บทที่ 5

สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปการวิจัย

5.1.1 ข้อสรุปทั่วไป

การวิจัยนี้เพ่งเล็งไปที่หัวข้อใหญ่ ๆ 2 หัวข้อคือ การวิเคราะห์เพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับขั้นตอนวิธีในการสร้างภาพจากข้อมูลพื้นฐานของวัตถุ ซึ่งรวมไปถึงโครงสร้างข้อมูลด้วยและการออกแบบจำลองซึ่งจะสะท้อนให้เห็นลักษณะการพัฒนาระบบสร้างภาพเพื่อใช้งานจริง

การวิจัยแสดงให้เห็นว่า ขั้นตอนวิธีในการสร้างภาพนั้นวางรากฐานอยู่บนทฤษฎีทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับกราฟฟิค ซึ่งอาศัยการคำนวณในเรื่องของเมตริกซ์และเวคเตอร์เป็นสำคัญ ขั้นตอนวิธีดังกล่าว สามารถสรุปเป็นแนวทางที่มีลักษณะทั่วไป (General) โดยไม่ต้องอิงคุณสมบัติของอุปกรณ์ทางฮาร์ดแวร์ได้ อย่างไรก็ดีการพัฒนาระบบงานจากแนวทางทั่วไปเหล่านั้น จะมีรายละเอียดแตกต่างกันไปในแต่ละระบบงานซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะแวดล้อมที่สำคัญ 2 ประการ คือ

1. ลักษณะงาน จะเป็นตัวกำหนดวิธีการพัฒนาระบบงาน รวมทั้งเป็นเงื่อนไขอันหนึ่งที่มีผลกระทบต่อการคัดเลือกรายละเอียดที่เหมาะสมในการสร้างโปรแกรมในขั้นตอนต่าง ๆ ลักษณะงานดังกล่าวหมายถึง ลักษณะภาพที่ต้องการ ชนิดของวัตถุ ชนิดของภาพ รวมทั้งลักษณะการใช้งานของระบบด้วย

2. เครื่องมือและอุปกรณ์ เป็นปัจจัยที่สำคัญอันหนึ่งที่กำหนดขอบเขตของประสิทธิภาพการทำงานของระบบงาน ซึ่งทำให้การพัฒนาระบบงานในรายละเอียดของขั้นตอนวิธีและโครงสร้างข้อมูลจะต้องคัดเลือกให้เหมาะสม สิ่งที่มีผลกระทบต่อการพัฒนามากคือ ปริมาณหน่วยความจำ ภาษาที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม ความละเอียดและประสิทธิภาพของอุปกรณ์ในการวาดภาพ ชนิดของอุปกรณ์วาดภาพ รวมทั้งประสิทธิภาพและคุณสมบัติของโปรแกรมควบคุมระบบต่าง ๆ ของอุปกรณ์ด้วย

การพัฒนาโปรแกรมแบบจำลองนั้นสะท้อนให้เห็นว่า แนวความคิดทั่วไปเกี่ยวกับขั้นตอนวิธีและลักษณะโครงสร้างข้อมูลพื้นฐานนั้น สามารถนำไปใช้ได้ทั่วไป เนื่องจากแนวทางดังกล่าวมีความยืดหยุ่นในรายละเอียดมากเพียงพอ แต่ในขณะเดียวกัน รายละเอียดของขั้นตอนวิธีและโครงสร้างข้อมูลที่พัฒนาจากแนวทางพื้นฐานนั้น จะต้องขึ้นอยู่กับปัจจัยแวดล้อม 2 ประการข้างต้นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ซึ่งชี้ให้เห็นว่าการพัฒนาระบบงานเกี่ยวกับกราฟฟิคนั้น จำเป็นต้องเพ่งเล่งทั้งในแง่ความต้องการในการใช้งานซึ่งแตกต่างกันออกไปได้มากสำหรับแต่ละระบบงาน และในแง่ของคุณสมบัติรวมทั้งข้อจำกัดของเครื่องมืออุปกรณ์เป็นสำคัญด้วย

สำหรับรายละเอียดข้อสรุปเกี่ยวกับขั้นตอนวิธีและโครงสร้างข้อมูลต่างๆ ได้ชี้แจงไว้ในบทก่อน ๆ แล้ว

