บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

ปัจจุบันการจำลองได้เข้ามามีบทบาทสำคัญและมีผลกระทบโดยตรงต่อวิถีชีวิต ดังจะเห็นได้จากระบบจำลองจริง เช่น ระบบจำลองการจราจร ระบบการพยากรณ์อากาศ ฯลฯ และปัจจุบันระบบการจำลองต่างๆได้ทวีความซับซ้อนและต้องการใช้ทรัพยากรร่วมกันมากขึ้น ทำให้การจำลองแบบกระจาย (Distributed Simulation) มีความจำเป็นมากขึ้นตามไปด้วย

เทคโนโลยีด้านการจำลองแบบกระจายได้ถูกพัฒนาและปรับปรุงสมรรถนะอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลา 30 ปีที่ผ่านมา (Kuhl, Weatherly and Dahman, 1999) จนกระทั่งในปัจจุบันสถาปัตยกรรมระดับสูง หรือ เรียกว่า High Level Architecture (HLA) ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในฐานะข้อกำหนดมาตรฐานหรือโครงร่าง (Framework) สำหรับการจำลองแบบกระจาย และได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้จริงในหลายด้านโดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านระบบจำลองสิ่งแวดล้อมเสมือน

HLA เป็นข้อกำหนดมาตรฐานสำหรับการจำลองแบบกระจาย โดยใช้ Runtime Infrastructure (RTI) เป็นมิดเดิลแวร์ในการเชื่อมประสานหน่วยการจำลอง ซึ่งกระจายอยู่ตามที่ต่างๆให้สามารถทำงานร่วมกัน (Interoperability) ได้อย่างลงตัว และสามารถนำหน่วยการจำลองมาใช้ใหม่ (Reusability) ได้ง่าย (IEEE 1516-2000, 2000) อย่างไรก็ตามแม้การใช้งาน RTI จะทำให้ผู้พัฒนาระบบการจำลองมีความสะดวกมากขึ้น แต่ก็มีข้อจำกัดอยู่ไม่น้อย เช่น RTI เป็นการทำงานแบบรวมศูนย์โดยหน่วยการจำลองทุกส่วนจะต้องใช้ RTI เป็นศูนย์กลางในการประสานงาน จึงมีโอกาสมากที่จะทำให้ระบบการจำลองโดยรวมทำงานได้ช้า อันเนื่องมาจากปัญหาคอขวดของเครือข่ายคอมพิวเตอร์

การสร้างโมดูลช่วยการจำลองและแบบจำลองของ HLA จะทำให้การวิเคราะห์และประเมินสมรรถนะของระบบการจำลองทำได้รวดเร็วและสามารถทำได้ก่อนขั้นตอนสร้างระบบจริงโดยการกำหนดพารามิเตอร์และสภาพแวดล้อมต่างๆที่จำเป็นต่อการจำลอง โดยยังไม่ต้องสร้างระบบจริงขึ้นมา อันจะนำไปสู่ความสามารถในการคาดการณ์ล่วงหน้าต่อสมรรถนะและปัญหาที่อาจเกิดขึ้น ซึ่งจะทำให้ระบบจริงที่ได้สมบูรณ์แบบมากขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถนำไปเป็นเครื่องมือในการศึกษาเชิงทฤษฎีเช่นเดียวกับการศึกษาประสิทธิภาพของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่มีการใช้การจำลองเข้ามาศึกษาระบบกันอยู่แล้ว

อนึ่ง หนึ่งในซอฟต์แวร์ที่มีศักยภาพในการจำลองด้านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ที่ใช้งานอย่างแพร่หลาย คือ ซอฟต์แวร์ช่วยการจำลอง ns ซึ่งมีข้อดีหลายด้าน เช่น มีโมดูลช่วยการจำลองอย่างหลากหลาย ทำงานถูกต้อง เป็นซอฟต์แวร์แบบโอเพนซอร์สซึ่งจะทำให้การเพิ่มเติมโมดูลทำได้อย่างอิสระและเป็นที่นิยมในปัจจุบัน (The ns Manual, 2002) แต่อย่างไรก็ตามยังไม่มีส่วนการทำงานใดที่สามารถรองรับกับการจำลองของระบบการจำลองแบบกระจาย ที่ใช้ HLA อยู่เลย

