บทที่ 6
สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาและวิจัย สามารถสรุปผลการวิจัย ประโยชน์ที่ได้จากงานวิจัยในครั้งนี้ รวมไปถึงปัญหาต่างที่พบระหว่างการวิจัย ข้อจำกัดของการวิจัยที่พบ และข้อเสนอแนะต่างๆดังนี้

6.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างเครือข่ายอนุภาคความต้องการกับภาษาคาเฟโอบีเจ เพื่อดูว่าแต่ละส่วนของแผนภาพเครือข่ายอนุภาคความต้องการสอดคล้องกับส่วนใดของสัญกรณ์ทางภาษาของข้อกำหนดคาเฟโอบีเจ สรุปได้ว่าแผนภาพเครือข่ายอนุภาคความต้องการ 1 แผนภาพ สามารถเขียนเป็นสมการสัจพจน์ภาษาคาเฟโอบีเจได้ 1 สมการ ที่แสดงเงื่อนไขของการดำเนินการเพื่อให้สัจพจน์นั้นถูกดำเนินการตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ ดังนั้นการที่จะได้ข้อกำหนดคาเฟโอบีเจที่สมบูรณ์ จึงประกอบไปด้วยแผนภาพเครือข่ายอนุภาคความต้องการหลายๆ แผนภาพเพื่อจะนำมาเขียนเป็นสมการสัจพจน์ในส่วนของการกำหนดสมการได้ครบถ้วน และสามารถสร้างส่วนประกอบอื่นๆ ของมอดูลตามขั้นตอนวิธีในการสร้างข้อกำหนด เพื่อให้ได้มอดูลข้อกำหนดคาเฟโอบีเจที่สมบูรณ์ จากผลสรุปที่ได้ จึงได้นำเสนอขั้นตอนวิธีในการสร้างแผนภาพเครือข่ายอนุภาคความต้องการเป็นข้อกำหนดคาเฟโอบีเจจำนวน 5 ขั้นตอนดังนี้

1) การสร้างส่วนการกำหนดสัจพจน์
2) การสร้างส่วนกำหนดชื่อมอดูล
3) การสร้างส่วนการประกาศมอดูลนำเข้า
4) การสร้างส่วนการกำหนดตัวดำเนินการ
5) การสร้างส่วนการกำหนดตัวแปร

เพื่อสนับสนุนขั้นตอนการแปลง ผู้วิจัยจึงได้นำเสนอกฎในการแปลงเครือข่ายอนุภาคความต้องการเป็นข้อกำหนดคาเฟโอบีเจ โดยมีทั้งหมด 12 ข้อ และมีใจความสำคัญ ดังนี้

- เครือข่ายอนุภาคความต้องการใดๆ หนึ่งแผนภาพ เมื่อนำมาเขียนเป็นข้อกำหนดคาเฟโอบีเจ จะได้สมการสัจพจน์ของคาเฟโอบีเจเพียงหนึ่งสมการเท่านั้น
- แผนภาพเครือข่ายอนุภาคความต้องการใดๆ อนุภาคความต้องการ FinalOp จะเป็นชื่อของตัวดำเนินการหลักของข้อกำหนดคาเฟโอบีเจ ถ้าอนุภาค FinalOp เป็นอนุภาคความต้องการสุดท้าย

- อนุภาคความต้องการ P ใดๆ ในเครือข่ายอนุภาคความต้องการจะหมายถึงตัวดำเนินการในข้อกำหนดคาเฟโอบีเจ โดยชื่อของอนุภาคความต้องการจะเป็นชื่อของตัวดำเนิน การของคาเฟโอบีเจ
- สำหรับโหนดข้อมูล X ใดๆ ชื่อของโหนด จะใช้เป็นชื่อของตัวแปรในข้อกำหนดคาเฟโอบีเจ
- ช่องการสื่อสาร "*What*" ของอนุภาคความต้องการ P ใดๆ จะเป็นตัวกำหนดพารามิเตอร์ของตัวดำเนินการ P ในคาเฟโอบีเจ
- ช่องการสื่อสาร "*Where*" ของอนุภาคความต้องการ P ใดๆ จะเป็นตัวกำหนดพารามิเตอร์ของตัวดำเนินการ P โดยพารามิเตอร์เหล่านั้นจะเป็นตัวแปร (Variable) ของสมการ คาเฟโอบีเจ
- ผลลัพธ์ของอนุภาคความต้องการ P1 ใดๆ ที่ออกมาจากช่องการสื่อสาร "*Out*" จะเป็นพารามิเตอร์ของอนุภาคความต้องการ P2 ที่เชื่อมต่อกัน
- อนุภาคความต้องการ P ใดๆ จะมีพารามิเตอร์ที่ได้รับจากช่องการสื่อสาร "*What*" และช่องการสื่อสาร "*Where*" ร่วมกัน
- ช่องการสื่อสาร "*Precond*" ของอนุภาคความต้องการ P ใดๆ จะเป็นตัวกำหนดเงื่อนไขในสมการคาเฟโอบีเจ
- ภาคแสดงที่ออกมาจากช่องการสื่อสาร "*Ack*" จะใช้เพื่อตรวจสอบกรณีเป็นจริงในเงื่อนไขของสมการคาเฟโอบีเจเสมอ
- ภาคแสดงที่ออกมาจากช่องการสื่อสาร "*Nack*" จะใช้เพื่อตรวจสอบกรณีเป็นเท็จในเงื่อนไขของสมการคาเฟโอบีเจเสมอ
- กรณีที่มีอนุภาคความต้องการมากกว่าหนึ่งอนุภาคส่งค่ามายังช่องการสื่อสาร "*Precond*" ให้นำผลของอนุภาคความต้องการมา "AND" กัน และใช้เป็นเงื่อนไขในคาเฟโอบีเจ