5.1.2 ข้อสรุปเกี่ยวกับแบบจำลอง

คุณลักษณะโดยสรุปของแบบจำลอง มีดังนี้

1. สามารถทำงานกับวัตถุที่มีรูปทรงต่าง ๆ 3 ชนิดคือ รูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก รูปทรงพีระมิด และรูปทรงปริซึม ทุกรูปทรงจะต้องเป็นรูปทรงที่มีความสมมาตร นั่นคือ สำหรับรูปทรงพีระมิดและปริซึม จุดยอดมุมจะอยู่กึ่งกลางฐานเสมอ

2. ข้อมูลชุดหนึ่ง ๆ จะประกอบด้วยวัตถุในรูปทรงหนึ่ง รูปทรงใดหรือหลาย ๆ รูปทรงปนกันก็ได้ และไม่จำกัดลำดับ

3. สามารถรับข้อมูลวัตถุได้มากที่สุด 10 ชิ้น อย่างไรก็ดีในขบวนการสร้างภาพจำนวนข้อมูลชั่วคราวในระหว่างขั้นตอนต่าง ๆ ของการสร้างภาพจะไม่แน่นอน เพราะขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของภาพ ซึ่งอาจทำให้จำนวนวัตถุที่จะรับได้น้อยกว่า 10 ชิ้นมาก

4. สามารถสร้างภาพได้ 4 ชนิดคือ ภาพแบบออโธกราฟฟิค ภาพไอโซเมตริก ภาพอะโซโนเมตริก และทัศนียภาพ ภาพดังกล่าวเป็นภาพแบบลายเส้นเท่านั้น

5. เนื่องจากข้อจำกัดเกี่ยวกับอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ แม้ว่าโปรแกรมควบคุมจอภาพซึ่งใช้ในการวาดภาพและลบจอภาพจะถูกพัฒนาด้วยภาษาแอสเซ็มบลี ทำให้วาดภาพได้เร็ว แต่ก็ยังช้ากว่าความเร็วที่ต้องการในการสร้างภาพแบบเคลื่อนไหวในลักษณะรีลไทม์ นอกจากนี้ส่วนที่สำคัญคือขบวนการแปลงลักษณะต่าง ๆ ในการสร้างภาพมีความซับซ้อนมาก และจำเป็นต้องพัฒนาด้วยภาษาเบสิค ดังนั้นภาพที่แบบจำลองสร้างจะเป็นภาพนิ่ง (Static) ซึ่งจะสร้างขึ้นครั้งละ 1 ภาพต่อการสั่ง 1 ครั้งเท่านั้น

6. จากการประเมินผลการทำงานของแบบจำลองนั้น เวลาที่ใช้ในการสร้างภาพแต่ละภาพจะแปรเปลี่ยนไปตามจำนวนวัตถุในภาพ และความซับซ้อนของภาพที่เกิดขึ้น อัตราส่วนเวลาที่ใช้ในแง่ของจำนวนวัตถุไม่ได้แปรผันตรงกับจำนวนวัตถุ แต่แปรผันเป็นสัดส่วนในลักษณะฟังก์ชันของแฟกทอเรียลของจำนวนวัตถุ ซึ่งเกิดขึ้นจากขบวนการเปรียบเทียบในการลบส่วนที่ถูกบังของวัตถุซึ่งเป็นขั้นตอนที่กินเวลามากที่สุด ในแง่ความซับซ้อนของภาพนั้น ยิ่งวัตถุในภาพบังกันซับซ้อนมากเท่าใด เวลาที่ใช้ยิ่งเพิ่มขึ้นเท่านั้น จากการสุ่มตัวอย่างแบบจำลองใช้เวลา 0.7 - 1.2 นาที ในการสร้างภาพแต่ละภาพในมุมต่าง ๆ ของวัตถุ 2 ชิ้น และ 1.0 - 2.6 นาที สำหรับวัตถุ 4 ชิ้น ในขณะที่ใช้เวลาเพียง 15 นาทีสำหรับวัตถุชิ้นเดียว

จากการทดลองใช้โปรแกรมควบคุมจอภาพให้วาดภาพซึ่งประกอบด้วยเส้น 18 เส้นหลาย ๆ ภาพต่อเนื่องกันจะใช้เวลาประมาณ 0.8 วินาทีต่อภาพ ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการพัฒนาระบบงานสร้าง-ภาพที่ต้องการความเร็วสูง เช่น ภาพเคลื่อนไหวต่อเนื่องนั้น จำเป็นต้องมีการพัฒนาในระดับฮาร์ดแวร์ด้วย

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในการพัฒนาระบบงานกราฟฟิคนั้น ลักษณะความต้องการของงานและเครื่องมืออุปกรณ์มีความยืดหยุ่นสูงมาก และแตกต่างกันไปในงานแต่ละระบบด้วย ความพยายามที่จะพัฒนาระบบสมบูรณ์สำหรับงานกราฟฟิคที่ใช้ได้ดีสำหรับทุกหน่วยงานเป็นสิ่งที่ทำได้ยาก อย่างไรก็ดี การพัฒนาระบบจากการวิจัยนี้ไม่ได้ใช้คุณสมบัติทางฮาร์ดแวร์มาช่วยอย่างเต็มที่ นอกจากนี้ก็ยังไม่ได้ครอบคลุมไปถึง

การสร้างภาพแบบแสดงผิวหน้า (Surface Drawing) ด้วย รวมทั้งไม่ได้ครอบคลุมการพัฒนางานที่มีลักษณะรีลไทม์ (Real time) เช่น การแสดงภาพแบบเคลื่อนไหว เป็นต้น ลักษณะต่าง ๆ ดังกล่าวนี้ ควรจะได้รับการวิเคราะห์และพัฒนาขึ้นต่อไป โดยเฉพาะในแง่ของฮาร์ดแวร์ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อความเร็วในการสร้างภาพเคลื่อนไหว

อนึ่ง ขอบข่ายงานกราฟฟิคนั้นกว้างขวางมาก ผลสรุปของการวิจัยนี้เป็นเพียงจุดเริ่มต้นอันหนึ่งเท่านั้น การศึกษาวิเคราะห์ลักษณะงานกราฟฟิคในแบบต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการพัฒนาระบบงานกราฟฟิคด้วยคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพกว้างขวางเป็นอีกสิ่งหนึ่งที่ควรได้รับความสนใจและคาดว่าจะก่อให้เกิดประโยชน์ได้อย่างสูง

โดยสรุปสิ่งที่ควรจะได้รับการพัฒนาต่อไปคือ

1. การพัฒนาให้สามารถสร้างภาพวัตถุรูปทางพื้นฐานอื่น ๆ โดยเฉพาะรูปทรงที่มีผิวโค้ง เช่น ทรงกลม ทรงกระบอก ทรงกรวย เป็นต้น

2. การสร้างภาพของวัตถุที่ไม่สามารถสร้างขึ้นจากรูปทางพื้นฐาน เช่น วัตถุที่เป็นรูปปั้น รูปทรงธรรมชาติ

3. การพัฒนาคำสั่งให้สร้างภาพซึ่งสัมพันธ์กับภาพเริ่มแรกที่สร้างขึ้น เช่น คำสั่ง ZOOM IN ZOOM OUT คำสั่ง TRACK ในการเลื่อนเฉพาะจุดมองไปในทิศทางต่าง ๆ เช่น IN OUT UP DOWN LEFT RIGHT ROUND คำสั่งที่ให้สร้างภาพในมุมตรงข้าม เป็นต้น

4. การพัฒนาการสร้างภาพแบบเคลื่อนไหว ซึ่งต้องคำนึงถึงความเร็วของทั้งซอฟท์แวร์และฮาร์ดแวร์

5. ระบบการสร้างภาพแบบแสดงผิวหน้า (Surface Drawing) ซึ่งเป็นภาพแบบเสมือนจริง (Realistic หรือStill Life) ซึ่งต้องอาศัยคุณสมบัติของอุปกรณ์เป็นสำคัญ

6. การวาดภาพที่ได้จากจอภาพออกมาทางเครื่องวาดภาพ หรือเครื่องพิมพ์

7. การพัฒนาระบบงานเพื่อใช้กับงานจริงในสาขาต่าง ๆ เช่น งานสถาปัตยกรรม งานออกแบบผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ งานทางวิศวกรรมต่าง ๆ เช่น วิศวกรรมโครงสร้าง เป็นต้น

8. ระบบการสร้างข้อมูลจากวัตถุจริงหรือภาพต่าง ๆ ของวัตถุจริง และอื่น ๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย