ่มากได้

การวัดความแม่นยำในการพยากรณ์ทำโดยใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองแบบนอร์มอลไลซ์ (Normalized Mean Squared Error: NMSE) โดยผลการวิจัยพบว่า วิธีการพยากรณ์นี้สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมโดยให้ผลการพยากรณ์ที่มีค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองแบบนอร์มอลไลซ์ที่ต่ำ แต่ในบางกรณีอาจไม่ต่ำที่สุด นอกจากนี้ ยังได้เปรียบเทียบผลการพยากรณ์พบว่ามีความแม่นยำกว่าการพยากรณ์โดยใช้แบบจำลองอัตถดถอย (Autoregressive: AR) อีกด้วย

ข้อดีของระบบพยากรณ์อัตโนมัติแบบนี้คือสามารถทำการพยากรณ์ได้อย่างรวดเร็วและรองรับการพยากรณ์ใช้ข้อมูลจำนวนมากได้ แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมนั้น ในบางกรณีอาจไม่ได้ให้ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุด หรือเรียกได้ว่าไม่ได้เน้นให้ความสำคัญเรื่องความแม่นยำมากที่สุด นอกจากนี้ วิธีการวัดความแม่นยำที่ใช้ในการวิจัยยังมีลักษณะเป็นการวัดความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ข้อมูลตัวอย่าง (In-Sample Prediction Error) เพียงอย่างเดียว ไม่ได้มีการจำลองสถานการณ์การพยากรณ์เพื่อหาค่าความแม่นยำเมื่อ

เทียบกับค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์นอกเหนือข้อมูลตัวอย่าง จึงไม่อาจเชื่อถือได้มากนักในเรื่องของวิธีการวัดความแม่นยำ

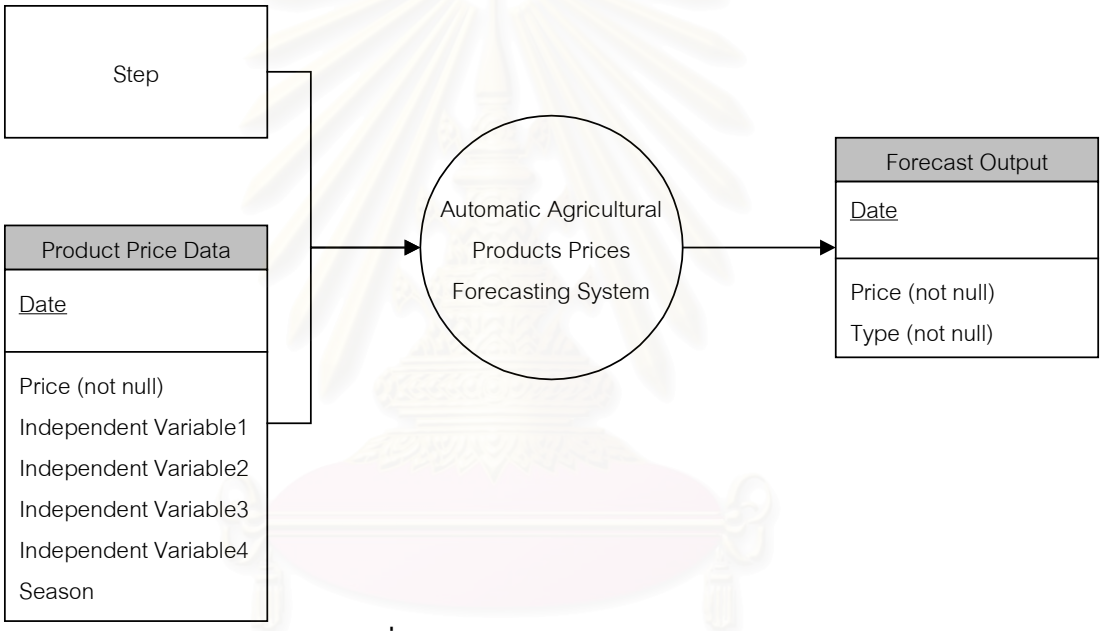
วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเน้นให้ความสำคัญเรื่องความแม่นยำในการพยากรณ์มากกว่าการพยากรณ์ได้รวดเร็วหรือรองรับการพยากรณ์ข้อมูลขนาดใหญ่มากได้ เพราะข้อมูลราคาสินค้าเกษตรที่นำมาใช้พยากรณ์เป็นข้อมูลรายเดือนและมีขนาดไม่ใหญ่มากนัก ในการวิจัยนี้จึงพยายามทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ให้ได้ค่าที่เหมาะสมที่สุด หรือทำให้ได้ค่าเกณฑ์การวัดความแม่นยำต่ำที่สุด และมีการใช้วิธีรีเคอร์ซีฟครอสวาลิเดชัน ซึ่งเป็นการจำลองสถานการณ์การพยากรณ์เพื่อหาค่าความแม่นยำเมื่อเทียบกับค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์นอกเหนือข้อมูลตัวอย่าง ซึ่งถึงแม้การทำการจำลองสถานการณ์นี้จะทำให้การพยากรณ์มีความล่าช้าและไม่ค่อยเหมาะสำหรับข้อมูลขนาดใหญ่มากนัก แต่ก็เป็นวิธีที่เชื่อได้ว่าสามารถวัดความแม่นยำของการพยากรณ์แต่ละวิธีได้ดี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

การออกแบบระบบ

ระบบพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรอัตโนมัติโดยใช้วิธีการพยากรณ์ทางเศรษฐมิตินี้ถูกออกแบบเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องทำการตัดสินใจใด ๆ เกี่ยวกับการพยากรณ์นอกจากการเลือกชนิดสินค้าเกษตรที่จะทำการพยากรณ์ การนำเข้าข้อมูล และระบุจำนวนช่วงเวลาล่วงหน้า (Period หรือ Step) ที่ต้องการให้ทำการพยากรณ์ ดังนั้น ระบบจึงมีลักษณะเป็นเหมือนกล่องดำที่รับข้อมูลเกี่ยวกับราคาสินค้าเกษตรเข้าไป และให้ผลพยากรณ์ออกมา ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ลักษณะการทำงานของระบบ

โดยรายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลนำเข้า-ส่งออก จะอธิบายในหัวข้อ 3.1 และโครงสร้างการทำงานของระบบ จะอธิบายในหัวข้อ 3.2

3.1 การออกแบบข้อมูลนำเข้า-ส่งออก

3.1.1 ส่วนประกอบของข้อมูลนำเข้า

ข้อมูลนำเข้าที่ผู้ใช้จะต้องให้แก่ระบบเพื่อสั่งให้ระบบทำการพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

1. จำนวนช่วงเวลาล่วงหน้าที่ต้องการให้ระบบทำการพยากรณ์ เป็นข้อมูลชนิดตัวเลขจำนวนเต็มบวก

2. ตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตร (Product Price Data) เป็นตารางที่ประกอบด้วยข้อมูล 2 ส่วนคือ

1) ข้อมูลหลัก คือ ข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ในการพยากรณ์ การทำการพยากรณ์ทุกครั้งจะต้องใช้ข้อมูลอย่างน้อย 2 ตัวแปร คือ

- Date เป็นข้อมูลชนิดวันที่ ประกอบด้วยวันซึ่งกำหนดให้เป็นวันที่ 1 ส่วนเดือนและปีเป็นไปตามจริง เช่น กรณีเป็นข้อมูลของเดือนมีนาคม ปี ค.ศ. 2000 ตัวแปร Date ก็จะเป็น 1/3/2000 เป็นต้น
- Price คือ ข้อมูลราคาสินค้าเกษตรรายเดือนที่ต้องการทำการพยากรณ์ในอดีตถึงปัจจุบัน เป็นข้อมูลชนิดตัวเลขจำนวนจริง

2) ข้อมูลเสริม คือ ข้อมูลที่ผู้ใช้ต้องการให้แก่ระบบเป็นการเพิ่มเติมจากข้อมูลหลักเพื่อให้การพยากรณ์มีการพิจารณาตัวแปรที่มากขึ้นหรือกำหนดตัวแปรบางตัวให้เป็นไปตามความประสงค์ของผู้ใช้ เป็นข้อมูลที่ถึงแม้ไม่มีอยู่ในตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรระบบก็ยังสามารถทำการพยากรณ์ได้ ข้อมูลนี้ประกอบด้วย

- ตัวแปรอิสระที่มีผลต่อราคาสินค้าเกษตรที่ต้องการใช้เป็นข้อมูลในการพยากรณ์ เช่น ปริมาณผลผลิต ดัชนีราคาผู้บริโภค ราคาสินค้าที่สามารถทดแทนกันได้ หรือปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อราคาสินค้าเกษตรในทางทฤษฎีเศรษฐศาสตร์ โดยการทำงานในส่วนนี้ เนื่องจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ไม่สามารถวิเคราะห์ความเป็นเหตุเป็นผลกันของตัวแปรทางเศรษฐศาสตร์ได้ จึงเป็นหน้าที่ของผู้ใช้ที่จะทำการคัดเลือกเฉพาะตัวแปรที่น่าจะมีผลต่อราคาสินค้าเกษตรในทางทฤษฎี จากนั้นระบบพยากรณ์จึงทำการทดสอบความสัมพันธ์ของข้อมูลเข้าว่าตัวแปรแต่ละตัวมีความสัมพันธ์กับราคาสินค้าเกษตรในทางสถิติหรือไม่ ถ้าพบว่าตัวแปรนั้นมีความสัมพันธ์กับราคาสินค้าเกษตรมากพอก็จะนำมาใช้ในการพยากรณ์โดยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบหลายตัวแปร แต่ถ้าไม่พบว่าตัวแปรนั้นมีความสัมพันธ์กับราคาสินค้าเกษตรมากพอก็จะไม่นำมาใช้ในการพยากรณ์ ตัวแปรอิสระที่มีผลต่อราคาสินค้าเกษตรนี้เป็นข้อมูลชนิดตัวเลขจำนวนจริง สามารถมีได้มากกว่า 1 ตัวแปร แต่ไม่ควรเกิน 4 ตัวแปร เพราะจะทำให้มีแบบจำลองมีความซับซ้อนมากเกินไปส่งผลให้ความแม่นยำในการพยากรณ์มีแนวโน้มที่จะลดลง
- Season เป็นตัวแปรสำหรับระบุฤดูกาล สำหรับผู้ใช้ที่มีความรู้เกี่ยวกับสินค้าเกษตรเป็นอย่างดีอาจต้องการกำหนดฤดูกาลซึ่งใช้ในการพยากรณ์โดยวิธีการจำแนกส่วนประกอบของอนุกรมเวลาให้ตรงกับฤดูกาลของสินค้าเกษตรชนิดนั้นมากที่สุด เป็นข้อมูลชนิดตัวเลขจำนวนเต็มบวกซึ่งระบุหมายเลขแทนฤดูกาล เช่น กรณีสินค้าเกษตรที่มี 3 ฤดูกาล ตัวแปร Season นี้ก็จะมีค่าระหว่าง 1, 2 หรือ 3 เป็นต้น โดยเดือนใดที่มีฤดูกาลเดียวกัน ก็จะมีค่าตัวแปร Season เท่ากัน

ส่วนฤดูกาลถัดไปก็จะเพิ่มค่าไปอีกหนึ่งจนครบทุกฤดูกาล ซึ่งปกติหากผู้ใช้ไม่ได้กำหนดตัวแปร Season มาในตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตร ระบบพยากรณ์ก็จะกำหนดฤดูกาลให้แตกต่างกันตามเดือน คือ ให้ตัวแปรนี้มีค่าเรียงลำดับตั้งแต่ 1 ถึง 12 อนึ่ง ตัวแปร Season นี้ไม่ใช่ตัวแปรหุ่นสำหรับฤดูกาลที่นำไปใช้ในการพยากรณ์โดยวิธีการจำแนกส่วนประกอบของอนุกรมเวลาโดยตรง แต่เป็นการใช้ตัวเลขแทนฤดูกาลเพื่อให้ง่ายในการนำเข้าข้อมูลฤดูกาลและสามารถนำไปแปลงเป็นตัวแปรหุ่นสำหรับฤดูกาลที่ใช้ในการการพยากรณ์ภายหลัง

ตารางที่ 3.1 และตารางที่ 3.2 แสดงลักษณะของตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรซึ่งนำมาใช้เป็นข้อมูลนำเข้าในการพยากรณ์ โดยตารางที่ 3.1 เป็นตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรที่มีเฉพาะข้อมูลหลัก ส่วนตารางที่ 3.2 เป็นตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรที่มีทั้งข้อมูลหลักและข้อมูลเสริม

ตารางที่ 3.1 ตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรที่มีเฉพาะข้อมูลหลัก

Date	Price
1/M1/Y1	P1
1/M2/Y2	P2
1/M3/Y3	P3
…	…
1/Mn/Yn	Pn

ตารางที่ 3.2 ตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรที่มีทั้งข้อมูลหลักและข้อมูลเสริม

Date	Price	X	Season
1/M1/Y1	P1	X1	1
1/M2/Y2	P2	X2	2
1/M3/Y3	P3	X3	3
…	…	…	…
1/Mn/Yn	Pn	Xn	4

โดย M1, M2, M3, …, Mn คือ ค่าของเดือนในช่วงเวลาที่ 1, 2, 3, …, n ตามลำดับ

Y1, Y2, Y3, …, Yn คือ ค่าของปีในช่วงเวลาที่ 1, 2, 3, …, n ตามลำดับ

P1, P2, P3, …, Pn คือ ข้อมูลชนิดตัวเลขจำนวนจริงซึ่งเป็นค่าของตัวแปร Price ในช่วงเวลาที่ 1, 2, 3, …, n ตามลำดับ

X1, X2, X3, …, Xn คือ ข้อมูลชนิดตัวเลขจำนวนจริงซึ่งเป็นค่าของตัวแปรอิสระ X ในช่วงเวลาที่ 1, 2, 3, …, n ตามลำดับ

n คือ จำนวนค่าสังเกตทั้งหมดที่มีอยู่ในตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตร; n >= 32

3.1.2 ข้อกำหนดเกี่ยวกับข้อมูลนำเข้า

ข้อมูลนำเข้าสำหรับระบบพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรอัตโนมัติโดยใช้วิธีการพยากรณ์ทางเศรษฐมิติมีข้อกำหนดดังนี้

1. จำนวนช่วงเวลาล่วงหน้าที่ต้องการให้ระบบทำการพยากรณ์ เป็นข้อมูลชนิดตัวเลขจำนวนเต็มบวก

2. แถวบนสุดของตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรจะต้องมีชื่อของตัวแปรแต่ละตัวกำกับ โดยชื่อของตัวแปรต้องเป็นภาษาอังกฤษเท่านั้น

3. ตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรต้องประกอบด้วยตัวแปรอย่างน้อย 2 ตัว คือ Date ซึ่งเป็นตัวแปรชนิดวันที่ และ Price ซึ่งเป็นตัวแปรชนิดตัวเลขจำนวนจริง

4. หากมีตัวแปร Season ค่าสูงสุดของตัวแปรนี้ซึ่งหมายถึงจำนวนฤดูกาลจะต้องมีค่ามากกว่า 2 แต่ไม่เกิน 12

5. ตัวแปรอิสระที่มีผลต่อราคาสินค้าเกษตร จะต้องมีไม่เกิน 4 ตัวแปร

6. ตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรต้องมีจำนวนค่าสังเกตอย่างน้อยเท่ากับ 31 บวกด้วยจำนวนช่วงเวลาล่วงหน้าที่ต้องการทำการพยากรณ์ ดังนั้น ตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรจะต้องมีค่าสังเกตอย่างน้อยที่สุด 32 ช่วงเวลา

7. ค่าสังเกตในตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรจะต้องเรียงกันตามลำดับเวลา ไม่มีการข้ามช่วงเวลาหรือมีช่วงเวลาใดที่ค่าสังเกตของตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งหายไป (No Missing Attribute)

8. ค่าสังเกตของตัวแปรทุกตัวในตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรจะต้องมีลักษณะสมดุลกัน (Balanced Panel) กล่าวคือ ตัวแปรทุกตัวมีจำนวนค่าสังเกตเท่ากัน โดยมีการเริ่มต้นและสิ้นสุดของข้อมูลที่ช่วงเวลาเดียวกัน

3.1.3 ส่วนประกอบของข้อมูลส่งออก

ข้อมูลส่งออกหรือผลลัพธ์ของระบบ จะเป็นตารางที่มีชื่อว่า ตารางผลพยากรณ์ (Forecast Output) ซึ่งประกอบด้วย ตัวแปร 3 ตัว คือ

- Date เป็นข้อมูลชนิดวันที่ ประกอบด้วยวันซึ่งกำหนดให้เป็นวันที่ 1 ส่วนเดือนและปีเป็นไปตามจริง
- Price เป็นข้อมูลชนิดตัวเลขจำนวนจริง แสดงค่าของราคาสินค้าเกษตร
- Type เป็นข้อมูลชนิดข้อความ (String) เพื่อระบุชนิดของตัวแปร Price ในช่วงเวลานั้นว่าเป็นค่าจริงหรือค่าพยากรณ์ ถ้าเป็นค่าจริง ตัวแปร Type จะมีค่าเท่ากับ ACTUAL แต่ถ้าเป็นค่าพยากรณ์ ตัวแปร Type จะมีค่าเท่ากับ FORECAST

ตารางที่ 3.3 แสดงลักษณะของตารางผลพยากรณ์ซึ่งเป็นผลลัพธ์ของระบบ

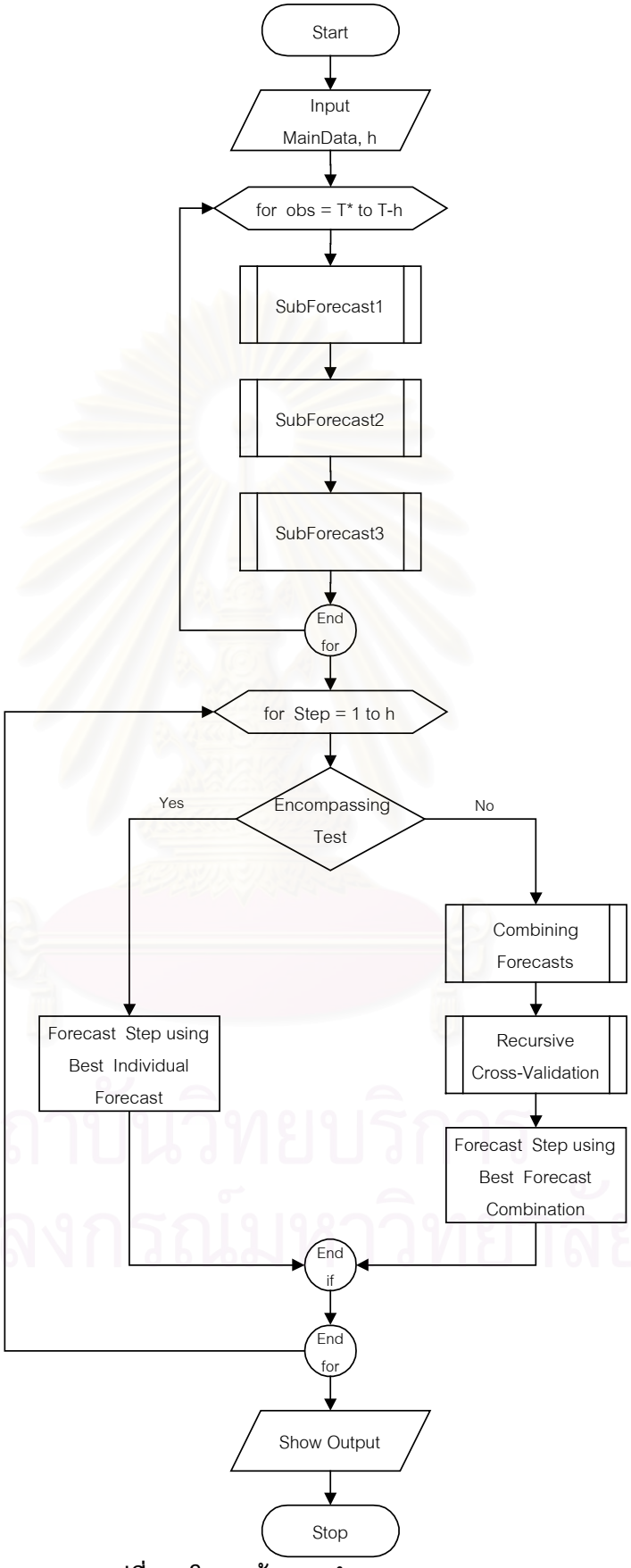
ตารางที่ 3.3 ตารางผลพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตร

Date	Price	Type
1/M1/Y1	P1	ACTUAL
1/M2/Y2	P2	ACTUAL
1/M3/Y3	P3	ACTUAL
…	…	…
1/Mn/Yn	Pn	ACTUAL
1/Mn/Y(n+1)	P(n+1)	FORECAST
…	…	…
1/Mn/Y(n+h)	P(n+h)	FORECAST

โดยตารางผลพยากรณ์นี้จะมีจำนวนค่าสังเกตเท่ากับจำนวนค่าสังเกตของตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรซึ่งเป็นตารางข้อมูลนำเข้าบวกด้วยจำนวนช่วงเวลาล่วงหน้าที่ต้องการทำการพยากรณ์ (n+h)

3.2 การออกแบบโครงสร้างการทำงานของระบบ

โครงสร้างการทำงานของระบบพยากรณ์สามารถเขียนเป็นผังงาน (Flowchart) ได้ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 โครงสร้างการทำงานของระบบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โดย MainData คือ ตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรที่นำมาใช้พยากรณ์

h คือ จำนวนช่วงเวลาล่วงหน้าที่ผู้ใช้ต้องการให้ระบบทำการพยากรณ์

Obs คือ จำนวนค่าสังเกตที่ใช้สำหรับการพยากรณ์ในแต่ละครั้ง

T* คือ จำนวนค่าสังเกตเริ่มต้นที่ใช้สำหรับการจำลองสถานการณ์การพยากรณ์โดยเทคนิคการกันค่าสังเกตเก็บไว้ใช้ตรวจสอบ

T คือ จำนวนค่าสังเกตทั้งหมดที่มีใน MainData

Step คือ จำนวนช่วงเวลาล่วงหน้าที่ทำการพยากรณ์

จากรูปที่ 3.2 การทำงานของระบบพยากรณ์จะเริ่มจากการนำเข้าตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรและจำนวนช่วงเวลาล่วงหน้าที่ต้องการพยากรณ์ ซึ่งในที่นี้สมมติให้มีค่าเท่ากับ h

ทำการจำลองสถานการณ์การพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์เบื้องต้น 3 วิธี ได้แก่ วิธีการจำแนกส่วนประกอบของอนุกรมเวลา วิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบหลายตัวแปร และวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล

การจำลองสถานการณ์การพยากรณ์เป็นเทคนิคการกันค่าสังเกตที่มีข้อมูลอยู่ไว้จำนวนหนึ่ง แล้วทำการพยากรณ์เพื่อหาค่าพยากรณ์ของช่วงเวลานั้นโดยทำเสมือนว่ายังไม่ทราบค่าที่แท้จริงของค่าสังเกตนั้น เพื่อจะได้นำทั้งค่าพยากรณ์และค่าจริงของช่วงเวลานั้นมาใช้เปรียบเทียบกัน โดยข้อมูลที่ได้จากการจำลองสถานการณ์การพยากรณ์นี้จะถูกนำไปใช้ในการทดสอบการข่มกันของวิธีการพยากรณ์, การผสานการพยากรณ์ และการคัดเลือกแบบจำลองด้วยวิธีรีเคอร์ซีฟครอสวาลิเดชัน

การจำลองสถานการณ์การพยากรณ์จะทำโดย ทำการพยากรณ์แต่ละวิธีล่วงหน้า 1 ถึง h ช่วงเวลาซ้ำไปซ้ำมา แต่จะมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนค่าสังเกตที่ใช้พยากรณ์ไปเรื่อย ๆ เริ่มต้นตั้งแต่ T* ไปจนกระทั่งถึง T-h

การวิจัยนี้กำหนดให้ T* มีค่าเท่ากับค่าที่มากที่สุดในจำนวนค่าสังเกตอย่างน้อยที่ต้องใช้ในการพยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์เบื้องต้นทั้ง 3 วิธี แต่หากจำนวนค่าสังเกตทั้งหมดในตารางข้อมูลราคาสินค้าลบด้วย T* มีค่ามากกว่า 30 ก็จะกำหนดให้ T* มีค่าเท่ากับจำนวนค่าสังเกตทั้งหมดลบด้วย 30 แทน เพื่อจำกัดจำนวนครั้งในการจำลองสถานการณ์การพยากรณ์ไม่ให้เกิน 30 ครั้ง การทำการพยากรณ์ของระบบจะได้ไม่ใช้เวลามากอย่างไม่มีขอบเขต

การกำหนดจำนวนครั้งในการจำลองสถานการณ์การพยากรณ์ให้ไม่เกิน 30 ครั้งนี้ เนื่องจากโดยปกติจำนวนค่าสังเกต 30 ค่าถือว่าเป็นจำนวนตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่ในทางสถิติ อีกทั้งยังเป็นขนาดที่เหมาะสมในการทำการวิเคราะห์การถดถอยด้วย

จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการจำลองสถานการณ์การพยากรณ์ทั้ง 3 วิธีมาจำแนกตามช่วงเวลาล่วงหน้า

ในแต่ละช่วงเวลาล่วงหน้าที่ทำการพยากรณ์ นำผลการพยากรณ์ของทั้ง 3 วิธี มาทำการทดสอบการข่มกันของวิธีการพยากรณ์ หากพบว่ามีวิธีการพยากรณ์ใดสามารถข่มวิธีการพยากรณ์อื่นได้ ก็จะนำผลการพยากรณ์ของวิธีการนั้นมาใช้เป็นผลการพยากรณ์ของช่วงเวลาล่วงหน้านั้น แต่หากพบว่าไม่มีวิธีการพยากรณ์วิธีใดที่สามารถข่มวิธีการพยากรณ์อื่นได้ ก็จะนำผลการพยากรณ์เบื้องต้นทุกวิธีมาทำการผสานการพยากรณ์ โดยการผสานการพยากรณ์ที่นำมาใช้มี 3 วิธี ได้แก่ การถัวเฉลี่ยแบบง่าย การถ่วงน้ำหนักโดยคิดเป็นสัดส่วนผกผันกับผลรวมกำลังสองของความคลาดเคลื่อน และการถ่วงน้ำหนักโดยพิจารณาจากการวิเคราะห์การถดถอย จากนั้นนำผลที่ได้จากการผสานการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธีมาเปรียบเทียบกันโดยใช้วิธีรีเคอร์ซีฟครอสวาลิเดชัน แล้วเลือกผลการพยากรณ์ของการผสานวิธีการพยากรณ์ที่ให้ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองในการพยากรณ์จากการทำรีเคอร์ซีฟครอสวาลิเดชันต่ำที่สุดมาเป็นผลการพยากรณ์ของช่วงเวลาล่วงหน้านั้น ทำเช่นนี้เรื่อยไปจนครบทุกช่วงเวลาล่วงหน้าที่ต้องการพยากรณ์

