บทที่ 4

การพัฒนาแบบจำลอง

แบบจำลองได้ถูกออกแบบขึ้นเพื่อทดสอบและประเมินผลการทำงานของขั้นตอนวิธีในการสร้างทัศนียภาพ ตามที่ได้กล่าวมาในบทที่แล้ว รวมทั้งลักษณะโครงสร้างข้อมูลที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้เพื่อเป็นการสะท้อนถึงการติดตั้งระบบสร้างภาพในงานจริงซึ่งต้องคำนึงถึงส่วนสำคัญ 2 ส่วน นอกเหนือจากการสร้างภาพนั่นคือ ลักษณะการใช้งานของแบบจำลองและการนำเข้าและบำรุงรักษาข้อมูล การพัฒนาส่วนในการสร้างภาพของแบบจำลองนั้น ได้พัฒนาตามขั้นตอนวิธีในบทที่แล้วทุกประการ ดังนั้นจะไม่กล่าวถึงรายละเอียดอีกในที่นี้ สำหรับการแปลงขั้นตอนวิธีดังกล่าวไปเป็นภาษาเบสิค (BASIC) ซึ่งใช้พัฒนาแบบจำลองจะดูรายละเอียดได้ในภาคผนวก โครงสร้างข้อมูลในแบบจำลองก็ใช้แนวทางที่ได้พัฒนาขึ้นจากบทที่แล้วเช่นกัน ในบทนี้จะกล่าวเฉพาะส่วนรายละเอียดเพิ่มเติมที่ปรากฏในแบบจำลอง

4.1 ส่วนประกอบของเครื่องมือและอุปกรณ์

อุปกรณ์ที่ใช้พัฒนาแบบจำลอง คือ ไมโครคอมพิวเตอร์ เอ็นอีซี พีซี-8000 ของศูนย์บริการคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งประกอบด้วย

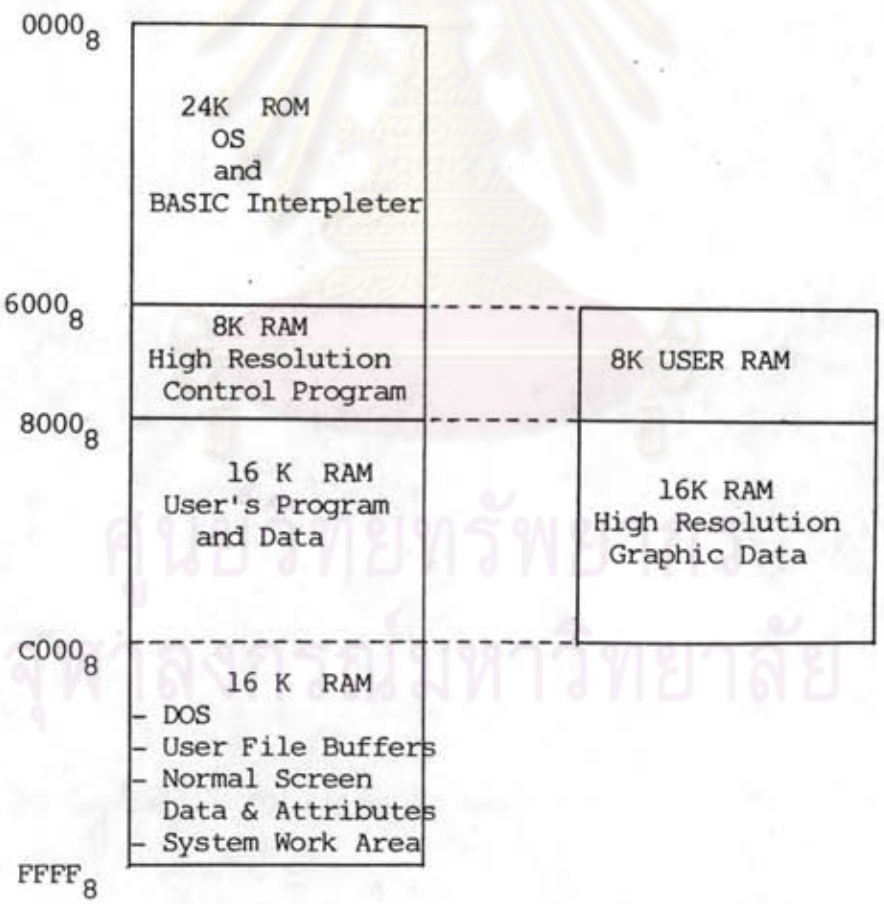
1. จอภาพซีอาร์ที ขนาด 12 นิ้ว
2. คีย์บอร์ด
3. อุปกรณ์ขับเคลื่อนแผ่นข้อมูลจานแม่เหล็กขนาด 5 นิ้ว 1 คู่
4. อุปกรณ์และระบบควบคุมภาพความละเอียดสูง (High Resolution) ซึ่งมีความละเอียดขนาด 200x640 พิกเซล โดยใช้จอภาพร่วมกับจอแสดงตัวอักษร และภาพความละเอียดต่ำ (ในข้อ 1)
5. เครื่องพิมพ์แบบตารางจุด (Dot Matrix Printer)

สำหรับลักษณะหน่วยความจำและระบบควบคุมต่าง ๆ ของเครื่องพีซี-8000 มีคุณลักษณะที่

สำคัญคือ ประกอบด้วยหน่วยความจำที่อ้างตำแหน่งได้ 64 กิโลไบท์ (ดูรูปที่ 4.1) ซึ่งแบ่งเป็น

1. หน่วยความจำแบบ ROM ขนาด 24 กิโลไบท์ ตั้งแต่ตำแหน่ง 0000_8 ถึง $5FFF_8$ เป็นที่เก็บโปรแกรมควบคุมระบบของเครื่อง และอินเทอร์พลีทเตอร์ (Interpleter) สำหรับภาษาเบสิค ซึ่งเป็นภาษาโปรแกรมหลักของเครื่อง

2. หน่วยความจำแบบ ROM ขนาด 8 กิโลไบท์ ซึ่งใช้เก็บโปรแกรมควบคุมจอภาพความละเอียดสูง ตั้งแต่ตำแหน่ง 6000_8 ถึง $7FFF_8$ นอกจากนี้ ณ ตำแหน่งเดียวกัน ยังมีหน่วยความจำแบบ RAM ซึ่งใช้สำหรับโปรแกรมแอสเซ็มเบลอร์ หน่วยความจำ 2 ชุดนี้ เปลี่ยนไปมาได้



รูปที่ 4.1 แสดงหน่วยความจำของเครื่อง เอ็นอีซี พีซี-8000

3. หน่วยความจำแบบ RAM ขนาด 32 กิโลไบท์ โดยแบ่งเป็นส่วนสำหรับโปรแกรมและข้อมูลของผู้ใช้ 16 กิโลไบท์ เริ่มตั้งแต่ตำแหน่งที่ 8000_8 และส่วนที่เหลือเป็นที่สำหรับเก็บข้อมูลจอภาพ โปรแกรมควบคุมระบบซึ่งเก็บไว้ในจานแม่เหล็ก (DOS) และที่สำหรับใช้งาน (Work Area) ของโปรแกรมควบคุมระบบ รวมทั้งส่วนเกี่ยวกับข้อมูลจากจานแม่เหล็กซึ่งทำให้ผู้ใช้มีเนื้อที่ใช้งานรวม 20 กิโลไบท์ อนึ่ง ยังมีหน่วยความจำแบบ RAM อีกชุดหนึ่งสำหรับเก็บข้อมูลจอภาพแบบความละเอียดสูงขนาด 16 กิโลไบท์ ซึ่งเริ่มที่ตำแหน่ง 8000_8 เช่นกัน