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกที่จะพัฒนาแบบจำลองและโมดูลช่วยการจำลองของ HLA เพิ่มลงในสภาพแวดล้อมการจำลองของซอฟต์แวร์ ns

1.2 การตรวจเอกสาร

การตรวจเอกสารของวิทยานิพนธ์นี้มุ่งเน้นไปยัง 3 ประเด็น คือ หนึ่งประเด็นเกี่ยวกับการศึกษาสมรรถนะของกลุ่มการจำลองที่ใช้ HLA สองคือ ประเด็นด้านการศึกษาสมรรถนะของ RTI และสามคือ ประเด็นที่เกี่ยวกับการนำแนวคิด เทคโนโลยีด้านเครือข่ายเข้ามาเพื่อสนองความต้องการแบบเฉพาะเจาะจงของกลุ่มการจำลอง โดยจะแยกกล่าวตามลำดับ

กลุ่มหนึ่ง การศึกษาสมรรถนะของกลุ่มการจำลองที่ใช้ HLA จะต้องทำทั้งก่อนและภายหลังการสร้างระบบแล้ว ดังแสดงใน Recommended Practice for High Level Architecture (HLA) Federation Development and Execution Process (FEDEP) (IEEE Standard 1516.3 ,2003) โดยในขั้นตอนการออกแบบเชิงแนวคิด (Perform Conceptual Analysis) ได้แนะนำให้ผู้ออกแบบคิดถึงระบบจริงๆก่อนที่ระบบจะถูกสร้างขึ้นมา และในขั้นวางแผน รวบรวมและทดสอบกลุ่มการจำลอง (Plan, Integrate and Test Federation) ได้แนะนำให้ผู้พัฒนาทำการทดสอบระบบเพื่อความมั่นใจว่าระบบที่ถูกสร้างขึ้นมาจะมีสมรรถนะเป็นไปตามความต้องการ

ปัจจุบันมีกลุ่มแนวคิดที่พยายามสร้างวิธีการศึกษาสมรรถนะทั้ง 2 ช่วง คือทั้งก่อนและหลังสร้างระบบ กล่าวคือ สำหรับกลุ่มแนวคิดที่คิดวิธีการศึกษาสมรรถนะก่อนสร้างระบบจะใช้วิธีศึกษาสมรรถนะจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และสำหรับกลุ่มที่ศึกษาสมรรถนะหลังการสร้างระบบจะใช้แนวคิดการศึกษาสมรรถนะจากระบบที่ตนสร้างขึ้น โดยทั้ง 2 แบบจะกล่าวแยกดังนี้

1. กลุ่มที่ศึกษาสมรรถนะหลังการสร้างระบบ

ในกลุ่มนี้จะศึกษาสมรรถนะของของกลุ่มการจำลองที่ถูกสร้างขึ้นแล้ว เพื่อสอบทานสมรรถนะของระบบว่าสามารถตอบสนองตรงกับความต้องการที่ถูกกำหนดไว้ในช่วงออกแบบได้ดีเพียงใด ดังจะกล่าวรวมใน 3 บทความต่อไปนี้

1 บทความเรื่อง Performance Measurement Challenges in Distributed Mission Operations Environments (Watz, Schreiber and Keck, 2003)

2 บทความเรื่อง HLA Performance Measurement (Chang, 2000)

3 บทความเรื่อง Toward Predictive Models of Federation Performance : Essential Instrumentation (Kolek, Boswell and Wolfson, 2000)

ทั้ง 3 บทความแม้จะมีความแตกต่างในเรื่องระบบที่ใช้ทดสอบ แต่โดยรวมบทความได้กล่าวถึงวิธีการเก็บข้อมูลจากระบบ และการสร้างเครื่องมือดักข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ เพื่อนำไปวิเคราะห์และประเมินสมรรถนะ แต่ก็ไม่ได้กล่าวถึงสมรรถนะของระบบที่เป็นพลวัตร เพราะการวิเคราะห์ตั้งอยู่บนฐานของข้อมูลที่ดักได้จากระบบในสถานะหนึ่งๆเท่านั้น ไม่อาจคาดการณ์สภาวะวิกฤติบางอย่างที่อาจเกิดขึ้นได้ ดังพลวัตรที่เกิดขึ้นในเครือข่ายคอมพิวเตอร์ การทดสอบระบบเช่นนี้เหมาะสำหรับการทดสอบเพื่อสอบทานความถูกต้องทางตรรกะของระบบมากกว่าที่จะทดสอบสมรรถนะของระบบ

2. กลุ่มที่ศึกษาสมรรถนะก่อนการสร้างระบบ

กลุ่มนี้ได้พยายามนำเสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์และประเมินสมรรถนะของกลุ่มการจำลอง ข้อดีของกลุ่มนี้คือ หากมีแบบจำลองที่ดีก็จะทำให้สามารถทำนายสมรรถนะได้ล่วงหน้าและสามารถศึกษาระบบได้อย่างหลากหลาย หากแม้แบบจำลองที่มีจะไม่ดีเพียงพอ แต่ก็อาจเก็บผลลัพธ์จากการทำนายล่วงหน้าเพื่อเป็นกรณีศึกษาสำหรับการปรับปรุงในภายหลัง โดยมีบทความที่เกี่ยวข้อง คือ บทความเรื่อง A General Framework for Modeling Federation Performance (Miller and Boswell, 2001) ซึ่งพยายามนำเสนอตัวแบบทางคณิตศาสตร์ครอบคลุมทั้งกลุ่มการจำลอง แต่อย่างไรก็ดีบทความนี้ ในส่วนของการเสนอแบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับเครือข่ายคอมพิวเตอร์กลับเสนอในลักษณะที่ค่อนข้างตายตัว โดยละเลยต่อความหลากหลายของระบบเครือข่ายทั้งในเชิงทอพอโลยี โพรโทคอล ฯลฯ จึงน่าเชื่อได้ว่าแบบจำลองดังกล่าวอาจมีความถูกต้องเฉพาะกรณีเท่านั้น

จากที่ได้กล่าวถึงกลุ่มแนวคิดทั้งสองแบบ จะเห็นว่าทั้งสองแบบยังคงไม่สามารถตอบสนองความต้องการที่จะศึกษาสมรรถนะของระบบจำลองแบบกระจาย ที่ใช้ HLA ก่อนการสร้างระบบจริง รวมทั้งไม่มีวิธีใดที่จะทำการทดสอบระบบได้อย่างครบถ้วนทุกกรณี

กลุ่มสอง ประเด็นการศึกษาสมรรถนะของ RTI สามารถศึกษาได้จากระบบจริงหรือแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยจะกล่าวแยกดังนี้

1. กลุ่มที่ศึกษาสมรรถนะของ RTI จากระบบจริง

1 บทความเรื่อง HLA RTI Performance in High Speed LAN Environments (Fujimoto and Hoare, 1998) บทความนี้ได้เน้นการศึกษาประสิทธิภาพของ RTI เฉพาะกรณีที่ระบบอยู่บนแลน โดยมีการสร้างซอฟต์แวร์ RTI ขึ้นเอง

2 บทความเรื่อง Benchmarking of RTIs for Real-Time Applications (Tietje, 2003) ได้เสนอผลการศึกษาสมรรถนะของ RTI ในการจำลองแบบตามเวลาจริงชนิดหนึ่ง โดยบทความได้กล่าวถึงความจำเป็นในการสร้างส่วนของซอฟต์แวร์เพิ่มเติมเพื่อให้เหมาะสมกับการวัดประสิทธิภาพของระบบการจำลองแบบตามเวลาจริง

บทสรุปของการศึกษาสมรรถนะของ RTI อาจจะอยู่ใน บทความเรื่อง RTI Performance in a Wider Scope (Karlsson and Johansson, 2003) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับสิ่งที่ควรตรวจวัดเพื่อประเมินสมรรถนะ RTI โดยในตอนท้ายบทความได้กล่าวถึงขีดจำกัดของการทดสอบระบบของผู้ผลิต RTI เช่น อาจมีการทดสอบ RTI บนแลนเท่านั้น ทั้งที่ความเป็นจริงผู้ใช้ RTI อาจพัฒนาระบบบนแวนก็ได้

2. กลุ่มที่ศึกษาสมรรถนะของ RTI จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ดังแสดงใน บทความเรื่อง Development of a HLA Constructive Performance Model (McCormack, Weckenman and Lowe, 1999) โดยผลลัพธ์ของงานมิได้เสนอแบบจำลองครบทุกบริการของ RTI โดยแสดงเพียงแบบจำลองของส่วน Data Distribution Management สำหรับกลุ่มนี้ข้อสรุปจึงยังไม่ชัดเจนเกินกว่าที่จะใช้ประเมินสมรรถนะของ RTI ในภาพรวมได้

และกลุ่มสาม ประเด็นเกี่ยวกับการนำเทคโนโลยีด้านเครือข่ายมาใช้ เพื่อสนองความต้องการแบบแบบเวลาจริงของกลุ่มการจำลอง ดังแสดงแนวคิดในบทความเรื่อง HLA Real-Time Extension (Zhao and Georganas, 2001) โดยบทความได้เสนอที่จะขยายมาตรฐาน HLA เพื่อให้สนับสนุน Quality of Service (Qos) เพื่อตอบสนองการจำลองแบบเวลาจริง (Real Time Simulation) แต่อย่างไรก็ตามบทความก็ไม่ได้เสนอผลการทดลองหรือผลการจำลอง ที่รอบด้าน ครอบคลุมเพียงพอที่จะก่อให้เกิดแรงผลักดันในวงกว้างจนถึงขึ้นขยายมาตรฐาน HLA ได้

โดยสาระของวิทยานิพนธ์นี้ทั้งหมดจะมุ่งเน้นไปยังการค้นหาและพัฒนาแบบจำลองของ HLA ขึ้นเสมือนหนึ่งเป็นโพรโทคอลชั้นโปรแกรมประยุกต์ลงบนโปรแกรมการจำลองทางเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ซึ่งผู้วิจัยหวังว่าจะยังประโยชน์ต่อกลุ่มวิจัยทั้งสามกลุ่มที่ได้กล่าวถึงมาแล้ว ทำให้สามารถทดลอง วิเคราะห์ได้ครอบคลุมพลวัตรของระบบอันอาจเกิดขึ้นได้

1.3 วัตถุประสงค์

1.3.1 เพื่อค้นหา ออกแบบ สร้าง แบบจำลองและโมดูลช่วยการจำลองให้เป็นไปตาม HLA

1.3.2 เพื่อศึกษาสมรรถนะของระบบการจำลองที่พัฒนาตาม HLAในกลุ่มการจำลองขั้นต้น โดยจะนำผลการศึกษาเปรียบเทียบกับผลทางทฤษฎี

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 การออกแบบและสร้างโมดูลช่วยการจำลองครอบคลุม 3 บริการหลักของHLA คือ Object Management (OM), Data Distribution Management (DDM), Time Management (TM)

1.5 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย

1.5.1 ศึกษาวิธีการสร้างส่วนของซอฟต์แวร์ลงในซอฟต์แวร์ช่วยการจำลอง ns

1.5.2 ศึกษาในเรื่อง HLA

1.5.3 ออกแบบและโมดูลช่วยการจำลอง HLA ในโปรแกรมช่วยการจำลอง ns

1.5.4 ทดสอบและนำโมดูลช่วยการจำลองที่ได้มาใช้เป็นเครื่องมือเพื่อศึกษาสมรรถนะ HLAในกลุ่มการจำลองขั้นต้น

1.5.5 สรุปและรวบรวมผลงานเพื่อเสนอต่อที่ประชุมวิชาการและเขียนวิทยานิพนธ์

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ใช้แนวคิดเกี่ยวกับการนำเครื่องมือการจำลองทางเครือข่ายคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้กับการศึกษาสมรรถนะของระบบการจำลองแบบกระจายที่เป็นไปตามโครงร่าง HLA

1.6.2 ใช้แนวคิดเกี่ยวกับการพิสูจน์ความถูกต้องเพื่อพิสูจน์ความถูกต้องของโมดูลช่วยการจำลองโครงร่าง HLA

1.6.3 สามารถนำโมดูลช่วยการจำลองและแบบจำลองไปใช้ในการศึกษาและเปรียบเทียบสมรรถนะของระบบการจำลองแบบกระจาย ที่ใช้ HLA