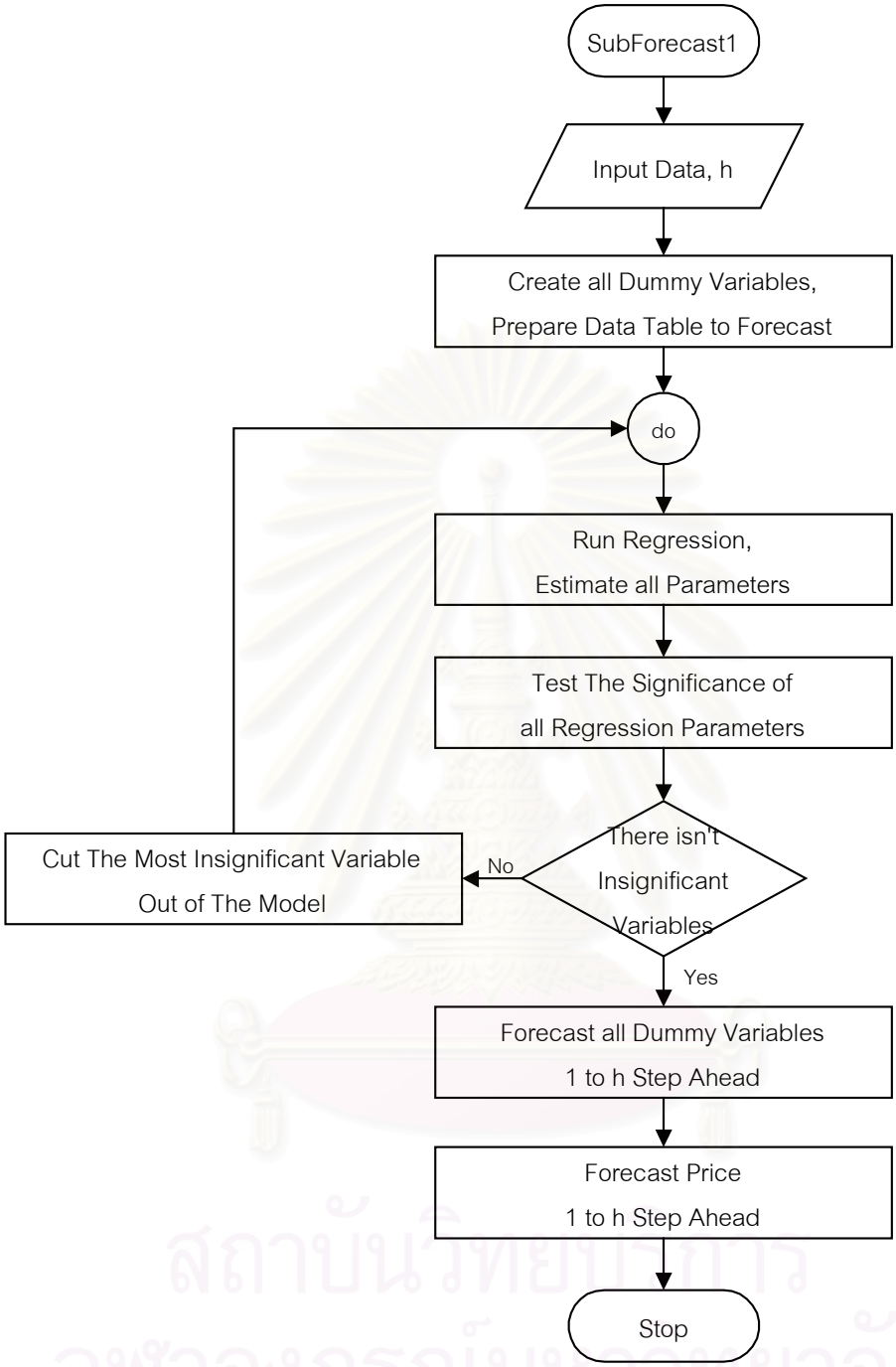
เมื่อได้ผลการพยากรณ์ของทุกช่วงเวลาล่วงหน้าแล้ว ก็จะทำการแสดงผลการพยากรณ์ออกทางหน้าจอ

โดยการทำงานของระบบจะแบ่งออกเป็นโมดูลย่อยที่สำคัญ 6 โมดูล ได้แก่

3.2.1 โมดูลการพยากรณ์ด้วยวิธีการจำแนกส่วนประกอบของอนุกรมเวลา

การทำงานของโมดูลการพยากรณ์ด้วยวิธีการจำแนกส่วนประกอบของอนุกรมเวลาสามารถเขียนเป็นผังงานได้ดังรูปที่ 3.3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.3 โมดูลการพยากรณ์ด้วยวิธีการจำแนกส่วนประกอบของอนุกรมเวลา

โดย Data คือ ตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรที่ต้องการทำการพยากรณ์

จากรูปที่ 3.3 การทำงานของโมดูลการพยากรณ์ด้วยวิธีการจำแนกส่วนประกอบของอนุกรมเวลาจะเริ่มจากการนำเข้าตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรและจำนวนช่วงเวลาล่วงหน้าที่ต้องการพยากรณ์ด้วยโมดูลนี้ ซึ่งในที่นี้สมมติให้มีค่าเท่ากับ h

สร้างตัวแปรหุ่นทั้งหมดที่จะนำมาใช้ในการพยากรณ์จากตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรที่นำเข้ามา ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. สร้างตัวแปรหุ่นสำหรับเวลา $(TIME)$ โดยกำหนดให้มีค่าเท่ากับลำดับที่ของค่าสังเกต เช่น ค่าสังเกตแรกสุดของข้อมูลนำเข้าก็จะมีค่าตัวแปรหุ่นสำหรับเวลาเท่ากับ 1 เป็นต้น

2. คำนวณตัวแปรหุ่นสำหรับเวลายกกำลังสอง $\left(TIME^2\right)$ โดยการนำค่าตัวแปรหุ่นสำหรับเวลาของค่าสังเกตนั้นมายกกำลังสอง

3. สร้างตัวแปรหุ่นสำหรับฤดูกาล $\left(SD_i\right)$ โดยการสร้างตัวแปรหุ่นสำหรับฤดูกาล มีขั้นตอนดังนี้

1) ตรวจสอบข้อมูลในตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรว่ามีตัวแปร Season อยู่ในนั้นหรือไม่ ถ้ามีก็จะนำมาใช้เป็นข้อมูลสร้างตัวแปรหุ่นสำหรับฤดูกาลเพื่อใช้ในการพยากรณ์ แต่ถ้าไม่มีก็จะทำการสร้างตัวแปร Season ขึ้นมา แล้วกำหนดให้มีค่าเป็นตัวเลขเรียงลำดับตั้งแต่ 1 ถึง 12 ดังตัวอย่าง จากตารางที่ 3.1 เป็นตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรที่มีเฉพาะข้อมูลหลักซึ่งไม่มีตัวแปร Season และมีค่าสังเกตจำนวน n ค่า เมื่อนำมาสร้างตัวแปรหุ่นสำหรับเวลา, ตัวแปรหุ่นสำหรับเวลายกกำลังสอง และตัวแปร Season แล้ว จะได้ตารางที่มีลักษณะตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 การสร้างตัวแปรหุ่นสำหรับเวลา, ตัวแปรหุ่นสำหรับเวลายกกำลังสอง และตัวแปร Season จากตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรที่ไม่มีตัวแปร Season

TIME	$TIME^2$	Season
1	1	1
2	4	2
3	9	3
4	16	4
5	25	5
6	36	6
7	49	7
8	64	8
9	81	9
10	100	10
11	121	11
12	144	12

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.4 การสร้างตัวแปรหุ่นสำหรับเวลา, ตัวแปรหุ่นสำหรับเวลายกกำลังสอง และตัวแปร Season จากตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรที่ไม่มีตัวแปร Season (ต่อ)

TIME	$TIME^2$	Season
13	169	1
…	…	…
n	n^2	S_n

ในกรณีตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรที่นำเข้ามามีตัวแปร Season ก็จะมีตัวแปรหุ่นสำหรับเวลา และตัวแปรหุ่นสำหรับเวลายกกำลังสองเช่นเดียวกัน เพียงแต่ตัวแปร Season ของค่าสังเกตแต่ละตัวจะมีค่าเท่ากับตัวแปร Season ที่นำเข้ามา

2) นำค่าของตัวแปร Season มาใช้สร้างตัวแปรหุ่นสำหรับฤดูกาล โดยตัวแปรหุ่นสำหรับฤดูกาลของข้อมูลแต่ละชุดจะมีจำนวนเท่ากับ ค่าสูงสุดของตัวแปร Season ลบด้วย 1 ทั้งนี้เนื่องจากการวิเคราะห์การถดถอยจะเป็นแบบมีค่าพารามิเตอร์จุดตัดแกนตั้ง จึงต้องมีจำนวนตัวแปรหุ่นสำหรับฤดูกาลน้อยกว่าจำนวนฤดูกาล 1 ตัว จากนั้นกำหนดค่าให้กับตัวแปรหุ่นสำหรับฤดูกาลแต่ละตัว ดังนี้

- ถ้าค่าของตัวแปร Season ของค่าสังเกตนั้นมีค่าเท่ากับ 1 จะกำหนดให้ค่าของตัวแปรหุ่นสำหรับฤดูกาลทุกตัวของค่าสังเกตนั้นมีค่าเท่ากับ 0
- ถ้าค่าของตัวแปร Season ของค่าสังเกตนั้นมีค่าไม่เท่ากับ 1 จะกำหนดให้ค่าของตัวแปรหุ่นสำหรับฤดูกาลที่ Season – 1 ของค่าสังเกตนั้นมีค่าเท่ากับ 1 ส่วนตัวแปรหุ่นสำหรับฤดูกาลอื่นของค่าสังเกตนั้นจะกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 0

จากตารางที่ 3.4 หากนำค่าของตัวแปร Season มาใช้สร้างตัวแปรหุ่นฤดูกาลจะได้ตัวแปรหุ่นทั้งหมดสำหรับใช้ในการพยากรณ์โดยวิธีการจำแนกส่วนประกอบของอนุกรมเวลา ดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 การสร้างตัวแปรหุ่นสำหรับเวลา, ตัวแปรหุ่นสำหรับเวลายกกำลังสอง และตัวแปรหุ่นสำหรับฤดูกาล เพื่อใช้ในการพยากรณ์โดยวิธีการจำแนกส่วนประกอบของอนุกรมเวลา

TIME	$TIME^2$	SD_1	SD_2	SD_3	SD_4	SD_5	SD_6	SD_7	SD_8	SD_9	SD_{10}	SD_{11}
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	16	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ 3.5 การสร้างตัวแปรหุ่นสำหรับเวลา, ตัวแปรหุ่นสำหรับเวลายกกำลังสอง และตัวแปรหุ่นสำหรับฤดูกาล เพื่อใช้ในการพยากรณ์โดยวิธีการจำแนกส่วนประกอบของอนุกรมเวลา (ต่อ)

TIME	$TIME^2$	SD_1	SD_2	SD_3	SD_4	SD_5	SD_6	SD_7	SD_8	SD_9	SD_{10}	SD_{11}
5	25	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
6	36	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
7	49	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
8	64	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
9	81	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
10	100	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
11	121	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
12	144	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
13	169	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
n	n^2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

เมื่อสร้างตัวแปรหุ่นที่จะนำมาใช้พยากรณ์ได้ครบทุกตัวแล้วก็จะนำค่าตัวแปรหุ่นทั้งหมดมาทำการวิเคราะห์การถดถอยเทียบกับราคาสินค้าเกษตร โดยสมการการถดถอยที่ใช้จะมีสูตรดังนี้

$$Price_t = a + bTIME_t + cTIME_t^2 + \sum_{i=1}^{s} d_i SD_{it} + \hat{\varepsilon}_t$$

โดย $Price_t$ คือ ราคาสินค้าเกษตร ณ ช่วงเวลา t

$TIME_t$ คือ ตัวแปรหุ่นสำหรับเวลา ณ เวลา t

$TIME_t^2$ คือ ตัวแปรหุ่นสำหรับเวลายกกำลังสอง ณ เวลา t

SD_{it} คือ ตัวแปรหุ่นสำหรับฤดูกาลที่ i ณ เวลา t

$\hat{\varepsilon}_t$ คือ ค่าประมาณของค่าความคลาดเคลื่อนที่เป็นไปตามกระบวนการ ARMA(p,q)

p คือ ดีกรีของกระบวนการอัตถดถอย (AR)

q คือ ดีกรีของกระบวนการค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (MA)

a คือ ตัวประมาณของพารามิเตอร์จุดตัดแกนตั้ง

b คือ ค่าประมาณของพารามิเตอร์สัมประสิทธิ์หน้าตัวแปรหุ่นสำหรับเวลา

c คือ ค่าประมาณของพารามิเตอร์สัมประสิทธิ์หน้าตัวแปรหุ่นสำหรับเวลายกกำลังสอง

d_i คือ ค่าประมาณของพารามิเตอร์สัมประสิทธิ์หน้าตัวแปรหุ่นสำหรับฤดูกาลที่ i

การวิเคราะห์การถดถอยใช้วิธีการคัดเลือกตัวแปรเข้าแบบจำลองแบบแบ็คเวิร์ด (Backward Elimination) ซึ่งจะเริ่มต้นการวิเคราะห์การถดถอยโดยใส่ตัวแปรทั้งหมดที่ต้องการใช้ในการพยากรณ์ลงในสมการ ทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ และทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระทุกตัวกับตัวแปรตามด้วยตัวทดสอบทางสถิติ t (t-Test) หากพบว่าตัวแปรใดไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติกับตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญมากที่สุดก็จะกำจัดตัวแปรนั้นออกไปจากสมการ แล้วทำการวิเคราะห์การถดถอย ประมาณค่าพารามิเตอร์ และทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระทุกตัวที่เหลืออยู่กับตัวแปรตามใหม่ กำจัดตัวแปรที่ไม่เกี่ยวข้องออกไปทีละตัวจนกระทั่งเหลือแต่ตัวแปรที่ทดสอบแล้วว่ามีความสัมพันธ์ทางสถิติกับตัวแปรตาม ก็จะได้สมการการถดถอยพร้อมค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่จะนำมาใช้เป็นสมการพยากรณ์

โดยในการพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรนั้นต้องทำการพยากรณ์ค่าตัวแปรหุ่นที่ใช้ในสมการพยากรณ์ล่วงหน้าไป 1 ถึง h ช่วงเวลาเสียก่อน

การพยากรณ์ค่าของตัวแปรหุ่นแต่ละตัวมีวิธีดังนี้

1. การพยากรณ์ค่าของตัวแปรหุ่นสำหรับเวลา ทำโดยการเพิ่มค่าตัวแปรหุ่นไปตามลำดับของค่าสังเกต

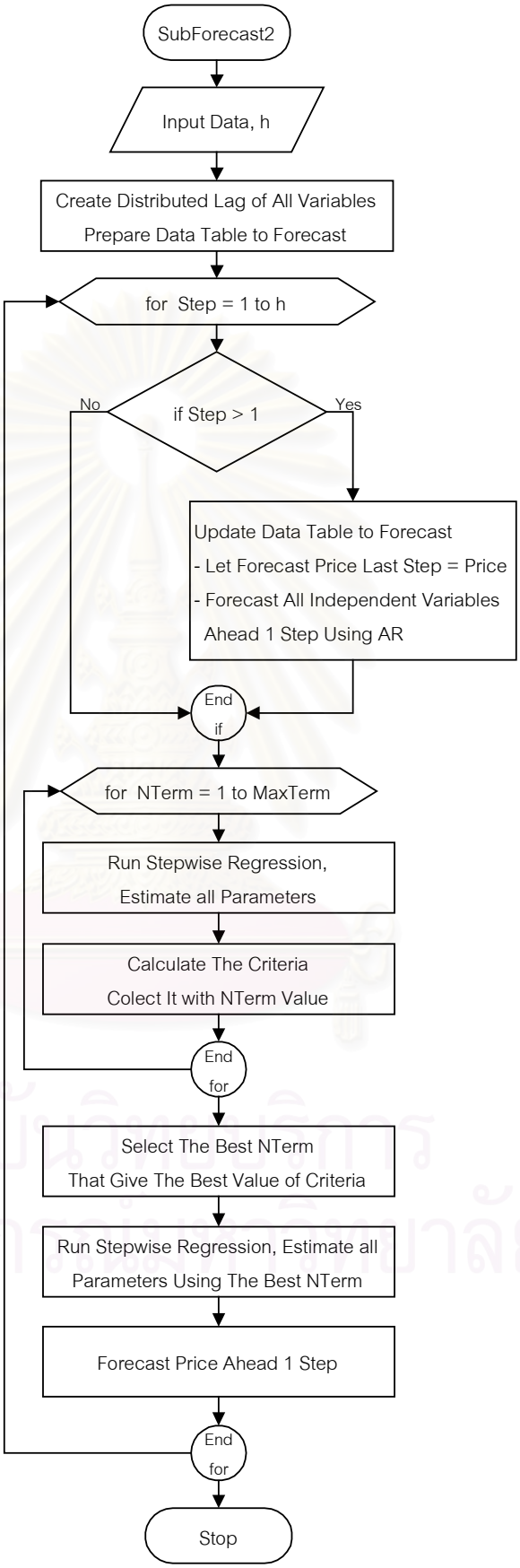
2. การพยากรณ์ค่าของตัวแปรหุ่นสำหรับเวลายกกำลังสอง ทำโดยการนำค่าของตัวแปรหุ่นสำหรับเวลาของค่าสังเกตนั้นมายกกำลังสอง

3. การพยากรณ์ค่าของตัวแปรหุ่นสำหรับฤดูกาล ทำโดยกำหนดให้มีค่าเท่ากับค่าของตัวแปรหุ่นสำหรับฤดูกาลนั้นในอดีตเมื่อ 12 ช่วงเวลาที่ผ่านมา

เมื่อพยากรณ์ตัวแปรหุ่นทุกตัวล่วงหน้าไป 1 ถึง h ช่วงเวลาแล้ว นำค่าของตัวแปรหุ่นที่พยากรณ์ได้นั้นไปแทนค่าลงในสมการพยากรณ์ ก็จะได้ค่าพยากรณ์ของราคาสินค้าเกษตรล่วงหน้า 1 ถึง h ช่วง

3.2.2 โมดูลการพยากรณ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบหลายตัวแปร

การทำงานของโมดูลการพยากรณ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบหลายตัวแปรสามารถเขียนเป็นผังงานได้ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 โมดูลการพยากรณ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบหลายตัวแปร

โดย NTerm คือ จำนวนตัวแปรล้าหลังในสมการการถดถอยของตัวแปรแต่ละตัว

MaxTerm คือ จำนวนสูงสุดของจำนวนตัวแปรล้าหลังในสมการการถดถอยของตัวแปรแต่ละตัวที่ทำการทดลองวิเคราะห์การถดถอย โดยในการวิจัยนี้กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 5

จากรูปที่ 3.4 การทำงานของโมดูลการพยากรณ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบหลายตัวแปรจะเริ่มจากการนำเข้าตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรและจำนวนช่วงเวลาล่วงหน้าที่ต้องการพยากรณ์ด้วยโมดูลนี้ ซึ่งในที่นี้สมมติให้มีค่าเท่ากับ h

ทำการอ่านชื่อตัวแปรจากแถวบนสุดของตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตร แล้วคัดเลือกเฉพาะตัวแปร Price กับตัวแปรอิสระอื่น ๆ เพื่อเก็บไว้ใช้ทำการพยากรณ์ โดยตัดตัวแปร Date และ Season (ถ้ามี) ออกจากตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตร ดังตัวอย่าง

จากตารางที่ 3.1 ตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรที่มีเฉพาะข้อมูลหลัก หากทำการคัดเลือกแล้วก็จะเหลือเพียงตัวแปร Price ตัวแปรเดียว ดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 ตารางที่คัดเลือกเฉพาะตัวแปรจากตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรที่มีเฉพาะข้อมูลหลัก

Price
P1
P2
P3
…
Pn

แต่หากตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรมีทั้งตัวแปรหลักและตัวแปรเสริมดังตัวอย่างในตารางที่ 3.2 เมื่อทำการคัดเลือกแล้วจะได้ผลลัพธ์ดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 ตารางที่คัดเลือกเฉพาะตัวแปรจากตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรที่มีทั้งข้อมูลหลักและข้อมูลเสริม

Price	X
P1	X1
P2	X2
P3	X3
…	…

ตารางที่ 3.7 ตารางที่คัดเลือกเฉพาะตัวแปรจากตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรที่มีทั้งข้อมูลหลักและข้อมูลเสริม (ต่อ)

Price	X
Pn	Xn

นำตารางข้อมูลที่เลือกเฉพาะตัวแปรแล้วมาสร้างตารางใหม่ชื่อ ArrayLagWithVars ซึ่งประกอบด้วยตัวแปรที่คัดเลือกแล้วกับตัวแปรล้าหลังจำนวน 5 ตัว (เท่ากับค่าของตัวแปร MaxTerm) ของตัวแปรแต่ละตัวรวมอยู่ในตารางเดียวกัน ยกตัวอย่างเช่น หากตารางข้อมูลที่เลือกเฉพาะตัวแปรมีตัวแปร Price เพียงตัวเดียวและมีค่าสังเกตจำนวน n ค่า ดังตารางที่ 3.6 ตาราง ArrayLagWithVars ก็จะประกอบด้วยตัวแปร Price, LagPrice1, LagPrice2, LagPrice3, LagPrice4, LagPrice5 ดังแสดงในตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 ตาราง ArrayLagWithVars กรณีตารางที่คัดเลือกเฉพาะตัวแปรมีตัวแปร Price ตัวเดียว

Price	LagPrice1	LagPrice2	LagPrice3	LagPrice4	LagPrice5
P1	-	-	-	-	-
P2	P1	-	-	-	-
P3	P2	P1	-	-	-
P4	P3	P2	P1	-	-
P5	P4	P3	P2	P1	-
…	…	…	…	...	…
Pn	P(n-1)	P(n-2)	P(n-3)	P(n-4)	P(n-5)

แต่หากตารางข้อมูลที่เลือกเฉพาะตัวแปรมีตัวแปรอื่นด้วย เช่นในตารางที่ 3.7 มีตัวแปร 2 ตัวคือ Price และ X ตาราง ArrayLagWithVars จะประกอบด้วยตัวแปร Price, LagPrice1, LagPrice2, LagPrice3, LagPrice4, LagPrice5, X, LagX1, Lag X 2, Lag X 3, Lag X 4, Lag X 5 เป็นต้น ดังแสดงในตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 ตาราง ArrayLagWithVars กรณีตารางที่คัดเลือกเฉพาะตัวแปรมีตัวแปร 2 ตัว

Price	Lag Price 1	Lag Price 2	Lag Price 3	Lag Price 4	Lag Price 5	X	Lag X 1	Lag X 2	Lag X 3	Lag X 4	Lag X 5
P1	-	-	-	-	-	X1	-	-	-	-	-
P2	P1	-	-	-	-	X2	X1	-	-	-	-
P3	P2	P1	-	-	-	X3	X2	X1	-	-	-
P4	P3	P2	P1	-	-	X4	X3	X2	X1	-	-
P5	P4	P3	P2	P1	-	X5	X4	X3	X2	X1	-
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
Pn	P(n-1)	P(n-2)	P(n-3)	P(n-4)	P(n-5)	Xn	X(n-1)	X(n-2)	X(n-3)	X(n-4)	X(n-5)

นำตาราง ArrayLagWithVars มาใช้เป็นตารางเริ่มต้นสำหรับทำการพยากรณ์ โดยจะทำการพยากรณ์ล่วงหน้าครั้งละ 1 ช่วงเวลา

การพยากรณ์ในแต่ละช่วงเวลาล่วงหน้า หากเป็นช่วงเวลาแรก จะใช้ข้อมูลตัวแปรจากตาราง ArrayLagWithVars มาทำการวิเคราะห์การถดถอย ซึ่งใช้วิธีคัดเลือกตัวแปรเข้าแบบจำลองด้วยวิธีสเต็บไวส์ (Stepwise Method) โดยสมการการถดถอยที่ใช้จะมีสูตรดังนี้

$$Price_t = a + \sum_{i=1}^{NTerm} b_i Price_{t-i} + \sum_{k=1}^{NK} \sum_{j=1}^{NTerm} c_{kj} x_{k,t-j}$$

โดย $Price_t$ คือ ราคาสินค้าเกษตร ณ ช่วงเวลา t

$Price_{t-i}$ คือ ตัวแปรล้าหลังลำดับที่ i ของราคาสินค้าเกษตร ซึ่งเท่ากับค่าของราคาสินค้าเกษตร ณ ช่วงเวลา $t-i$

$x_{k,t-j}$ คือ ตัวแปรล้าหลังลำดับที่ i ของตัวแปรอิสระที่มีผลกระทบต่อราคาสินค้าเกษตรตัวที่ k ซึ่งเท่ากับค่าของตัวแปรอิสระตัวที่ k ณ เวลา $t-j$

$NTerm$ คือ จำนวนตัวแปรล้าหลังในสมการการถดถอยของตัวแปรแต่ละตัว

NK คือ จำนวนตัวแปรอิสระที่มีผลกระทบต่อราคาสินค้าเกษตร

a คือ ตัวประมาณของพารามิเตอร์จุดตัดแกนตั้ง

b_i คือ ค่าประมาณของพารามิเตอร์สัมประสิทธิ์หน้าตัวแปรล้าหลังลำดับที่ i ของราคาสินค้าเกษตร

c_{ki} คือ ค่าประมาณของพารามิเตอร์สัมประสิทธิ์หน้าตัวแปรล้าหลังลำดับที่ i ของตัวแปรอิสระที่มีผลกระทบต่อราคาสินค้าเกษตรตัวที่ k

ทำการวิเคราะห์การถดถอยที่จำนวนตัวแปรล้าหลังในสมการการถดถอยของตัวแปรแต่ละตัวหรือ NTerm มีค่าต่าง ๆ กัน ตั้งแต่ 1 ถึง MaxTerm ซึ่งในการวิจัยนี้กำหนดให้ MaxTerm มีค่าเท่ากับ 5 ตัว ทำการประมาณค่าพารามิเตอร์และคำนวณเกณฑ์สำหรับคัดเลือกแบบจำลอง ซึ่งในการวิจัยนี้จะเลือกใช้เกณฑ์ AIC สำหรับแต่ละค่าของ NTerm เก็บไว้

เมื่อทำการวิเคราะห์การถดถอยจนครบทุกค่าของ NTerm แล้ว นำเกณฑ์การคัดเลือกแบบจำลองของ NTerm แต่ละค่าที่คำนวณไว้มาเปรียบเทียบกัน เพื่อหาค่า NTerm ที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งก็คือค่า NTerm ที่ทำให้ค่าเกณฑ์คัดเลือกแบบจำลองมีค่าต่ำที่สุด

จากนั้นทำการวิเคราะห์การถดถอยอีกครั้งโดยใช้ค่า NTerm ที่เหมาะสมที่สุด ประมาณค่าพารามิเตอร์ แล้วนำสมการการถดถอยนี้มาใช้พยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรล่วงหน้าไป 1 ช่วงเวลา

การพยากรณ์ในช่วงเวลาล่วงหน้าต่อไป จะเริ่มจากทำการเพิ่มข้อมูลในตาราง ArrayLagWithVars ล่วงหน้าไปอีกหนึ่งช่วงเวลา โดยหากเป็นตัวแปร Price จะใช้ค่าพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรของช่วงเวลาล่วงหน้าที่ผ่านมาแทนที่ตัวแปร Price ในช่วงเวลาต่อไป สำหรับตัวแปรอิสระอื่นจะใช้การพยากรณ์ด้วยวิธีอัตถดถอย (Autoregressive) คือการพยากรณ์โดยใช้เฉพาะข้อมูลในอดีตของตัวแปรมาเป็นตัวอธิบายพฤติกรรมของตัวแปรนั้น แล้วนำค่าพยากรณ์มาแทนที่ค่าของตัวแปรนั้นในช่วงเวลาต่อไปดังตัวอย่าง จากตารางที่ 3.9 เมื่อเพิ่มข้อมูลในตาราง ArrayLagWithVars แล้วจะได้ผลลัพธ์ดังแสดงในตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 ตาราง ArrayLagWithVars ที่ทำการเพิ่มข้อมูลล่วงหน้าไป 1 ช่วงเวลา

Price	Lag Price 1	Lag Price 2	Lag Price 3	Lag Price 4	Lag Price 5	X	Lag X 1	Lag X 2	Lag X 3	Lag X 4	Lag X 5
P1	-	-	-	-	-	X1	-	-	-	-	-
P2	P1	-	-	-	-	X2	X1	-	-	-	-
P3	P2	P1	-	-	-	X3	X2	X1	-	-	-
P4	P3	P2	P1	-	-	X4	X3	X2	X1	-	-
P5	P4	P3	P2	P1	-	X5	X4	X3	X2	X1	-
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…

ตารางที่ 3.10 **ตาราง** ArrayLagWithVars **ที่ทำการเพิ่มข้อมูลล่วงหน้าไป** 1 **ช่วงเวลา (ต่อ)**

Price	Lag Price 1	Lag Price 2	Lag Price 3	Lag Price 4	Lag Price 5	X	Lag X 1	Lag X 2	Lag X 3	Lag X 4	Lag X 5
Pn	P(n-1)	P(n-2)	P(n-3)	P(n-4)	P(n-5)	Xn	X(n-1)	X(n-2)	X(n-3)	X(n-4)	X(n-5)
FP(n+1)	Pn	P(n+1)	P(n+2)	P(n+3)	P(n+4)	FX(n+1)	Xn	X(n+1)	X(n+2)	X(n+3)	X(n+4)

โดย FP(n+1) คือ ค่าพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรที่ได้จากช่วงเวลาล่วงหน้าที่ผ่านมา

FX(n+1) คือ ค่าพยากรณ์ของตัวแปร X ทีได้จากการพยากรณ์วิธีอัตถดถอย

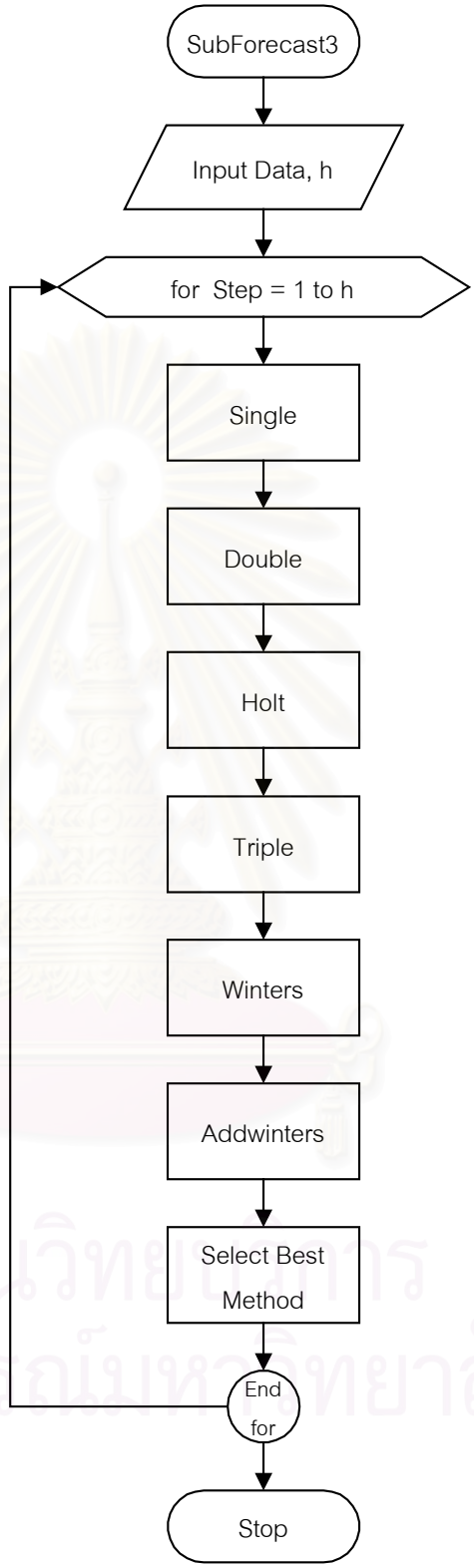
จากนั้นใช้ข้อมูลในตาราง ArrayLagWithVars ที่ทำการเพิ่มข้อมูลล่วงหน้าไป 1 ช่วงเวลานี้สำหรับทำการพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรโดยมีขั้นตอนเหมือนกับในช่วงเวลาล่วงหน้าแรก

ทำเช่นนี้จนครบทุกช่วงเวลาล่วงหน้าที่ต้องการพยากรณ์ จะได้ค่าพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรล่วงหน้า 1 ถึง h ช่วงเวลา

3.2.3 โมดูลการพยากรณ์ด้วยวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล

การทำงานของโมดูลการพยากรณ์ด้วยวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลสามารถเขียนเป็นผังงานได้ดังรูปที่ 3.5

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.5 โมดูลการพยากรณ์ด้วยวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากรูปที่ 3.5 การทำงานของโมดูลการพยากรณ์ด้วยวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลจะเริ่มจากการนำเข้าตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรและจำนวนช่วงเวลาล่วงหน้าที่ต้องการพยากรณ์ด้วยโมดูลนี้ ซึ่งในที่นี้สมมติให้มีค่าเท่ากับ h

การพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรจะทำทีละ 1 ช่วงเวลาล่วงหน้าหรือช่วงเวลาล่วงหน้า โดยในแต่ละช่วงเวลาล่วงหน้าจะทำการพยากรณ์โดยวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลทั้ง 6 วิธี ได้แก่ วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลครั้งเดียว, วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลสองครั้งของบราวน์, วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลสองพารามิเตอร์ของโฮลท์, วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลสามครั้งของบราวน์, วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณ และวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก แล้วนำเกณฑ์การคัดเลือกแบบจำลอง ซึ่งในที่นี้ใช้เกณฑ์ AIC ของแต่ละวิธีมาเปรียบเทียบกัน ถ้าวิธีใดมีค่าเกณฑ์การคัดเลือกแบบจำลองต่ำที่สุด ก็จะถือว่าเป็นวิธีปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่ดีที่สุด และจะใช้ผลการพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรของวิธีนั้นเป็นผลการพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรในช่วงเวลาล่วงหน้านั้น

ทำเช่นนี้จนครบทุกช่วงเวลาล่วงหน้าที่ต้องการพยากรณ์ จะได้ค่าพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรล่วงหน้า 1 ถึง h ช่วงเวลา

3.2.4 โมดูลการทดสอบการข่มกันของวิธีการพยากรณ์

การทดสอบการข่มกันของวิธีการพยากรณ์จะทำหลังจากทำการจำลองสถานการณ์การพยากรณ์และจำแนกข้อมูลตามช่วงเวลาล่วงหน้าหรือช่วงเวลาล่วงหน้าแล้ว ซึ่งจะได้ตารางข้อมูลที่มีลักษณะดังตารางที่ 3.11 ออกมาเป็นจำนวนเท่ากับจำนวนช่วงเวลาล่วงหน้าทั้งหมดที่ทำการพยากรณ์

ตารางที่ 3.11 ตารางที่ได้จากการจำลองสถานการณ์และจำแนกข้อมูลตามตามช่วงเวลาล่วงหน้า

Price	FORECASTSub1	FORECASTSub2	FORECASTSub3
P1	F11	F21	F31
P2	F12	F22	F32
P3	F13	F23	F33
…	…	…	…
Pi	F1i	F2i	F3i

โดย P1, P2, P3, …, Pi คือ ค่าสังเกตจริงของราคาสินค้าเกษตร ณ ช่วงเวลาการจำลองสถานการณ์การพยากรณ์ครั้งที่ 1, 2, 3, …, i ของช่วงเวลาล่วงหน้านั้น

F11, F12, F13, …, F1i คือ ค่าพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรสำหรับช่วงเวลาเดียวกันกับค่าสังเกต P1, P2, P3, …, Pi ตามลำดับ โดยใช้วิธีการจำแนกส่วนประกอบของอนุกรมเวลา

F21, F22, F23, …, F2i คือ ค่าพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรสำหรับช่วงเวลาเดียวกันกับค่าสังเกต P1, P2, P3, …, Pi ตามลำดับ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบหลายตัวแปร

F21, F22, F23, …, F2i คือ ค่าพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรสำหรับช่วงเวลาเดียวกันกับค่าสังเกต P1, P2, P3, …, Pi ตามลำดับ โดยใช้วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล

i คือ จำนวนครั้งในการจำลองสถานการณ์พยากรณ์ของช่วงเวลาล่วงหน้านั้น; i>=5

ในแต่ละช่วงเวลาล่วงหน้าการพยากรณ์ นำตารางข้อมูลที่ได้จากจำลองสถานการณ์การพยากรณ์มาทำการวิเคราะห์การถดถอยแบบผ่านจุดกำเนิด โดยสมการการถดถอยที่ใช้จะมีสูตรดังนี้

$$Price_t = aF1_t + bF2_t + cF3_t$$

โดย $Price_t$ คือ ค่าสังเกตที่เกิดขึ้นจริงของราคาสินค้าเกษตร ณ เวลา t

$F1_t$ คือ ค่าพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรสำหรับช่วงเวลา t ของวิธีการจำแนกส่วนประกอบของอนุกรมเวลา

$F2_t$ คือ ค่าพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรสำหรับช่วงเวลา t ของวิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบหลายตัวแปร

$F3_t$ คือ ค่าพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรสำหรับช่วงเวลา t ของวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล

a คือ พารามิเตอร์สัมประสิทธิ์หน้าค่าพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรของวิธีการจำแนกส่วนประกอบของอนุกรมเวลา

b คือ พารามิเตอร์สัมประสิทธิ์หน้าค่าพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรของ วิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบหลายตัวแปร

c คือ พารามิเตอร์สัมประสิทธิ์หน้าค่าพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรของวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล

จากนั้นทำการทดสอบโดยใช้ตัวทดสอบทางสถิติ F (F-Test) ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 ทำการทดสอบใน 3 กรณีคือ

1. ทดสอบว่าวิธีการจำแนกส่วนประกอบของอนุกรมเวลาสามารถข่มวิธีการพยากรณ์อื่นหรือไม่ โดยจะทำการทดสอบสมมติฐานหลัก (H_0) 3 ข้อ คือ $a=1$, $b=0$ และ $c=0$ หากผลการทดสอบยอมรับสมมติฐานหลักทั้ง 3 ประการ แสดงว่าวิธีการจำแนกส่วนประกอบของอนุกรมเวลาสามารถข่มวิธีการพยากรณ์อื่นได้ แต่หากผลการทดสอบมีการปฏิเสธสมมติฐานหลักแม้เพียงข้อเดียวจะถือว่าวิธีการจำแนกส่วนประกอบของอนุกรมเวลาไม่สามารถข่มวิธีการพยากรณ์อื่นได้

2. ทดสอบว่าวิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบหลายตัวแปรสามารถข่มวิธีการพยากรณ์อื่นหรือไม่ โดยจะทำการทดสอบสมมติฐานหลัก (H_0) 3 ข้อ คือ $a=0$, $b=1$ และ $c=0$ หากผลการทดสอบยอมรับสมมติฐานหลักทั้ง 3 ประการ แสดงว่าวิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบหลายตัวแปรสามารถข่มวิธีการพยากรณ์อื่นได้ แต่หากผลการทดสอบมีการปฏิเสธสมมติฐานหลักแม้เพียงข้อเดียวจะถือว่าวิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบหลายตัวแปรไม่สามารถข่มวิธีการพยากรณ์อื่นได้

3. ทดสอบว่าวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลสามารถข่มวิธีการพยากรณ์อื่นหรือไม่ โดยมีสมมติฐานหลักคือ $a=0$, $b=0$ และ $c=1$ หากผลการทดสอบยอมรับสมมติฐานหลักทั้ง 3 ประการ แสดงว่าวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลสามารถข่มวิธีการพยากรณ์อื่นได้ แต่หากผลการทดสอบมีการปฏิเสธสมมติฐานหลักแม้เพียงข้อเดียวจะถือว่าวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลไม่สามารถข่มวิธีการพยากรณ์อื่นได้

ผลการทดสอบทั้ง 3 กรณีนี้จะถูกสรุปออกมาว่ามีวิธีการพยากรณ์สามารถข่มวิธีการพยากรณ์อื่นได้หรือไม่ ถ้ามี วิธีการพยากรณ์นั้นคือวิธีใด

หมายเหตุ: ค่า a,b,c ที่ได้จากการประมาณค่าในสมการการถดถอยของการทดสอบการข่มกันของวิธีการพยากรณ์นี้จะเก็บไว้เผื่อใช้เป็นตัวถ่วงน้ำหนักในการผสานการพยากรณ์ต่อไป

3.2.5 โมดูลการผสานการพยากรณ์

หลังจากทำการทดสอบการข่มกันของวิธีการพยากรณ์แล้ว หากผลการทดสอบพบว่าไม่มีวิธีการพยากรณ์วิธีใดสามารถข่มวิธีการพยากรณ์อื่นได้ก็จะทำการผสานการพยากรณ์

การผสานการพยากรณ์เริ่มจากใช้ข้อมูลในตารางข้อมูลที่ได้จากการจำลองสถานการณ์การพยากรณ์ซึ่งมีลักษณะดังตารางที่ 3.11 มาทำการคำนวณเพื่อหาค่าพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรจากการผสานการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ได้แก่

3.2.5.1 การถัวเฉลี่ยแบบง่าย

มีสูตรในการคิดค่าพยากรณ์ดังนี้

$$CF1_t = \frac{F1_t + F2_t + F3_t}{3}$$

โดย $CF1_t$ คือ ค่าพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรที่ได้จากการผสานการพยากรณ์วิธีการถัวเฉลี่ยแบบง่าย สำหรับเวลา t

$F1_t$ คือ ค่าพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรสำหรับเวลา t ของวิธีการจำแนกส่วนประกอบของอนุกรมเวลา

$F2_t$ คือ ค่าพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรสำหรับเวลา t ของวิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบหลายตัวแปร

$F3_t$ คือ ค่าพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรสำหรับเวลา t ของวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล

3.2.5.2 การถ่วงน้ำหนักโดยคิดเป็นสัดส่วนผกผันกับผลรวมของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง

มีสูตรในการคิดค่าพยากรณ์ดังนี้

$$CF2_t = \frac{\frac{1}{SSE_1}F1_t + \frac{1}{SSE_2}F2_t + \frac{1}{SSE_3}F3_t}{\frac{1}{SSE_1} + \frac{1}{SSE_2} + \frac{1}{SSE_3}}$$

โดย $CF2_t$ คือ ค่าพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรที่ได้จากการผสานการพยากรณ์วิธีการถ่วงน้ำหนักโดยคิดเป็นสัดส่วนผกผันกับผลรวมของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง สำหรับเวลา t

SSE_1 คือ ค่าผลรวมของความคลาดเคลื่อนกำลังสองของวิธีการจำแนกส่วนประกอบของอนุกรมเวลา

SSE_2 คือ ค่าผลรวมของความคลาดเคลื่อนกำลังสองของวิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบหลายตัวแปร

SSE_3 คือ ค่าผลรวมของความคลาดเคลื่อนกำลังสองของวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล

ซึ่งค่า SSE_1 , SSE_2 และ SSE_3 ที่ใช้ในการคำนวณนี้ สามารถหาได้จากสูตร

$$SSE_j = \sum_{t=1}^{i} \left(P_t - F_{jt} \right)^2$$

โดย SSE_j คือ ค่าผลรวมของความคลาดเคลื่อนกำลังสองวิธีการพยากรณ์ที่ j

P_t คือ ค่าสังเกตที่เกิดขึ้นจริงของราคาสินค้าเกษตร ณ เวลา t

F_{jt} คือ ค่าพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรสำหรับเวลา t ของวิธีการพยากรณ์ที่ j ; j =1, 2, 3

i คือ จำนวนครั้งในการจำลองสถานการณ์การพยากรณ์ของช่วงเวลาล่วงหน้านั้น

ซึ่งการคำนวณหาค่า SSE_j สามารถคำนวณได้โดยใช้ข้อมูลในตารางที่ได้จากการจำลองสถานการณ์การพยากรณ์ โดยมีวิธีดังแสดงในตารางที่ 3.12

ตารางที่ 3.12 ตารางแสดงวิธีการหาค่าผลรวมของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง

Price	FORECAST Sub1	FORECAST Sub2	FORECAST Sub3	e_{1t}^2	e_{2t}^2	e_{3t}^2
P1	F11	F21	F31	$(P1-F11)^2$	$(P1-F21)^2$	$(P1-F31)^2$
P2	F12	F22	F32	$(P2-F12)^2$	$(P2-F22)^2$	$(P2-F32)^2$
P3	F13	F23	F33	$(P3-F13)^2$	$(P3-F23)^2$	$(P3-F33)^2$
…	…	…	…	…	…	…
Pi	F1i	F2i	F3i	$(Pi-F1i)^2$	$(P1-F2i)^2$	$(P1-F3i)^2$
SSE_j =				$\sum_{t=1}^{i} e_{1t}^2$	$\sum_{t=1}^{i} e_{2t}^2$	$\sum_{t=1}^{i} e_{3t}^2$

โดย e_{jt} คือ ค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ของวิธีพยากรณ์ที่ j ณ เวลา t ซึ่ง $e_{jt} = p_t - F_{jt}$

3.2.5.3 การถ่วงน้ำหนักโดยพิจารณาจากการวิเคราะห์การถดถอย

มีสูตรในการคิดค่าพยากรณ์ดังนี้

$$CF3_t = \hat{a}F1_t + \hat{b}F2_t + \hat{c}F3_t$$

โดย $CF3_t$ คือ ค่าพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรที่ได้จากการผสานการพยากรณ์วิธีการถ่วงน้ำหนักโดยพิจารณาจากการวิเคราะห์การถดถอย สำหรับเวลา t

$\hat{a}$ คือ ค่าประมาณของสัมประสิทธิ์หน้าค่าพยากรณ์ของของวิธีการจำแนกส่วนประกอบของอนุกรมเวลา

$\hat{b}$ คือ ค่าประมาณของสัมประสิทธิ์หน้าค่าพยากรณ์ของวิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบหลายตัวแปร

$\hat{c}$ คือ ค่าประมาณของสัมประสิทธิ์หน้าค่าพยากรณ์ของวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล

ซึ่งค่า $\hat{a}$, $\hat{b}$ และ $\hat{c}$ ที่ใช้จะนำมาจากการวิเคราะห์การถดถอยและประมาณค่าพารามิเตอร์ในการทดสอบการข่มกันของวิธีพยากรณ์

3.2.6 โมดูลการคัดเลือกแบบจำลองด้วยวิธีรีเคอร์ซีฟครอสวาลิเดชัน

หลังจากทำการผสานวิธีการพยากรณ์ครบทั้ง 3 วิธีแล้ว จะทำการคัดเลือกค่าพยากรณ์ที่ดีที่สุดของแต่ละช่วงเวลาล่วงหน้าจากค่าพยากรณ์ที่ได้จากการผสานวิธีการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี โดยใช้วิธีรีเคอร์ซีฟครอสวาลิเดชัน

การทำรีเคอร์ซีฟครอสวาลิเดชันทำโดยนำข้อมูลที่ได้จากจำลองสถานการณ์การพยากรณ์ซึ่งมีลักษณะดังตารางที่ 3.11 มาทำการคำนวณหาค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง (Mean Squared Error: MSE) ของการผสานวิธีการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ซึ่งสามารถหาได้จากสูตร

$$MSE_{C_j} = \frac{1}{i}\sum_{t=1}^{i}\left(P_t - CF_{jt}\right)^2$$

โดย MSE_{C_j} คือ ค่าผลรวมของความคลาดเคลื่อนกำลังสองวิธีผสานวิธีการพยากรณ์ที่ j

P_t คือ ค่าสังเกตที่เกิดขึ้นจริงของราคาสินค้าเกษตร ณ เวลา t

CF_{jt} คือ ค่าพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรสำหรับเวลา t ที่ได้จากวิธีการผสานวิธีการพยากรณ์ที่ j ; j =1, 2, 3

i คือ จำนวนครั้งในการจำลองสถานการณ์การพยากรณ์ของช่วงเวลาล่วงหน้านั้น

ซึ่งการคำนวณหาค่า MSE_{C_j} มีวิธีดังแสดงในตารางที่ 3.13

ตารางที่ 3.13 ตารางแสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง

Price	Combine1	Combine2	Combine3	e_{C1t}^{2}	e_{C2t}^{2}	e_{C3t}^{2}
P1	CF11	CF21	CF31	$(P1-CF11)^2$	$(P1-CF21)^2$	$(P1-CF31)^2$
P2	CF12	CF22	CF32	$(P2-CF12)^2$	$(P2-CF22)^2$	$(P2-CF32)^2$
P3	CF13	CF23	CF33	$(P3-CF13)^2$	$(P3-CF23)^2$	$(P3-CF33)^2$
…	…	…	…	…	…	…
Pi	CF1i	CF2i	CF3i	$(Pi-CF1i)^2$	$(P1-CF2i)^2$	$(P1-CF3i)^2$
MSE_{C_1} =				$\frac{\sum_{t=1}^{i} e_{C1t}^2}{i}$	$\frac{\sum_{t=1}^{i} e_{C2t}^2}{i}$	$\frac{\sum_{t=1}^{i} e_{C3t}^2}{i}$

โดย e_{Cjt} คือ ค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ของวิธีการผสานการพยากรณ์ที่ j ณ เวลา t ซึ่ง $e_{Cjt} = p_t - F_{Cjt}$

เมื่อคำนวณได้ค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสองของการผสานวิธีการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธีแล้ว จะเลือกการผสานวิธีการพยากรณ์ที่มีค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อนกำลังสองต่ำที่สุด และใช้ค่าพยากรณ์ที่ได้จากการผสานวิธีการพยากรณ์วิธีนั้นมาเป็นค่าพยากรณ์ของช่วงเวลาล่วงหน้านั้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

การพัฒนาระบบ

ในบทนี้จะกล่าวถึงสภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาระบบและการพัฒนาระบบด้วยภาษาโปรแกรมเอสเอเอส

4.1 สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาระบบ ประกอบด้วย

4.1.1 สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาระบบในส่วนของฮาร์ดแวร์ (Hardware)

ฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ ประกอบด้วย

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล หน่วยประมวลผลเพนเทียมโฟร์ 1.8 กิกะเฮิรตซ์ (Pentium 4 1.8 GHz.)
2. หน่วยความจำหลัก (RAM) 512 เมกะไบต์ (512 MB)
3. ฮาร์ดดิสก์ (Harddisk) 80 กิกะไบต์ (80 GB)

4.1.2 สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการพัฒนาระบบในส่วนของซอฟต์แวร์ (Software)

ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ ประกอบด้วย

1. ระบบปฏิบัติการ (Operating system) ไมโครซอฟท์วินโดวส์เอ็กซ์พี โพรเฟชชันแนล (Microsoft Windows XP Professional)
2. พัฒนาระบบด้วยภาษาโปรแกรมเอสเอเอส (SAS Programming Language) โดยใช้โปรแกรมเอสเอเอสซิสเต็ม (SAS System) เวอร์ชัน 8.02 ซึ่งสามารถเรียกใช้งานในส่วนของเอสเอเอส/เบส (SAS/BASE), เอสเอเอส/สแตท (SAS/STAT), เอสเอเอส/อีทีเอส (SAS/ETS), เอสเอเอส/เอเอฟ (SAS/AF) และเอสเอเอส/กราฟ (SAS/GRAGH) ได้

4.2 การพัฒนาระบบด้วยภาษาโปรแกรมเอสเอเอส

ภาษาโปรแกรมเอสเอเอสเป็นภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมที่ใช้วิเคราะห์ทางสถิติซึ่งทำงานในสภาพแวดล้อมของโปรแกรมเอสเอเอสซิสเต็ม การเขียนโปรแกรมจะมีลักษณะเหมือนการเขียนสคริปต์สั่งให้โปรแกรมเอสเอเอสซิสเต็มทำงานหลายอย่างต่อ ๆ กัน ซึ่งการสั่งให้ทำงานแต่ละครั้งจะเรียกว่าสเต็บ (Step) โดยสเต็บแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

