หอสมุดกลาง สถาบัน... จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

หลักการทำงานเบื้องต้นของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในงานวิศวกรรมการทาง

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ตามวิธีของ MOSS Consortium (2 และ 3) โดยแบ่งออกเป็นหัวข้อใหญ่ ๆ ดังต่อไปนี้

2.1 หลักการ เบื้องต้นในการเก็บบันทึกข้อมูลของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

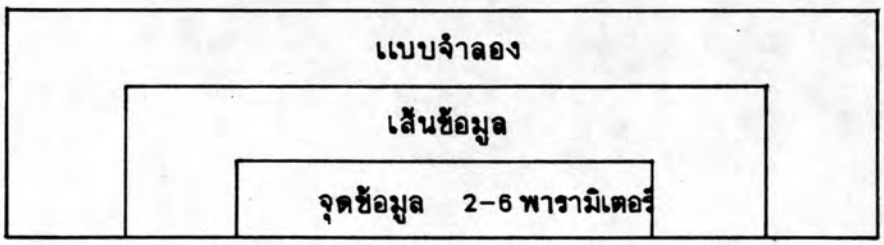
ข้อมูลของแบบจำลองใดๆ จะถูกเก็บไว้ในรูปของเมทริดซ์ ขนาดของเมทริดซ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลจะขึ้นอยู่กับความสำคัญของข้อมูลนั้นๆ เช่น ถ้าเป็นข้อมูลที่ใช้ในการกำหนดขอบเขตของงานที่พิจารณาจะใช้เมทริดซ์ขนาด 2 พารามิเตอร์ คือ ค่าพิกัดทางแนวระดับทางด้านแกน x y เท่านั้น หรือถ้าเป็นข้อมูลสำหรับเส้นศูนย์กลางของถนนจะใช้เมทริดซ์ ขนาด 6 พารามิเตอร์ คือ พิกัดของแกน x y z ระยะตามแนวถนน (Chainage) มุมบ่ายเบนจากทิศเหนือ (Bearing) และ รัศมี

ข้อมูลของเมทริดซ์แต่ละชุดข้อมูล จะถูกแบ่งแยกประเภทด้วยการกำหนดชื่อใดๆ ก็ได้ การกำหนดชื่อ ชุดข้อมูลจะประกอบด้วยตัวอักษร 4 ตัว ดังนั้น ข้อมูลของเมทริดซ์แต่ละชุดจึงสามารถเรียกใช้ได้โดยการเรียกชื่อของชุดข้อมูลนั้นๆ นั่นเอง เช่น ชุดข้อมูลของเส้นศูนย์กลางของถนนช่วงหลัก กม.ที่ 100 + 00 ถึง 105 + 00 ใช้ชื่อว่า M 105 เมื่อใดก็ตามที่ผู้ใช้ต้องการเรียกข้อมูลของเส้นศูนย์กลางถนนในช่วง กม. ดังกล่าว ก็สามารถเรียกโดยใช้ชื่อ M 105 ได้ทันที

เนื่องจากงานทางด้านวิศวกรรมการทางโดยทั่วไป การเก็บข้อมูลงานสำรวจงานออกแบบและการแสดงผลทางภาพจะกระทำในลักษณะเป็นเส้นเป็นแนว ดังนั้นชุดข้อมูลจะถูกจัดเก็บในลักษณะเป็นเส้นเป็นแนวด้วยเช่นกันเพื่อความสะดวกในการทำงาน ชุดข้อมูลที่จัดเป็นแนวเส้นเช่นนี้ ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเรียกว่าเส้นข้อมูล (String)

กล่าวโดยสรุปสำหรับการเก็บบันทึกข้อมูลก็คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะเก็บข้อมูลไว้ในแบบจำลองตัวเลข (Digital Model) โดยที่ ชื่อของแบบจำลองจะมีได้ไม่เกิน 32 ตัวอักษร รวมทั้งช่องว่าง ในแต่ละแบบจำลองจะประกอบด้วยเส้นข้อมูลจำนวนหนึ่ง เส้นข้อมูลแต่ละเส้นจะ

ถูกแยกแยะตามลักษณะการใช้งานโดยการกำหนดชื่อของเส้นข้อมูลนั้นด้วยตัวอักษร 4 ตัว และในแต่ละเส้นข้อมูลจะประกอบด้วยจุดข้อมูลจำนวนหนึ่งโดยที่จุดข้อมูลแต่ละจุดนั้นประกอบด้วยค่าพิกัดของจุดนั้นๆ และค่าพิกัดของจุดข้อมูลอาจมีตั้งแต่ 2 พารามิเตอร์ จนถึง 6 พารามิเตอร์ ตามความสำคัญของเส้นข้อมูลนั้นๆ รูปที่ 2.1 ได้แสดงถึงลำดับขั้นของการบันทึกข้อมูล



รูปที่ 2.1 ลำดับขั้นของการเก็บข้อมูล

2.2 ประเภทของแบบจำลอง

แบบจำลองตัวเลข (Digital Model) สามารถแบ่งออกได้ตามลักษณะการใช้งานเป็น 4 ประเภท คือ

2.2.1 แบบจำลองลักษณะพื้นผิว (Surface Models) ตัวอย่างเช่น

- แบบจำลองพื้นผิวดินเดิม
- แบบจำลองทางธรณีวิทยา
- แบบจำลองของโครงการทางวิศวกรรม เช่น ถนน ทางรถไฟ เขื่อน ฯลฯ

2.2.2 แบบจำลองรายละเอียด (Feature Models) ตัวอย่างเช่น

- รายละเอียดของถนน เช่น เสาไฟฟ้า แนวรั้วกันตก ฯลฯ
- รายละเอียดพื้นดินเดิม เช่น แนวต้นไม้ คลอง จุดสังเกตเด่นชัด ฯลฯ

2.2.3 แบบจำลองโครงข่าย (Network Models) ตัวอย่างเช่น

- แบบจำลองโครงข่ายของท่อน้ำประปา แก๊ส โทรศัพท์ ฯลฯ

2.2.4 แบบจำลองนามธรรม (Abstract Models) ตัวอย่างเช่น

- แบบจำลองของมลภาวะต่าง เช่น เสียง กลิ่น การมองเห็น ฯลฯ

2.3 ประเภทของเส้นข้อมูล (String)

เส้นข้อมูลสามารถแบ่งออกได้ตามลักษณะการใช้งานเป็น 7 ประเภท ดังนี้

2.3.1 เส้นข้อมูลชั้นความสูง (Contour Strings) จุดข้อมูลในเส้นข้อมูลนี้จะประกอบด้วยค่าพิกัด 2 พารามิเตอร์ คือ ค่าในแนวระดับ(x y)เท่านั้น โดยที่ความสูงของเส้นข้อมูลนี้จะกำหนดเพียงครั้งเดียวภายใต้ชื่อของเส้นข้อมูลชั้นความสูงนี้ เส้นข้อมูลชั้นความสูงอาจป้อนเข้าสู่ระบบได้โดยใช้Table Digitizerหรือสร้างขึ้นโดยการคำนวณจากแบบจำลองลักษณะพื้นผิวก็ได้

2.3.2 เส้นข้อมูลสามพารามิเตอร์(Three Dimensional Strings)จุดข้อมูลในเส้นข้อมูลนี้จะประกอบด้วยค่าพิกัด 3 พารามิเตอร์ คือค่าในแนวแกนx y zเส้นข้อมูล 3 พารามิเตอร์นี้จะใช้ในการกำหนดรูปร่างลักษณะโดยทั่วไปของแบบจำลอง เช่น เส้นของถนน แนวรั้ว ฯลฯ

2.3.3 เส้นข้อมูลหลัก(Master Alignment Strings)จุดข้อมูลในเส้นข้อมูลนี้ประกอบด้วยค่าพิกัด 6 พารามิเตอร์ คือค่าพิกัดในแนวแกนx y zระยะตามแนวถนน(Chainage) มุมบ่ายเบนจากทิศเหนือ (Bearing) และรัศมี เส้นข้อมูลหลักจะถูกสร้างขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในส่วนของการออกแบบแนวถนน (Highway Alignment Options)

2.3.4 เส้นข้อมูลรูปตัด (Section Strings) จุดข้อมูลในเส้นข้อมูลนี้จะประกอบด้วยค่าพิกัด 5 พารามิเตอร์ คือค่าพิกัดในแนวแกนx y zค่าพิกัดฉาก(Offset Distance) จากเส้นข้อมูลที่ใช้อ้างอิง และค่าพิกัดสุดท้ายมิใช่ตัวเลขแสดงพิกัดแต่จะเป็นชื่อของเส้นข้อมูลใดๆ ที่เส้นข้อมูล รูปตัดตัดผ่าน เส้นข้อมูลรูปตัดจะถูกสร้างขึ้นจากโปรแกรมคิอมพิวเตอร์ในส่วนของการสร้างรูปตัด (Section Options)

2.3.5 เส้นข้อมูลแนวสัมผัส(Interface Strings)จุดข้อมูลในเส้นข้อมูลนี้จะประกอบด้วยค่าพิกัด 5 พารามิเตอร์ คือค่าพิกัดในแนวแกนx y zค่าพิกัดฉาก(Offset Distance)จากเส้นข้อมูลที่ใช้อ้างอิง และมุมบ่ายเบนจากทิศเหนือ (Bearing) เส้นข้อมูลแนวสัมผัสจะถูกสร้าง

ขึ้นจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในส่วนของการคำนวณแนวสัมผัส (Interface Options) เช่น แนวสัมผัสระหว่างถนนกับพื้นดินเดิมเป็นต้น

2.3.6 เส้นข้อมูลจุด (Point Strings) จุดข้อมูลบนเส้นข้อมูลแบบนี้จะประกอบด้วยค่าพิกัด 3 พารามิเตอร์ คือค่าในแนวแกน x y z เช่นเดียวกับเส้นข้อมูลสามพารามิเตอร์ เพียงแต่ว่าในกรณีของเส้นข้อมูลแบบสามพารามิเตอร์หรือแบบอื่น ตัวเส้นข้อมูลจะมีความต่อเนื่อง โดยจะถือว่าจุดข้อมูลแต่ละจุดบนเส้นข้อมูลนั้นจะถูกเชื่อมต่อด้วยเส้นตรงในกรณีของเส้นข้อมูลจุด จุดข้อมูลจะไม่มีความต่อเนื่องดังกล่าว ถือว่าเป็นจุดโดดๆ ที่ไม่สัมพันธ์กับจุดอื่นใด เส้นข้อมูลจุดนี้จะมีประโยชน์มากในงานสำรวจหรือกำหนดจุดสำคัญ เช่น ต้นไม้ ก้อนหินใหญ่ ฯลฯ แต่อย่างไรก็ดี เส้นข้อมูลแบบจุดนี้ไม่สามารถนำไปใช้ได้กับส่วนของการคำนวณใดๆ ที่ต้องการความต่อเนื่องของเส้นข้อมูล เช่น ส่วนของการออกแบบแนวทางการคำนวณเส้นชั้นความสูง ฯลฯ

2.3.7 เส้นข้อมูลตัวอักษร(Text Strings) เส้นข้อมูลตัวอักษรมีไว้เพื่อกำหนดตัวอักษรที่ต้องการให้แสดงผลทางเครื่องPlotterหรือทางจอภาพก็ได้จุดข้อมูลบนเส้นข้อมูลตัวอักษรนี้จะประกอบด้วยค่าพิกัด 5 พารามิเตอร์ สองพารามิเตอร์แรก คือค่าพิกัดในแนวแกนx yที่ต้องการให้พิมพ์ตัวอักษรนั้น พารามิเตอร์ที่สาม คือความสูงของตัวอักษรที่ต้องการ พารามิเตอร์ที่สี่ คือมุมเบี่ยงเบนของแถวตัวอักษร เทียบกับแกนxและพารามิเตอร์สุดท้าย คือตัวอักษรที่ต้องการพิมพ์หรือแสดงผลทางจอภาพ

2.4 ลักษณะพิเศษของเส้นข้อมูล

ตามปกติเส้นข้อมูลต้องประกอบด้วยค่าพิกัดอย่างน้อย 3 พารามิเตอร์ คือค่าพิกัดในแนวแกน x y z แต่บางครั้งในการสร้างเส้นข้อมูล เช่น การสร้างเส้นแนวถนนทางแนวระดับ (Horizontal Alignment) แนวรั้วหรือแนวกำแพง ผู้ออกแบบยังมิได้กำหนดค่าระดับไว้ โปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถจะรับข้อมูลของเส้นข้อมูลเหล่านี้ได้โดยกำหนดให้เป็นเส้นข้อมูลแบบไม่มีค่าระดับความสูง (Null Level) แต่อย่างไรก็ตามเส้นข้อมูลแบบไม่มีค่าระดับเมื่อถูกเรียกใช้โดยส่วนของโปรแกรมที่ต้องการใช้ค่าระดับด้วยเส้นข้อมูลที่ไม่มีค่าระดับนี้จะไม่ถูกนำมาพิจารณาในการคำนวณ (Option Ignored)

2.5 การกำหนดชื่อของเส้นข้อมูล

เส้นข้อมูลทุกตัวในโปรแกรมต้องถูกกำหนดชื่อโดยใช้ตัวอักษร 4 ตัว และห้ามใช้ช่องว่างเป็นส่วนหนึ่งของชื่อเส้นข้อมูล ผู้ใช้ต้องทำการกำหนดชื่อของเส้นข้อมูลใดๆ ที่ถูกสร้างขึ้นมา อย่างไรก็ดีโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้ทำการตั้งตัวอักษรตัวแรกให้ผู้ใช้เลือกใช้ตามสภาพงานที่มีอยู่ โดยที่ถ้าผู้ใช้ทำการตั้งชื่อของเส้นข้อมูลโดยใช้ตัวอักษรตัวแรกตามที่โปรแกรมตั้งไว้จะทำให้การแสดงผลทาง Ploter หรือ จอภาพได้สะดวกขึ้นเนื่องจากส่วนของการแสดงผลด้วยภาพได้ตั้งลักษณะของเส้นที่จะใช้วาดตามลักษณะของตัวอักษรตัวแรกที่ใช้เป็นชื่อของเส้นข้อมูลอยู่แล้ว

ตัวอักษรตัวแรกที่แนะนำให้ใช้สำหรับชื่อของเส้นข้อมูล แบ่งตามลักษณะการใช้งานมีดังนี้

B อาคาร (Building)

C ถนน (Carriageway)

D คู คลอง (Ditch)

F แนวรั้วที่มนุษย์สร้าง (Fence)

H แนวรั้วธรรมชาติ (Hedge)

I แนวสัมผัส (Interface)

L ค่าระดับ (Level)

M แนวหลัก (Master Alignment)

P จุด (Point)

V ขอบทาง (Verge)

W แนวน้ำ (Waterline)

* / ตัวอักษร (Text)

ตัวอย่างในการกำหนดชื่อของเส้นข้อมูล เช่น

COCL แนวถนนด้านนอกของฝั่งซ้ายคลอง (Carriageway Outer Channel Left)

CICR แนวถนนด้านในของฝั่งขวาคลอง (Carriageway Inner Channel Right)

VLO1 ขอบทางด้านซ้าย (Left Verge)

BOO1 อาคาร (Building)

MCL1 แนวหลักเส้นศูนย์กลางถนน (Master Alignment of Center Line)

MSR1 แนวหลักของถนนที่แยกออก หมายเลข 1 (Master Alignment of Sup Road No.1)

HOO1 แนวรั้วธรรมชาติ (Hedge)

FOO1 แนวรั้วมนุษย์สร้าง (Fence)

2.6 ค่าพิกัด หน่วย และเครื่องหมายที่ใช้ในระบบคอมพิวเตอร์

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้จำแนกและตั้งวิธีการใช้ค่าต่างๆ ดังต่อไปนี้

2.6.1 ระบบพิกัด (Co - Ordinates) ค่าพิกัดทางแกน x y ต้องเป็นบวกเสมอ ค่าระดับความสูง (แกน z) สามารถเป็นได้ทั้งบวกและลบ ในกรณีที่เป็นเส้นข้อมูลไม่มีระดับความสูง (Null Level) การป้อนข้อมูลหรือแสดงผลจะกำหนดให้มีค่าระดับเท่ากับ - 999.0

2.6.2 ระบบพิกัดฉาก (Offsets) ระยะพิกัดฉากวัดจากทางขวามือของเส้นอ้างอิง มีค่าเป็นบวก ถ้าวัดจากทางซ้ายมือของเส้นอ้างอิงมีค่าเป็นลบ

2.6.3 หน่วยที่ใช้ (Units) สามารถใช้ได้ 2 แบบ คือ แบบเมตริกและแบบอังกฤษ โดยปกติโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะตั้งให้ทำงานโดยใช้หน่วยแบบเมตริก เว้นเสียแต่จะแก้ไขให้เป็นแบบอังกฤษ

2.6.4 หน่วยวัดมุม (Angular Notation) สามารถใช้ได้ 5 แบบ คือ

2.6.4.1 องศา ลิบดา ฟิลิปดา และทศนิยมของฟิลิปดา

2.6.4.2 องศา และทศนิยมขององศา

2.6.4.3 ใช้ได้ทั้งแบบ 2.6.4.1 และ 2.6.4.2

2.6.4.4 Grads

2.6.4.5 Radians

โปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถตั้งให้ใช้หน่วยวัดมุมแบบใดก็ได้ โดยอาจทำการป้อนข้อมูลเป็นแบบหนึ่งและการแสดงผลเป็นอีกแบบหนึ่ง

การป้อนข้อมูลและแสดงผลของหน่วยวัดมุม เขียนเหมือนกับที่ใช้กันตามปกติ ยกเว้นกรณีแบบที่ 2.6.4.1 ต้องเขียนให้ติดกันและครบทุกตัวเช่น 271° 3' 9.72" ต้องเขียนเป็น 2710309.72 เป็นต้น

2.6.5 <u>ความลาดเอียง</u> (Crossfall) ความลาดเอียงมีค่าเป็นบวกในกรณีที่จุดที่ต้องการอยู่สูงกว่าจุดอ้างอิง และมีค่าเป็นลบถ้าอยู่ต่ำกว่าจุดอ้างอิง

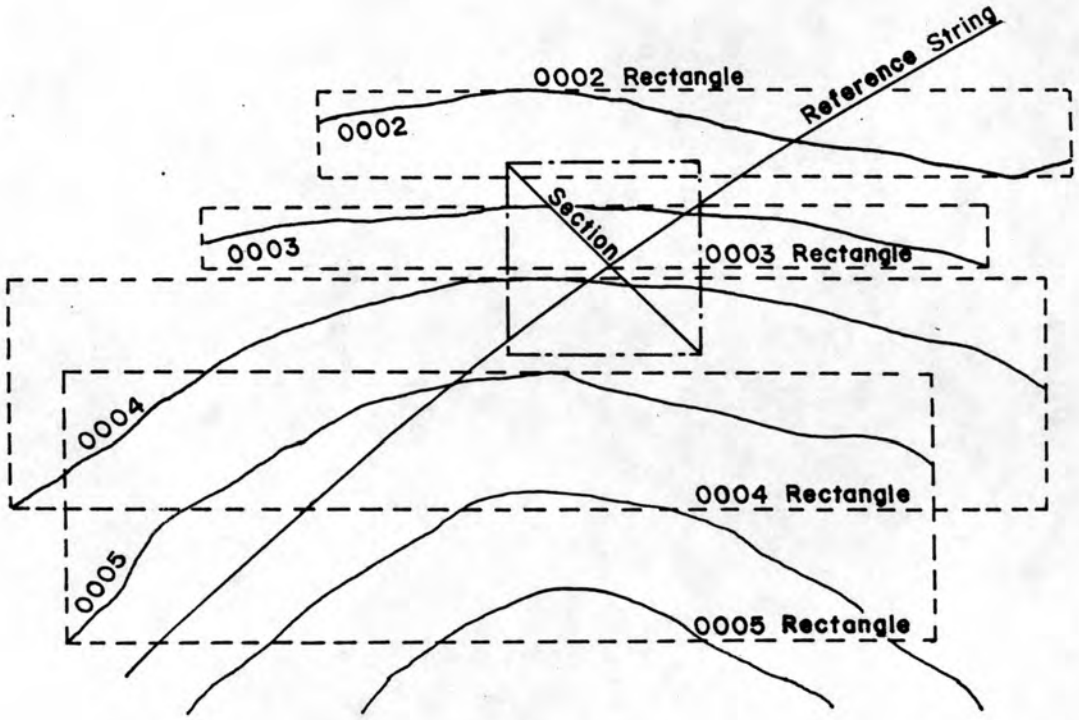
2.6.6 <u>รัศมี</u> (Radius) โค้งซ้ายมีค่าเป็นลบ โค้งขวามีค่าเป็นบวกในกรณีที่เป็นเส้นตรง เมื่อแสดงผลจะกำหนดให้มีค่ารัศมีเท่ากับ 999999.900

2.7 <u>หลักการในการเรียกข้อมูลมาใช้</u>

เนื่องจากงานด้านวิศวกรรมการทางจะประกอบด้วยข้อมูลของค่าพิกัดจำนวนมหาศาล โดยที่ค่าพิกัดต่างๆ เหล่านี้ถูกจัดเก็บให้อยู่ในลักษณะของเส้นข้อมูล และเส้นข้อมูลจะประกอบกันเข้าเป็นแบบจำลองตัวเลข ดังนั้นในการประมวลผลใดๆ บนแบบจำลองตัวเลข เราจำเป็นต้องมีวิธีในการที่จะดึงข้อมูลเท่าที่จำเป็นเท่านั้นมาใช้ในการประมวลผลมิใช่ดึงข้อมูลทั้งหมดของแบบจำลองออกมาซึ่งจะเป็นการสิ้นเปลืองหน่วยความจำและเวลาในการประมวลผลโดยเปล่าประโยชน์

เส้นข้อมูลใดๆ ต้องมีค่าพิกัดสูงสุดและต่ำสุดทางแนวราบของมันอยู่ จากค่าพิกัดทั้งสองค่านี้โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะสร้างเป็นกล่องสี่เหลี่ยมที่บรรจุเส้นข้อมูลนี้อยู่ โดยที่กล่องบรรจุเส้นข้อมูลแต่ละกล่องนี้สามารถมีพื้นที่ซ้อนทับกันได้ เมื่อเรากำหนดขอบเขตของพื้นที่ที่เราต้องการประมวลผลเช่นต้องการสร้างรูปตัดของลักษณะพื้นดินเดิม โดยรูปตัดนี้ตั้งฉากออกจากเส้นข้อมูลที่ใช้อ้างอิงดังแสดงในรูปที่ 2.2 ระบบคอมพิวเตอร์จะนำค่าพิกัดสูงสุดและต่ำสุดทางแนวราบของแนวรูปตัดที่ต้องการสร้างเป็นกล่องสี่เหลี่ยมของพื้นที่ที่พิจารณา หลังจากนั้นระบบคอมพิวเตอร์จะทำการค้นหา

ว่าในขอบเขตของกล่องที่พิจารณานั้นซ้อนทับกับกล่องบรรจุเส้นข้อมูลใดบ้าง จากรูปที่ 2.2 พบว่า กล่องที่พิจารณาซ้อนกับกล่องบรรจุเส้นข้อมูล 0002 0003 และ 0004 ดังนั้นโปรแกรมคอมพิว-เตอร์จะดึงข้อมูลจากเส้นข้อมูล 0002 0003 และ 0004 เท่านั้น มาทำการประมวลผลซึ่งจะเป็นการประหยัดหน่วยความจำและเวลาในการประมวลผลเป็นอย่างมาก



รูปที่ 2.2 หลักการในการเรียกข้อมูลมาใช้

2.8 ประสิทธิภาพในการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ตามทฤษฎีโปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถสร้างและเก็บบันทึก เส้นและจุดข้อมูลได้โดยไม่จำกัดขนาดแต่ในทางปฏิบัติเมื่อคำนึงถึงประสิทธิภาพและความถูกต้องในการทำงานของระบบผู้ใช้ควรสังวรณ์ถึงกฎในการปฏิบัติ 2 ข้อ ดังนี้

012820

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.8.1 จุดข้อมูลบนเส้นข้อมูล ไม่ควรมีจำนวนมากกว่า 100 จุด

2.8.2 เส้นข้อมูลไม่ควรมีความยาวเกิน 1 กม.

อย่างไรก็ดี กฎทั้งสองข้อนี้มิใช่ขีดจำกัดของระบบ แต่เป็นข้อเสนอแนะในการใช้งานโดยคำนึงถึงประสิทธิภาพของระบบ

2.9 <u>การทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์</u>

2.9.1 <u>ชนิดของคำสั่งที่ใช้</u> โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะประกอบด้วยกลุ่มของแฟ้มข้อมูล (File) ที่ใช้ในการเก็บบันทึกและเรียกข้อมูลของแบบจำลองตัวเลขและเส้นข้อมูลที่ต้องการมาใช้ ผู้ใช้สามารถทำงานต่างๆ บนแฟ้มข้อมูลเหล่านี้โดยใช้กลุ่มของคำสั่งต่างๆ กัน กลุ่มของคำสั่งที่ตั้งขึ้นในโปรแกรมนี้ถูกแยกลำดับชั้นความสำคัญออกเป็น 2 ลำดับ คือ ทางเลือกหลัก (Major Options) และ ทางเลือกรอง (Minor Options)

2.9.2 <u>ทางเลือกหลัก</u> (Major Options) ใช้ในการกำหนดการทำงานบนแบบจำลองที่เป็นหลักใหญ่ของโปรแกรม เช่น การสร้างแบบจำลอง การปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง การคำนวณหาพื้นที่ของแบบจำลอง การออกแบบทางเรขาคณิตของโครงการ การแสดงผลด้วยภาพ ฯ

คำสั่งที่ใช้ในทางเลือกหลักจะประกอบขึ้นจากตัวอักษรไม่เกิน 8 ตัวอักษร เช่น COPY CREATE INTERFAC(E) โดยที่ทางเลือกหลักสามารถเลือกแบบจำลองมาทำงานพร้อมกันได้ไม่เกิน 2 แบบจำลอง เช่น ใช้เส้นข้อมูลจากแบบจำลองหนึ่งเป็นเส้นอ้างอิง เพื่อนำไปสร้างเส้นข้อมูลใหม่ ในอีกแบบจำลองหนึ่งได้

ทางเลือกหลักแต่ละตัวมีขอบข่ายในการทำงาน ดังนี้

2.9.2.1 ปฏิบัติการบนแบบจำลองตัวเลข

2.9.2.2 ปฏิบัติการบนแฟ้มข้อมูล

2.9.2.3 กำหนดแบบจำลองที่ต้องใช้ในการปฏิบัติการ

2.9.3 <u>ทางเลือกรอง</u> (Minor Options) เป็นกลุ่มของคำสั่งที่ถูกใช้เรียกในแต่ละ

ทางเลือกหลัก โดยที่ในแต่ละทางเลือกหลักจะมีกลุ่มคำสั่งทางเลือกรองของมันเองยกเว้นทางเลือกรองบางตัวเท่านั้นที่สามารถใช้กับทางเลือกหลักได้ทุกตัว ทางเลือกรองจะถูกเรียกใช้เพื่อทำการปฏิบัติการกับเส้นข้อมูล เช่น ทำการปรับปรุงแก้ไขเส้นข้อมูล สร้างเส้นข้อมูลใหม่ เป็นตัวกำหนดลักษณะการทำงานของทางเลือกหลัก

คำสั่งที่ใช้ในทางเลือกรองจะประกอบขึ้นจากตัวเลข 3 ตัว โดยที่ทางเลือกรองแต่ละตัวมีขอบข่ายในการทำงาน ดังนี้

2.9.3.1 ปฏิบัติการบนเส้นข้อมูล

2.9.3.2 ปฏิบัติการบนจุดข้อมูลของแต่ละเส้นข้อมูล

2.9.3.3 จัดเตรียมวิธีการทำงานและข้อมูลสำหรับทางเลือกหลัก

2.10 การแสดงผลของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

การแสดงผลของระบบคอมพิวเตอร์สามารถทำได้ 2 แบบ คือ แสดงผลด้วยรูปภาพและแสดงผลด้วยข้อมูล การแสดงผลด้วยรูปภาพสามารถแสดงผลทางเครื่อง Plotter หรือ จอภาพแบบกราฟฟิก (Graphic Terminal) สำหรับการแสดงผลด้วยข้อมูลสามารถแสดงผลทางเครื่องพิมพ์ (Printer) หรือ จอภาพ (Terminal)

2.10.1 การแสดงผลด้วยรูปภาพ การที่ใช้ระบบการเก็บข้อมูลในลักษณะเส้นข้อมูลนี้ ทำให้โปรแกรมคอมพิวเตอร์แบบนี้ได้เปรียบโปรแกรมอื่นอย่างมากตรงที่มันทำงานในลักษณะเดียวกับการเขียนแบบของมนุษย์ ดังนั้นมันจึงสามารถแสดงผลทางรูปภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ

โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะแสดงผลทางรูปภาพโดยผู้ใช้ต้องกำหนดชื่อของเส้นข้อมูลที่พิจารณาและของเขตของพื้นที่ที่ต้องการ ผลลัพธ์สามารถแสดงได้หลายแบบทั้งรูปแปลน รูปตัดขวาง และรูปสามมิติ (Perspective Views)

สำหรับรูปแปลนโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะใช้ชนิดของเส้นต่างชนิดกันตามชื่อของเส้นข้อมูลที่แบ่งไว้ดังหัวข้อ 2.5 ในกรณีที่ต้องการชนิดของเส้นที่แตกต่างไปจากนี้ก็สามารถกำหนดขึ้นใหม่ได้เช่นกัน

2.10.2 การแสดงผลด้วยข้อมูล การแสดงผลด้วยรูปภาพไม่สามารถบอกความสัมพันธ์ทางเรขาคณิตและข้อมูลของเส้นข้อมูลที่แน่นอนได้ ดังนั้นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ต้องสามารถแสดงผลของข้อมูลบนแบบจำลองและเส้นข้อมูลได้อย่างแน่นอนด้วย การแสดงผลด้วยข้อมูลของโปรแกรมแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

2.10.2.1 รายงานสถานภาพของแบบจำลองและเส้นข้อมูล เช่น ชื่อของแบบจำลองที่มีอยู่ในแฟ้มข้อมูล ข้อมูลของเส้นข้อมูลชนิดต่างๆ ตามที่ได้กำหนดไว้ในหัวข้อ 2.3 จำนวนและชื่อของเส้นข้อมูลที่มีอยู่ในแบบจำลอง ฯลฯ

2.10.2.2 รายงานสภาพทางเรขาคณิต ใช้ในการแสดงผลจุดตัดของเส้นข้อมูลในแต่ละแบบจำลอง

2.11 การป้อนข้อมูลให้กับโปรแกรมคอมพิวเตอร์

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทุกโปรแกรมต้องมีรูปแบบ (Format) ที่แน่นอนสำหรับใช้ในการป้อนข้อมูลในโปรแกรมที่ทำการศึกษานี้ ได้จัดลำดับความสำคัญของคำสั่งเป็น 2 ลำดับ ดังที่ได้กล่าวในหัวข้อที่ 2.9 ดังนั้นวิธีการป้อนข้อมูล ผู้ใช้ต้องทำการกำหนดทางเลือกหลักก่อนเสมอเพื่อให้ระบบคอมพิวเตอร์ทราบว่าผู้ใช้ต้องการทำงานชนิดใด และทำงานบนแบบจำลองใด หลังจากที่กำหนดทางเลือกหลักเรียบร้อยแล้วจึงทำการกำหนดทางเลือกรอง เพื่อกำหนดลักษณะการทำงานในรายละเอียดของทางเลือกหลัก

รูปแบบการป้อนข้อมูลให้กับทางเลือกหลักและทางเลือกรองของโปรแกรมคอมพิวเตอร์นี้แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

2.11.1 การป้อนข้อมูลแบบมาตรฐาน วิธีนี้ผู้ใช้ต้องการป้อนข้อมูลตามเขตข้อมูล (Field) โดยที่แต่ละเขตข้อมูลต้องมีตำแหน่งตามคอลัมน์ (Column) ที่กำหนด

2.11.2 การป้อนข้อมูลแบบอิสระ วิธีนี้ผู้ใช้ต้องทำการป้อนข้อมูลตามเขตข้อมูล (Field) ตามที่กำหนดเช่นกัน เพียงแต่ว่าเขตข้อมูลแต่ละตัวไม่จำเป็นต้องอยู่ในคอลัมน์ใดๆ ตายตัว เขตข้อมูลแต่ละชุดจะถูกคั่นด้วยเครื่องหมาย " , " ซึ่งเป็นการสะดวกในการทำงานมาก

2.12 การรายงานความผิดพลาดที่เกิดขึ้น

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ต้องสามารถตรวจสอบและรายงานผล ความผิดพลาดที่เกิดขึ้น โดยอาจเกิดจากการป้อนข้อมูลผิดพลาด การทำงานที่ผิดไปจากปกติ หรือเนื่องมาจากความบกพร่องของระบบคอมพิวเตอร์เอง โปรแกรมนี้แบ่งชนิดของการรายงานความผิดพลาดที่เกิดขึ้นเป็น 3 แบบ คือ

2.12.1 การเตือนว่าผิดจากปกติ รหัสที่ใช้แจ้งการเตือนแบบนี้จะขึ้นต้นด้วยตัวอักษร W ตามด้วยตัวเลขอีก 3 ตัว เมื่อมีการเตือนเกิดขึ้น โปรแกรมจะยังไม่หยุดการทำงาน แต่มันเป็นตัวแจ้งให้ทราบว่ามีการทำงานที่ผิดไปจากปกติ เช่น เมื่อผู้ใช้ทำการตั้งค่าตัวคงที่ใหม่ หรือ โปรแกรมทำการขยายขอบเขตการทำงานโดยอัตโนมัติ

2.12.2 การแจ้งว่าเกิดความผิดพลาดขึ้นในโปรแกรม รหัสที่ใช้จะขึ้นต้นด้วยตัวอักษร E ตามด้วยตัวเลขอีก 3 ตัว เมื่อมีการแจ้งว่าเกิดความผิดพลาดขึ้น โปรแกรมจะหยุดการทำงานทั้งหมด ยกเว้นในกรณีที่เราสั่งให้มันทำการรายงานผล โปรแกรมจะข้ามการทำงานอื่นใดทั้งหมด โดยทำเฉพาะส่วนของการรายงานผลเท่านั้น ถ้าความผิดพลาดนั้นมิได้อยู่ในส่วนของการรายงานผล

2.12.3 การแจ้งว่าเกิดความผิดพลาดขึ้นในระบบคอมพิวเตอร์ รหัสที่ใช้ คือ E99 เมื่อเกิดมีการแจ้งดังกล่าว ทุกส่วนของโปรแกรมจะหยุดการทำงาน จำเป็นที่จะต้องทำการปรับปรุงแก้ไขระบบก่อนที่จะให้มันทำงานต่อไปได้ เช่น จัดรูปแบบของแฟ้มข้อมูลใหม่เป็นต้น