อย่างไรก็ดี ในการพัฒนาแบบจำลองนั้น เนื่องจากโปรแกรมแบบจำลองใหญ่มาก จึงได้ถูกแบ่งออกเป็นหลาย ๆ ส่วน ส่วนที่ใหญ่ที่สุดคือส่วนในการสร้างภาพ เพื่อให้โปรแกรมมีประสิทธิภาพมากที่สุด ส่วนนี้จึงไม่สามารถแบ่งย่อยได้อีก เพื่อหลีกเลี่ยงการเสียเวลาในการถ่ายเทข้อมูลระหว่างโปรแกรมและการนำโปรแกรมแต่ละส่วนเข้ามาทำงาน ดังนั้น โปรแกรมควบคุมระบบภาพความละเอียดสูงของเครื่องจึงไม่ถูกใช้ เนื้อที่ส่วนนี้ใช้ส่วนของระบบงานแอสเซมบลีแทน โดยติดตั้งระบบควบคุมภาพความละเอียดสูง ซึ่งพัฒนาขึ้นเองตั้งแต่หน่วยความจำตำแหน่งที่ 8000_8 โปรแกรมดังกล่าวกินเนื้อที่ประมาณครึ่งกิโลไบท์ และจุดเริ่มต้นของโปรแกรมภาษาเบสิคของแบบจำลองจะเริ่มต้นต่อจากตำแหน่งสุดท้ายของโปรแกรมดังกล่าว ซึ่งทำให้แบบจำลองสามารถใช้เนื้อที่หน่วยความจำทั้งหมดได้ 28 กิโลไบท์ (รวมทั้งโปรแกรมควบคุมภาพความละเอียดสูง) ซึ่งสามารถทำงานกับวัตถุได้ประมาณไม่เกิน 10 ชิ้น ในขณะเดียวกัน (ขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของแต่ละภาพที่จะสร้าง)

4.2 ส่วนประกอบของแบบจำลอง

เนื่องจากความจำเป็นในการจัดการเกี่ยวกับการใช้หน่วยความจำ การติดตั้งระบบควบคุมจอภาพความละเอียดสูงสำหรับแบบจำลอง ลักษณะการทำงานซึ่งมี 2 ส่วนที่สำคัญ คือ การสร้างภาพและการนำเข้าและบำรุงรักษาข้อมูล ลำดับการทำงานตลอดจนขนาดหน่วยความจำที่มีระบบโปรแกรมแบบจำลองจึงได้ถูกออกแบบให้แบ่งเป็นส่วนโปรแกรม (Program Module) 4 ส่วน คือ

4.2.1 ส่วนสำหรับเตรียมระบบ (Initialize Module)

โปรแกรมส่วนนี้เป็นโปรแกรมแรกที่จะต้องทำงานเมื่อเริ่มใช้แบบจำลอง มีหน้าที่ในการกำหนดค่าคงที่ต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับการใช้งานทั่วไปของแบบจำลอง เช่น ค่าอัตราส่วนพื้นรับภาพที่ใช้ในการโปรเจคภาพ สัดส่วนความกว้างยาวเริ่มต้นของพื้นแสดงภาพอัตราส่วนระหว่างขนาดตามความกว้างและยาวของจอภาพ และสถานะเริ่มต้นต่าง ๆ เกี่ยวกับข้อมูล เช่น ค่าดรรชนีและตัวบ่งชี้ต่าง ๆ ภายในฐานข้อมูล เป็นต้น ค่าคงที่ และสถานะเริ่มต้นเหล่านี้ จะถูกส่งผ่านไปยังส่วนโปรแกรมส่วนที่ 2 ซึ่งเป็นโปรแกรมส่วนแรกของการใช้งานที่แท้จริงของแบบจำลอง การส่งผ่านข้อมูลต่าง ๆ นั้นอาศัยแฟ้มข้อมูลจานแม่เหล็กเป็นสื่อกลาง

การทำงานที่สำคัญอีกประการหนึ่งของโปรแกรมส่วนแรกนี้คือ การจัดการใช้หน่วยความจำหลักของเครื่อง เอ็นอีซี พีซี-8000 เสียใหม่ โปรแกรมส่วนนี้จะทำการนำโปรแกรมควบคุมจอภาพดังกล่าว ซึ่งอยู่ในรูปของภาษาเครื่อง (Object Code) และเก็บไว้ในแฟ้มข้อมูลจานแม่เหล็กขึ้นมาจัดลงในส่วนบนสุดของหน่วยความจำสำรอง และเปลี่ยนจุดเริ่มต้นโปรแกรมในภาษาเบสิคเสียใหม่ ดังกล่าวแล้วในหัวข้อแรก

ขั้นสุดท้ายของการทำงาน โปรแกรมส่วนแรกจะสั่งให้โปรแกรมส่วนที่สองถูกนำเข้ามาในหน่วยความจำ ณ จุดเริ่มต้นดังกล่าวเพื่อทำงานต่อไป

4.2.2 ส่วนสำหรับสร้างและบำรุงรักษาข้อมูล (Input/Edite Module)

ส่วนนี้เป็นส่วนที่แบบจำลองทำงานร่วมกับผู้ใช้งานโดยตรงในการสร้างข้อมูลพื้นฐานของวัตถุ การแก้ไขและปรับปรุงข้อมูล การจัดเก็บข้อมูลลงบนแฟ้มข้อมูลจานแม่เหล็ก และการนำข้อมูลจากแฟ้มดังกล่าวเข้ามาสู่ระบบ รายละเอียดการทำงานจะกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป

4.2.3 ส่วนสำหรับสร้างภาพ (Viewing Module)

ส่วนนี้จะทำงานต่อเมื่อถูกเรียกจากส่วนที่แล้ว ข้อมูลพื้นฐานของวัตถุจากส่วนที่แล้ว จะถูกส่งผ่านมายังการทำงานส่วนนี้โดยอาศัยแฟ้มข้อมูลจานแม่เหล็กเป็นสื่อกลาง ผู้ใช้จะต้องเลือกลักษณะของภาพที่ต้องการสร้าง โดยกำหนดจุดมองและทิศทางการมอง หลังจากนั้น

โปรแกรมจะทำการสร้างภาพตามขั้นตอนต่าง ๆ จนได้ข้อมูลขั้นสุดท้าย จากนั้นข้อมูลดังกล่าวจะถูกนำไปสร้างเป็นภาพโดยอาศัยโปรแกรมย่อยในการควบคุมจอภาพในหัวข้อ 4.2.4