การวิจัยนี้ได้ครอบคลุมถึงการพัฒนาเครื่องมือซอฟต์แวร์สำหรับสร้างข้อกำหนดโดยมีขั้นตอนวิธีเพื่อใช้กฎการแปลงดังกล่าวเป็นหลัก และได้ออกแบบข้อมูลนำเข้าซึ่งอยู่ในรูปแบบของแฟ้มข้อความซึ่งจะแทนคุณสมบัติส่วนต่างๆของแผนภาพเครือข่ายอนุภาคความต้องการได้ครบถ้วน ซึ่งผลลัพธ์จากการแปลงจะอยู่ในรูปของข้อกำหนดคาเฟโอบีเจที่สามารถตรวจสอบความถูกต้อง ทั้งวากยสัมพันธ์และข้อกำหนดโดยโปรแกรมแปลคาเฟโอบีเจ

ผู้วิจัยได้นำกรณีศึกษามาทดสอบทั้งหมด 3 กรณี คือ การแปลงจากนิพจน์อินฟิกไปเป็นนิพจน์โพสต์ฟิก การแปลงจากนิพจน์โพสต์ฟิกไปเป็นนิพจน์อินฟิก และการเรียงลำดับแบบแทรก

โดยเครื่องมือสามารถสร้างข้อกำหนดของภาษาคาเฟโอบีเจได้ ทั้ง 3 กรณี และจากการนำผลที่ได้ไปทดสอบกับตัวแปลภาษาคาเฟโอบีเจ ทั้งการตรวจสอบวากยสัมพันธ์และความถูกต้องของข้อกำหนด ก็ปรากฏว่าไม่มีข้อผิดพลาดใดๆ รวมทั้งใช้กรณีทดสอบในการตรวจสอบแล้วได้ผลตามที่คาดไว้ครบถ้วน

อย่างไรก็ตาม การใช้งานเครื่องมือที่ได้พัฒนาขึ้นนั้น ผู้ใช้จำเป็นต้องรู้วากยสัมพันธ์ของภาษาคาเฟโอบีเจบ้าง และต้องมีความเข้าใจคุณลักษณะของแผนภาพเครือข่ายอนุภาคความต้องการด้วย

6.2 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) เป็นเครื่องมือสนับสนุนการเขียนข้อกำหนดคาเฟโอบีเจจากแผนภาพเครือข่ายอนุภาคความต้องการ

2) ช่วยให้ผู้ที่กำลังศึกษาเรื่องข้อกำหนดรูปนัยสามารถเข้าใจข้อกำหนดรูปนัยได้ดีขึ้นจากแผนภาพเครือข่ายอนุภาคความต้องการ เนื่องจากทำให้ผู้ที่กำลังศึกษาสามารถทำการเปรียบเทียบระหว่างแผนภาพเครือข่ายอนุภาคความต้องการและข้อกำหนดคาเฟโอบีเจได้ ซึ่งจะทำให้ทำความเข้าใจได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

3) เป็นเครื่องมือสนับสนุนการตรวจสอบความถูกต้องของการเขียนแผนภาพเครือข่ายอนุภาคความต้องการ

6.3 ปัญหาและข้อจำกัดที่พบจากงานวิจัย

1) ลำดับของพารามิเตอร์ในการดำเนินการ จะต้องถูกต้องตั้งแต่ข้อมูลนำเข้าอาร์พีเอ็นเท็กซ์
2) ตัวดำเนินการที่เกิดจากการสร้างใหม่จากโปรแกรม สามารถมีได้เพียงตัวเดียว
3) ตัวดำเนินการที่กำหนดไว้ในคลังจัดเก็บตัวดำเนินการจะต้องมีชื่อไม่ซ้ำกัน

6.4 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาวิจัย ถึงแม้ว่าเครื่องมือที่สร้างขึ้นจะสามารถสร้างข้อกำหนดรูปนัยของภาษาคาเฟโอบีเจได้ แต่ก็ยังจำกัดอยู่ในรูปแบบของเครือข่ายอนุภาคความต้องการที่ไม่ซับซ้อนนัก และมีการเรียกสมการสัจพจน์ซ้ำๆกัน หรือระบบที่สามารถจำแนกเป็นกรณีได้ อีกทั้งข้อมูลนำเข้ายังต้องอยู่ในรูปของแฟ้มข้อความเอ็กเซล ซึ่งทำให้ผู้ใช้อาจจะต้องเสียเวลาเขียนเครือข่ายอนุภาคความต้องการให้อยู่ในรูปของอาร์พีเอ็นเท็กซ์ก่อน ดังนั้นต่อไปถ้ามีการออกแบบพัฒนาบรรณาธิกรณ์เครือข่ายอนุภาคความต้องการ เพื่อให้สามารถทำการแปลงเป็นข้อกำหนดคาเฟโอบี

ได้โดยไม่ต้องผ่านแฟ้มข้อความอาร์พีเอ็นเท็กซ์ หรือทำการแปลงจากเครือข่ายอนุภาคความต้องการเป็นอาร์พีเอ็นเท็กซ์ได้โดยอัตโนมัติ จะช่วยให้ผู้ใช้งานเครื่องมือซอฟต์แวร์อาร์พีเอ็นทูคาเฟโอบีเจ และผู้ที่กำลังศึกษาเกี่ยวกับการเขียนข้อกำหนดคาเฟโอบีเจได้รับความสะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น รวมทั้งถ้ามีการศึกษาวิธีการแปลงเครือข่ายอนุภาคความต้องการที่มีความซับซ้อนเพิ่มขึ้นจะทำให้กฎการแปลงนี้สามารถใช้ได้กว้างขวางมากยิ่งขึ้น เป็นต้น