- ดาต้าสเต็บ (Data Step) เป็นสเต็บสำหรับจัดการกับข้อมูลที่ใช้ในโปรแกรม โดยโปรแกรมเอสเอเอสซิสเต็มจะทำงานกับข้อมูลที่อยู่ในรูปของดาต้าเซ็ต (DATA SET) ซึ่งมีลักษณะเป็นตารางที่เป็นไฟล์เฉพาะของเอสเอเอสเท่านั้น การจัดการกับข้อมูลที่สามารถทำได้โดยใช้ Data Step ได้แก่ การสร้างดาต้าเซ็ต การเพิ่มหรือลบตัวแปรหรือค่าสังเกตที่มีอยู่ในดาต้าเซ็ต และการคำนวณค่าของตัวแปรในดาต้าเซ็ต เป็นต้น
- พร็อคสเต็บ (Proc Step) เป็นสเต็บสำหรับเรียกใช้โพรซิเยอร์ (Procedure) ของเอสเอเอสที่มีอยู่แล้วเพื่อทำงานบางอย่างกับข้อมูลในดาต้าเซ็ต เช่น การวิเคราะห์ข้อมูล การเรียงลำดับข้อมูล หรือการพิมพ์ข้อมูลออกทางหน้าจอ เป็นต้น

ในการเขียนโปรแกรมแต่ละสเต็บจะต้องขึ้นต้นด้วยคำว่า Data หรือ Proc เพื่อระบุประเภทของสเต็บนั้น ๆ

นอกจากการเขียนโปรแกรมเป็นสเต็บเรียงต่อกันธรรมดาแล้ว ยังสามารถเขียนโปรแกรมเป็นมาโครฟังก์ชันที่มีการพาสค่าพารามิเตอร์และเรียกใช้งานมาโครฟังก์ชันอื่นภายในมาโครฟังก์ชันนั้นได้ ซึ่งในการพัฒนาระบบพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรอัตโนมัติโดยใช้วิธีทางเศรษฐมิตินี้ส่วนใหญ่จะใช้การเขียนโปรแกรมเป็นมาโครฟังก์ชันเพื่อแทนแต่ละโมดูลที่ได้ออกแบบไว้ในบทที่ 3

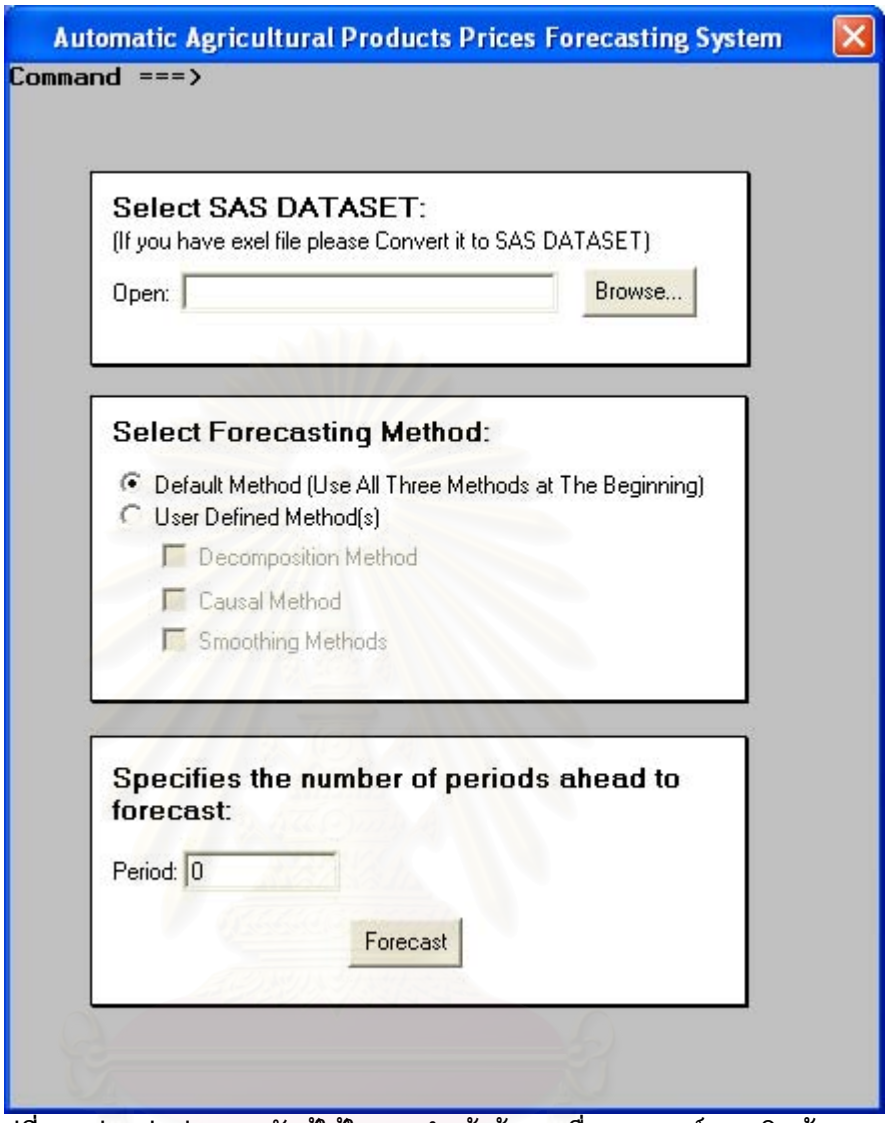
4.2.1 **การออกแบบและพัฒนาส่วนต่อประสานกับผู้ใช้** (User Interface)

ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ของระบบพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรอัตโนมัติโดยใช้วิธีทางเศรษฐมิติจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

4.2.1.1 ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ในการนำเข้าข้อมูล

ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ในการนำเข้าข้อมูลเพื่อพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรมีลักษณะดังรูปที่ 4.1

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.1 ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ในการนำเข้าข้อมูลเพื่อพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตร

ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ในการนำเข้าข้อมูลนี้ทำการพัฒนาโดยใช้โปรแกรมเอสเอเอสซิสเต็มในส่วนของเอสเอเอส/เอเอฟ โดยการพัฒนาจะทำเป็นเฟรม (Frame) และ SCL Code ซึ่งแยกต่างหากจากส่วนการแสดงผลข้อมูลและส่วนการพยากรณ์

4.2.1.2 ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ในการแสดงผลข้อมูล

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำงานของระบบจะเป็นดาต้าเซ็ต ซึ่งมีชื่อว่าตารางผลพยากรณ์ (Sasuser.ForecastOutput) มีลักษณะดังที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.3 การแสดงผลทางหน้าจอจะแสดงทั้งในรูปแบบกราฟและตาราง (ดูภาคผนวก ข ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบระบบ)

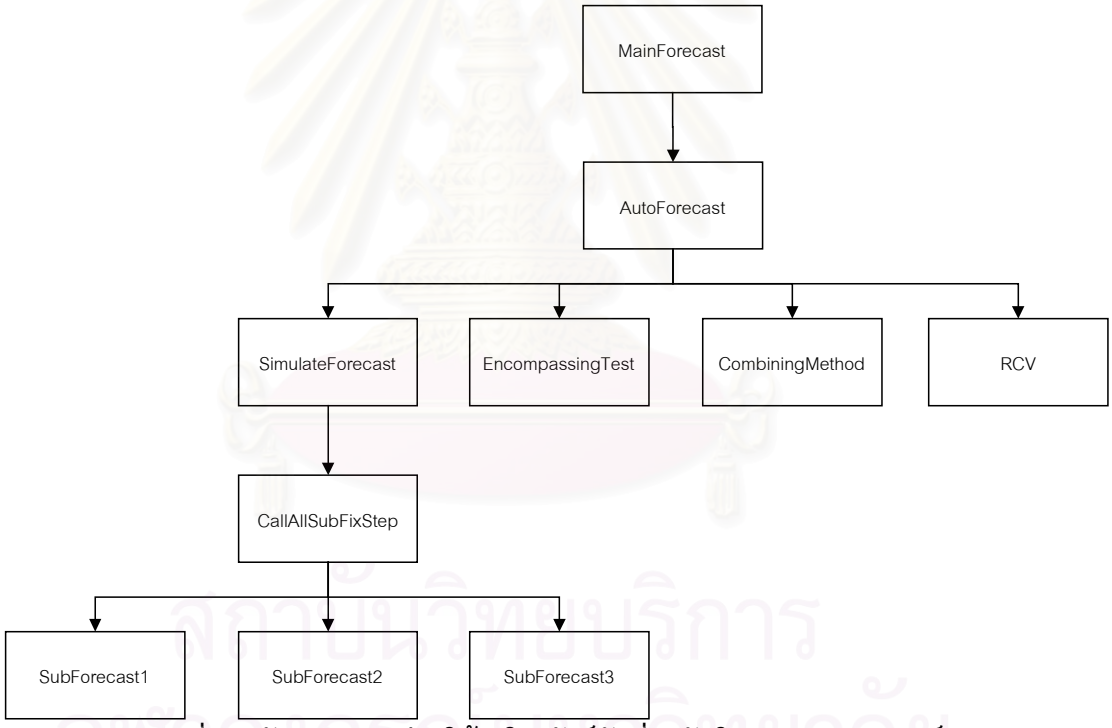
การแสดงผลในรูปแบบกราฟ ทำโดยเรียกใช้ proc gplot ซึ่งเป็นโพรซิเยอร์ที่อยู่ในส่วนของเอสเอเอส/กราฟ

การแสดงผลในรูปแบบตาราง ทำโดยเรียกใช้ proc print ซึ่งเป็นโพรซิเยอร์ที่อยู่ในส่วนของเอสเอเอส/เบส แสดงผลออกทางหน้าจอสำหรับแสดงผลลัพธ์ของเอสเอเอสซิสเต็ม

ในส่วนการแสดงผลข้อมูลทั้งในรูปแบบกราฟและตารางนี้ จะทำการพัฒนารวมอยู่ด้วยกันกับการพัฒนาส่วนการพยากรณ์

4.2.2 การพัฒนาส่วนการพยากรณ์

ในส่วนการพัฒนาส่วนการพยากรณ์นี้จะทำการอธิบายมาโครฟังก์ชันที่สำคัญตามลำดับการเรียกใช้ โดยการเรียกใช้มาโครฟังก์ชันมีลำดับการเรียกใช้ดังแสดงในรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 ผังแสดงการเรียกใช้มาโครฟังก์ชันที่สำคัญในส่วนการพยากรณ์ของระบบ

โดยมาโครฟังก์ชันที่สำคัญซึ่งอยู่ในรูปที่ 4.2 มีรายละเอียดดังนี้

4.2.2.1 มาโครฟังก์ชัน MainForecast

ทำหน้าที่ตรวจสอบข้อมูลนำเข้าและแสดงผลลัพธ์ของระบบ

การทำงานของมาโครฟังก์ชันนี้เริ่มจากตรวจสอบดาต้าเซ็ต MainData ที่รับเข้ามาจากส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ว่ามีจำนวนค่าสังเกตเพียงพอสำหรับทำการพยากรณ์ในจำนวนช่วงเวลาล่วงหน้าที่ต้องการทำการพยากรณ์ และมีตัวแปร Price กับ Date หรือไม่

หากตรวจสอบพบว่าดาต้าเซ็ตที่นำเข้ามามีจำนวนค่าสังเกตไม่เพียงพอหรือไม่มีตัวแปร Price หรือ Date ก็จะแจ้งให้ผู้ใช้ทราบผ่านทางหน้าจอบันทึกเหตุการณ์ (Log Window) ของโปรแกรมเอสเอเอสซิสเต็ม

แต่หากตรวจสอบแล้วว่าดาต้าเซ็ตที่นำเข้ามามีจำนวนค่าสังเกตเพียงพอและมีตัวแปร Price และ Date ก็จะทำการพยากรณ์โดยเรียกมาโครฟังก์ชัน AutoForecast เพื่อหาค่าพยากรณ์ที่ดีที่สุดของทุกช่วงเวลาล่วงหน้าในการพยากรณ์

จากนั้นทำการเรียกมาโครฟังก์ชัน PrintOutput และมาโครฟังก์ชัน PlotPraph เพื่อแสดงผลพยากรณ์ออกทางหน้าจอทั้งในรูปแบบตารางและกราฟ

4.2.2.2 มาโครฟังก์ชัน AutoForecast

ทำหน้าที่หาค่าพยากรณ์ที่ดีที่สุดของทุกช่วงเวลาล่วงหน้าในการพยากรณ์

การทำงานของมาโครฟังก์ชันนี้เริ่มจากการเรียกมาโครฟังก์ชัน SimulateForecast เพื่อทำการจำลองสถานการณ์การพยากรณ์

จากนั้นในแต่ละช่วงเวลาล่วงหน้าของการพยากรณ์ จะนำข้อมูลที่ได้จากมาโครฟังก์ชัน SimulateForecast ซึ่งเป็นดาต้าเซ็ตที่มีจำนวนเท่ากับจำนวนช่วงเวลาล่วงหน้าที่ต้องการพยากรณ์มาทำการทดสอบการข่มกันของวิธีการพยากรณ์โดยการเรียกมาโครฟังก์ชัน EncompassingTest ซึ่งจะให้ผลออกมาว่ามีวิธีการพยากรณ์ใดสามารถข่มวิธีการพยากรณ์อื่นได้หรือไม่

ถ้าผลออกมาว่าวิธีการจำแนกส่วนประกอบของอนุกรมเวลาสามารถข่มวิธีการพยากรณ์อื่นได้ ก็จะเรียกมาโครฟังก์ชัน SubForecast1 เพื่อทำการพยากรณ์โดยวิธีการจำแนกส่วนประกอบของอนุกรมเวลา แล้วนำผลที่ได้มาใช้เป็นค่าพยากรณ์ที่ดีที่สุดของช่วงเวลานั้น

ถ้าผลออกมาว่าวิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบหลายตัวแปรสามารถข่มวิธีการพยากรณ์อื่นได้ ก็จะเรียกมาโครฟังก์ชัน SubForecast2 เพื่อทำการพยากรณ์โดยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบหลายตัวแปร แล้วนำผลที่ได้มาใช้เป็นค่าพยากรณ์ที่ดีที่สุดของช่วงเวลานั้น

ถ้าผลออกมาว่าวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลสามารถข่มวิธีการพยากรณ์อื่นได้ ก็จะเรียกมาโครฟังก์ชัน SubForecast3 เพื่อทำการพยากรณ์โดยวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล แล้วนำผลที่ได้มาใช้เป็นค่าพยากรณ์ที่ดีที่สุดของช่วงเวลานั้น

และถ้าผลออกมาว่าไม่มีวิธีการพยากรณ์ใดสามารถข่มวิธีอื่นได้ จะทำการเรียกมาโครฟังก์ชัน CombiningMethod เพื่อทำการผสานการพยากรณ์ จากนั้นนำดาต้าเซ็ตผลลัพธ์ที่ได้จากการผสานการพยากรณ์มาทำการคัดเลือกแบบจำลองโดยวิธีรีเคอร์ซีฟครอสวาลิเดชันโดยการเรียกมาโครฟังก์ชัน RCV เมื่อได้ผลลัพธ์ออกมาเป็นวิธีการผสานการพยากรณ์ที่ดีที่สุดแล้วก็จะทำการเรียกมาโครฟังก์ชัน CallAllSubFixStep เพื่อทำการพยากรณ์ช่วงเวลาล่วงหน้านั้นใหม่โดยใช้ค่าสังเกตทั้งหมดที่มีอยู่ในดาต้าเซ็ต MainData ทำการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธีเบื้องต้น แล้วนำผลการพยากรณ์เบื้องต้นที่ได้ไปทำการผสานการพยากรณ์ด้วยวิธีการผสานการพยากรณ์ที่ได้เลือกแล้วโดยการเรียกมาโครฟังก์ชัน CombiningMethod อีกครั้งหนึ่ง แล้วเลือกเฉพาะผลของวิธีการผสานการพยากรณ์ซึ่งได้คัดเลือกแล้วด้วยวิธีรีเคอร์ซีฟคอร์สวาลิเดชันมาใช้เป็นค่าพยากรณ์ที่ดีที่สุดของช่วงเวลาล่วงหน้านั้น

เมื่อวนรอบครบทุกช่วงเวลาล่วงหน้าแล้ว นำค่าพยากรณ์ที่ดีที่สุดของแต่ละช่วงเวลาล่วงหน้ามารวมกัน ก็จะได้ดาต้าเซ็ตค่าพยากรณ์ที่ดีที่สุดออกมาเป็นผลลัพธ์ของมาโครฟังก์ชันนี้

4.2.2.3 มาโครฟังก์ชัน SimulateForecast

ทำหน้าที่จำลองสถานการณ์การพยากรณ์

การทำงานของมาโครฟังก์ชันนี้เริ่มจากการคำนวณหาจำนวนค่าสังเกตเริ่มต้นที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์ (T*)

จากนั้นนำดาต้าเซ็ต MainData มาทำการสร้างเป็นดาต้าเซ็ตใหม่ซึ่งมีค่าของข้อมูลคงเดิมแต่จำกัดจำนวนค่าสังเกตให้แตกต่างกัน โดยดาต้าเซ็ตใหม่จะมีจำนวนค่าสังเกตตั้งแต่ T* ไปจนถึง n-1 เมื่อ n เป็นจำนวนค่าสังเกตทั้งหมดที่มีอยู่ในดาต้าเซ็ต MainData

นำดาต้าเซ็ตที่สร้างขึ้นใหม่ทั้งหมดมาทำการพยากรณ์ด้วยวิธีพยากรณ์เบื้องต้นทั้ง 3 วิธี โดยเรียกมาโครฟังก์ชัน CallAllSubFixStep แล้วพยากรณ์ล่วงหน้าไป 1 ถึง h ช่วงเวลา

จากนั้นนำผลลัพธ์ที่ได้จากมาโครฟังก์ชัน CallAllSubFixStep มาจำแนกตามช่วงเวลาแล้วสร้างเป็นดาต้าเซ็ต 1 ดาต้าเซ็ตสำหรับ 1 ช่วงเวลาล่วงหน้า

จะได้ผลลัพธ์ของมาโครฟังก์ชันออกมาเป็นดาต้าเซ็ตจำนวนเท่ากับจำนวนช่วงเวลาล่วงหน้าทั้งหมดที่ต้องการทำการพยากรณ์

4.2.2.4 มาโครฟังก์ชัน EncompassingTest

ทำหน้าที่ทดสอบการข่มกันของวิธีการพยากรณ์

การทำงานของมาโครฟังก์ชันนี้เริ่มจากใช้ข้อมูลที่อยู่ในดาต้าเซ็ตซึ่งได้จากการจำลองสถานการณ์การพยากรณ์โดยใช้มาโครฟังก์ชัน SimulateForecast มาทำการวิเคราะห์การถดถอยของค่าพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรจากวิธีการพยากรณ์ต่าง ๆ เทียบกับราคาสินค้าเกษตรที่เกิดขึ้นจริงแบบผ่านจุดกำเนิดโดยใช้ proc req ซึ่งเป็นโพรซิเยอร์ที่อยู่ในส่วนของเอสเอเอส/สแตท

จากนั้นนำค่าสัมประสิทธิ์หน้าค่าพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรของวิธีการพยากรณ์แต่ละวิธีมาทำการทดสอบการข่มกันของวิธีการพยากรณ์โดยใช้ตัวทดสอบสถิติ F

ผลลัพธ์ของมาโครฟังก์ชันนี้ จะได้ผลการทดสอบการข่มกันของวิธีการพยากรณ์และผลการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ว่าเท่ากับศูนย์หรือไม่ นอกจากนี้ยังได้ดาต้าเซ็ตซึ่งเก็บข้อมูลการประมาณค่าสัมค่าสัมประสิทธิ์หน้าค่าพยากรณ์ทุกวิธีที่ได้จากการวิเคราะห์การถดถอย เผื่อไว้ใช้เป็นข้อมูลในการผสานการพยากรณ์ต่อไปอีกด้วย

4.2.2.5 มาโครฟังก์ชัน CombiningMethod

ทำหน้าที่ทดสอบผสานการพยากรณ์ด้วยวิธีการผสานการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ได้แก่ การถัวเฉลี่ยแบบง่าย การถ่วงน้ำหนักโดยคิดเป็นสัดส่วนผกผันกับผลรวมของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง และการถ่วงน้ำหนักโดยพิจารณาจากการวิเคราะห์การถดถอย

การทำงานของมาโครฟังก์ชันนี้เริ่มจากนำเข้าดาต้าเซ็ตที่ต้องการใช้เป็นข้อมูลในการผสานการพยากรณ์ซึ่งเป็นดาต้าเซ็ตที่ประกอบด้วยตัวแปร Price และค่าพยากรณ์ของวิธีการพยากรณ์เบื้องต้นทั้ง 3 วิธีวิธี คือ วิธีการจำแนกส่วนประกอบของอนุกรมเวลา วิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบหลายตัวแปร และวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล

ทำการคำนวณค่าถ่วงน้ำหนักสำหรับทุกวิธีการพยากรณ์เบื้องต้นและหาค่าพยากรณ์ของแต่ละวิธีการผสานการพยากรณ์

จะได้ผลลัพธ์ของมาโครฟังก์ชันออกมาเป็นดาต้าเซ็ตซึ่งประกอบด้วยค่าพยากรณ์ของวิธีผสานการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี

4.2.2.6 มาโครฟังก์ชัน RCV

ทำหน้าที่คัดเลือกวิธีการผสานการพยากรณ์ที่ดีที่สุดจากวิธีการผสานการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี โดยใช้วิธีรีเคอร์ซีฟครอสวาลิเดชัน

การทำงานของมาโครฟังก์ชันนี้เริ่มจากนำเข้าดาต้าเซ็ตที่ได้จากมาโครฟังก์ชัน CombiningMethod แล้วนำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยผลรวมของความคลาดเคลื่อนกำลังสองของแต่ละวิธีการผสานการพยากรณ์

นำค่าเฉลี่ยผลรวมของความคลาดเคลื่อนกำลังสองของแต่ละวิธีการผสานการพยากรณ์ที่คำนวณได้มาเปรียบเทียบกัน แล้วเลือกวิธีการผสานการพยากรณ์ที่มีค่าเฉลี่ยผลรวมของความคลาดเคลื่อนกำลังสองน้อยที่สุดมาเป็นวิธีการผสานการพยากรณ์ที่ดีที่สุด

ผลลัพธ์ของมาโครฟังก์ชันนี้คือผลการคัดเลือกว่าวิธีการผสานการพยากรณ์ใดเป็นวิธีการผสานการพยากรณ์ที่ดีที่สุด

4.2.2.7 มาโครฟังก์ชัน CallAllSubFixStep

ทำหน้าที่พยากรณ์ด้วยวิธีการพยากรณ์เบื้องต้นทั้ง 3 วิธี คือ วิธีการจำแนกส่วนประกอบของอนุกรมเวลา วิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบหลายตัวแปร และวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล

การทำงานของมาโครฟังก์ชันนี้เริ่มจากการนำเข้าดาต้าเซ็ตที่ต้องการใช้เป็นข้อมูลในการพยากรณ์ ชื่อดาต้าเซ็ตผลลัพธ์ และจำนวนช่วงเวลาล่วงหน้าที่ต้องการให้ทำการพยากรณ์

จากนั้นทำการเรียกมาโครฟังก์ชัน SubForecast1 มาโครฟังก์ชัน SubForecast2 และมาโครฟังก์ชัน SubForecast3 เพื่อทำการพยากรณ์ข้อมูลในดาต้าเซ็ตนำเข้าด้วยจำนวนช่วงเวลาล่วงหน้าที่ต้องการให้ทำการพยากรณ์ แล้วนำค่าพยากรณ์ของทุกวิธีการพยากรณ์เบื้องต้นมารวมไว้ในดาต้าเซ็ตผลลัพธ์

จะได้ดาต้าเซ็ตผลลัพธ์ที่ประกอบด้วยค่าพยากรณ์ของวิธีการพยากรณ์เบื้องต้นทุกวิธี ซึ่งทำการพยากรณ์จากข้อมูลในดาต้าเซ็ตนำเข้า ในจำนวนช่วงเวลาล่วงหน้าที่ต้องการให้ทำการพยากรณ์

4.2.2.8 มาโครฟังก์ชัน SubForecast1

ทำหน้าที่ทดสอบทำการพยากรณ์ด้วยวิธีการจำแนกส่วนประกอบของอนุกรมเวลา

การทำงานของมาโครฟังก์ชันนี้เริ่มจากนำเข้าดาต้าเซ็ตที่ต้องการใช้เป็นข้อมูลในการพยากรณ์ และจำนวนช่วงเวลาล่วงหน้าที่ต้องการให้ทำการพยากรณ์

จากนั้นทำการพยากรณ์ด้วยวิธีการจำแนกส่วนประกอบของอนุกรมเวลาโดยการวิเคราะห์การถดถอยของวิธีการพยากรณ์นี้จะใช้ proc model ซึ่งเป็นโพซิเยอร์ที่อยู่ในส่วนของเอสเอเอส/อีทีเอส ซึ่งสามารถทำการวิเคราะห์การถดถอยของสมการซึ่งมีค่าความคลาดเคลื่อนที่เป็นไปตามกระบวนการ ARMA(p,q) ได้

ทำการทดลองวิเคราะห์การถดถอยโดยใช้วิธีแบ็คเวิร์ดเพื่อคัดเลือกตัวแปรในแบบจำลอง แล้วนำสมการการถดถอยที่ได้มาใช้คำนวณหาค่าพยากรณ์

จะได้ผลลัพธ์ของมาโครฟังก์ชันออกมาเป็นดาต้าเซ็ตที่มีค่าพยากรณ์ของวิธีการจำแนกส่วนประกอบของอนุกรมเวลา ซึ่งทำการพยากรณ์จากข้อมูลในดาต้าเซ็ตนำเข้า ในจำนวนช่วงเวลาล่วงหน้าที่ต้องการให้ทำการพยากรณ์

4.2.2.9 มาโครฟังก์ชัน SubForecast2

ทำหน้าที่ทดสอบทำการพยากรณ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบหลายตัวแปร

การทำงานของมาโครฟังก์ชันนี้เริ่มจากนำเข้าดาต้าเซ็ตที่ต้องการใช้เป็นข้อมูลในการพยากรณ์ และจำนวนช่วงเวลาล่วงหน้าที่ต้องการให้ทำการพยากรณ์