โปรแกรมส่วนนี้จะสร้างภาพใหม่ให้เรื่อย ๆ จากข้อมูลเกี่ยวกับการมองที่ผู้ใช้ระบุให้จนกว่าผู้ใช้จะเรียกกลับไปยังส่วนสำหรับสร้างและบำรุงรักษาข้อมูล ในการสร้างภาพแต่ละภาพนั้น ข้อมูลพื้นฐานของวัตถุที่ถูกส่งผ่านมาจากส่วนที่แล้ว จะไม่ถูกกระทบกระเทือน และเมื่อผู้ใช้เรียกกลับไปยังส่วนที่แล้ว โปรแกรมส่วนที่แล้วก็จะเรียกข้อมูลดังกล่าวจากแฟ้มข้อมูลสื่อกลางเข้าไปในระบบงานเพื่อทำงานต่อได้

โปรแกรมส่วนสำหรับสร้างภาพนี้ นอกจากจะสามารถสร้างภาพชนิดที่เป็นทัศนีภาพของวัตถุตามขอบเขตของวิทยานิพนธ์แล้ว ยังได้เพิ่มเติมการสร้างภาพออโธกราฟฟิค ไอโซเมตริก และอะโซโนเมตริก ไว้ด้วย นอกจากนี้ยังสามารถจัดเก็บข้อมูลภาพลงแฟ้มข้อมูลจานแม่เหล็ก และเรียกข้อมูลภาพจากแฟ้มข้อมูลจานแม่เหล็กขึ้นมาแสดงได้ด้วย

4.2.4 ส่วนควบคุมจอภาพ

โปรแกรมส่วนนี้พัฒนาขึ้นด้วยภาษาแอสเซ็มบลี และจัดเก็บไว้ในรูปภาษาเครื่องในแฟ้มจานแม่เหล็กและจะถูกนำเข้ามาแทนที่โปรแกรมควบคุมจอภาพของเครื่องพีซี-8000 โดยโปรแกรมส่วนสำหรับเตรียมระบบ โปรแกรมส่วนควบคุมจอภาพนี้มีหน้าที่ในการลบจอภาพความละเอียดสูง การสร้างภาพในลักษณะลายเส้นจากข้อมูลขั้นสุดท้ายจากส่วนสำหรับสร้างภาพ โดยสามารถลากเส้นทีละเส้นบนจอภาพ หรือลากทีเดียวทุกเส้นของวัตถุชิ้นหนึ่ง ๆ หรือทุกชิ้นก็ได้ต่อการเรียก 1 ครั้ง โปรแกรมส่วนนี้อยู่ในลักษณะโปรแกรมย่อยที่จะอยู่ในหน่วยความจำตลอดเวลา และถูกเรียกใช้ทั้งจากส่วนสำหรับสร้างภาพและส่วนสำหรับสร้างและปรับปรุงข้อมูล

ส่วนที่สำคัญของแบบจำลอง คือ ส่วนสำหรับสร้างและบำรุงรักษาข้อมูล กับส่วนสำหรับสร้างภาพ การแบ่งแบบจำลองออกเป็น 4 ส่วนข้างต้นเกิดขึ้นเนื่องจากข้อจำกัดเกี่ยวกับเครื่องมือและภาษาที่ใช้ อย่างไรก็ดีคุณลักษณะของแบบจำลองไม่ได้ขึ้นอยู่กับข้อจำกัดดังกล่าว ดังนั้น จะได้กล่าวถึงส่วนสำคัญทั้งสองส่วนของแบบจำลองรวมกันไป

4.3 ลักษณะรูปแบบการใช้งาน

ในระบบงาน (Application) ทั่วไปนั้น ส่วนที่สำคัญมากอันหนึ่งของระบบก็คือ รูปแบบในการใช้งาน (User Interface หรือ User Model) ในระบบงานเกี่ยวกับการสร้างภาพนั้น ข้อมูลดิบที่จะป้อนให้กับระบบงานในทัศนะของผู้ใช้ก็คือ รูปร่าง ขนาด และสัดส่วนของวัตถุ รวมทั้งลักษณะการจัดวางวัตถุ อย่างไรก็ดีข้อมูลดิบที่ระบบจะเข้าใจได้นั้น อยู่ในรูปแบบของค่าตัวเลขต่างๆ เท่านั้น ด้วยเหตุนี้รูปแบบการใช้งานในลักษณะที่เป็นอินเทอร์แอคทีฟ (Interactive) จึงเป็นรูปแบบที่เหมาะสม เนื่องจากรูปแบบดังกล่าวจะสามารถแสดงการตอบรับการป้อนข้อมูลซึ่งเป็นค่าตัวเลขออกมาในรูปแบบที่สดวกต่อการพิจารณาของผู้ใช้ได้โดยง่าย นอกจากนี้ระบบงานกราฟฟิคนั้น เป็นระบบงานที่มีความซับซ้อนและมีลักษณะเฉพาะตัว ลักษณะรูปแบบการใช้งานซึ่งมีการถาม-ตอบ ระหว่างระบบกับผู้ใช้ จะช่วยให้การใช้งานไปตามลำดับขั้นตอนต่าง ๆ ของระบบ ทำได้โดยสดวก

การออกแบบและพัฒนาแบบจำลองได้ใช้รูปแบบดังกล่าว โดยประกอบด้วยลักษณะสำคัญ 2 ประการ คือ

1. การสร้างชุดคำสั่ง (Command) เพื่อให้ผู้ใช้สั่งระบบให้ทำงานในลักษณะต่าง ๆ เกี่ยวกับข้อมูลและภาพตามที่แบบจำลองมีไว้ให้

2. การให้ผู้ใช้ป้อนข้อมูลที่ระบบต้องการในระหว่างการทำงานตามคำสั่งต่าง ๆ ในลักษณะถาม-ตอบ

ชุดคำสั่งของแบบจำลองประกอบด้วยคำสั่งต่อไปนี้

NEW

ASSIGN

SELECT

MOVE

DELETE

FEEDBACK

LOAD, SAVE

VIEW

ERASE, REPLAY

LIST, LLIST

RENAME และ

END

รายละเอียดเกี่ยวกับการทำงานของคำสั่งเหล่านี้ จะกล่าวในหัวข้อถัดไป

การทำงานของระบบงานในส่วนที่เกี่ยวกับคำสั่ง (Command) นั้น จุดสำคัญ 2 ประการที่จำเป็นในระบบงานแบบอินเทอร์แอ็คทีฟ คือ การให้คำแนะนำเกี่ยวกับคำสั่งที่มี และวิธีการออกคำสั่งแก่ระบบงาน การพัฒนาระบบคำสั่งมีทางเป็นไปได้หลายลักษณะ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของแต่ละระบบ สำหรับแบบจำลองนี้ ส่วนของโปรแกรมที่รับผิดชอบเกี่ยวกับคำสั่งนั้น ถือเป็นส่วนโปรแกรมหลักของแบบจำลอง ซึ่งทำหน้าที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับคำสั่งต่าง ๆ การรับและตรวจความถูกต้องของการใช้คำสั่ง เมื่อคำสั่งที่ถูกต้องได้รับแล้ว ระบบก็จะย้ายการทำงานไปยังโปรแกรมส่วนต่าง ๆ ที่ทำหน้าที่ตามคำสั่งนั้น ๆ และเมื่อการทำงานตามคำสั่งหนึ่ง ๆ เสร็จสิ้นลง ก็จะกลับเข้ามาสู่ส่วนที่ทำงานรับคำสั่งนี้ จนกว่าผู้ใช้จะบอกเลิกการใช้งาน

การทำงานของระบบงานเกี่ยวกับคำสั่งของแบบจำลอง จะเริ่มต้นที่คำสั่งแรก คือ คำสั่ง NEW โดยระบบจะแสดงชื่อคำสั่ง พร้อมทั้งคำอธิบายสั้น ๆ เกี่ยวกับคำสั่งนี้ และรอให้ผู้ใช้ป้อนคำสั่ง ผู้ใช้สามารถดูรายการคำสั่งพร้อมทั้งคำแนะนำได้โดยการกดแป้น Space Bar ซึ่งจะมีผลให้ระบบแสดงคำสั่งถัดไปพร้อมคำแนะนำ และรอการสั่งงาน ถ้าผู้ใช้กดแป้นดังกล่าวอีก ระบบก็จะแสดงคำสั่งถัด ๆ ไปเรื่อย ๆ เมื่อครบทุกคำสั่งก็จะเริ่มต้นใหม่ที่คำสั่ง NEW

สำหรับวิธีการออกคำสั่งนั้น เป็นไปได้ 2 ลักษณะ คือ ในขณะใด ๆ ก็ตามที่ระบบกำลังรอคำสั่ง ถ้าผู้ใช้กดแป้น RETURN จะมีผลเท่ากับผู้ใช้สั่งระบบให้ทำงานตามคำสั่งที่ระบบได้แสดงอยู่บนจอภาพขณะนั้น ๆ หรือถ้าผู้ใช้ป้อนชื่อคำสั่งเข้าไประบบก็จะทำงานตามคำสั่งที่ป้อนให้นั้น จุดที่น่าสังเกต

อันหนึ่งก็คือ ในการป้อนคำสั่งนั้น สามารถป้อนเป็นคำย่อก็ได้ ซึ่งผู้ใช้สามารถจะย่อคำสั่งให้สั้นเท่าใดก็ได้ เช่น 'M' 'MØ' 'MØV' หรือ 'MØVE' สำหรับคำสั่ง MØVE ถ้าคำย่อใด ๆ อาจเป็นคำย่อของคำสั่งมากกว่า 1 คำสั่ง ระบบจะถือเอาคำสั่งที่มาก่อนในลำดับคำสั่งข้างต้น เช่น คำสั่งย่อ 'RE' อาจหมายถึง REPLAY หรือ RENAME ก็ได้ ในกรณีระบบจะเลือกทำตามคำสั่ง REPLAY วิธีการย่อคำสั่งนี้เป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มความสดวกแก่การใช้งาน และเป็นลักษณะที่จะพบได้ทั่วไปในระบบงานดี ๆ ที่เป็นลักษณะงานอินเทอร์แอ็คทีฟ

ส่วนการทำงานเกี่ยวกับคำสั่ง เป็นส่วนสำคัญอันหนึ่งของระบบการใช้งานต่าง ๆ ในแบบอินเทอร์แอ็คทีฟ ลักษณะขั้นตอนวิธีในการทำงานดังกล่าว อันเป็นขั้นตอนหลักในการควบคุมระบบงานแบบจำลองสรุปได้ดังแสดงในรูปที่ 4.2 รายละเอียด และการแปลงไปเป็นภาษาเบสิค ดูได้ในภาคผนวก

4.4 การทำงานตามคำสั่งต่าง ๆ

คำสั่ง (Command) ทั้งหมดสามารถจัดแบ่งเป็น 4 พวก คือ

1. คำสั่งในการนำข้อมูลเข้าหรือสร้างข้อมูล ได้แก่ คำสั่ง NEW ASSIGN และ FEEDBACK

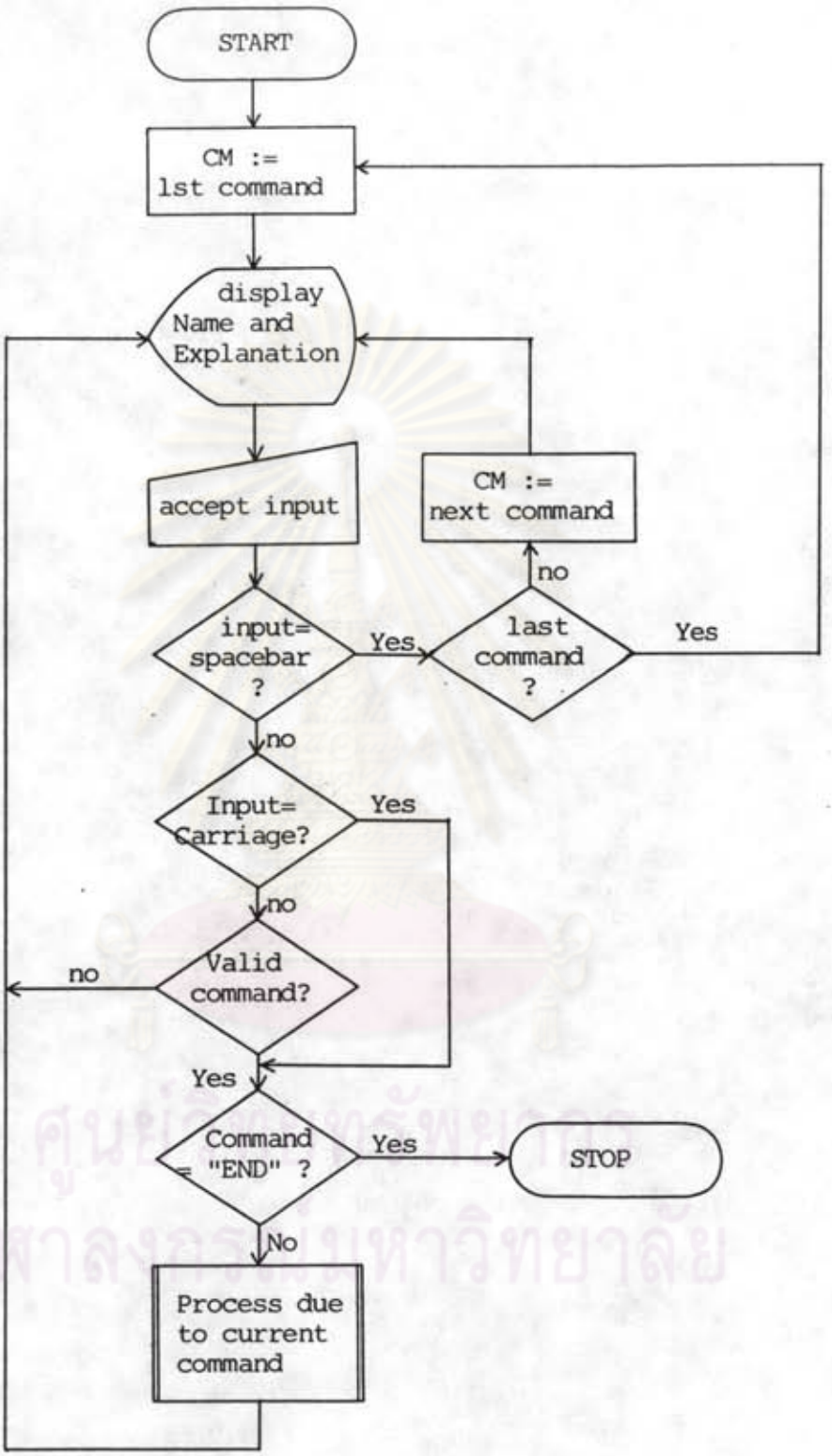
2. คำสั่งในการแก้ไขปรับปรุงข้อมูล ได้แก่ คำสั่ง SELECT MOVE DELETE LIST และ LLIST

3. คำสั่งเกี่ยวกับการจัดการแฟ้มข้อมูลจานแม่เหล็ก ได้แก่ คำสั่ง LOAD SAVE และ RENAME

4. คำสั่งเกี่ยวกับการสร้างภาพและการควบคุมจอภาพ ได้แก่ คำสั่ง VIEW ERASE และ REPLAY

การทำงานของคำสั่งเหล่านี้มีรายละเอียด ดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.2 แสดงขั้นตอนวิธีในการควบคุมการใช้คำสั่ง

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.4.1 คำสั่ง NEW

ทำการลบข้อมูลพื้นฐานและข้อมูลภาพทั้งหมด (ถ้ามี) ออกจากฐานข้อมูลในหน่วยความจำหลัก ปรับค่าดรรชนีและตัวบ่งชี้ ตลอดจนค่าคงที่ต่าง ๆ ของระบบกลับไปเป็นค่าเริ่มแรก กำหนดชื่อแฟ้มข้อมูลเป็นชื่อที่ระบบตั้งให้คือ "3DTEMP" และลบภาพออกจากจอภาพ

4.4.2 คำสั่ง ASSIGN

คำสั่งนี้ใช้ในการเพิ่มข้อมูลวัตถุเข้าไปในฐานข้อมูล การทำงานจะใช้ลักษณะถาม-ตอบ เพื่อให้ผู้ใช้ป้อนข้อมูลที่ระบบต้องการไปทีละขั้นตอน จากข้อมูลเหล่านี้ระบบจะนำไปทำการคำนวณหาข้อมูลพื้นฐานของวัตถุและจัดเก็บลงในที่ ๆ เหมาะสม

ในการป้อนข้อมูลต่าง ๆ ในระบบงานอินเทอร์แอ็คทีฟนั้น สิ่งสำคัญสิ่งหนึ่ง คือ การตอบรับ (Feedback) สำหรับงานทางด้านกราฟฟิคนั้น การตอบรับที่ดีที่สุดคือ การแสดงภาพของวัตถุจากข้อมูลที่ป้อนให้ออกมาให้เห็น สิ่งที่จะต้องคำนึงคือ มาตราส่วนที่จะใช้แสดงภาพและชนิดของภาพ สำหรับแบบจำลองนั้น จะกำหนดมาตราส่วนเริ่มต้นให้โดยถือจำนวนพิกเซลของจอภาพเป็นหลัก และชนิดของภาพ คือ รูปด้านบน (Top View) ของภาพแบบออโธกราฟฟิค ดังนั้นการทำงานจะเริ่มต้นที่การแสดงมาตราส่วนและชนิดของภาพในการตอบรับออกมาให้เห็น ซึ่งผู้ใช้สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ณ จุดนี้ถ้าต้องการ หลังจากนั้นถ้ามีข้อมูลวัตถุชิ้นอื่น ๆ อยู่ก่อนหน้าแล้วในฐานข้อมูล ก็จะแสดงภาพวัตถุเหล่านั้นออกมาด้วย

ขั้นต่อไประบบจะให้ผู้ใช้เลือกชนิดของวัตถุที่ต้องการป้อนเพิ่มเติมเข้าไป ทั้งนี้นอกเหนือจากวัตถุรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากแล้ว (Box) แบบจำลองยังได้ถูกออกแบบให้สามารถทำงานกับวัตถุได้อีก 2 ชนิด คือ วัตถุรูปทรงพีระมิด (Pyramid) และวัตถุรูปทรงปริซึม (Prism) โดยใช้แนวความคิดเกี่ยวกับการสร้างและจัดเก็บข้อมูลดังกล่าวในบทที่แล้ว กล่าวคือ มีข้อมูลภายในซึ่งเป็นข้อมูลแบบรูปทรงวัตถุและมีส่วนโปรแกรมสร้างข้อมูลจุดพิกัด ซึ่งสอดคล้องกับแบบรูปทรงต่าง ๆ

จากนั้นระบบจะให้ผู้ใช้ป้อนข้อมูลสรุปเกี่ยวกับรูปร่างของวัตถุ คือ ขนาดความกว้าง ความยาว

และความสูง ระบบจะคำนวณจุดพิกัดของวัตถุตามรูปทรงนั้น ๆ โดยถือว่าจุดยอดมุมจุดแรกซึ่งเป็นจุดแสดงตำแหน่งอยู่ที่จุดกำเนิดแกนพิกัด (ซึ่งในการตอบรับจะอยู่กลางจอภาพ) และวัตถุวางขนานกับแกนทั้งสาม

ขั้นต่อไประบบจะให้ผู้ใช้ป้อนข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งวัตถุตามต้องการ ข้อมูลดังกล่าว เป็นค่าจุดพิกัด ซึ่งระบบจะนำไปปรับค่าจุดพิกัดยอดมุมของวัตถุ ด้วยวิธีการแปลงลักษณะในแบบย้ายตำแหน่ง ข้อมูลสุดท้ายคือ ลักษณะการวางของวัตถุในมุมต่าง ๆ ที่ต้องการ ระบบจะให้ผู้ใช้ป้อนข้อมูลโดยระบุแกนของการหมุนและมุมที่ต้องการหมุนรอบจุดที่เป็นตำแหน่งวัตถุ ซึ่งระบบคำนวณค่าจุดพิกัดใหม่ด้วยวิธีการแปลงลักษณะในแบบหมุนรอบแกน ในขั้นนี้ผู้ใช้สามารถระบุให้วัตถุหมุนในมุมต่าง ๆ ของแกนต่างๆ ไปได้เรื่อย ๆ จนกว่าจะพอใจ

ขั้นสุดท้ายระบบจะทำการแปลงลักษณะข้อมูลออกมาเป็นภาพสำหรับตอบรับและแสดงภาพวัตถุชิ้นนั้นออกมาทางจอภาพ ภาพวัตถุที่แสดงออกมาในการตอบรับนี้ จะเป็นภาพที่มีการลบผิวหน้าที่มองไม่เห็นออกไปแล้ว แต่ไม่มีการลบเส้นอันเกิดจากการบังกันของวัตถุ จากนั้นระบบก็จะวนกลับไปเริ่มต้นรับข้อมูลวัตถุชิ้นถัดไปจนกว่าผู้ใช้จะเลิกการป้อนข้อมูล

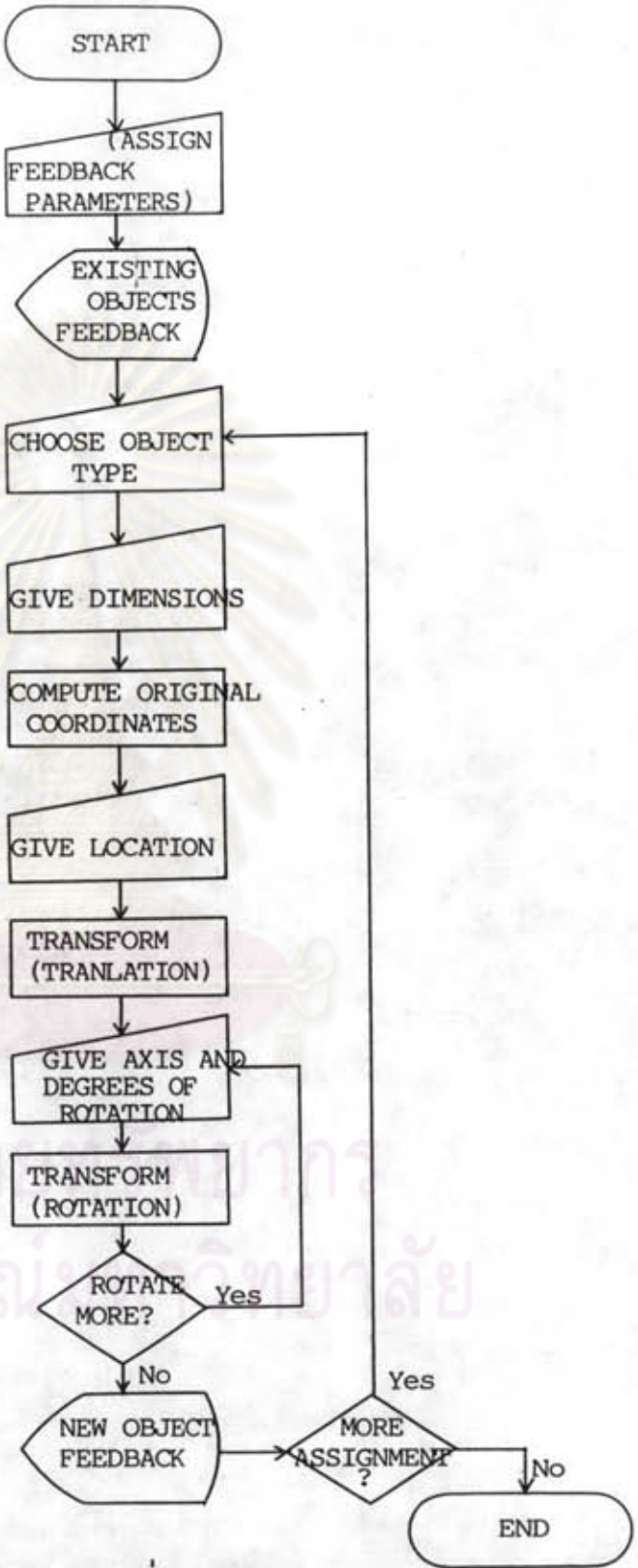
สรุปขั้นตอนการทำงานได้ตามผังงานในรูปที่ 4.3

4.4.3 คำสั่ง FEEDBACK

คำสั่งนี้ ทำงานเกี่ยวกับการตอบรับดังที่ได้กล่าวในหัวข้อเกี่ยวกับคำสั่ง ASSIGN นั่นเอง แต่แยกไว้ต่างหากเพื่อให้การแสดงภาพวัตถุในฐานข้อมูลกระทำได้โดยไม่ต้องใช้คำสั่ง ASSIGN

4.4.4 คำสั่ง SELECT

ในการปรับปรุงแก้ไขข้อมูลวัตถุชิ้นใดชิ้นหนึ่งในฐานข้อมูล มีความจำเป็นที่ผู้ใช้จะต้องระบุได้ว่าจะทำกับวัตถุชิ้นใด การระบุลำดับของวัตถุที่เรียงในฐานข้อมูล เป็นวิธีหนึ่งที่อาจทำได้ แต่อย่างไรก็ดี เมื่อมีวัตถุหลาย ๆ ชิ้น ผู้ใช้จะกำหนดลำดับของวัตถุที่ต้องการได้ยาก คำสั่ง SELECT จะช่วยให้ผู้ใช้เลือกวัตถุที่ต้องการได้โดยสะดวก การใช้คำสั่ง SELECT จะมีผลทำให้วัตถุที่กำลังพิจารณาในขณะนั้น



รูปที่ 4.3 แสดงผังการทำงานตามคำสั่ง ASSIGN

ถูกแสดงเน้น (Highlight) ขึ้นมาบนจอภาพ (ภาพแบบตอบรับ) โดยปกติวัตถุชิ้นล่าสุดที่ได้มาจากการทำงานตามคำสั่ง ASSIGN จะเป็นวัตถุที่กำลังพิจารณาเสมอ ดังนั้น เมื่อใช้คำสั่ง ASSIGN ครั้งแรกหลังจากการใช้คำสั่ง SELECT วัตถุชิ้นสุดท้ายในฐานข้อมูล จะเป็นวัตถุที่ถูกเลือกและถูกแสดงเน้นขึ้นมา และเมื่อใช้คำสั่ง SELECT ต่อเนื่องกันไปวัตถุชิ้นถัดไปในฐานข้อมูลก็จะกลายมาเป็นวัตถุที่ถูกเลือก (กำลังพิจารณา) และถูกแสดงเน้นไปทีละชิ้นตามลำดับ ในกรณีที่วัตถุที่ถูกเลือกเป็นชิ้นสุดท้าย ชิ้นต่อไปที่ถูกเลือกจะเป็นชิ้นแรก ด้วยวิธีนี้ทั้งผู้ใช้และระบบก็จะเข้าใจตรงกันว่าวัตถุชิ้นใด ๆ เป็นวัตถุที่กำลังถูกพิจารณา คำสั่งนี้จะเป็นคำสั่งที่ต้องใช้ก่อนการปรับปรุงแก้ไขข้อมูล

วิธีการแสดงเน้น (Highlight) วัตถุนั้นอาจกระทำได้หลายลักษณะ สำหรับในแบบจำลองนี้ เนื่องจากมีข้อจำกัดเกี่ยวกับประสิทธิภาพของอุปกรณ์ การแสดงเน้นจึงทำโดยการลบภาพวัตถุทุกชิ้นออกจากจอภาพ และแสดงเฉพาะภาพวัตถุที่กำลังพิจารณา วิธีการนี้มีข้อเสียที่ผู้ใช้ไม่สามารถเปรียบ-เทียบวัตถุที่ถูกแสดงเน้นกับวัตถุชิ้นอื่น ๆ ได้ อย่างไรก็ดีเพื่อเป็นการลดข้อบกพร่องนี้ การออกแบบแบบจำลองจึงเพิ่มเติมให้สามารถเลือกวิธีการแสดงภาพ ณ จุดนี้ได้เป็น 2 ลักษณะ กล่าวคือ ถ้าผู้ใช้กดแป้น space bar ในขณะที่มีการแสดงเน้นเฉพาะวัตถุชิ้นเดียว ระบบก็จะแสดงภาพวัตถุทั้งหมดออกมา และในขณะที่ระบบกำลังแสดงภาพวัตถุทั้งหมด เมื่อผู้ใช้กดแป้น space bar ระบบก็จะลบภาพวัตถุทั้งหมดและแสดงเฉพาะภาพวัตถุที่กำลังพิจารณาสลับกันไป อนึ่ง ในการแสดงเน้นวัตถุระบบจะแสดงข้อมูลเกี่ยวกับชนิดและตำแหน่งที่ตั้งของวัตถุที่กำลังพิจารณาออกมาให้ทราบด้วย

สำหรับคำสั่งในการปรับปรุงนั้น ระบบงานหนึ่ง ๆ อาจจะมีการออกแบบแตกต่างกันไป ในแบบจำลองนี้ได้จัดไว้เพียง 2 คำสั่งเท่าที่จำเป็นคือ คำสั่ง MOVE และ DELETE

4.4.5 คำสั่ง MOVE

คำสั่งนี้ใช้สำหรับการย้ายตำแหน่งที่ตั้งของวัตถุที่กำลังพิจารณาไปยังจุดต่าง ๆ ในระบบพิกัดพื้นฐานของวัตถุ การระบุตำแหน่งใหม่ที่ต้องการสามารถบอกได้ 2 ลักษณะ คือ บอกเป็นค่าจุดพิกัดของตำแหน่งใหม่โดยตรง หรือบอกเป็นระยะตามแกนใด ๆ ในทิศทางบวกหรือลบตามแกนนั้น ๆ ที่ห่างออกไปจากตำแหน่งเดิม กล่าวคือ บอกเป็นค่าจุดพิกัดจริง (Absolute) หรือค่าระยะที่สัมพัทธ์

กับตำแหน่งเดิม (Relative) เมื่อระบุค่าแล้ว ระบบจะทำการคำนวณหาค่าจุดพิกัดยอดมุมทั้งหลายของวัตถุตามตำแหน่งใหม่ แล้วทำการตอบรับโดยการลบภาพเก่าแล้วแสดงภาพวัตถุตามตำแหน่งล่าสุด ลักษณะการตอบรับคล้ายคลึงกับการตอบรับในคำสั่ง SELECT คือ สามารถเลือกให้แสดงภาพวัตถุทั้งหมดหรือเฉพาะภาพวัตถุที่กำลังพิจารณาก็ได้

4.4.6 คำสั่ง DELETE

จะลบข้อมูลวัตถุชิ้นที่กำลังพิจารณาออกจากฐานข้อมูล ลบจอภาพแล้วแสดงการตอบรับด้วยภาพของวัตถุที่เหลือ จากนั้นวัตถุชิ้นถัดไป (หรือชิ้นแรกถ้าวัตถุที่ถูกลบทิ้งเป็นวัตถุชิ้นสุดท้าย) จะกลายมาเป็นวัตถุที่กำลังพิจารณา

การลบข้อมูลวัตถุนั้น มีสิ่งที่ควรพิจารณาคือ การเกิดช่องว่างขึ้นในฐานข้อมูลช่องว่างดังกล่าวมีผลต่อการทำงานเกี่ยวกับภาพโดยเฉพาะในขั้นตอนที่การประมวลผลแบบเรียงลำดับเป็นสิ่งสำคัญ เช่น ขั้นตอนการแปลงลักษณะจุดพิกัดพื้นฐานไปเป็นจุดพิกัดในการมอง นอกจากนี้ยิ่งเกิดช่องว่างจากการลบวัตถุมากเท่าใด ก็จะยิ่งมีผลต่อความเร็วในการประมวลผลดังกล่าว และยังเกิดปัญหาในการใช้เนื้อที่หน่วยความจำสำหรับวัตถุอื่น ๆ ด้วย การแก้ปัญหา 2 ประการนั้น สำหรับการประมวลผล ถ้าข้อมูลเก็บไว้ในลักษณะของตัวบ่งชี้ไปยังข้อมูลกลุ่มต่าง ๆ ของวัตถุแต่ละชิ้นก็จะไม่เป็นปัญหามาก สำหรับการใช้เนื้อที่หน่วยความจำ อาจจะแก้โดยการบันทึกตำแหน่งช่องว่างที่เกิดขึ้นเพื่อนำมาใช้สำหรับวัตถุใหม่ที่เพิ่มเติมเข้าไปในฐานข้อมูลภายหลังได้ อย่างไรก็ดีขนาดเนื้อที่ของช่องว่างแต่ละส่วน อาจไม่พอดีกับที่ต้องการก็ได้ ถ้าเป็นวัตถุต่างชนิด อีกวิธีหนึ่งก็คือ ทำการขยับข้อมูลทั้งหมดเพื่อให้ช่องว่างหายไป วิธีนี้จะให้ผลดีที่สุดทั้งในแง่การประมวลผลและการใช้เนื้อที่หน่วยความจำ แต่ก็มีข้อเสียคือ เวลาที่ใช้ในการขยับข้อมูล อย่างไรก็ดีสำหรับแบบจำลองนี้เนื่องจากเนื้อที่หน่วยความจำจำกัดมากกอปร์กับการยอมให้การจัดการข้อมูลต่าง ๆ เกิดขึ้นในช่วงของการแก้ไขปรับปรุงข้อมูลแทนที่ จะไปเกิดในช่วงการสร้างภาพจะให้ประสิทธิภาพการใช้งานของระบบทำได้ดีกว่า ดังนั้นการลบข้อมูลวัตถุในคำสั่ง DELETE นี้ ระบบจะทำการขยับข้อมูลใหม่เสมอ

4.4.7 คำสั่ง LIST และ LLIST

ทั้ง 2 คำสั่งนี้ จะมีประโยชน์ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการทราบข้อมูลที่แท้จริงเกี่ยวกับวัตถุทั้งหลายในฐานข้อมูล ระบบจะทำการแสดงข้อมูลชนิดต่าง ๆ เกี่ยวกับวัตถุทุกชิ้นออกมาเป็นรายการข้อมูล ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลที่สำคัญ ๆ ได้แก่ จำนวนของวัตถุแต่ละชนิด ตำแหน่งของข้อมูลของวัตถุแต่ละชิ้นที่จัดเก็บในฐานข้อมูล จำนวนจุดยอดมุม เส้นและผิวหน้าของวัตถุแต่ละชิ้น ค่าพิกัดของจุดยอดมุมของวัตถุแต่ละชิ้น ค่าจุดพิกัดนอร์แมลเวคเตอร์ ลำดับของวัตถุ ตลอดจนมาตราส่วนต่างๆ ที่สำคัญ คำสั่ง LIST จะมีผลให้ระบบแสดงรายการข้อมูลออกมาทางจอภาพ และคำสั่ง LLIST จะมีผลให้ระบบแสดงรายการข้อมูลออกมาทางเครื่องพิมพ์

4.4.8 คำสั่ง SAVE และ LOAD

คำสั่ง SAVE ใช้ในการนำข้อมูลจากฐานข้อมูลลงไปบันทึกบนแฟ้มข้อมูลจานแม่เหล็กและคำสั่ง LOAD ใช้ในการนำข้อมูลจากแฟ้มข้อมูลจานแม่เหล็กเข้ามายังฐานข้อมูลในหน่วยความจำหลัก โดยจัดเก็บหรือนำขึ้นจากแฟ้มข้อมูลซึ่งผู้ใช้จะต้องระบุชื่อให้ ถ้าผู้ใช้ไม่ระบุชื่อ ระบบจะถือตามชื่อล่าสุดที่ระบบรู้ ชื่อเริ่มแรก (เมื่อผู้ใช้ยังไม่เคยให้ชื่อเลย) คือ "3DTemp"

อย่างไรก็ดีแฟ้มข้อมูลภายใต้ชื่อเดียวกัน แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ แฟ้มข้อมูลพื้นฐานของวัตถุ และแฟ้มข้อมูลภาพ ในขณะเดียวกันในฐานข้อมูลก็จัดแยกข้อมูล 2 ประเภทนี้ออกจากกัน การใช้คำสั่ง SAVE หรือ LOAD จะต้องระบุด้วยว่าเป็นแฟ้มข้อมูลประเภทใดหรือทั้ง 2 ประเภท ถ้าเลือกประเภทใดประเภทหนึ่งจะไม่กระทบกระเทือนต่ออีกประเภทหนึ่ง เช่น ไม่ว่าข้อมูลพื้นฐานของวัตถุในฐานข้อมูลจะเป็นอย่างไร ก็สามารถใช้คำสั่ง LOAD นำข้อมูลภาพของวัตถุชุดอื่นขึ้นมาเพื่อแสดงบนจอภาพได้ (ใช้ประมวลผลอย่างอื่นไม่ได้)

4.4.9 คำสั่ง RENAME

เป็นคำสั่งที่ใช้ในการตั้งชื่อข้อมูลในฐานข้อมูลตามที่ผู้ใช้ต้องการ เมื่อมีการเปลี่ยนชื่อข้อมูลทุกประเภทในฐานข้อมูลจะถือว่าอยู่ภายใต้ชื่อเดียวกัน

4.4.10 คำสั่ง VIEW

คำสั่งนี้คือคำสั่งให้ระบบสร้างภาพของวัตถุทั้งหลายในฐานข้อมูล นอกเหนือจากทัศนียภาพแล้ว ก็มีภาพแบบออโธกราฟฟิคคือรูปด้านต่าง ๆ ภาพไอโซเมตริก และภาพแบบอะโซโนเมตริกอื่น ๆ ผู้ใช้จะต้องเลือกว่าจะให้ระบบสร้างภาพชนิดใด จากนั้นระบบก็จะขอให้ผู้ใช้ป้อนข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการสร้างภาพชนิดนั้น ๆ เช่น ถ้าเป็นภาพแบบไอโซเมตริกระบบก็จะให้ผู้ใช้ระบุว่าจะมองจากซีกใดของวัตถุ ถ้าเป็นทัศนียภาพผู้ใช้ก็ต้องป้อนข้อมูลเกี่ยวกับจุดมองและทิศทางการมอง ซึ่งระบบจะแนะนำให้ว่าจะป้อนข้อมูลอย่างไรได้บ้าง เป็นต้น เมื่อข้อมูลครบถ้วนแล้ว ก็เป็นการทำงานสร้างภาพไปตามขั้นตอนต่าง ๆ ดังรายละเอียดในบทก่อน ๆ จนกระทั่งได้เป็นข้อมูลขั้นสุดท้ายซึ่งจะถูกมาสร้างเป็นภาพแสดงทางจอภาพ จากนั้นก็จะกลับไปคอยให้ผู้ใช้เลือกภาพที่ต้องการสร้างอีก จนกระทั่งผู้ใช้ต้องการสั่งด้วยคำสั่งอื่น ๆ การทำงานส่วนนี้จึงสิ้นสุด

4.4.11 คำสั่ง ERASE และ REPLAY

คำสั่ง ERASE ใช้ในการลบภาพใด ๆ ก็ตาม (ถ้ามี) ออกไปจากจอภาพทั้งหมด การลบจอภาพดังกล่าวจะไม่มีผลกระทบกระเทือนต่อข้อมูลภาพในฐานข้อมูล สำหรับคำสั่ง REPLAY จะมีผลให้ระบบนำข้อมูลภาพใด ๆ ก็ตามที่มีอยู่ในฐานข้อมูล ซึ่งอาจเป็นภาพที่เกิดในขบวนการตอบรับการป้อนและบำรุงรักษาข้อมูล (Feedback) ภาพที่เกิดจากคำสั่ง VIEW หรือภาพจากแฟ้มข้อมูลภาพที่นำขึ้นมาจากจานแม่เหล็กด้วยคำสั่ง LOAD แปลงให้เป็นภาพแสดงออกบนจอภาพ ข้อสังเกตุคือ ในขณะหนึ่ง ๆ ฐานข้อมูลจะเก็บข้อมูลภาพในลักษณะใดลักษณะหนึ่งข้างต้นเพียงอย่างเดียวเท่านั้น

4.4.12 คำสั่ง END

คำสั่งนี้จะทำให้การทำงานของระบบงานแบบจำลองสิ้นสุดลง

ทั้งหมดนี้คือคำสั่งและการทำงานทั้งหมดที่ได้รับการออกแบบและพัฒนาเป็นแบบจำลองในฐานะเป็นระบบงานเดียว อย่างไรก็ดีการพัฒนาแบบจำลองบนเครื่องพีซี-8000 นั้น เนื่องจากมีข้อจำกัดเกี่ยวกับปริมาณหน่วยความจำ ระบบงานตามที่กล่าวมาในหัวข้อนี้จึงถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วนโปรแกรม

ส่วนแรกจะทำงานได้ตามคำสั่งทั้งหมด ยกเว้นคำสั่ง VIEW ซึ่งจะเป็นการเรียกโปรแกรมส่วนที่ 2 ขึ้นมาทำงาน สำหรับโปรแกรมส่วนที่ 2 นั้น นอกจากจะทำงานตามคำสั่ง VIEW แล้ว เพื่อความสดวกในการใช้งานก็จะสามารถทำงานตามคำสั่ง SAVE LOAD ERASE REPLAY และ END ได้ด้วย เพื่อจะได้ไม่ต้องเสียเวลาในการเรียกโปรแกรมส่วนแรกขึ้นมาทำงาน ส่วนคำสั่งอื่น ๆ นั้น โปรแกรมส่วนที่ 2 จำเป็นต้องเรียกโปรแกรมส่วนแรกขึ้นมารับหน้าที่แทน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย