

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

#### สรุปผลการวิจัย

วัตถุประสงค์หลักของการวิจัยนี้ คือ ศึกษาการทำงานและการใช้งานฟิกส์โดยใช้ชุดคำสั่งชั้นฟิกส์รุ่น 2.0 เป็นชุดคำสั่งตัวอย่าง รวมถึงศึกษาการนำฟิกส์มาใช้ในการพัฒนาโปรแกรมด้านคอมพิวเตอร์กราฟิก โดยการทดลองสร้างโปรแกรมประยุกต์ตัวอย่างขึ้นมา 1 โปรแกรม คือ โปรแกรมการสร้างภาพแบบจำลอง 3 มิติ

โปรแกรมการสร้างภาพแบบจำลอง 3 มิตินี้ ต้องอาศัยทั้งชุดคำสั่งชั้นฟิกส์รุ่น 2.0 และชุดคำสั่งเอกซ์วีวีในการพัฒนา เอกซ์วีวีเป็นชุดคำสั่งที่ใช้ในการพัฒนาตัวประสานกับผู้ใช้บนระบบเอกซ์ วินโดว์ (ระบบเอกซ์ วินโดว์ที่ใช้ในการวิจัยนี้คือโอเพนวินโดว์รุ่น 3.0 ซึ่งมีลักษณะการพัฒนาตัวประสานกับผู้ใช้เป็นแบบโอเพนลูก) โปรแกรมที่ถูกพัฒนาโดยเอกซ์วีวีมีลักษณะการทำงานโดยใช้โนติฟายเออร์ ซึ่งเป็นกระบวนการควบคุมอีเวนต์ต่างๆ ของเอกซ์ วินโดว์

ชั้นฟิกส์รุ่น 2.0 เป็นชุดคำสั่งที่นำเอาฟิกส์มาตรฐานมายึดเหนี่ยวกับภาษาซี ลักษณะการทำงานของฟิกส์คือ การนำเอาข้อมูลกราฟิกที่เก็บไว้ในฐานข้อมูลกราฟิกของฟิกส์ที่เรียกว่าหน่วยเก็บโครงสร้างส่วนกลาง มาแสดงผลยังสถานที่แสดงผลของฟิกส์ที่เรียกว่า เวิร์คสเตชัน ในหน่วยเก็บโครงสร้างส่วนกลางนี้ข้อมูลกราฟิกที่เกี่ยวข้องกันจะถูกจัดเก็บเป็นกลุ่มเรียกว่า โครงสร้าง ข้อมูลกราฟิกที่สำคัญในโครงสร้างมี 2 ชนิดคือ รูปทรงพื้นฐานซึ่งใช้ในการกำหนดรูปทรงกราฟิกของโครงสร้างนั้น และลักษณะประจำซึ่งใช้กำหนดลักษณะที่ปรากฏของรูปทรงพื้นฐาน

ส่วนการรับข้อมูลของโปรแกรมการสร้างภาพแบบจำลอง 3 มิติจะอาศัยความสามารถของเอกซ์วีวี และการแสดงผลจะอาศัยความสามารถของชั้นฟิกส์รุ่น 2.0 ส่วนการทำงานภายในโปรแกรมจะประกอบด้วย การสร้างรูปทรง 3 มิติจากรูปทรง 2 มิติ การสร้างวัตถุ การสร้างแบบจำลอง และการจัดการวิว การทำงานเหล่านี้ผู้วิจัยได้ออกแบบและปรับการทำงานให้เหมาะสมกับการทำงานของชั้นฟิกส์รุ่น 2.0 และยังได้เสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาบางประการของชั้นฟิกส์รุ่น 2.0 แทรกไว้ด้วย

จากการวิจัยนี้พบว่าฟิกส์มีจุดเด่นในเรื่องของความสะดวกในการใช้งาน และคุณสมบัติของการไม่ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์จริงใดๆ ส่วนจุดด้อยของฟิกส์คือ ความยุ่งยากในการเปลี่ยนแปลง

ข้อมูลในหน่วยเก็บโครงสร้างส่วนกลาง ส่วนจุดค้อยของชั้นฟีกส์รุ่น 2.0 คือ ความซับซ้อน และซ้ำซ้อนของโครงสร้างข้อมูล ปัญหาของการทำงานร่วมกับเอกซ์ วินโดว์ และการทำงานของอุปกรณ์นำเข้าเชิงตรรกะของชั้นฟีกส์รุ่น 2.0 ที่ยังทำงานได้ไม่ดี จากการนำชั้นฟีกส์รุ่น 2.0 มาใช้ในการพัฒนาโปรแกรมพบว่า การพัฒนาโปรแกรมสามารถให้ความสำคัญกับวิธีการทำงานได้มากกว่าการจัดการกับระบบ ส่วนการรับข้อมูล และแสดงผล แต่โปรแกรมที่ได้จะไม่สามารถนำไปใช้จริงได้เนื่องจากจุดค้อยของชั้นฟีกส์รุ่น 2.0 แต่เมื่อนำเอกซ์วีวี่มาช่วยในการพัฒนา โปรแกรมจะทำงานได้ดีขึ้นมาก แต่การพัฒนาโปรแกรมจะยุ่งยากขึ้นด้วย

จากผลการวิจัยนี้ทำให้สามารถสรุปได้ว่า ฟีกส์เหมาะสำหรับนำมาใช้ทางการศึกษาด้านคอมพิวเตอร์กราฟิกมากกว่าจะนำไปใช้พัฒนาโปรแกรมประยุกต์เพื่อการใช้งานจริงโดยเฉพาะกรณีของชั้นฟีกส์รุ่น 2.0 ยกเว้นว่าจะเป็นการใช้งานร่วมกับชุดคำสั่งอื่นๆ

## ปัญหาและอุปสรรค

### 1. หนังสือ

หนังสือที่เกี่ยวกับฟีกส์มีน้อย โดยเฉพาะหนังสือที่ใช้ชั้นฟีกส์รุ่น 2.0 เป็นหลัก นอกจากหนังสือที่มีมากับชั้นฟีกส์รุ่น 2.0 แล้ว จะมีหนังสือที่ใช้ชั้นฟีกส์เป็นหลักเพียง 2 เล่ม ซึ่งก็เป็นเพียงการใช้งานฟีกส์ในระดับเบื้องต้น จะไม่มีหนังสือการใช้งานชั้นฟีกส์รุ่น 2.0 ในระดับสูงหรือการใช้งานชั้นฟีกส์รุ่น 2.0 ร่วมกับระบบเอกซ์วินโดว์ในระดับสูงอยู่เลย การศึกษาเทคนิคการเขียนโปรแกรมด้วยชั้นฟีกส์รุ่น 2.0 ในการทำวิจัยนี้ จึงใช้วิธีการนำโปรแกรมตัวอย่างจากหนังสือมาเปลี่ยนแปลงแก้ไขและทำการลองผิดลองถูก

หนังสือด้านคอมพิวเตอร์กราฟิก โดยเฉพาะด้านแคด (CAD) หรือการสร้างภาพ 3 มิติ ที่เขียนเกี่ยวกับการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์โดยตรงมีน้อยมาก ส่วนมากมักบอกวิธีการเพียงคร่าวๆ หรือเป็นเพียงตัวอย่างง่ายๆ จึงต้องอาศัยการทดลองใช้โปรแกรมประยุกต์จริง เช่น ออโต้แคด (AutoCAD) ทรีดีสตูดิโอ (3D Studio) ทรูสเปซ (Truespace) เป็นต้น ซึ่งทำให้สามารถกำหนดได้เพียงรูปแบบภายนอกของโปรแกรมสร้างภาพแบบจำลอง 3 มิติได้เพียงคร่าวๆ เช่น ลักษณะของตัวประสานกับผู้ใช้ รูปทรงพื้นฐานที่ควรมี เป็นต้น แต่ลักษณะภายใน เช่น โครงสร้างข้อมูล การแปลงส่ง (Map) ฟีกส์อุปกรณ์ ไปเป็นฟีกส์โลกแบบ 3 มิติที่ดี เป็นต้น จะต้องพัฒนาขึ้นเอง ทำให้ต้องมีการแก้ไขโครงสร้างของโปรแกรมบ่อยครั้งมาก

หนังสือของบริษัทซันไมโครซิสเต็ม ที่ให้มากับตัวชั้นฟีกส์รุ่น 2.0 หารายละเอียดต่างๆ ของชั้นฟีกส์รุ่น 2.0 ไม่เพียงพอ ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของการทำงาน วิธีการใช้งาน หรือเทคนิค

การเขียนโปรแกรม เนื้อหาของหนังสือมักอธิบายเพียงเบื้องต้นและยกตัวอย่างโปรแกรมแล้ว อธิบายคร่าวๆ ไม่อธิบายถึงเหตุผลว่าทำไมจึงใช้วิธีนี้ และมักข้ามหรือกล่าวถึงปัญหาของซันฟิกส์รุ่น 2.0 เพียงเล็กน้อย อีกทั้งยังไม่เสนอแนะวิธีการแก้ปัญหาให้ด้วย

## 2. อุปกรณ์ที่ใช้

เครื่องสปาร์ก สเตชัน ไอพีเอกซ์ (Sparc Station IPX) ที่ใช้เป็นเครื่องรุ่นเก่า ไม่มีอุปกรณ์เร่งการแสดงผลกราฟิก (Graphic Accelerator) ทำให้การแสดงผลกราฟิกช้ามาก เมื่อมีการปรับภาพบ่อยๆ จะทำให้ภาพกระพริบอยู่ตลอดเวลา แม้ว่าภาพนั้นจะเป็นภาพแบบโครงเส้น (Wire Frame) ไม่มีการซ่อนเส้นและพื้นผิวก็ตาม หรือเมื่อเวิร์กสเตชันนั้นมีโครงสร้างที่ต้องแสดงประมาณ 5-6 โครงสร้าง แล้วมีการวาดภาพด้วยเมาส์จะมีปัญหาเรื่องการปรับภาพไม่ทันการเคลื่อนไหวของตัวชี้ตำแหน่ง เช่น ภาพของรูปทรงพื้นฐานวิ่งตามตัวชี้ตำแหน่ง เป็นต้น ซึ่งมักทำให้การตีความอิวেন্টของเอกซ์วินโดว์ผิดพลาดเสมอ

ฮาร์ดดิสก์หลักของเครื่องมีความจุน้อยทำให้เกิดการเต็มได้ง่าย เนื่องจากระบบปฏิบัติการจำเป็นต้องใช้ฮาร์ดดิสก์ตัวนี้ในการทำงาน เมื่อฮาร์ดดิสก์เต็มก็มักจะทำให้การทำงานของระบบผิดปกติไป ซึ่งทำให้โปรแกรมที่พัฒนาหรือเครื่องคอมพิวเตอร์หยุดการทำงานอย่างผิดปกติ

## 3. ซันฟิกส์รุ่น 2.0

การทำงานบางอย่างของซันฟิกส์รุ่น 2.0 ยังทำได้ไม่ด้นัก เช่น ส่วนอุปกรณ์นำเข้าและส่วนการจัดการสตรี เป็นต้น ซึ่งข้อบกพร่องเหล่านี้ไม่ได้กล่าวไว้ในหนังสือ แต่จะพบในขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมจริง ซึ่งบางปัญหาที่ไม่ร้ายแรงนัก สามารถปรับแก้หรือหลีกเลี่ยงได้ แต่บางปัญหาทำให้ต้องออกแบบโปรแกรมใหม่ เช่น ครั้งแรกได้ออกแบบให้ใช้ประโยชน์จากหน่วยเก็บโครงสร้างส่วนกลางเต็มที่ แต่การใช้สตรีมีปัญหา ทำให้โปรแกรมเกิดหยุดทำงานได้ง่าย และทำให้การทำงานของโปรแกรมช้าลง จึงต้องออกแบบให้โปรแกรมเก็บและจัดการข้อมูลบางส่วนเอง หรือการที่อุปกรณ์นำเข้าขาดประสิทธิภาพ ทำให้โปรแกรมที่ออกแบบไว้ในครั้งแรกใช้อุปกรณ์นำเข้าของฟิกส์ จึงต้องออกแบบให้รับข้อมูลนำเข้าจากเอกซ์วินโดว์แทน โปรแกรมจึงเปลี่ยนลักษณะจากแบบโครงสร้างเป็นแบบที่ใช้อิวেন্টและโนติฟายเออร์ เป็นต้น

## 4. ความรู้และประสบการณ์

ตัวผู้วิจัยเองขาดความรู้ในด้านคอมพิวเตอร์กราฟิกขั้นสูง กับการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมกราฟิก จึงต้องเสียเวลาในการเรียนรู้อยู่ระยะหนึ่ง

นอกจากนี้ยังขาดผู้ที่มีความรู้ หรือประสบการณ์ในการใช้งานฟิกส์ที่จะสามารถให้ผู้วิจัยสอบถามได้ ทำให้การเริ่มต้นในการศึกษาฟิกส์เป็นไปได้ค่อนข้างช้า และวิธีการศึกษาฟิกส์จึงต้องใช้วิธีการลองผิดลองถูกอยู่บ่อยครั้ง

### ข้อเสนอแนะ

1. นอกจากฟิกส์แล้วยังมีชุดคำสั่งอื่นๆที่ดี มีประสิทธิภาพ และมีการใช้งานอย่างกว้างขวาง ซึ่งควรมีการศึกษา เช่น ชุดคำสั่งโอเพน จีแอลของบริษัทซิลิคอน กราฟิกส์ และชุดคำสั่งเรนเดอร์แมนของบริษัทพิกซาร์ ซึ่งชุดคำสั่งทั้ง 2 นี้ได้ถูกนำไปใช้ในการพัฒนาโปรแกรมกราฟิกระดับสูงหลายโปรแกรม เช่น โปรแกรมเวฟฟรอนท์ (Wavefront) หรืออาจมีการศึกษาชุดคำสั่งเพกซ์ลิป ซึ่งเป็นชุดคำสั่งที่ถูกพัฒนาขึ้นมาจากฟิกส์และมีความสามารถมากกว่าฟิกส์ เนื่องจากเพกซ์ลิปถูกพัฒนาขึ้นมาจากฟิกส์ การศึกษาเพกซ์ลิปจึงสามารถใช้งานวิจัยนี้เป็นแนวทางในการศึกษาได้

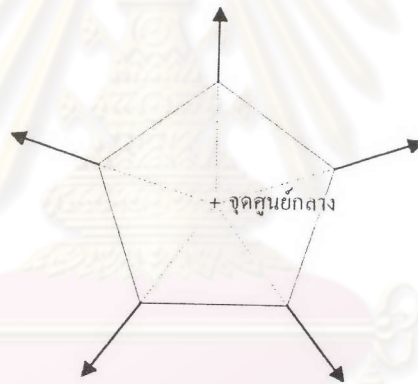
2. เนื่องจากโปรแกรมการสร้างภาพแบบจำลอง 3 มิติ เป็นเพียงโปรแกรมตัวอย่างเท่านั้น จึงมีความสามารถไม่มากนัก และยังมีข้อบกพร่องอีกมากที่สามารถปรับปรุงได้

การเพิ่มความสามารถให้กับโปรแกรม อาจทำได้ในลักษณะของการเพิ่มโปรแกรมย่อย ซึ่งโปรแกรมย่อยนี้จะต้องใช้ข้อมูลหรือโครงสร้างข้อมูลในลักษณะเดียวกับโปรแกรมการสร้างภาพแบบจำลอง 3 มิติ โปรแกรมย่อยนี้อาจเป็นการเพิ่มวิธีการสร้างรูปทรง 3 มิติ เช่น การสร้างรูปทรง 3 มิติด้วยวิธีอโทกราฟิก โปรเจกชัน (Orthographic Projection) ซึ่งเมื่อสร้างรูปทรง 3 มิติได้แล้วรูปทรงนั้นจะต้องถูกเก็บเป็นข้อมูลของรูปทรงพื้นฐานชนิดชุดของกลุ่มของพื้นที่เต็มเต็มกำหนดด้วยข้อมูล หรือ พื้นผิวแบบบีสไปนน์เท่านั้น เพื่อให้โปรแกรมย่อยอื่นๆสามารถนำไปใช้ได้ เป็นต้น เนื่องจากเวิร์กสเตชันที่เปิดใช้ในโปรแกรมนี้มีจำนวนมากจนใกล้ถึงขีดจำกัดของการเปิดเวิร์กสเตชันแล้ว ดังนั้นโปรแกรมย่อยใหม่จึงควรออกแบบให้ใช้เวิร์กสเตชันที่เปิดไว้แล้วร่วมกับโปรแกรมย่อยอื่นได้ด้วย

ในการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมนี้ ได้มีการจำกัดและลดความสามารถบางประการของซันฟิกส์รุ่น 2.0 ลง เพื่อให้โปรแกรมสามารถทำงานได้บนอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย ดังนั้นการนำโปรแกรมนี้ไปพัฒนาต่อจะทำให้โปรแกรมใหม่ที่ได้ไม่สามารถใช้ความสามารถหลายประการของซันฟิกส์รุ่น 2.0 ได้ ส่วนการแก้ไขโปรแกรมเพื่อให้สามารถใช้ความสามารถของซันฟิกส์รุ่น 2.0 ได้ครบถ้วนจะทำได้ค่อนข้างยาก เนื่องจากการทำงานหลายอย่างของโปรแกรมได้ถูกออกแบบมาเพื่อแก้ปัญหาของอุปกรณ์และซันฟิกส์รุ่น 2.0 ที่เกิดขึ้น เช่น ให้โปรแกรมเก็บข้อมูล

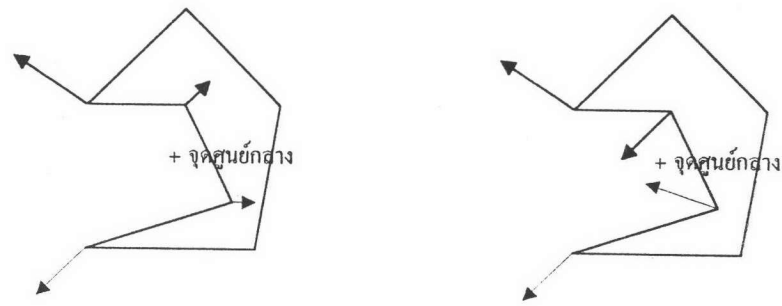
บางอย่างของโครงสร้างไว้ (เนื่องจากมีปัญหาเรื่องการใช้สโตร์) แทนที่จะใช้ความสามารถในการสอบถามข้อมูลของชั้นฟิกส์รุ่น 2.0 เป็นต้น จากการพัฒนาโปรแกรมนี้ส่วนที่จะเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยต่อไปนั้น คือ แนวทางการแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น และรูทีนบางรูทีนที่ได้พัฒนาขึ้นมาซึ่งสามารถนำไปใช้พื้นฐานของการพัฒนาต่อไปได้ เช่น การคำนวณเวกเตอร์ การจัดการกับชนิดข้อมูลต่างๆ ของชั้นฟิกส์รุ่น 2.0 การจัดการส่วนของการรับข้อมูลเข้าจากเอกซ์ วินโดว์ และการจัดการกับอีเวนต์ต่างๆ ของเอกซ์ วินโดว์ (เช่น การเปลี่ยนขนาดเฟรม) เป็นต้น

ข้อบกพร่องบางประการในส่วนของการทำงานของโปรแกรม อาจเพิ่มเติมหรือแก้ไขได้ยาก แต่ในส่วนของการสร้างรูปทรง วัตถุ หรือแบบจำลองยังมีหลายจุดที่น่าสนใจ เช่น การคำนวณหาออร์มัล เวกเตอร์ของพื้นผิวเพื่อกำหนดด้านหน้าและหลังของพื้นผิวให้สอดคล้องกับรูปทรงของวัตถุ ซึ่งในโปรแกรมนี้จะทำได้โดยการหาขอบเขตของเซกเมนต์ของวัตถุเพื่อหาจุดศูนย์กลาง แล้วนำมาคำนวณเวกเตอร์ของจุดยอดให้มีทิศทางจากจุดศูนย์กลางไปสู่จุดยอดนั้น ดังรูป



รูป 5.1 ทิศทางของเวกเตอร์ของจุดยอด

แล้วนำค่าเวกเตอร์เหล่านี้มาคำนวณหาออร์มัล เวกเตอร์ของพื้นผิวต่อไป วิธีการนี้จะมีข้อบกพร่องอยู่ 2 ประการ คือ ถ้าจุดศูนย์กลางที่หาได้ไม่อยู่ในขอบเขตของเซกเมนต์จะทำให้ค่าออร์มัล เวกเตอร์ของจุดยอดบางจุดชี้เข้าไปภายใน ซึ่งทำให้กำหนดด้านหน้าและหลังของพื้นผิวไม่ถูกต้อง



ก. เวกเตอร์ที่หาได้จากโปรแกรม

ข. เวกเตอร์ที่ควรเป็น

รูป 5.2 กรณีที่จุดศูนย์กลางอยู่นอกรูปทรงของเซกเมนต์

ข้อบกพร่องอีกประการ คือ กรณีที่เซกเมนต์นั้นมีรูปทรงอื่นๆ อยู่ใน



ก. เวกเตอร์ที่หาได้จากโปรแกรม

ข. เวกเตอร์ที่ควรเป็น

รูป 5.3 กรณีที่จุดศูนย์กลางอยู่นอกรูปทรงของเซกเมนต์

3. ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าฟังก์ชันเหมาะสำหรับการศึกษาด้านคอมพิวเตอร์กราฟิก จึงอาจมีการพัฒนาโปรแกรมสำหรับการศึกษาด้านคอมพิวเตอร์กราฟิกด้วยฟังก์ชัน เพื่อให้เห็นตัวอย่างจริง ซึ่งจะทำให้การทำความเข้าใจทฤษฎีต่างๆ เป็นไปได้ง่ายขึ้น

4. จากปัญหาที่ผู้วิจัยพบมาในเรื่องของความรู้ ผู้วิจัยจึงขอเสนอให้วิชาคอมพิวเตอร์กราฟิกมีการสอนในเรื่องการออกแบบ และพัฒนาโปรแกรมด้านคอมพิวเตอร์กราฟิกด้วย