จากนั้นทำการพยากรณ์ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบหลายตัวแปรโดยการวิเคราะห์การถดถอยของวิธีการพยากรณ์นี้จะใช้ proc reg ซึ่งเป็นโพซิเยอร์ที่อยู่ในส่วนของเอสเอเอส/สแตท ซึ่งสามารถทำการคัดเลือกตัวแปรเข้าแบบจำลองด้วยวิธีสเต็บไวส์โดยอัตโนมัติได้

ทำการทดลองวิเคราะห์การถดถอยโดยเปลี่ยนแปลงจำนวนตัวแปรล้าหลังในสมการการถดถอยของตัวแปรแต่ละตัวไปเรื่อย ๆ เพื่อหาว่าจำนวนตัวแปรล้าหลังในสมการการถดถอยของตัวแปรแต่ละตัวจำนวนใดที่ให้ค่าเกณฑ์การคัดเลือกแบบจำลอง AIC ต่ำที่สุด แล้วนำสมการการถดถอยที่ได้มาใช้คำนวณหาค่าพยากรณ์

จะได้ผลลัพธ์ของมาโครฟังก์ชันออกมาเป็นดาต้าเซ็ตที่มีค่าพยากรณ์ของวิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบหลายตัวแปร ซึ่งทำการพยากรณ์จากข้อมูลในดาต้าเซ็ตนำเข้า ในจำนวนช่วงเวลาล่วงหน้าที่ต้องการให้ทำการพยากรณ์

4.2.2.10 มาโครฟังก์ชัน SubForecast3

ทำหน้าที่ทดสอบทำการพยากรณ์ด้วยวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลยลทั้ง 6 วิธี ได้แก่ วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลครั้งเดียว, วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลสองครั้งของบราวน์, วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลสองพารามิเตอร์ของโฮลท์, วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลสามครั้งของบราวน์, วิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบคูณ และวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลท์-วินเทอร์รูปแบบบวก

การทำงานของมาโครฟังก์ชันนี้เริ่มจากนำเข้าดาต้าเซ็ตที่ต้องการใช้เป็นข้อมูลในการพยากรณ์ และจำนวนช่วงเวลาล่วงหน้าที่ต้องการให้ทำการพยากรณ์

จากนั้นทำการพยากรณ์ด้วยวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลทั้ง 6 วิธีโดยใช้ proc forecast ซึ่งเป็นโพซิเยอร์ที่อยู่ในส่วนของเอสเอเอส/อีทีเอส ซึ่งสามารถทำการพยากรณ์โดยวิธีการปรับให้เรียบได้ คำนวณค่าเกณฑ์การคัดเลือกแบบจำลอง AIC เก็บไว้

คัดเลือกวิธีการพยากรณ์ที่ดีที่สุดในกลุ่มวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลโดยเลือกจากวิธีที่ให้ค่าเกณฑ์การคัดเลือกแบบจำลอง AIC ต่ำที่สุด แล้วนำค่าพยากรณ์ของวิธีที่ได้รับคัดเลือก มาใช้คำนวณหาค่าพยากรณ์

จะได้ผลลัพธ์ของมาโครฟังก์ชันออกมาเป็นดาต้าเซ็ตที่มีค่าพยากรณ์ของวิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบหลายตัวแปร ซึ่งทำการพยากรณ์จากข้อมูลในดาต้าเซ็ตนำเข้า ในจำนวนช่วงเวลาล่วงหน้าที่ต้องการให้ทำการพยากรณ์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

การทดสอบระบบ

ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดของการทดสอบระบบ ซึ่งประกอบด้วย ขั้นตอนการทดสอบระบบ สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการทดสอบระบบ ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบระบบ และผลการทดสอบระบบ

5.1 ขั้นตอนการทดสอบระบบ

1. เลือกชนิดของสินค้าเกษตรและตัวแปรอื่นที่ต้องการนำมาใช้ทำการทดสอบ
2. เก็บรวมรวมข้อมูลเพื่อนำมาสร้างเป็นตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตร
3. นำเข้าตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตร ระบุช่วงเวลาล่วงหน้าที่ต้องการให้พยากรณ์และสั่งให้ระบบทำการพยากรณ์ ซึ่งในการสั่งให้ระบบทำการพยากรณ์นี้จะกันค่าสังเกตเก็บไว้เท่ากับจำนวนช่วงเวลาล่วงหน้าที่จะทำการพยากรณ์เพื่อใช้เปรียบเทียบราคาพยากรณ์ที่ได้จากระบบกับราคาสินค้าเกษตรที่เกิดขึ้นจริง
4. นำค่าคลาดเคลื่อนที่ได้จากการเปรียบเทียบราคาพยากรณ์ที่ได้จากระบบกับราคาสินค้าเกษตรที่เกิดขึ้นจริงมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) ของการพยากรณ์

5.2 สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการทดสอบระบบ

สภาพแวดล้อมที่ใช้ในการทดสอบระบบจะใช้สภาพแวดล้อมเดียวกันกับการพัฒนาระบบ ซึ่งมีรายละเอียดดังที่กล่าวถึงไว้แล้วในบทที่ 4 หัวข้อ 4.1

5.3 ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบระบบ

การทดสอบระบบจะทำการพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตร 3 ชนิด คือ ข้าวเปลือกเจ้านาปี 5 เปอร์เซ็นต์ หัวมันสำปะหลังสดคละ และยางพาราแผ่นดิบชั้น 3 ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรแต่ละชนิดจะมีส่วนประกอบ ลักษณะ และแหล่งที่มาของข้อมูลดังนี้

5.3.1 ส่วนประกอบของข้อมูลนำเข้าที่ใช้ในการทดสอบระบบ

ข้อมูลนำเข้าที่นำใช้ในการทดสอบระบบ ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

1. จำนวนช่วงเวลาล่วงหน้าที่ต้องการให้ระบบทำการพยากรณ์ ในการทดสอบจะกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 12 ช่วงเวลา

2. ตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตร จะประกอบด้วยตัวแปร 4 ตัว ได้แก่

- ตัวแปร Date คือ วันที่
- ตัวแปร Price คือ ราคาสินค้าเกษตร
- ตัวแปร Production คือ ปริมาณผลผลิต
- ตัวแปร CPI คือ ดัชนีราคาผู้บริโภค

(ดูภาคผนวก ก ตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรที่ใช้ในการทดสอบระบบ)

5.3.2 ลักษณะและแหล่งที่มาของข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบระบบ

ข้อมูลที่นำมาใช้ในการทดสอบระบบ จะเป็นข้อมูลประเภททุติยภูมิ คือ ข้อมูลที่มีผู้เก็บรวมรวมไว้แล้ว ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ ประกอบด้วย

1. ข้อมูลราคาสินค้าเกษตรที่ใช้ เป็นข้อมูลราคาสินค้าเกษตรที่เกษตรกรขายได้ที่ไร่นาเฉลี่ยรายเดือน มีที่มาจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

2. ข้อมูลปริมาณผลผลิตที่ใช้ เป็นข้อมูลปริมาณผลผลิตจากการเก็บเกี่ยวรายเดือน มีที่มาจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

3. ข้อมูลดัชนีราคาผู้บริโภคที่ใช้ เป็นข้อมูลดัชนีราคาผู้บริโภคชุดทั่วไป โดยใช้ปี พ.ศ. 2545 เป็นปีฐาน มีที่มาจากกองดัชนีเศรษฐกิจการค้า กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์ กระทรวงพาณิชย์

5.4 ผลการทดสอบ

ผลการทดสอบจะจำแนกตามชนิดของสินค้าเกษตรที่นำมาใช้พยากรณ์ราคา ดังนี้

5.4.1 ผลการพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกเจ้านาปี 5 เปอร์เซ็นต์

การพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกเจ้านาปี 5 เปอร์เซ็นต์โดยใช้ตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตร ซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลราคา ปริมาณผลผลิต และดัชนีราคาผู้บริโภค ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2537 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2546 พยากรณ์ล่วงหน้าไป 12 ช่วงเวลา จะได้ผลการพยากรณ์ดังแสดงในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ผลการพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกเจ้านาปี 5 เปอร์เซ็นต์ล่วงหน้า 12 ช่วงเวลา

ช่วงเวลา	ราคาจริง	ราคาพยากรณ์
มกราคม พ.ศ. 2547	5,230	5,022.57
กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2547	5,141	5,158.00
มีนาคม พ.ศ. 2547	5,000	5,133.54
เมษายน พ.ศ. 2547	5,223	5,219.35
พฤษภาคม พ.ศ. 2547	5,352	5,055.78
มิถุนายน พ.ศ. 2547	5,400	5,070.97
กรกฎาคม พ.ศ. 2547	5,498	5,085.83
สิงหาคม พ.ศ. 2547	5,694	5,099.28
กันยายน พ.ศ. 2547	5,880	5,111.53
ตุลาคม พ.ศ. 2547	6,187	5,123.02
พฤศจิกายน พ.ศ. 2547	6,300	5,133.89
ธันวาคม พ.ศ. 2547	6,126	4,776.64

จากผลการพยากรณ์ในตารางที่ 5.1 นำผลที่ได้มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์โดยทำการคำนวณหาค่าเฉลี่ยของทุกช่วงเวลาล่วงหน้าที่ทำการพยากรณ์ จะได้ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เท่ากับ 8.95 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 10 ดังนั้น หากพิจารณาตามการประเมินผลค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ในตารางที่ 2.1 จะแสดงว่าค่าพยากรณ์ที่ได้มีความแม่นยำสูงมาก

5.4.2 ผลการพยากรณ์ราคาหัวมันสำปะหลังสดคละ

การพยากรณ์ราคาหัวมันสำปะหลังสดคละโดยใช้ตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตร ซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลราคา ปริมาณผลผลิต และดัชนีราคาผู้บริโภค ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2537 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2546 พยากรณ์ล่วงหน้าไป 12 ช่วงเวลา จะได้ผลการพยากรณ์ดังแสดงในตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 ผลการพยากรณ์ราคาหัวมันสำปะหลังสดคละล่วงหน้า 12 ช่วงเวลา

ช่วงเวลา	ราคาจริง	ราคาพยากรณ์
มกราคม พ.ศ. 2547	0.82	0.83725
กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2547	0.76	0.84929

ตารางที่ 5.2 ผลการพยากรณ์ราคาหัวมันสำปะหลังสดคละล่วงหน้า 12 ช่วงเวลา (ต่อ)

ช่วงเวลา	ราคาจริง	ราคาพยากรณ์
มีนาคม พ.ศ. 2547	0.74	0.85878
เมษายน พ.ศ. 2547	0.8	0.86673
พฤษภาคม พ.ศ. 2547	0.83	0.87358
มิถุนายน พ.ศ. 2547	0.98	0.87953
กรกฎาคม พ.ศ. 2547	1	0.88472
สิงหาคม พ.ศ. 2547	1.06	0.88390
กันยายน พ.ศ. 2547	1.09	0.89619
ตุลาคม พ.ศ. 2547	1.04	0.91737
พฤศจิกายน พ.ศ. 2547	1.1	0.91811
ธันวาคม พ.ศ. 2547	1.2	0.90627

จากผลการพยากรณ์ในตารางที่ 5.2 นำผลที่ได้มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์โดยทำการคำนวณหาค่าเฉลี่ยของทุกช่วงเวลาล่วงหน้าที่ทำการพยากรณ์ จะได้ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เท่ากับ 12.71 ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในช่วง 10 – 20 ดังนั้น หากพิจารณาตามการประเมินผลค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ในตารางที่ 2.1 จะแสดงว่าค่าพยากรณ์ที่ได้มีความแม่นยำสูง

5.4.3 ผลการพยากรณ์ราคายางพาราแผ่นดิบชั้น 3

การพยากรณ์ราคายางพาราแผ่นดิบชั้น 3 โดยใช้ตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตร ซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลราคา ปริมาณผลผลิต และดัชนีราคาผู้บริโภค ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2541 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2546 พยากรณ์ล่วงหน้าไป 12 ช่วงเวลา จะได้ผลการพยากรณ์ดังแสดงในตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.3 ผลการพยากรณ์ราคายางพาราแผ่นดิบชั้น 3 ล่วงหน้า 12 ช่วงเวลา

ช่วงเวลา	ราคาจริง	ราคาพยากรณ์
มกราคม พ.ศ. 2547	41.41	41.8869
กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2547	41.85	42.2498
มีนาคม พ.ศ. 2547	44.57	45.6875

ตารางที่ 5.3 ผลการพยากรณ์ราคายางพาราแผ่นดิบชั้น 3 ล่วงหน้า 12 ช่วงเวลา (ต่อ)

ช่วงเวลา	ราคาจริง	ราคาพยากรณ์
เมษายน พ.ศ. 2547	45.94	45.6875
พฤษภาคม พ.ศ. 2547	47.63	46.7846
มิถุนายน พ.ศ. 2547	49.72	47.3975
กรกฎาคม พ.ศ. 2547	46.06	47.4790
สิงหาคม พ.ศ. 2547	44.54	47.6687
กันยายน พ.ศ. 2547	44.68	50.6532
ตุลาคม พ.ศ. 2547	45.53	64.5217
พฤศจิกายน พ.ศ. 2547	43.44	49.0555
ธันวาคม พ.ศ. 2547	39.94	62.7547

จากผลการพยากรณ์ในตารางที่ 5.3 นำผลที่ได้มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์โดยทำการคำนวณหาค่าเฉลี่ยของทุกช่วงเวลาล่วงหน้าที่ทำการพยากรณ์ จะได้ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เท่ากับ 12.24 ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในช่วง 10 – 20 ดังนั้น หากพิจารณาตามการประเมินผลค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ในตารางที่ 2.1 จะแสดงว่าค่าพยากรณ์ที่ได้มีความแม่นยำสูง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอระบบพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรอัตโนมัติโดยใช้วิธีทางเศรษฐมิติ ซึ่งออกแบบและพัฒนาให้เป็นระบบพยากรณ์อัตโนมัติเพื่อให้ผู้ที่ไม่มีความรู้ทางสถิติสามารถทำการพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรที่ถูกต้องตามหลักเศรษฐมิติ และช่วยลดภาระงานของผู้พยากรณ์

การพยากรณ์ของระบบใช้วิธีการพยากรณ์เบื้องต้น 3 วิธี คือ วิธีการจำแนกส่วนประกอบของอนุกรมเวลา วิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบหลายตัวแปร และวิธีการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล โดยการพยากรณ์แต่ละวิธีจะมีการประมาณค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมโดยอัตโนมัติ นอกจากนี้ ยังมีการผสานวิธีการพยากรณ์เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการพยากรณ์ โดยการผสานวิธีการพยากรณ์ที่นำมาใช้มี 3 วิธี คือ การถัวเฉลี่ยแบบง่าย การถ่วงน้ำหนักโดยคิดเป็นสัดส่วนผกผันกับผลรวมของความคลาดเคลื่อนกำลังสอง และการถ่วงน้ำหนักโดยพิจารณาจากการวิเคราะห์การถดถอย ซึ่งการคัดเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดจากวิธีการผสานวิธีการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธีทำโดยใช้วิธีรีเคอร์ซีฟครอสวาลิเดชัน

การทดสอบระบบทำโดยพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตร 3 ชนิด คือ ข้าวเปลือกเจ้านาปี 5 เปอร์เซ็นต์ หัวมันสำปะหลังสดคละ และยางพาราแผ่นดิบชั้น 3 ล่วงหน้าไป 12 ช่วงเวลา นำค่าพยากรณ์ที่ได้มาเปรียบเทียบกับราคาสินค้าเกษตรที่เกิดขึ้นจริง แล้วคำนวณหาค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ พบว่า

1. ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ในการพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกเจ้านาปี 5 เปอร์เซ็นต์ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 8.95 แสดงว่าค่าพยากรณ์ที่ได้มีความแม่นยำสูงมาก
2. ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ในการพยากรณ์ราคาหัวมันสำปะหลังสดคละที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 12.71 แสดงว่าค่าพยากรณ์ที่ได้มีความแม่นยำสูง
3. ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ในการพยากรณ์ราคายางพาราแผ่นดิบชั้น 3 ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 12.24 แสดงว่าค่าพยากรณ์ที่ได้มีความแม่นยำสูง

6.2 ข้อจำกัดและแนวทางการวิจัยต่อ

1. งานวิจัยนี้ทำการพัฒนาโดยใช้ภาษาโปรแกรมเอสเอเอส จึงมีข้อจำกัดตรงที่ต้องทำงานในสภาพแวดล้อมของโปรแกรมเอสเอเอสซิสเต็มเท่านั้น ซึ่งโปรแกรมเอสเอเอสซิสเต็มนี้เป็น

โปรแกรมสำหรับวิเคราะห์ทางสถิติที่มีค่าลิขสิทธิ์ค่อนข้างสูง จึงไม่เป็นที่นิยมในกลุ่มผู้ที่ไม่มีความรู้พื้นฐานทางด้านสถิติ ดังนั้น ควรมีการวิจัยเพื่อพัฒนาระบบพยากรณ์ในลักษณะเดียวกันนี้ซึ่งสามารถทำงานได้ในสภาพแวดล้อมทั่วไป ไม่จำเป็นต้องทำงานอยู่ในสภาพแวดล้อมของโปรแกรมเอสเอเอสซิสเต็ม

2. วิธีการพยากรณ์และวิธีการผสานการพยากรณ์ที่เลือกมาใช้ในงานวิจัยนี้ยังไม่ครอบคลุมทุกวิธีที่นิยมใช้กัน ดังนั้น ควรมีการวิจัยเพื่อพัฒนาระบบพยากรณ์แบบอัตโนมัติซึ่งครอบคลุมวิธีการพยากรณ์และวิธีการผสานการพยากรณ์ได้มากกว่างานวิจัยนี้

3. งานวิจัยนี้ยังมีข้อจำกัดเกี่ยวกับข้อมูลนำเข้า ซึ่งไม่รองรับตารางข้อมูลที่มีค่าสังเกตที่หายไป (Missing Attribute) และ ตารางข้อมูลที่มีลักษณะไม่สมดุลกัน (Unbalanced Panel) ดังนั้น ควรมีการวิจัยเพื่อพัฒนาระบบพยากรณ์ในลักษณะเดียวกันนี้ซึ่งสามารถรองรับตารางข้อมูลที่มีค่าสังเกตที่หายไปและตารางข้อมูลที่มีลักษณะไม่สมดุลกันได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

[1] ธนาคารแห่งประเทศไทย. **เครื่องชี้เศรษฐกิจมหภาคของไทย**. Available from: http://www.bot.or.th/bothomepage/databank/EconData/Thai_Key/Thai_Key.asp [2005, Mar 2]

[2] ตลาดสินค้าเกษตรล่วงหน้าแห่งประเทศไทย. **ความเป็นมา**. Available from: http://www.afet.or.th/aboutBackground.php: [2005, Jan 27]

[3] Diebold, Francis X. **Elements of Forecasting**. 2d ed. Ohio, USA : South-Western Publisher, 2001.

[4] ทัศนีย์ อินทนู. **การเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ร่วมและการพยากรณ์เดี่ยว ในการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาทางการศึกษาที่มีและไม่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากฤดูกาล**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิจัยการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2000.

[5] อมรรัตน์ ปรารมย์. **การหาค่าพยากรณ์ร่วมโดยการให้ค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 1995.

[6] DeLurgio, Stephen A. **Forecasting Principles and Application**. 1st ed. Boston, Mass. : Irwin/McGraw-Hill, 1998.

[7] Lewis, C. D. **Industrial and Business Forecasting Methods**. London: Butterworth.

[8] มนฤดี เกิดสมบุญ. **การพยากรณ์ผลผลิตและราคาสินค้าเกษตร**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2000.

[9] Tashman, Leonard J. and Leach, Michael L. **Automatic forecasting software: A survey and evaluation**. Reprinted from International Journal of Forecasting. 7 (1991) : 209-203.

[10] Chakrabarti, Deepayan and Faloutsos, Christos. “F4: Large-Scale Automated Forecasting Using Fractals”. **CIKM’02**, November 4-9, 2002. Virginia, USA : McLean.

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก
ตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรที่ใช้ในการทดสอบระบบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-1 ตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรของข้าวเปลือกเจ้านาปี 5 เปอร์เซ็นต์

Date	Price	Production	PCI
1-Jan-94	4,071	2,518,002	73.1
1-Feb-94	4,091	401,979	73.4
1-Mar-94	3,878	375,134	73.8
1-Apr-94	3,657	7,120	74
1-May-94	3,664	0	74.8
1-Jun-94	3,725	0	75.2
1-Jul-94	3,777	42,164	75.3
1-Aug-94	3,907	277,184	75.7
1-Sep-94	4,006	454,405	76.5
1-Oct-94	3,904	775,276	76.8
1-Nov-94	3,813	6,583,638	76.3
1-Dec-94	3,660	7,606,363	76.1
1-Jan-95	3,619	1,732,853	76.7
1-Feb-95	3,729	322,753	77
1-Mar-95	3,741	349,869	77.3
1-Apr-95	3,771	17,509	77.9
1-May-95	3,843	0	78.8
1-Jun-95	4,177	0	79.3
1-Jul-95	4,702	0	79.6
1-Aug-95	4,949	387,394	80.2
1-Sep-95	4,891	336,744	81.1
1-Oct-95	5,160	1,192,208	81.8
1-Nov-95	4,580	7,188,345	81.8
1-Dec-95	4,443	6,572,534	81.8
1-Jan-96	4,738	1,288,527	82.3
1-Feb-96	4,870	253,672	82.7
1-Mar-96	4,920	465,915	83

ตารางที่ ก-1 ตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรของข้าวเปลือกเจ้านาปี 5 เปอร์เซ็นต์ (ต่อ)

Date	Price	Production	PCI
1-Apr-96	5,026	43,279	83.4
1-May-96	5,246	0	83.7
1-Jun-96	5,458	0	83.7
1-Jul-96	5,483	0	83.9
1-Aug-96	5,546	641,358	84.7
1-Sep-96	5,895	387,569	84.8
1-Oct-96	5,973	1,011,432	85.3
1-Nov-96	5,638	6,986,564	85.7
1-Dec-96	5,681	6,737,673	85.7
1-Jan-97	5,335	1,080,649	85.9
1-Feb-97	5,333	444,222	86.3
1-Mar-97	5,358	463,908	86.8
1-Apr-97	5,418	27,296	86.9
1-May-97	5,387	1,212	87.2
1-Jun-97	5,555	0	87.4
1-Jul-97	5,868	19,068	88
1-Aug-97	6,134	559,268	90.3
1-Sep-97	6,030	913,250	90.7
1-Oct-97	5,920	791,009	91.5
1-Nov-97	5,404	6,123,053	92.2
1-Dec-97	6,028	7,800,072	92.2
1-Jan-98	7,063	1,684,267	93.3
1-Feb-98	7,114	485,446	94
1-Mar-98	6,673	312,858	95
1-Apr-98	6,420	100,497	95.7
1-May-98	6,467	0	96.2
1-Jun-98	6,634	0	96.7

ตารางที่ ก-1 ตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรของข้าวเปลือกเจ้านาปี 5 เปอร์เซ็นต์ (ต่อ)

Date	Price	Production	PCI
1-Jul-98	6,914	0	96.8
1-Aug-98	7,074	531,380	97.2
1-Sep-98	7,325	791,411	97
1-Oct-98	6,827	1,277,970	96.8
1-Nov-98	5,807	6,906,177	96.5
1-Dec-98	5,604	7,026,459	96.2
1-Jan-99	6,194	1,137,379	96.5
1-Feb-99	6,002	498,589	96.6
1-Mar-99	5,794	372,825	96.4
1-Apr-99	5,384	118,253	96.1
1-May-99	5,371	2,421	95.7
1-Jun-99	5,366	0	95.6
1-Jul-99	5,338	0	95.8
1-Aug-99	5,387	683,550	96.2
1-Sep-99	5,586	1,177,586	96.3
1-Oct-99	5,346	2,038,873	96.4
1-Nov-99	5,059	7,890,693	96.5
1-Dec-99	4,677	5,325,917	96.8
1-Jan-00	4,713	1,091,344	97.1
1-Feb-00	4,770	314,844	97.5
1-Mar-00	4,780	407,226	97.5
1-Apr-00	4,815	80,922	97.2
1-May-00	4,847	4,714	97.3
1-Jun-00	4,833	0	97.5
1-Jul-00	5,096	0	97.6
1-Aug-00	5,404	906,465	98.2
1-Sep-00	5,272	1,122,483	98.6

ตารางที่ ก-1 ตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรของข้าวเปลือกเจ้านาปี 5 เปอร์เซ็นต์ (ต่อ)

Date	Price	Production	PCI
1-Oct-00	5,452	1,352,975	98.1
1-Nov-00	4,790	8,792,343	98.2
1-Dec-00	4,469	5,718,481	98.2
1-Jan-01	4,399	1,109,335	98.4
1-Feb-01	4,384	331,054	98.9
1-Mar-01	4,414	236,550	98.9
1-Apr-01	4,430	178,740	99.6
1-May-01	4,414	39,944	100
1-Jun-01	4,640	0	99.7
1-Jul-01	4,815	0	99.7
1-Aug-01	4,801	864,419	99.6
1-Sep-01	4,670	902,343	99.9
1-Oct-01	4,870	1,124,313	99.4
1-Nov-01	4,598	10,443,322	99.2
1-Dec-01	4,448	5,819,116	98.9
1-Jan-02	4,579	843,939	99.1
1-Feb-02	4,747	431,029	99.2
1-Mar-02	4,771	301,612	99.5
1-Apr-02	4,861	150,848	100
1-May-02	4,873	17,617	100.1
1-Jun-02	4,915	0	99.9
1-Jul-02	4,956	0	99.9
1-Aug-02	5,170	746,334	99.9
1-Sep-02	5,419	909,178	100.3
1-Oct-02	5,643	917,374	100.9
1-Nov-02	4,970	8,510,994	100.4
1-Dec-02	4,770	6,674,655	100.5

ตารางที่ ก-1 ตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรของข้าวเปลือกเจ้านาปี 5 เปอร์เซ็นต์ (ต่อ)

Date	Price	Production	PCI
1-Jan-03	5,028	973,691	101.3
1-Feb-03	4,989	509,056	101.2
1-Mar-03	5,231	389,939	101.2
1-Apr-03	5,183	6,129	101.6
1-May-03	5,152	0	102
1-Jun-03	5,104	0	101.6
1-Jul-03	5,215	0	101.6
1-Aug-03	5,300	884,972	102.1
1-Sep-03	5,129	1,028,398	102
1-Oct-03	5,000	1,180,477	102.1
1-Nov-03	4,975	9,588,693	102.2
1-Dec-03	4,950	6,305,623	102.3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-2 ตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรของหัวมันสำปะหลังสดคละ

Date	Price	Production	PCI
1-Jan-94	0.6	2,724,618	73.1
1-Feb-94	0.57	5,098,634	73.4
1-Mar-94	0.57	3,592,517	73.8
1-Apr-94	0.52	1,432,277	74
1-May-94	0.54	617,017	74.8
1-Jun-94	0.63	315,301	75.2
1-Jul-94	0.63	582,811	75.3
1-Aug-94	0.69	197,596	75.7
1-Sep-94	0.95	816,066	76.5
1-Oct-94	0.91	777,214	76.8
1-Nov-94	1.08	2,233,776	76.3
1-Dec-94	1.17	1,914,934	76.1
1-Jan-95	1.08	979,996	76.7
1-Feb-95	1.15	4,682,375	77
1-Mar-95	1.25	3,285,161	77.3
1-Apr-95	1.22	466,146	77.9
1-May-95	1.19	193,327	78.8
1-Jun-95	1.25	186,814	79.3
1-Jul-95	1.34	149,785	79.6
1-Aug-95	1.35	541,786	80.2
1-Sep-95	1.09	806,064	81.1
1-Oct-95	1.05	1,042,058	81.8
1-Nov-95	1.06	1,537,956	81.8
1-Dec-95	1.23	2,098,967	81.8
1-Jan-96	1.05	2,944,230	82.3
1-Feb-96	1	5,693,337	82.7
1-Mar-96	1	1,963,126	83

ตารางที่ ก-2 ตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรของหัวมันสำปะหลังสดคละ (ต่อ)

Date	Price	Production	PCI
1-Apr-96	0.91	607,285	83.4
1-May-96	0.86	426,830	83.7
1-Jun-96	0.81	187,703	83.7
1-Jul-96	0.74	513,868	83.9
1-Aug-96	0.7	183,994	84.7
1-Sep-96	0.69	188,426	84.8
1-Oct-96	0.76	797,802	85.3
1-Nov-96	0.73	1,352,510	85.7
1-Dec-96	0.75	2,301,562	85.7
1-Jan-97	0.68	2,859,623	85.9
1-Feb-97	0.67	3,310,938	86.3
1-Mar-97	0.67	2,570,921	86.8
1-Apr-97	0.65	1,580,018	86.9
1-May-97	0.55	946,883	87.2
1-Jun-97	0.53	230,421	87.4
1-Jul-97	0.53	318,032	88
1-Aug-97	0.59	757,079	90.3
1-Sep-97	0.67	1,057,790	90.7
1-Oct-97	0.71	688,386	91.5
1-Nov-97	0.87	1,671,871	92.2
1-Dec-97	0.98	1,781,590	92.2
1-Jan-98	1.08	3,032,358	93.3
1-Feb-98	1.29	4,285,121	94
1-Mar-98	1.55	2,637,018	95
1-Apr-98	1.65	607,171	95.7
1-May-98	1.67	191,575	96.2
1-Jun-98	1.68	91,144	96.7

ตารางที่ ก-2 ตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรของหัวมันสำปะหลังสดคละ (ต่อ)

Date	Price	Production	PCI
1-Jul-98	1.83	99,452	96.8
1-Aug-98	1.47	156,983	97.2
1-Sep-98	1.27	347,887	97
1-Oct-98	1.01	933,056	96.8
1-Nov-98	1.12	1,868,941	96.5
1-Dec-98	0.94	2,399,869	96.2
1-Jan-99	0.84	2,072,045	96.5
1-Feb-99	0.88	4,479,995	96.6
1-Mar-99	0.95	2,380,624	96.4
1-Apr-99	0.86	287,474	96.1
1-May-99	0.8	332,969	95.7
1-Jun-99	0.75	263,666	95.6
1-Jul-99	0.74	373,463	95.8
1-Aug-99	0.68	308,774	96.2
1-Sep-99	0.62	805,749	96.3
1-Oct-99	0.59	905,916	96.4
1-Nov-99	0.74	1,825,514	96.5
1-Dec-99	0.77	2,424,479	96.8
1-Jan-00	0.65	3,041,505	97.1
1-Feb-00	0.59	4,634,642	97.5
1-Mar-00	0.58	2,854,471	97.5
1-Apr-00	0.64	926,906	97.2
1-May-00	0.67	563,099	97.3
1-Jun-00	0.7	224,647	97.5
1-Jul-00	0.66	309,635	97.6
1-Aug-00	0.58	480,034	98.2
1-Sep-00	0.54	873,436	98.6

ตารางที่ ก-2 ตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรของหัวมันสำปะหลังสดคละ (ต่อ)

Date	Price	Production	PCI
1-Oct-00	0.56	868,672	98.1
1-Nov-00	0.64	1,960,609	98.2
1-Dec-00	0.67	2,356,565	98.2
1-Jan-01	0.67	2,976,478	98.4
1-Feb-01	0.66	4,896,903	98.9
1-Mar-01	0.68	2,810,159	98.9
1-Apr-01	0.69	637,817	99.6
1-May-01	0.83	382,745	100
1-Jun-01	0.99	210,999	99.7
1-Jul-01	1.06	273,247	99.7
1-Aug-01	1.03	317,525	99.6
1-Sep-01	0.93	704,082	99.9
1-Oct-01	0.93	755,700	99.4
1-Nov-01	0.99	1,863,948	99.2
1-Dec-01	0.99	3,064,972	98.9
1-Jan-02	1.03	4,653,966	99.1
1-Feb-02	1.05	3,204,979	99.2
1-Mar-02	1.11	1,297,173	99.5
1-Apr-02	1.16	337,366	100
1-May-02	1.12	313,751	100.1
1-Jun-02	1.06	190,612	99.9
1-Jul-02	1.02	310,377	99.8
1-Aug-02	1.04	399,779	99.9
1-Sep-02	0.98	475,686	100.3
1-Oct-02	0.91	727,304	100.9
1-Nov-02	0.94	2,072,140	100.4
1-Dec-02	0.97	1,501,669	100.5

ตารางที่ ก-2 ตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรของหัวมันสำปะหลังสดคละ (ต่อ)

Date	Price	Production	PCI
1-Jan-03	0.93	2,605,977	101.3
1-Feb-03	0.94	3,903,862	101.2
1-Mar-03	0.93	4,112,584	101.2
1-Apr-03	0.93	1,193,655	101.6
1-May-03	0.92	544,397	102
1-Jun-03	0.91	553,513	101.6
1-Jul-03	0.88	623,530	101.6
1-Aug-03	0.82	714,257	102.1
1-Sep-03	0.81	1,164,646	102
1-Oct-03	0.77	1,494,928	102.1
1-Nov-03	0.79	2,510,888	102.2
1-Dec-03	0.82	4,426,876	102.3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-3 ตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรของยางพาราแผ่นดิบชั้น 3

Date	Price	Production	PCI
1-Jan-98	24.2	262,084	93.3
1-Feb-98	29.52	182,291	94
1-Mar-98	23.77	100,985	95
1-Apr-98	23.36	56,223	95.7
1-May-98	24.2	120,230	96.2
1-Jun-98	24.84	184,886	96.7
1-Jul-98	24.85	217,971	96.8
1-Aug-98	21.65	225,107	97.2
1-Sep-98	22.66	233,324	97
1-Oct-98	23.14	196,131	96.8
1-Nov-98	19.56	171,912	96.5
1-Dec-98	16.44	211,267	96.2
1-Jan-99	18.5	260,307	96.5
1-Feb-99	18.07	187,096	96.6
1-Mar-99	17.45	112,126	96.4
1-Apr-99	16.19	95,197	96.1
1-May-99	17.09	139,168	95.7
1-Jun-99	17.77	222,712	95.6
1-Jul-99	15.43	200,067	95.8
1-Aug-99	15.28	216,776	96.2
1-Sep-99	17.86	217,216	96.3
1-Oct-99	19.63	189,074	96.4
1-Nov-99	22.23	154,338	96.5
1-Dec-99	19.4	204,463	96.8
1-Jan-00	19.28	259,852	97.1
1-Feb-00	22.59	162,962	97.5
1-Mar-00	20.2	123,634	97.5

ตารางที่ ก-3 ตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรของยางพาราแผ่นดิบชั้น 3 (ต่อ)

Date	Price	Production	PCI
1-Apr-00	21.31	141,257	97.2
1-May-00	21.62	167,320	97.3
1-Jun-00	20.89	221,556	97.5
1-Jul-00	20.56	223,125	97.6
1-Aug-00	21.78	188,761	98.2
1-Sep-00	22.39	240,571	98.6
1-Oct-00	23.03	211,351	98.1
1-Nov-00	22.09	187,843	98.2
1-Dec-00	21.9	249,372	98.2
1-Jan-01	21.75	284,107	98.4
1-Feb-01	21.74	193,347	98.9
1-Mar-01	20.72	122,304	98.9
1-Apr-01	22.01	106,298	99.6
1-May-01	23.82	154,982	100
1-Jun-01	24.34	228,506	99.7
1-Jul-01	22.6	232,867	99.7
1-Aug-01	21.3	229,047	99.6
1-Sep-01	19.46	251,008	99.9
1-Oct-01	19.11	216,666	99.4
1-Nov-01	18.53	186,716	99.2
1-Dec-01	15.93	241,562	98.9
1-Jan-02	20.14	301,328	99.1
1-Feb-02	22.58	203,692	99.2
1-Mar-02	23.6	134,215	99.5
1-Apr-02	23.32	128,161	100
1-May-02	24.25	172,901	100.1
1-Jun-02	29.9	252,115	99.9

ตารางที่ ก-3 ตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรของยางพาราแผ่นดิบชั้น 3 (ต่อ)

Date	Price	Production	PCI
1-Jul-02	28.82	245,799	99.8
1-Aug-02	30.15	237,904	99.9
1-Sep-02	32.35	265,536	100.3
1-Oct-02	30	231,324	100.9
1-Nov-02	29.97	198,165	100.4
1-Dec-02	30.16	260,536	100.5
1-Jan-03	32.43	467,468	101.3
1-Feb-03	34.82	214,852	101.2
1-Mar-03	38.6	145,905	101.2
1-Apr-03	36.52	144,189	101.6
1-May-03	35.23	247,180	102
1-Jun-03	36.92	240,886	101.6
1-Jul-03	35.59	211,991	101.6
1-Aug-03	36.94	222,863	102.1
1-Sep-03	38.37	233,162	102
1-Oct-03	43.45	224,293	102.1
1-Nov-03	42.94	219,716	102.2
1-Dec-03	39.76	288,377	102.3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข
ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบระบบ

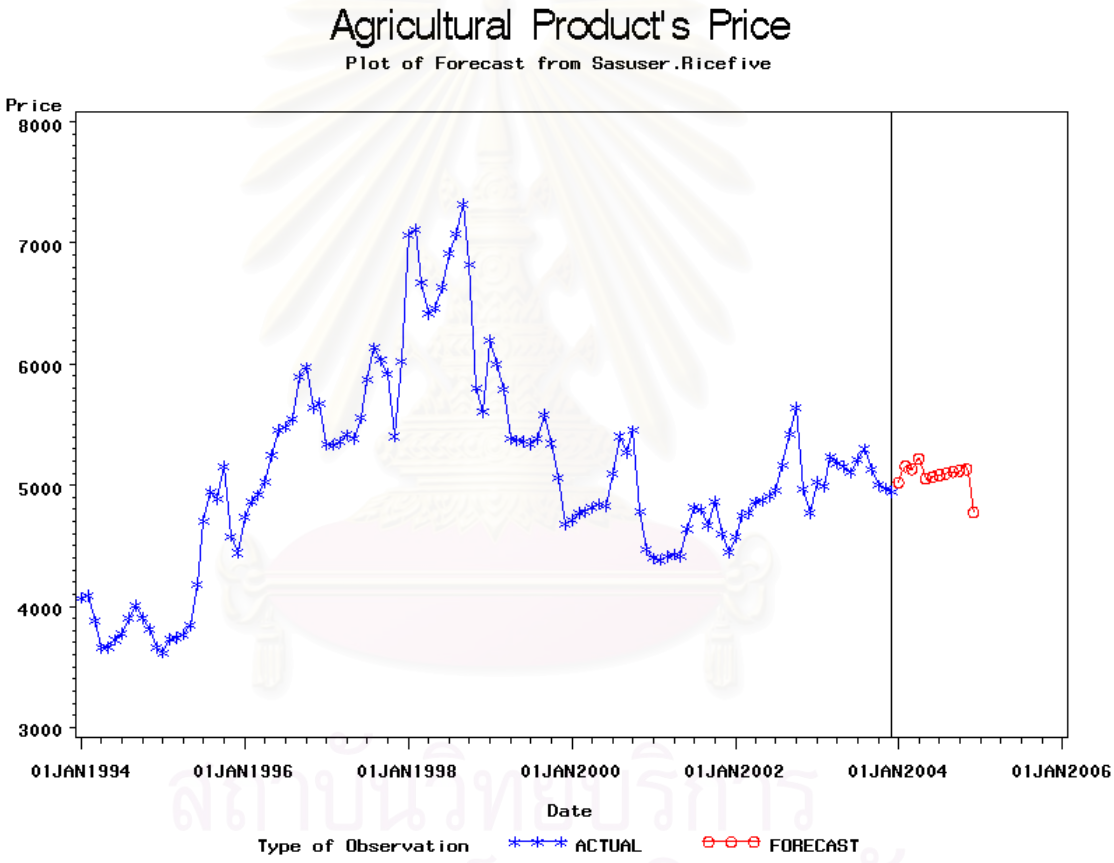
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1. ผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกเจ้านาปี 5 เปอร์เซ็นต์

ผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกเจ้านาปี 5 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วย ผลลัพธ์ในรูปแบบกราฟ และผลลัพธ์ในรูปแบบตาราง

1.1 ผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกเจ้านาปี 5 เปอร์เซ็นต์ในรูปแบบกราฟ

มีลักษณะดังแสดงในรูปที่ ข-1



รูปที่ ข-1 ผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกเจ้านาปี 5 เปอร์เซ็นต์ในรูปแบบกราฟ

1.2 ผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกเจ้านาปี 5 เปอร์เซ็นต์ในรูปแบบตาราง

มีลักษณะดังแสดงในตารางที่ ข-1

ตารางที่ ข-1 ผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกเจ้านาปี 5 เปอร์เซ็นต์ในรูปแบบตาราง

Date	Price	Type
1-Jan-94	4,071	ACTUAL
1-Feb-94	4,091	ACTUAL
1-Mar-94	3,878	ACTUAL
1-Apr-94	3,657	ACTUAL
1-May-94	3,664	ACTUAL
1-Jun-94	3,725	ACTUAL
1-Jul-94	3,777	ACTUAL
1-Aug-94	3,907	ACTUAL
1-Sep-94	4,006	ACTUAL
1-Oct-94	3,904	ACTUAL
1-Nov-94	3,813	ACTUAL
1-Dec-94	3,660	ACTUAL
1-Jan-95	3,619	ACTUAL
1-Feb-95	3,729	ACTUAL
1-Mar-95	3,741	ACTUAL
1-Apr-95	3,771	ACTUAL
1-May-95	3,843	ACTUAL
1-Jun-95	4,177	ACTUAL
1-Jul-95	4,702	ACTUAL
1-Aug-95	4,949	ACTUAL
1-Sep-95	4,891	ACTUAL
1-Oct-95	5,160	ACTUAL
1-Nov-95	4,580	ACTUAL
1-Dec-95	4,443	ACTUAL
1-Jan-96	4,738	ACTUAL
1-Feb-96	4,870	ACTUAL
1-Mar-96	4,920	ACTUAL

ตารางที่ ข-1 ผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกเจ้านาปี 5 เปอร์เซ็นต์ในรูปแบบตาราง (ต่อ)

Date	Price	Type
1-Apr-96	5,026	ACTUAL
1-May-96	5,246	ACTUAL
1-Jun-96	5,458	ACTUAL
1-Jul-96	5,483	ACTUAL
1-Aug-96	5,546	ACTUAL
1-Sep-96	5,895	ACTUAL
1-Oct-96	5,973	ACTUAL
1-Nov-96	5,638	ACTUAL
1-Dec-96	5,681	ACTUAL
1-Jan-97	5,335	ACTUAL
1-Feb-97	5,333	ACTUAL
1-Mar-97	5,358	ACTUAL
1-Apr-97	5,418	ACTUAL
1-May-97	5,387	ACTUAL
1-Jun-97	5,555	ACTUAL
1-Jul-97	5,868	ACTUAL
1-Aug-97	6,134	ACTUAL
1-Sep-97	6,030	ACTUAL
1-Oct-97	5,920	ACTUAL
1-Nov-97	5,404	ACTUAL
1-Dec-97	6,028	ACTUAL
1-Jan-98	7,063	ACTUAL
1-Feb-98	7,114	ACTUAL
1-Mar-98	6,673	ACTUAL
1-Apr-98	6,420	ACTUAL
1-May-98	6,467	ACTUAL

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข-1 ผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกเจ้านาปี 5 เปอร์เซ็นต์ในรูปแบบตาราง (ต่อ)

Date	Price	Type
1-Jun-98	6,634	ACTUAL
1-Jul-98	6,914	ACTUAL
1-Aug-98	7,074	ACTUAL
1-Sep-98	7,325	ACTUAL
1-Oct-98	6,827	ACTUAL
1-Nov-98	5,807	ACTUAL
1-Dec-98	5,604	ACTUAL
1-Jan-99	6,194	ACTUAL
1-Feb-99	6,002	ACTUAL
1-Mar-99	5,794	ACTUAL
1-Apr-99	5,384	ACTUAL
1-May-99	5,371	ACTUAL
1-Jun-99	5,366	ACTUAL
1-Jul-99	5,338	ACTUAL
1-Aug-99	5,387	ACTUAL
1-Sep-99	5,586	ACTUAL
1-Oct-99	5,346	ACTUAL
1-Nov-99	5,059	ACTUAL
1-Dec-99	4,677	ACTUAL
1-Jan-00	4,713	ACTUAL
1-Feb-00	4,770	ACTUAL
1-Mar-00	4,780	ACTUAL
1-Apr-00	4,815	ACTUAL
1-May-00	4,847	ACTUAL
1-Jun-00	4,833	ACTUAL
1-Jul-00	5,096	ACTUAL

ตารางที่ ข-1 ผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกเจ้านาปี 5 เปอร์เซ็นต์ในรูปแบบตาราง (ต่อ)

Date	Price	Type
1-Aug-00	5,404	ACTUAL
1-Sep-00	5,272	ACTUAL
1-Oct-00	5,452	ACTUAL
1-Nov-00	4,790	ACTUAL
1-Dec-00	4,469	ACTUAL
1-Jan-01	4,399	ACTUAL
1-Feb-01	4,384	ACTUAL
1-Mar-01	4,414	ACTUAL
1-Apr-01	4,430	ACTUAL
1-May-01	4,414	ACTUAL
1-Jun-01	4,640	ACTUAL
1-Jul-01	4,815	ACTUAL
1-Aug-01	4,801	ACTUAL
1-Sep-01	4,670	ACTUAL
1-Oct-01	4,870	ACTUAL
1-Nov-01	4,598	ACTUAL
1-Dec-01	4,448	ACTUAL
1-Jan-02	4,579	ACTUAL
1-Feb-02	4,747	ACTUAL
1-Mar-02	4,771	ACTUAL
1-Apr-02	4,861	ACTUAL
1-May-02	4,873	ACTUAL
1-Jun-02	4,915	ACTUAL
1-Jul-02	4,956	ACTUAL
1-Aug-02	5,170	ACTUAL
1-Sep-02	5,419	ACTUAL

ตารางที่ ข-1 ผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกเจ้านาปี 5 เปอร์เซ็นต์ในรูปแบบตาราง (ต่อ)

Date	Price	Type
1-Oct-02	5,643	ACTUAL
1-Nov-02	4,970	ACTUAL
1-Dec-02	4,770	ACTUAL
1-Jan-03	5,028	ACTUAL
1-Feb-03	4,989	ACTUAL
1-Mar-03	5,231	ACTUAL
1-Apr-03	5,183	ACTUAL
1-May-03	5,152	ACTUAL
1-Jun-03	5,104	ACTUAL
1-Jul-03	5,215	ACTUAL
1-Aug-03	5,300	ACTUAL
1-Sep-03	5,129	ACTUAL
1-Oct-03	5,000	ACTUAL
1-Nov-03	4,975	ACTUAL
1-Dec-03	4,950	ACTUAL
1-Jan-04	5,022.57	FORECAST
1-Feb-04	5,158.00	FORECAST
1-Mar-04	5,133.54	FORECAST
1-Apr-04	5,219.35	FORECAST
1-May-04	5,219.35	FORECAST
1-Jun-04	5,055.78	FORECAST
1-Jul-04	5,070.97	FORECAST
1-Aug-04	5,085.83	FORECAST
1-Sep-04	5,099.28	FORECAST
1-Oct-04	5,111.53	FORECAST
1-Nov-04	5,123.02	FORECAST

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข-1 ผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์ราคาข้าวเปลือกเจ้านาปี 5 เปอร์เซ็นต์ในรูปแบบตาราง (ต่อ)

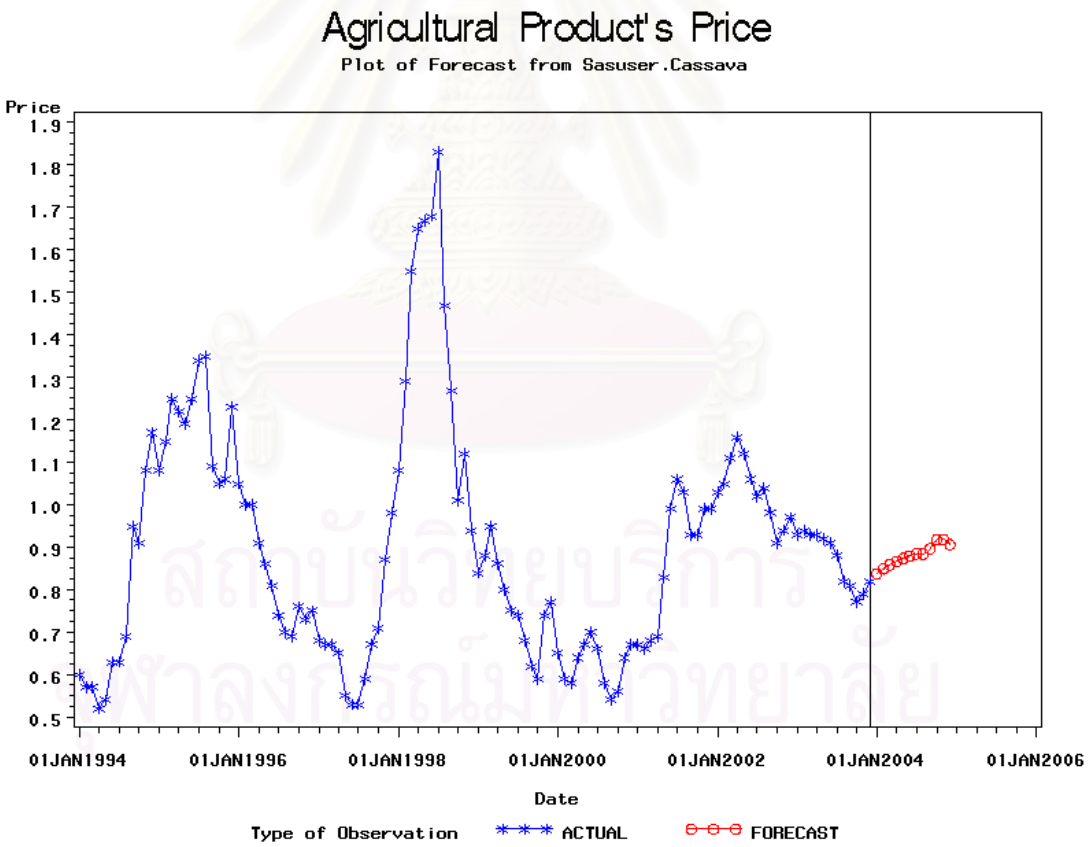
Date	Price	Type
1-Dec-04	4,776.64	FORECAST

2. ผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์ราคาหัวมันสำปะหลังสดคละ

ผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์ราคาหัวมันสำปะหลังสดคละ ประกอบด้วย ผลลัพธ์ในรูปแบบกราฟ และผลลัพธ์ในรูปแบบตาราง

2.1 ผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์ราคาหัวมันสำปะหลังสดคละในรูปแบบกราฟ

มีลักษณะดังแสดงในรูปที่ ข-2



รูปที่ ข-2 ผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์ราคาหัวมันสำปะหลังสดคละในรูปแบบกราฟ

2.2 ผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์ราคาหัวมันสำปะหลังสดคละในรูปแบบตาราง

มีลักษณะดังแสดงในตารางที่ ข-2

ตารางที่ ข-2 ผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์ราคาหัวมันสำปะหลังสดคละในรูปแบบตาราง

Date	Price	Type
1-Jan-94	0.6	ACTUAL
1-Feb-94	0.57	ACTUAL
1-Mar-94	0.57	ACTUAL
1-Apr-94	0.52	ACTUAL
1-May-94	0.54	ACTUAL
1-Jun-94	0.63	ACTUAL
1-Jul-94	0.63	ACTUAL
1-Aug-94	0.69	ACTUAL
1-Sep-94	0.95	ACTUAL
1-Oct-94	0.91	ACTUAL
1-Nov-94	1.08	ACTUAL
1-Dec-94	1.17	ACTUAL
1-Jan-95	1.08	ACTUAL
1-Feb-95	1.15	ACTUAL
1-Mar-95	1.25	ACTUAL
1-Apr-95	1.22	ACTUAL
1-May-95	1.19	ACTUAL
1-Jun-95	1.25	ACTUAL
1-Jul-95	1.34	ACTUAL
1-Aug-95	1.35	ACTUAL
1-Sep-95	1.09	ACTUAL
1-Oct-95	1.05	ACTUAL
1-Nov-95	1.06	ACTUAL
1-Dec-95	1.23	ACTUAL
1-Jan-96	1.05	ACTUAL
1-Feb-96	1	ACTUAL
1-Mar-96	1	ACTUAL

ตารางที่ ข-2 ผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์ราคาหัวมันสำปะหลังสดคละในรูปแบบตาราง (ต่อ)

Date	Price	Type
1-Apr-96	0.91	ACTUAL
1-May-96	0.86	ACTUAL
1-Jun-96	0.81	ACTUAL
1-Jul-96	0.74	ACTUAL
1-Aug-96	0.7	ACTUAL
1-Sep-96	0.69	ACTUAL
1-Oct-96	0.76	ACTUAL
1-Nov-96	0.73	ACTUAL
1-Dec-96	0.75	ACTUAL
1-Jan-97	0.68	ACTUAL
1-Feb-97	0.67	ACTUAL
1-Mar-97	0.67	ACTUAL
1-Apr-97	0.65	ACTUAL
1-May-97	0.55	ACTUAL
1-Jun-97	0.53	ACTUAL
1-Jul-97	0.53	ACTUAL
1-Aug-97	0.59	ACTUAL
1-Sep-97	0.67	ACTUAL
1-Oct-97	0.71	ACTUAL
1-Nov-97	0.87	ACTUAL
1-Dec-97	0.98	ACTUAL
1-Jan-98	1.08	ACTUAL
1-Feb-98	1.29	ACTUAL
1-Mar-98	1.55	ACTUAL
1-Apr-98	1.65	ACTUAL
1-May-98	1.67	ACTUAL
1-Jun-98	1.68	ACTUAL

ตารางที่ ข-2 ผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์ราคาหัวมันสำปะหลังสดคละในรูปแบบตาราง (ต่อ)

Date	Price	Type
1-Jul-98	1.83	ACTUAL
1-Aug-98	1.47	ACTUAL
1-Sep-98	1.27	ACTUAL
1-Oct-98	1.01	ACTUAL
1-Nov-98	1.12	ACTUAL
1-Dec-98	0.94	ACTUAL
1-Jan-99	0.84	ACTUAL
1-Feb-99	0.88	ACTUAL
1-Mar-99	0.95	ACTUAL
1-Apr-99	0.86	ACTUAL
1-May-99	0.8	ACTUAL
1-Jun-99	0.75	ACTUAL
1-Jul-99	0.74	ACTUAL
1-Aug-99	0.68	ACTUAL
1-Sep-99	0.62	ACTUAL
1-Oct-99	0.59	ACTUAL
1-Nov-99	0.74	ACTUAL
1-Dec-99	0.77	ACTUAL
1-Jan-00	0.65	ACTUAL
1-Feb-00	0.59	ACTUAL
1-Mar-00	0.58	ACTUAL
1-Apr-00	0.64	ACTUAL
1-May-00	0.67	ACTUAL
1-Jun-00	0.7	ACTUAL
1-Jul-00	0.66	ACTUAL
1-Aug-00	0.58	ACTUAL
1-Sep-00	0.54	ACTUAL

ตารางที่ ข-2 ผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์ราคาหัวมันสำปะหลังสดคละในรูปแบบตาราง (ต่อ)

Date	Price	Type
1-Oct-00	0.56	ACTUAL
1-Nov-00	0.64	ACTUAL
1-Dec-00	0.67	ACTUAL
1-Jan-01	0.67	ACTUAL
1-Feb-01	0.66	ACTUAL
1-Mar-01	0.68	ACTUAL
1-Apr-01	0.69	ACTUAL
1-May-01	0.83	ACTUAL
1-Jun-01	0.99	ACTUAL
1-Jul-01	1.06	ACTUAL
1-Aug-01	1.03	ACTUAL
1-Sep-01	0.93	ACTUAL
1-Oct-01	0.93	ACTUAL
1-Nov-01	0.99	ACTUAL
1-Dec-01	0.99	ACTUAL
1-Jan-02	1.03	ACTUAL
1-Feb-02	1.05	ACTUAL
1-Mar-02	1.11	ACTUAL
1-Apr-02	1.16	ACTUAL
1-May-02	1.12	ACTUAL
1-Jun-02	1.06	ACTUAL
1-Jul-02	1.02	ACTUAL
1-Aug-02	1.04	ACTUAL
1-Sep-02	0.98	ACTUAL
1-Oct-02	0.91	ACTUAL
1-Nov-02	0.94	ACTUAL
1-Dec-02	0.97	ACTUAL

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข-2 ผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์ราคาหัวมันสำปะหลังสดคละในรูปแบบตาราง (ต่อ)

Date	Price	Type
1-Jan-03	0.93	ACTUAL
1-Feb-03	0.94	ACTUAL
1-Mar-03	0.93	ACTUAL
1-Apr-03	0.93	ACTUAL
1-May-03	0.92	ACTUAL
1-Jun-03	0.91	ACTUAL
1-Jul-03	0.88	ACTUAL
1-Aug-03	0.82	ACTUAL
1-Sep-03	0.81	ACTUAL
1-Oct-03	0.77	ACTUAL
1-Nov-03	0.79	ACTUAL
1-Dec-03	0.82	ACTUAL
1-Jan-04	0.83725	FORECAST
1-Feb-04	0.84929	FORECAST
1-Mar-04	0.85878	FORECAST
1-Apr-04	0.86673	FORECAST
1-May-04	0.87358	FORECAST
1-Jun-04	0.87953	FORECAST
1-Jul-04	0.88472	FORECAST
1-Aug-04	0.88390	FORECAST
1-Sep-04	0.89619	FORECAST
1-Oct-04	0.91737	FORECAST
1-Nov-04	0.91811	FORECAST
1-Dec-04	0.90627	FORECAST

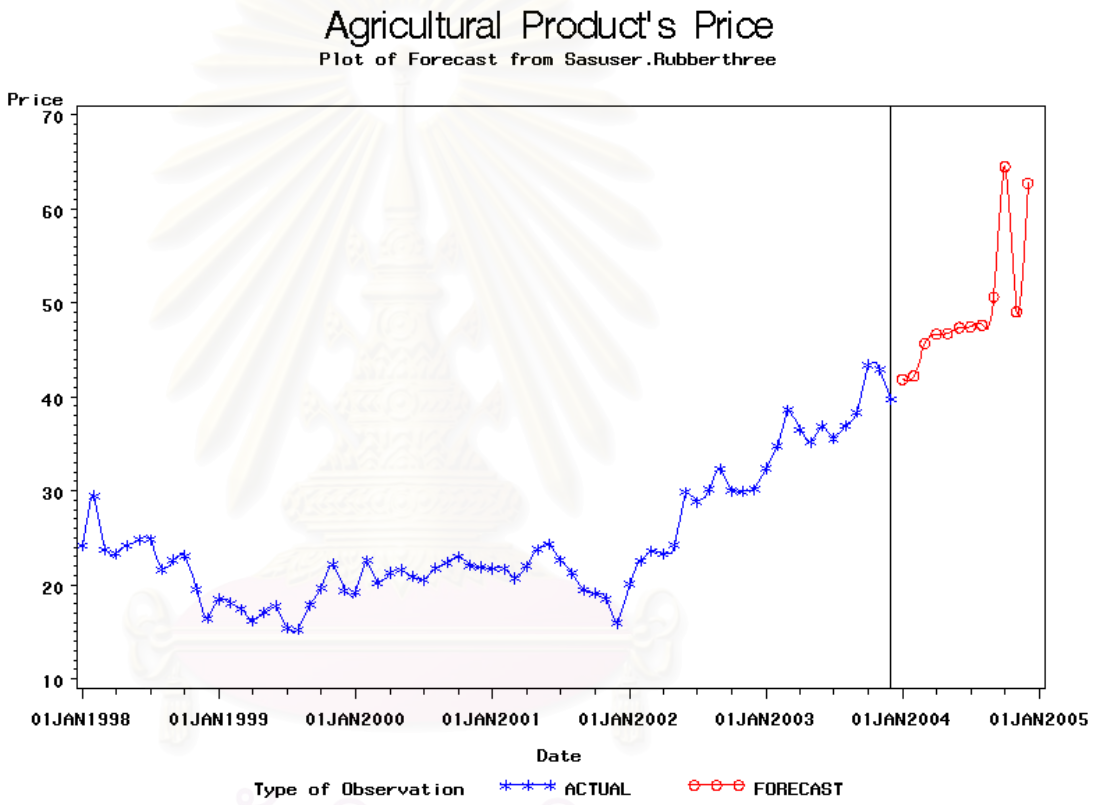
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. ผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์ราคายางพาราแผ่นดิบชั้น 3

ผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์ราคายางพาราแผ่นดิบชั้น 3 ประกอบด้วย ผลลัพธ์ในรูปแบบกราฟ และผลลัพธ์ในรูปแบบตาราง

3.1 ผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์ราคายางพาราแผ่นดิบชั้น 3 ในรูปแบบกราฟ

มีลักษณะดังแสดงในรูปที่ ข-3



รูปที่ ข-3 ผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์ราคายางพาราแผ่นดิบชั้น 3 ในรูปแบบกราฟ

3.2 ผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์ราคายางพาราแผ่นดิบชั้น 3 ในรูปแบบตาราง

มีลักษณะดังแสดงในรูปที่ ข-3

ตารางที่ ข-3 ผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์ราคายางพาราแผ่นดิบชั้น 3 ในรูปแบบตาราง

Date	Price	Type
1-Jan-98	24.2	ACTUAL
1-Feb-98	29.52	ACTUAL
1-Mar-98	23.77	ACTUAL

ตารางที่ ข-3 ผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์ราคายางพาราแผ่นดิบชั้น 3 ในรูปแบบตาราง (ต่อ)

Date	Price	Type
1-Apr-98	23.36	ACTUAL
1-May-98	24.2	ACTUAL
1-Jun-98	24.84	ACTUAL
1-Jul-98	24.85	ACTUAL
1-Aug-98	21.65	ACTUAL
1-Sep-98	22.66	ACTUAL
1-Oct-98	23.14	ACTUAL
1-Nov-98	19.56	ACTUAL
1-Dec-98	16.44	ACTUAL
1-Jan-99	18.5	ACTUAL
1-Feb-99	18.07	ACTUAL
1-Mar-99	17.45	ACTUAL
1-Apr-99	16.19	ACTUAL
1-May-99	17.09	ACTUAL
1-Jun-99	17.77	ACTUAL
1-Jul-99	15.43	ACTUAL
1-Aug-99	15.28	ACTUAL
1-Sep-99	17.86	ACTUAL
1-Oct-99	19.63	ACTUAL
1-Nov-99	22.23	ACTUAL
1-Dec-99	19.4	ACTUAL
1-Jan-00	19.28	ACTUAL
1-Feb-00	22.59	ACTUAL
1-Mar-00	20.2	ACTUAL
1-Apr-00	21.31	ACTUAL
1-May-00	21.62	ACTUAL
1-Jun-00	20.89	ACTUAL

ตารางที่ ข-3 ผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์ราคายางพาราแผ่นดิบชั้น 3 ในรูปแบบตาราง (ต่อ)

Date	Price	Type
1-Jul-00	20.56	ACTUAL
1-Aug-00	21.78	ACTUAL
1-Sep-00	22.39	ACTUAL
1-Oct-00	23.03	ACTUAL
1-Nov-00	22.09	ACTUAL
1-Dec-00	21.9	ACTUAL
1-Jan-01	21.75	ACTUAL
1-Feb-01	21.74	ACTUAL
1-Mar-01	20.72	ACTUAL
1-Apr-01	22.01	ACTUAL
1-May-01	23.82	ACTUAL
1-Jun-01	24.34	ACTUAL
1-Jul-01	22.6	ACTUAL
1-Aug-01	21.3	ACTUAL
1-Sep-01	19.46	ACTUAL
1-Oct-01	19.11	ACTUAL
1-Nov-01	18.53	ACTUAL
1-Dec-01	15.93	ACTUAL
1-Jan-02	20.14	ACTUAL
1-Feb-02	22.58	ACTUAL
1-Mar-02	23.6	ACTUAL
1-Apr-02	23.32	ACTUAL
1-May-02	24.25	ACTUAL
1-Jun-02	29.9	ACTUAL
1-Jul-02	28.82	ACTUAL
1-Aug-02	30.15	ACTUAL
1-Sep-02	32.35	ACTUAL

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข-3 ผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์ราคายางพาราแผ่นดิบชั้น 3 ในรูปแบบตาราง (ต่อ)

Date	Price	Type
1-Jul-00	20.56	ACTUAL
1-Aug-00	21.78	ACTUAL
1-Sep-00	22.39	ACTUAL
1-Oct-00	23.03	ACTUAL
1-Nov-00	22.09	ACTUAL
1-Dec-00	21.9	ACTUAL
1-Jan-01	21.75	ACTUAL
1-Feb-01	21.74	ACTUAL
1-Mar-01	20.72	ACTUAL
1-Apr-01	22.01	ACTUAL
1-May-01	23.82	ACTUAL
1-Jun-01	24.34	ACTUAL
1-Jul-01	22.6	ACTUAL
1-Aug-01	21.3	ACTUAL
1-Sep-01	19.46	ACTUAL
1-Oct-01	19.11	ACTUAL
1-Nov-01	18.53	ACTUAL
1-Dec-01	15.93	ACTUAL
1-Jan-02	20.14	ACTUAL
1-Feb-02	22.58	ACTUAL
1-Mar-02	23.6	ACTUAL
1-Apr-02	23.32	ACTUAL
1-May-02	24.25	ACTUAL
1-Jun-02	29.9	ACTUAL
1-Jul-02	28.82	ACTUAL
1-Aug-02	30.15	ACTUAL
1-Sep-02	32.35	ACTUAL

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข-3 ผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์ราคายางพาราแผ่นดิบชั้น 3 ในรูปแบบตาราง (ต่อ)

Date	Price	Type
1-Oct-02	30	ACTUAL
1-Nov-02	29.97	ACTUAL
1-Dec-02	30.16	ACTUAL
1-Jan-03	32.43	ACTUAL
1-Feb-03	34.82	ACTUAL
1-Mar-03	38.6	ACTUAL
1-Apr-03	36.52	ACTUAL
1-May-03	35.23	ACTUAL
1-Jun-03	36.92	ACTUAL
1-Jul-03	35.59	ACTUAL
1-Aug-03	36.94	ACTUAL
1-Sep-03	38.37	ACTUAL
1-Oct-03	43.45	ACTUAL
1-Nov-03	42.94	ACTUAL
1-Dec-03	39.76	ACTUAL
1-Jan-04	41.8869	FORECAST
1-Feb-04	42.2498	FORECAST
1-Mar-04	45.6875	FORECAST
1-Apr-04	45.6875	FORECAST
1-May-04	46.7846	FORECAST
1-Jun-04	47.3975	FORECAST
1-Jul-04	47.4790	FORECAST
1-Aug-04	47.6687	FORECAST
1-Sep-04	50.6532	FORECAST
1-Oct-04	64.5217	FORECAST
1-Nov-04	49.0555	FORECAST
1-Dec-04	62.7547	FORECAST

ภาคผนวก ค
คู่มือผู้ใช้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คู่มือผู้ใช้

1. คุณสมบัติเบื้องต้นของผู้ใช้งานระบบ

ผู้ใช้งานระบบได้ควรมีทักษะความสามารถ ดังนี้

- สามารถค้นหาข้อมูลนำเข้าที่ต้องการผ่านทางเว็บหรือขอโดยตรงจากหน่วยงานที่รับผิดชอบข้อมูลนั้นได้
- สามารถใช้งานโปรแกรมไมโครซอฟต์เอ็กเซลเพื่อจัดเตรียมข้อมูลนำเข้าได้
- สามารถใช้งานโปรแกรมเอสเอเอสซิสเต็มในระดับพื้นฐานได้ ซึ่งการใช้งานในส่วนที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรมเอสเอเอสนี้จะได้ทำการอธิบายวิธีการใช้งานต่อไป

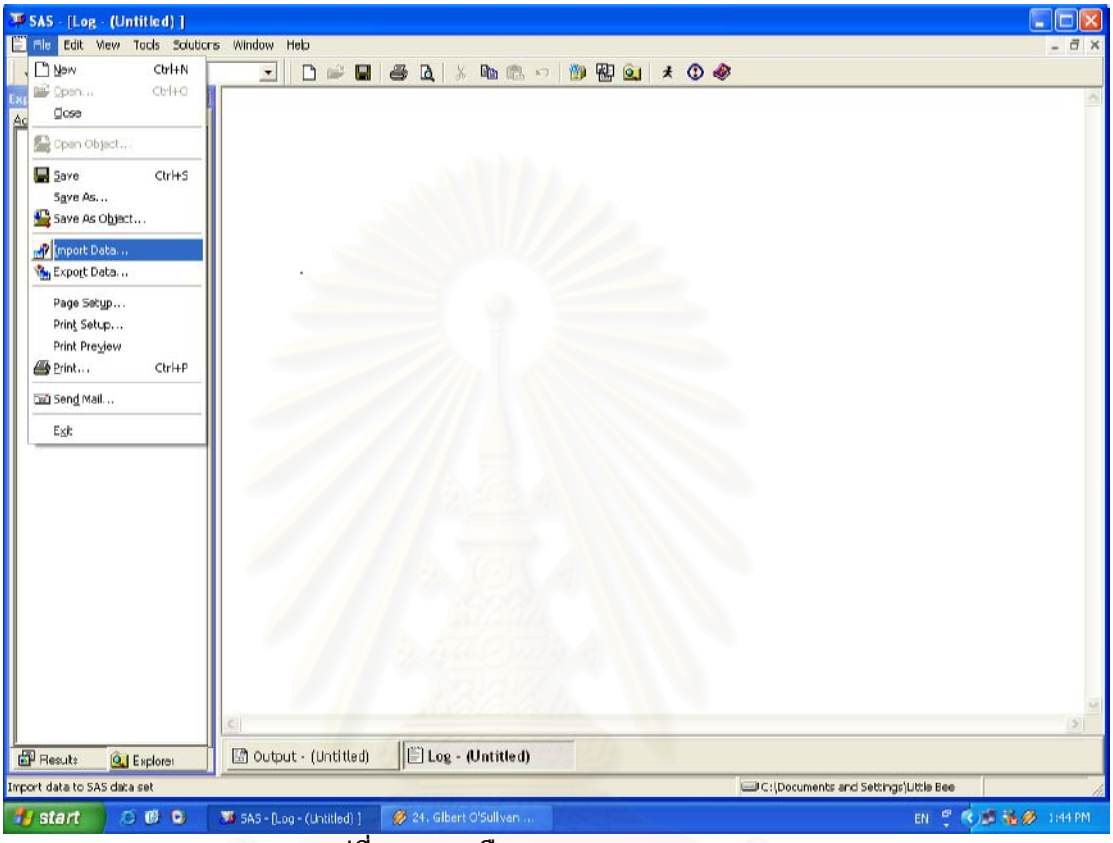
2. วิธีใช้งานระบบ

หลังจากที่ผู้ใช้ทำการรวมรวมข้อมูลนำมาสร้างเป็นตารางข้อมูลราคาสินค้าเกษตรซึ่งบันทึกไว้ในไฟล์ไมโครซอฟต์เอ็กเซลแล้ว ก่อนจะสั่งให้ระบบทำการพยากรณ์ ผู้ใช้จะต้องทำการแปลงข้อมูลนำเข้าจากไฟล์ไมโครซอฟต์เอ็กเซลให้อยู่ในรูปดาต้าเซ็ตเสียก่อน ซึ่งการแปลงข้อมูลนำเข้าจากไฟล์ไมโครซอฟต์เอ็กเซลให้เป็นดาต้าเซ็ต และการสั่งให้ระบบทำการพยากรณ์มีวิธีการดังนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.1 การแปลงข้อมูลนำเข้าจากไฟล์ไมโครซอฟต์เอ็กเซลให้เป็นดาต้าเซ็ต

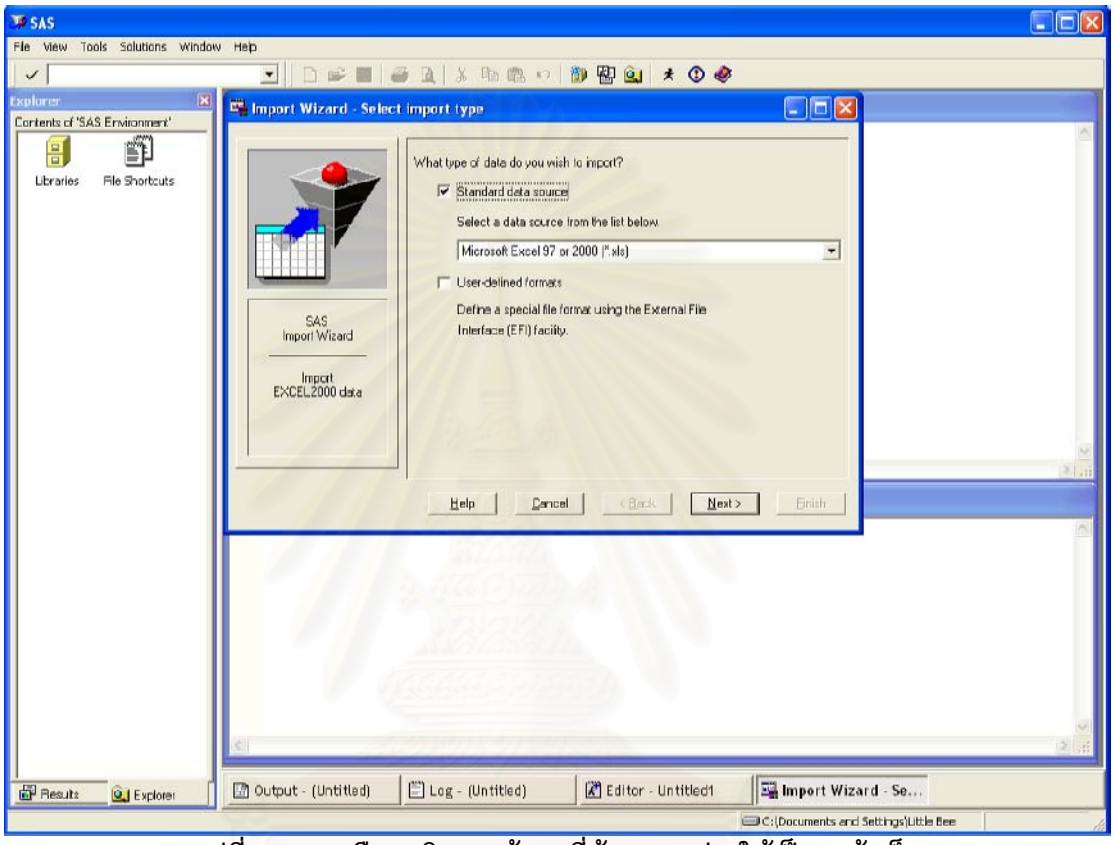
1. เมื่อเปิดโปรแกรมเอสเอเอสซิสเต็มแล้ว ให้เลือกที่เมนู File -> Import Data



รูปที่ ค-1 การเลือกเมนู File -> Import Data

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

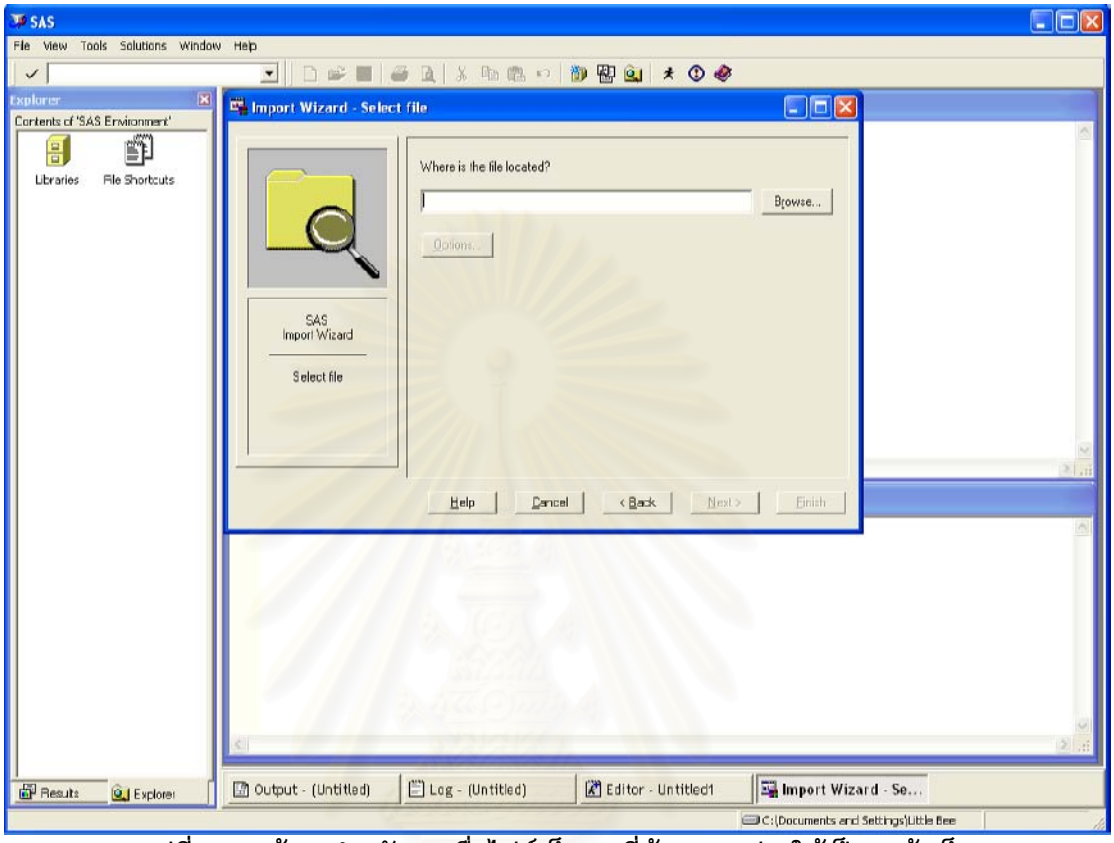
2. จากนั้นเลือกชนิดของข้อมูลที่ต้องการแปลงให้เป็นดาต้าเซ็ต (Import Data) โดยคลิกเลือกที่ตัวเลือก Standard Data Source จากนั้นเลือก Microsoft Excel 97 or 2000 (*.xls) จากลิสต์ที่มีให้เลือก แล้วคลิก Next >



รูปที่ ค-2 การเลือกชนิดของข้อมูลที่ต้องการแปลงให้เป็นดาต้าเซ็ต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

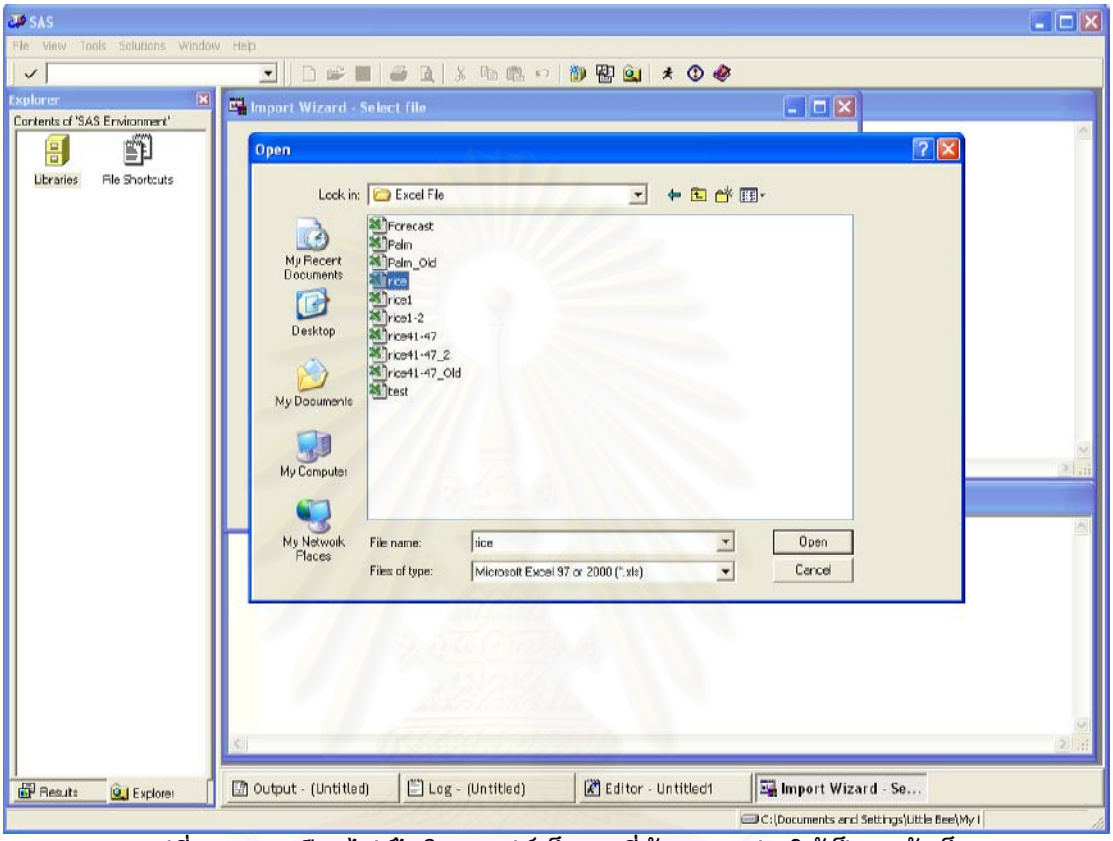
3. จากนั้นกดปุ่ม Browse เพื่อทำการค้นหาไฟล์



รูปที่ ค-3 หน้าจอสำหรับระบุชื่อไฟล์เอ็กเซลที่ต้องการแปลงให้เป็นดาต้าเซ็ต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

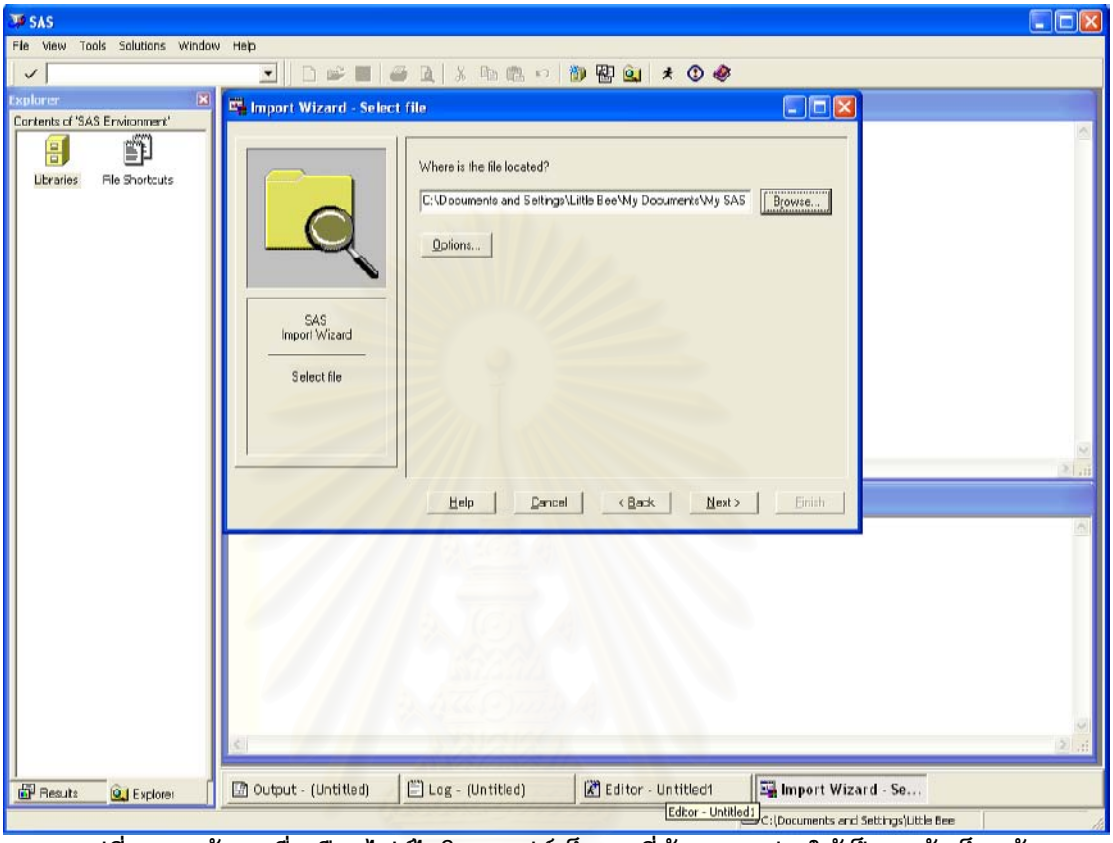
4. เลือกไฟล์ไมโครซอฟต์เอ็กเซลที่ต้องการแปลงเป็นดาต้าเซ็ตเพื่อใช้เป็นข้อมูลนำเข้า แล้วกดปุ่ม open



รูปที่ ค-4 การเลือกไฟล์ไมโครซอฟต์เอ็กเซลที่ต้องการแปลงให้เป็นดาต้าเซ็ต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

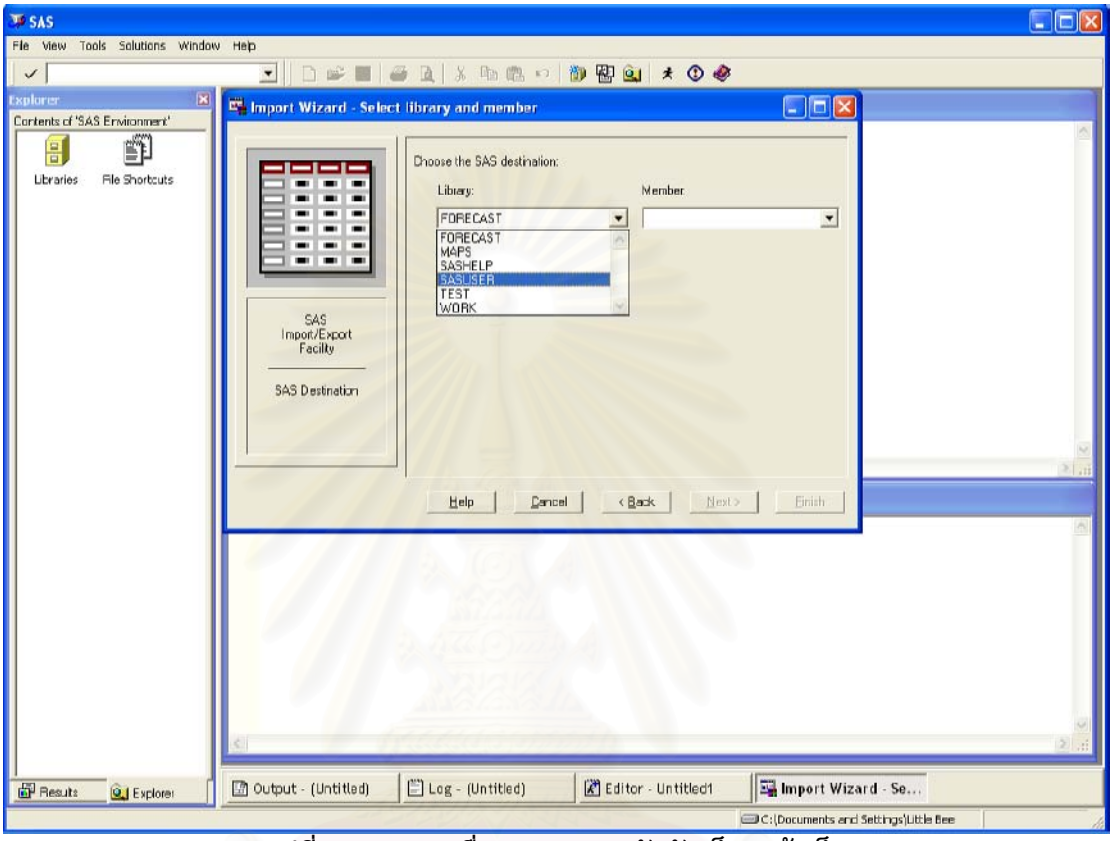
5. เมื่อเลือกไฟล์ที่ต้องการได้แล้วคลิก Next >



รูปที่ ค-5 หน้าจอเมื่อเลือกไฟล์ไมโครซอฟต์เอ็กเซลที่ต้องการแปลงให้เป็นดาต้าเซ็ตแล้ว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

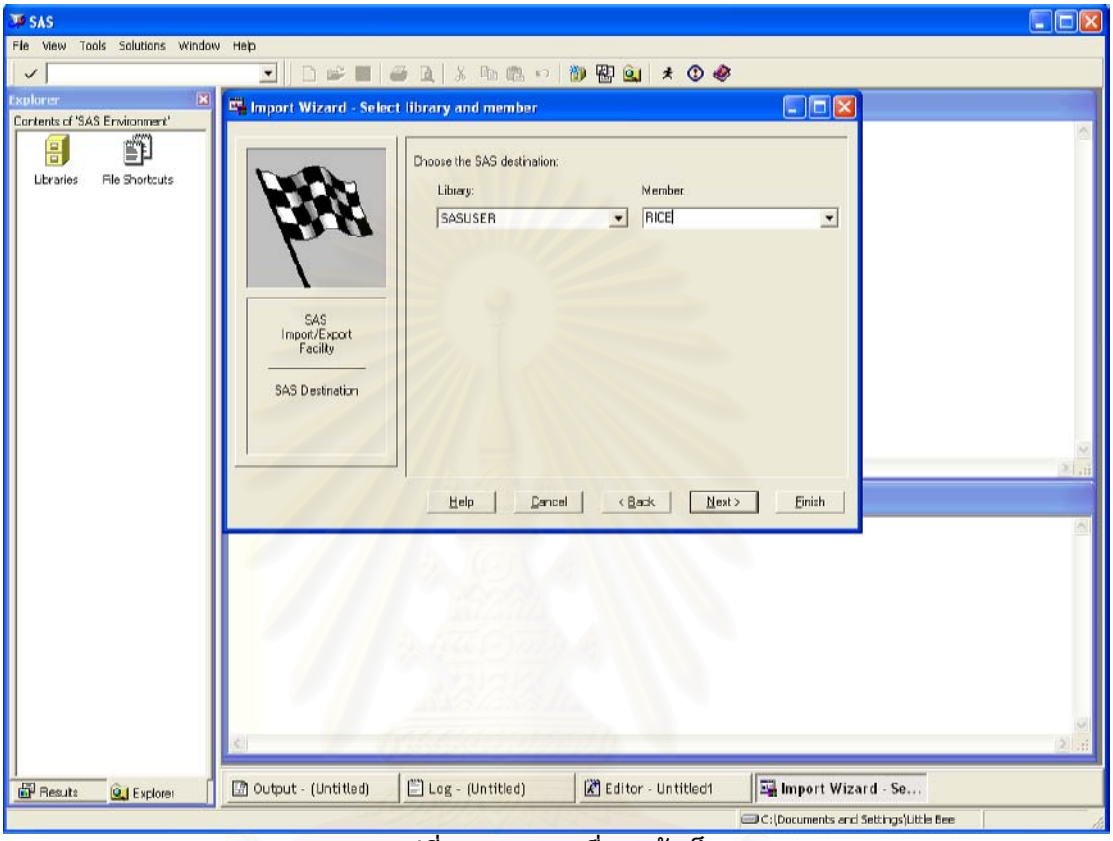
6. จากนั้นทำการเลือก Library ที่ต้องการจัดเก็บดาต้าเซ็ต โดยเลือก Library เป็น SASUSER



รูปที่ ค-6 การระบุชื่อ Library สำหรับจัดเก็บดาต้าเซ็ต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

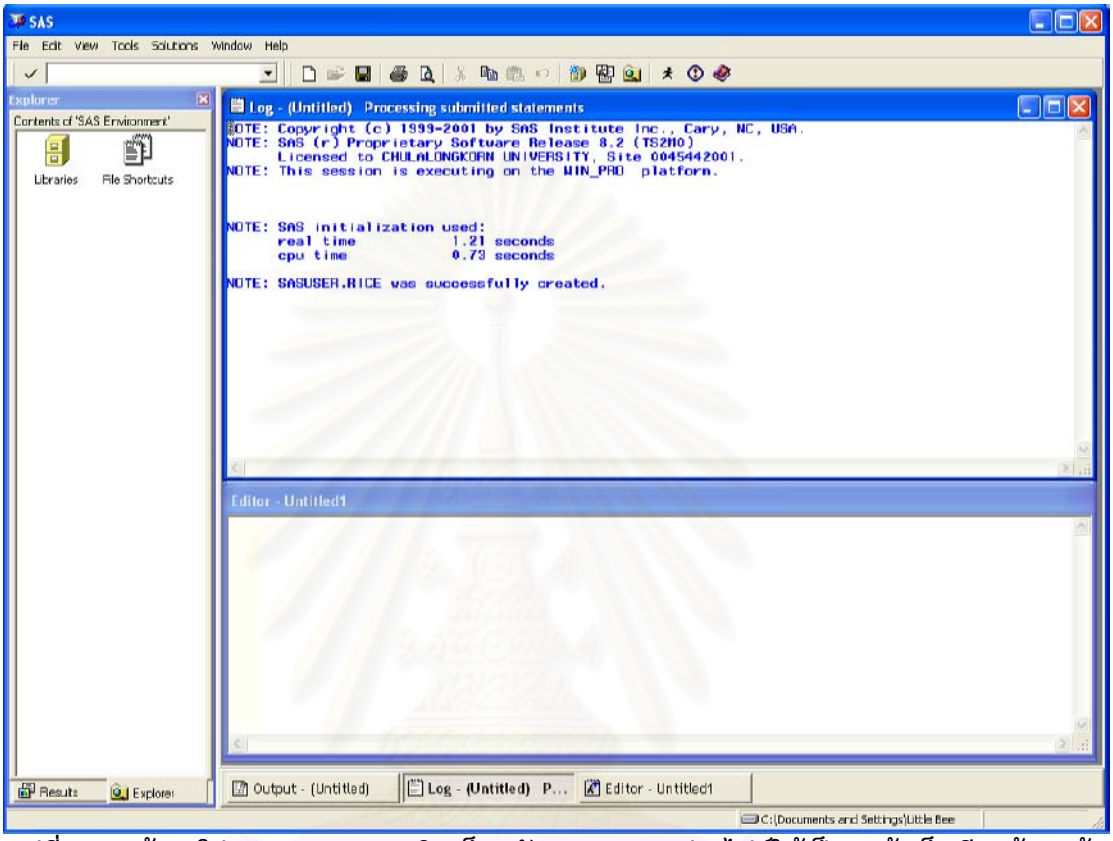
7. ส่วน Member หรือชื่อของดาต้าเซ็ตนั้น ให้พิมพ์เป็นชื่อของสินค้าเกษตรชนิดนั้นในภาษาอังกฤษ เมื่อพิมพ์ชื่อดาต้าเซ็ตเรียบร้อยแล้ว กดปุ่ม Finish



รูปที่ ค-7 การระบุชื่อดาต้าเซ็ต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

8. เมื่อโปรแกรมเอสเอเอสซิสเต็มทำการแปลงข้อมูลนำเข้าจากไฟล์ไมโครซอฟต์เอ็กเซลให้อยู่ในรูปดาต้าเซ็ตแล้วก็จะแจ้งให้ผู้ใช้ทราบผ่านทางหน้าจอบันทึกเหตุการณ์



รูปที่ ค-8 หน้าจอโปรแกรมเอสเอเอสซิสเต็มหลังจากทำการแปลงไฟล์ให้เป็นดาต้าเซ็ตเรียบร้อยแล้ว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2 การสั่งให้ระบบทำการพยากรณ์

1. หน้าต่างฝั่งซ้ายมือของโปรแกรมเอสเอเอสซิสเต็มจะเป็นหน้าต่าง Explorer ให้ดับเบิ้ลคลิกที่ Libraries เพื่อเรียกดู Library ที่มีอยู่ทั้งหมด

รูปที่ ค-9 หน้าต่าง Explorer ในตอนเริ่มต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. จากนั้นดับเบิ้ลคลิกเลือก Library ที่ติดตั้งโปรแกรมในส่วนประสานงานกับผู้ใช้ไว้ ซึ่งในที่นี้คือ Forecast

รูปที่ ค-10 การคลิกเลือก Library ที่ติดตั้งโปรแกรมในส่วนประสานงานกับผู้ใช้

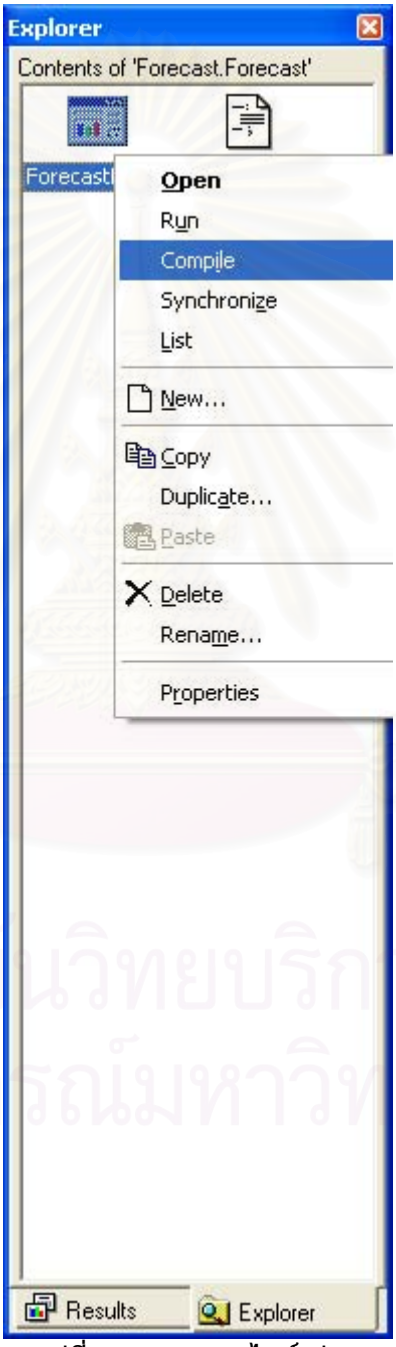
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. จากนั้นดับเบิ้ลคลิกเลือก Catalog ที่จัดเก็บโปรแกรมในส่วนประสานงานกับผู้ใช้ไว้ ซึ่งในที่นี้คือ Forecast

รูปที่ ค-11 เลือก Catalog ที่จัดเก็บโปรแกรมในส่วนประสานงานกับผู้ใช้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

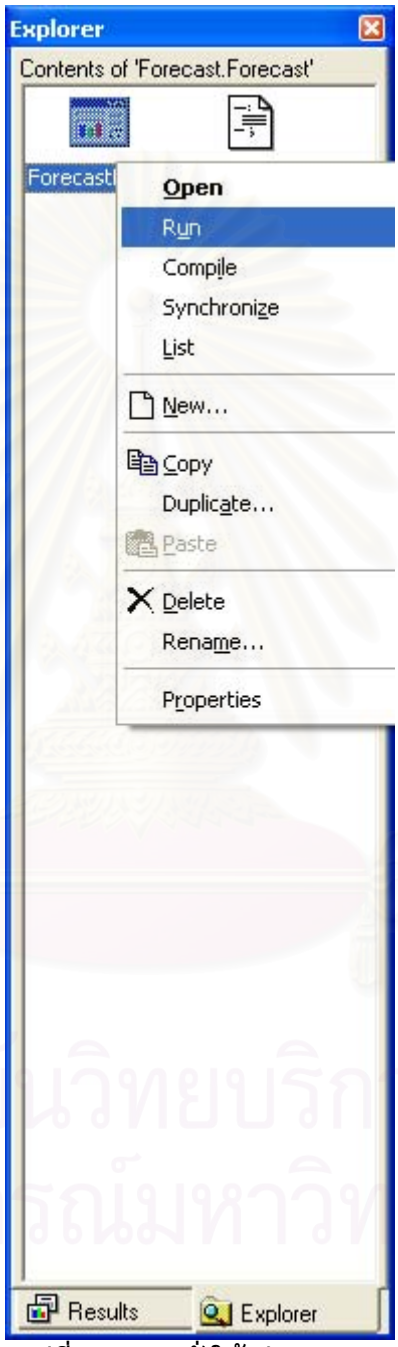
4. ใน Catalog ที่จัดเก็บโปรแกรมในส่วนประสานงานกับผู้ใช้ จะมีไฟล์ที่ชื่อ Forecastframe เหมือนกันอยู่ 2 ไฟล์ โดยไฟล์หนึ่งจะเป็นไฟล์เฟรม และอีกไฟล์หนึ่งจะเป็นไฟล์ scl ที่เชื่อมต่อกับไฟล์เฟรมนั้น ให้คลิกขวาที่ไฟล์ Forecastframe ที่เป็นไฟล์เฟรม แล้วเลือกเมนูคอมไฟล์ เพื่อคอมไพล์โปรแกรมของเฟรมก่อนใช้งาน



รูปที่ ค-12 การคอมไพล์เฟรม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

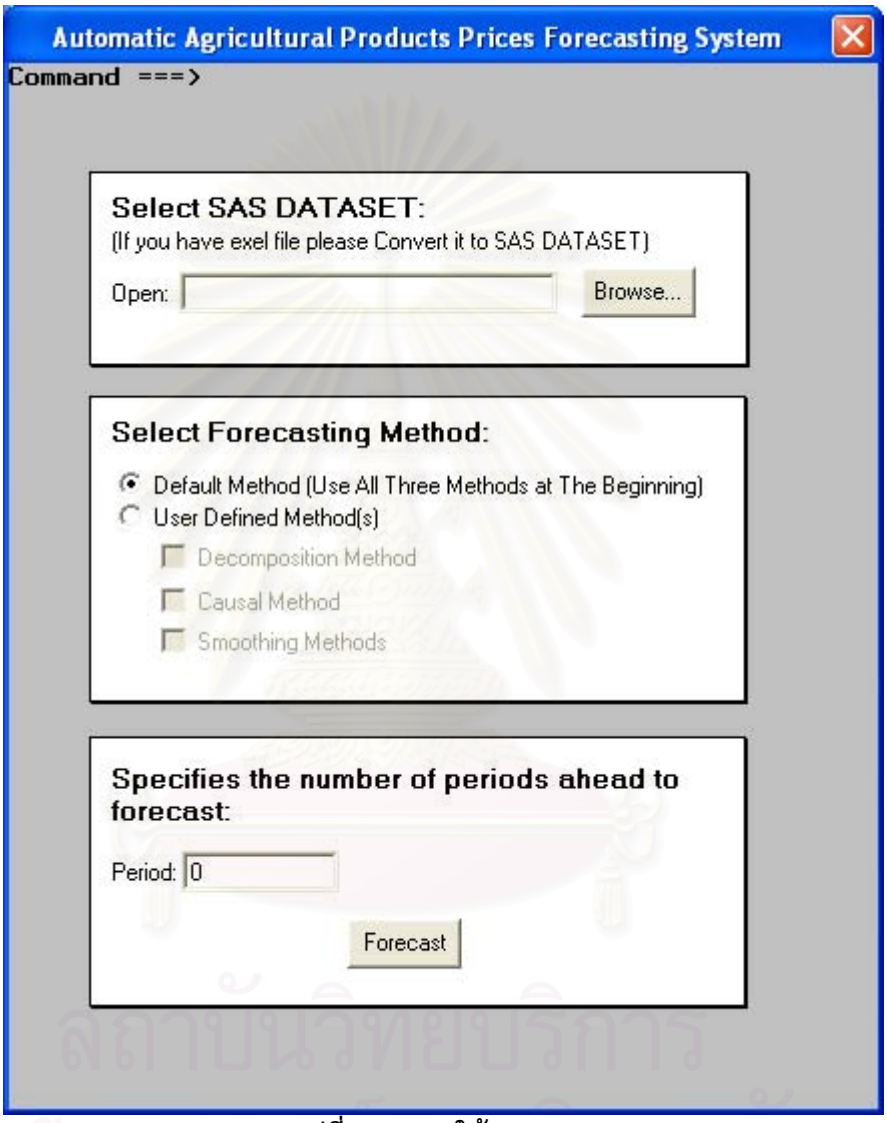
5. เมื่อคอมไพล์เสร็จเรียบร้อยแล้วให้คลิกขวาที่ไฟล์เดิมอีกครั้งแล้วเลือกเมนูรัน เพื่อสั่งให้เฟรมทำงาน



รูปที่ ค-13 การสั่งให้เฟรมทำงาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6. จะได้หน้าจอนำเข้าข้อมูลของระบบ ดังรูปที่ ค-14 ให้กดปุ่ม Browse เพื่อเลือกดาต้าเซ็ตที่ต้องการใช้เป็นข้อมูลนำเข้า และป้อนจำนวนช่วงเวลาล่วงหน้าที่ต้องการให้ระบบทำการพยากรณ์ แล้วกดปุ่ม Forecast เพื่อสั่งให้ระบบทำการพยากรณ์



รูปที่ ค-14 การใช้งานระบบ

7. เมื่อระบบทำการพยากรณ์เสร็จเรียบร้อยแล้วจะแสดงผลการพยากรณ์ออกมาในรูปแบบกราฟและตารางดังตัวอย่างที่แสดงในภาคผนวก ข

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวกมลรัตน์ พ่วงแพ เกิดเมื่อวันที่ 2 กันยายน 2523 ที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาในหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเศรษฐศาสตร์ จากภาควิชาเศรษฐศาสตร์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในปีการศึกษา 2543 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ที่ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2545

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย