บทที่ 2

เทคนิคการทำภาพกราฟฟิกและการพัฒนาโปรแกรม

2.1 ประวัติการทำภาพกราฟฟิกและการประยุกต์ใช้งาน (3)

2.1.1 ประวัติการทำภาพกราฟฟิก การทำภาพกราฟฟิกในระยะแรกนั้น ภาพกราฟฟิกที่ได้จะอยู่ในรูปของภาพพิมพ์ที่ได้จากเครื่องพิมพ์ธรรมดา (line printer) ซึ่งมีข้อจำกัดในเรื่องของรายละเอียดของภาพพิมพ์กราฟฟิกที่ได้ ในช่วงปี ค.ศ. 1950 ได้มีการนำจอภาพมาแสดงผลลัพธ์ของภาพกราฟฟิก และในช่วงกลางปีนั้นเองก็ได้มีการใช้คำสั่งควบคุมการแสดงผลลัพธ์ที่ปรากฏอยู่บนจอภาพได้สำเร็จ โดยการใช้อุปกรณ์พิเศษที่เรียกว่า ปากกาแสง (light pens) ซึ่งทำให้การทำภาพกราฟฟิกสามารถกระทำได้ในลักษณะของการโต้ตอบกับเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ (Interaetive Computer Graphics) ซึ่งยังคงใช้กันมาจนกระทั่งปัจจุบันนี้ หลังจากนั้นการทำภาพกราฟฟิกหรือการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์กราฟฟิกได้ถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมการผลิต การออกแบบเครื่องจักรกล แม้กระทั่งอุตสาหกรรม ทางด้านการบินและอวกาศด้วย โดยการค้นคว้าวิจัยได้กระทำกันอย่างมาก และกระทำกันในเชิงพาณิชย์ สำหรับปัญหาและข้อจำกัดในการทำกราฟฟิกในระยะแรกนั้นพอสรุปได้ดังนี้

ก. ต้นทุนของอุปกรณ์ในการทำภาพกราฟฟิกยังสูงอยู่มาก

ข. ลักษณะการทำงานของคอมพิวเตอร์กราฟฟิกเป็นลักษณะที่จะใช้อุปกรณ์เครื่องพ่วงคอมพิวเตอร์ (Computer resources) สูงมาก

ค. ความยุ่งยากในการเขียนโปรแกรมการทำภาพกราฟฟิกแบบโต้ตอบ เนื่องจากข้อจำกัดของภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้เขียนโปรแกรมในสมัยนั้น

ง. ปัญหาโปรแกรมคอมพิวเตอร์กราฟฟิกที่เขียนขึ้นไม่สามารถนำไปใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องอื่น ๆ ได้

2.1.2 การประยุกต์ใช้งานคอมพิวเตอร์กราฟฟิก คอมพิวเตอร์กราฟฟิกได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้งานในด้านต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นงานในด้านอุตสาหกรรม งานทางด้านธุรกิจ ทางด้านการศึกษา การบันเทิง หรือแม้แต่การนำไปใช้ในบ้านเรือน ต่อไปจะได้กล่าวถึงตัวอย่างของการนำคอมพิวเตอร์กราฟฟิกไปประยุกต์ใช้ดังนี้

งานทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและธุรกิจ ในปัจจุบันได้มีการนำรูปภาพจากเครื่องคอมพิวเตอร์กราฟฟิกไม่ว่าจะเป็นภาพ 2 มิติ หรือ 3 มิติ มาใช้ในการแสดงกราฟทั้งทางด้านคณิตศาสตร์และเศรษศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นรูปกร๊าฟแท่ง กราฟวงกลมหรืออื่น ๆ เนื่องจากการแสดงข้อมูลในรูปแบบของกราฟฟิกจะแสดงแนวโน้มได้ดีกว่าการแสดงค่าด้วยตัวเลขเพียงอย่างเดียว

งานทางด้านการสำรวจทางภูมิศาสตร์ เช่นการใช้คอมพิวเตอร์กราฟฟิกในการแสดงแผนที่ภูมิประเทศ หรือแผนที่ทางสมุทรศาสตร์ ใช้ทำแผนที่แสดงการทำเหมืองแร่ หรือแผนที่การสำรวจแหล่งน้ำมัน นอกจากนี้ยังนำไปใช้ทำแผนที่อากาศ หรือใช้แสดงความหนาแน่นของประชากรตามภูมิประเทศได้

งานทางด้านการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ (CAD) ได้มีการนำระบบคอมพิวเตอร์กราฟฟิกแบบโต้ตอบไปใช้ในการช่วยออกแบบ อุปกรณ์เครื่องกล เครื่องอิเลคทรอนิคต่าง ๆ และงานออกแบบอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับแสงเช่น เลนส์ เป็นต้น นอกจากนี้ยังนำไปใช้งานออกแบบระบบเครือ ข่ายคอมพิวเตอร์ด้วย ลักษณะของการนำคอมพิวเตอร์กราฟฟิกมาช่วยในการออกแบบนั้นไม่ใช่เพียงแต่ใช้ช่วยวาดรูปเท่านั้นแต่ยังใช้ในแง่ของการจำลองหรือทดสอบแบบที่คิดขึ้นด้วย.

งานทางด้านการทำภาพเคลื่อนไหว การทำภาพเคลื่อนไหวจะช่วยในสามารถเข้าใจลักษณะการทำงานของสิ่งที่ศึกษาได้ง่ายขึ้น ซึ่งจะใช้กันมากทางด้านการศึกษา นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้ในทางด้านการบันเทิงหรือทำภาพยนตร์ด้วย

งานทางด้านการควบคุมขบวนการ เช่นในโรงงานผลิตไฟฟ้า หรือโรงงานกลั่นน้ำมันคอมพิวเตอร์กราฟฟิกสามารถแสดงขบวนการผลิตออกมาในรูปของภาพ ทำให้สามารถดูแลหรือควบคุมการทำงานของระบบนั้น ๆ ได้ง่ายขึ้น

นอกจากนี้แล้วการประยุกต์ใช้งานคอมพิวเตอร์กราฟฟิกยังนำไปใช้กับงานอื่น ๆ อีกมากเนื่องจากข้อดีของคอมพิวเตอร์กราฟริคที่แสดงผลลัพธ์ให้อยู่ในรูปแบบของภาพ ทำให้เข้าใจผลลัพธ์นั้นได้อย่างรวดเร็วและดียิ่งขึ้น

2.2 <u>เทคนิคการทำภาพกราฟฟิก</u> (4)

2.2.1 ลักษณะการประมวลผลข้อมูลภาพ การประมวลผลข้อมูลภาพมีลักษณะแตกต่างกันตามการนำไปประยุกต์ใช้ โดยสามารถแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ 3 กลุ่มคือ

2.2.1.1 กราฟฟิก (Graphics) เป็นลักษณะของการสร้างภาพจากข้อมูลที่ไม่ใช่ข้อมูลภาพ (nonpictorial information)

2.2.1.2 การประมวลผลภาพ (Image processining) เป็นลักษณะของการประมวลผลที่ข้อมูลจะอยู่ในลักษณะของข้อมูลภาพทั้งข้อมูลขาเข้าและข้อมูลขาออก

2.2.1.3 การรับรู้รูปแบบของภาพ (Pictorial pattern recognition) เป็นรูปแบบของการรับรู้ลักษณะของข้อมูลขาเข้าที่เป็นข้อมูลภาพ หรือรูปภาพ หรือเป็นลักษณะที่ตรงกันข้ามกับลักษณะของกราฟริคนั่นเอง

2.2.2 ประเภทของข้อมูลภาพ การทำภาพกราฟริคโดยเครื่องคอมพิวเตอร์นั้นพอจะจัดแบ่งประเภทของข้อมูลภาพได้เป็น 4 กลุ่มคือ

2.2.2.1 กลุ่มที่ 1 กลุ่มภาพระดับสีเทาและกลุ่มภาพสี (Full Gray Scale and Color pictures)ข้อมูลของกลุ่มภาพประเภทนี้เป็นลักษณะของภาพที่แสดงในจอภาพแสดงผลลัพธ์ ซึ่งลักษณะของภาพจะเหมือนจริง รูปแบบของภาพที่แสดงจะอยู่ในลักษณะของจุดภาพ (pixel) โดยความละเอียดขอบจุดภาพจะขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ที่แสดงภาพนั้น

2.2.2.2 กลุ่มที่ 2 กลุ่มภาพสีสองระดับ (Bilevel) ข้อมูลภาพของกลุ่มนี้จะมีลักษณะเป็นข้อมูลภาพแบบภาพขาว - ดำ คือระดับสีของภาพจะแสดงออกมาได้เพียง 2 ระดับเท่านั้น

2.2.2.3 กลุ่มที่ 3 กลุ่มภาพเส้นโค้งที่ต่อเนื่อง (Continuous curves and lines) ข้อมูลภาพของกลุ่มนี้จะมีลักษณะเป็นลำดับหรือแนวของจุดภาพ (Sequences of points) ที่ติดต่อกันไปเป็นเส้น โดยเส้นเหล่านี้จะสามารถกำหนดให้อยู่ในระบบพิกัดฉาก (X - Y coordinates) ได้ ตัวอย่างของข้อมูลภาพประเภทนี้ได้แก่ ภาพเส้นกร๊าฟต่าง ๆ

2.2.2.4 กลุ่มที่ 4 กลุ่มจุดภาพหรือรูปเหลี่ยม (Points or Polygons) ข้อมูลภาพของกลุ่มนี้จะแตกต่างกับข้อมูลภาพกลุ่มที่ 3 ตรงที่เส้นที่ได้จากกลุ่มนี้จะไม่ติดต่อกันไปอย่างต่อเนื่องเหมือนกลุ่มที่ 3 แต่จะมีลักษณะของจุดภาพเป็นจุด ๆ ต่อกันเป็นเส้น (ไม่ติดต่อกันในแต่ละจุดภาพ) รูปแบบของข้อมูลภาพกลุ่มที่ 4 นี้ ใช้กันมากในการแทนข้อมูลภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยที่การแสดงผลลัพธ์อาจจะอยู่ในรูปแบบข้อมูลภาพประเภทที่ 1หรือ 2ก็ได้

2.2.3 การทำภาพกร๊าฟฟิก เทคนิคการทำภาพกราฟริคนั้น มีอยู่ด้วยกันหลายวิธี ซึ่งลักษณะของการทำภาพกร๊าฟริคเป็นลักษณะของการเปลี่ยนรูปแบบของประเภทข้อมูลภาพจากรูปแบบหนึ่งไปยังอีกรูปแบบหนึ่งนั่นเอง เทคนิคการทำภาพกราฟริคมีดังต่อไปนี้

2.2.3.1 เทคนิคเซ็กเมนเตชั่น (Segmentation) เป็นเทคนิคการทำภาพกราฟฟิก โดยมีลักษณะของการเปลี่ยนแปลงประเภทของข้อมูลภาพจากประเภทที่ 1 ไปสู่ประเภทที่ 2 เทคนิคนี้มีวิธีการหลักอยู่ 3 วิธีคือ

ก. Thresholding เป็นเทคนิคที่ง่ายที่สุดของเทคนิคการทำภาพกราฟฟิกแบบเซ็กเมนเตชั่น หลักการก็คือ จะกำหนดค่าหลักที่จะใช้ในการเปรียบเทียบขึ้น (Threshold) ต่อจากนั้นจะทำการนำเอาค่าหรือคุณสมบัติของจุดภาพ เช่น ความสว่างของจุดภาพมาเปรียบเทียบกับค่าหลักนี้ ก็จะสามารถจัดกลุ่มคุณสมบัติของจุดภาพที่นำมาเปรียบเทียบได้เป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีค่าความสว่างของจุดภาพมากกว่าค่าหลัก และกลุ่มภาพที่มีค่าความสว่างน้อยกว่าค่าหลัก

ข. Edge detection เป็นเทคนิคที่จะตรวจหาขอบเขตของจุดภาพที่มีคุณสมบัติแตกต่างกัน โดยจุดภาพที่เป็นขอบเขตจะเชื่อมโยงต่อกันเป็นเส้นโค้งปิดรอบเพื่อแยกขอบเขตของจุดภาพออกจากกัน

ค. Segmentation by region growing เทคนิค 2 ข้อแรกนั้นจะใช้หลักการหาค่าความแตกต่างของคุณสมบัติของจุดภาพ เพื่อจะจัดกลุ่มหรือแยกประเภทออกจากกัน แต่เทคนิคที่ 3 นี้จะจัดกลุ่มจุดภาพที่มีคุณสมบัติเหมือนกันเข้าไว้ด้วยกัน

2.2.3.2 เทคนิคคอนทัวร์แทร็กกิ้ง (Contour tracing) เป็นเทคนิคการทำภาพกราฟิคโดยมีลักษณะของการเปลี่ยนแปลงประเภทของข้อมูลภาพจากประเภทที่ 2 ไปสู่ประเภทที่ 3 เทคนิคนี้มีวิธีการหลัก ๆ อยู่ 2 วิธีคือ

ก. Thinning เป็นเทคนิคที่ใช้กันในระยะแรกโดยขอบเขตของจุดภาพที่มีคุณสมบัติอย่างเดียวกันจะถูกถ่ายทอดไปเป็นเส้นโค้งปิดขอบเขตของจุดภาพนั้น ๆ

ข. Skeleton of the region เป็นเทคนิคที่ใช้กันในระยะต่อมาวิธีการคล้ายกันวิธีแรกแต่จะถ่ายทอดไปเป็นลักษณะเส้นกราฟแทน เพื่อบอกขอบเขตของจุดภาพนั้น ๆ

2.2.3.3 เทคนิคเคิฟเซ็กเมนเตชั่น (Curve Segmentation) เป็นเทคนิคการทำภาพกราฟิคโดยมีลักษณะของการเปลี่ยนแปลงประเภทของข้อมูลภาพจากประเภทที่ 3 ไปสู่ประเภทที่ 4 เทคนิคนี้มีวิธีการคือ จะหาจุดสำคัญบนเส้นขอบเขตของภาพ เช่นในกรณีรูปหลายเหลี่ยม จุดสำคัญบนเส้นขอบเขตของภาพก็คือจุดยอดของรูปหลายเหลี่ยมนั้นเอง

2.2.3.4 เทคนิคอินเทอร์โพเลชั่น (Interpolation) เป็นเทคนิคการทำภาพกราฟฟิกโดยมีลักษณะของการเปลี่ยนแปลงประเภทของข้อมูลภาพจากประเภทที่ 4 ไปสู่ประเภทที่ 3 วิธีการคือสร้างเส้นโค้งให้ผ่านจุดที่กำหนดให้หรือคือการลากเส้นขอบเขตให้ผ่านจุดภาพ เพื่อให้ได้ขอบเขตของข้อมูลประเภทเดียวกัน

2.2.3.5 เทคนิคเฉดดิ้ง (Sha ding) เป็นเทคนิคของการทำภาพกราฟฟิกโดยมีลักษณะของการเปลี่ยนแปลงประเภทของข้อมูลภาพจากประเภทที่ 3 ไปสู่ประเภทที่ 2 เป็นวิธีการที่จะหาจุดภาพที่อยู่ภายในเส้นขอบเขต(Contour) ที่กำหนดให้

2.2.3.6 เทคนิคแอ็ดดิชั่นอ๊อฟดิเทอร์ (Addition of dither) เป็นการทำภาพกราฟฟิกโดยมีลักษณะของการเปลี่ยนแปลงประเภทของข้อมูลภาพจากประเภทที่ 2 ไปสู่ประเภทที่ 1 ซึ่งเป็นเทคนิคที่จะทำให้ได้ภาพมีรายละเอียดดีขึ้น เนื่องจากระดับของสีที่ได้มีหลายระดับนั่นเอง

2.3 <u>ลักษณะของโปรแกรม</u>

โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้เรียกว่า โปรแกรม BOUNDARY โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

2.3.1 โปรแกรมส่วนที่ 1

2.3.2 โปรแกรมส่วนที่ 2

โปรแกรมส่วนที่ 1 จะเกี่ยวข้องกับการกำหนดพื้นที่ทดลอง (Training Areas) ให้เป็นรูปหลายเหลี่ยมหรือวงกลม นอกเหนือจากรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าในแบบเดิม โปรแกรมส่วนที่ 2 เป็นขั้นตอนในการสกัดเฉพาะพื้นที่ที่ต้องการศึกษา พร้อมทั้งทำการคำนวณพื้นที่ของประเภทข้อมูลภายในขอบเขตพื้นที่นั้น โปรแกรมทั้งสองส่วนนี้ จะทำงานร่วมกับระบบโปรแกรม CU - RECOGX โดยที่โปรแกรมส่วนที่ 1 จะทำงานร่วมกับ PHASE2 และ PHASE4 ส่วนโปรแกรมส่วนที่ 2 จะทำงานร่วมกับระบบโปรแกรม CU - RECOGX ในขั้นตอนหลังจาก PHASE5 คือ ก่อนที่จะพิมพ์ภาพพิมพ์ผลการจำแนก โดย PHASE6 ก็จะให้ผ่านโปรแกรมส่วนที่ 2 นี้ก่อน เพื่อทำการสกัดภาพเฉพาะขอบเขตพื้นที่ของบริเวณที่ต้องการศึกษาเท่านั้น ต่อจากนั้นจึงผ่าน PHASE6 เพื่อทำการพิมพ์ภาพพิมพ์ผลการจำแนกประเภทข้อมูลต่อไป

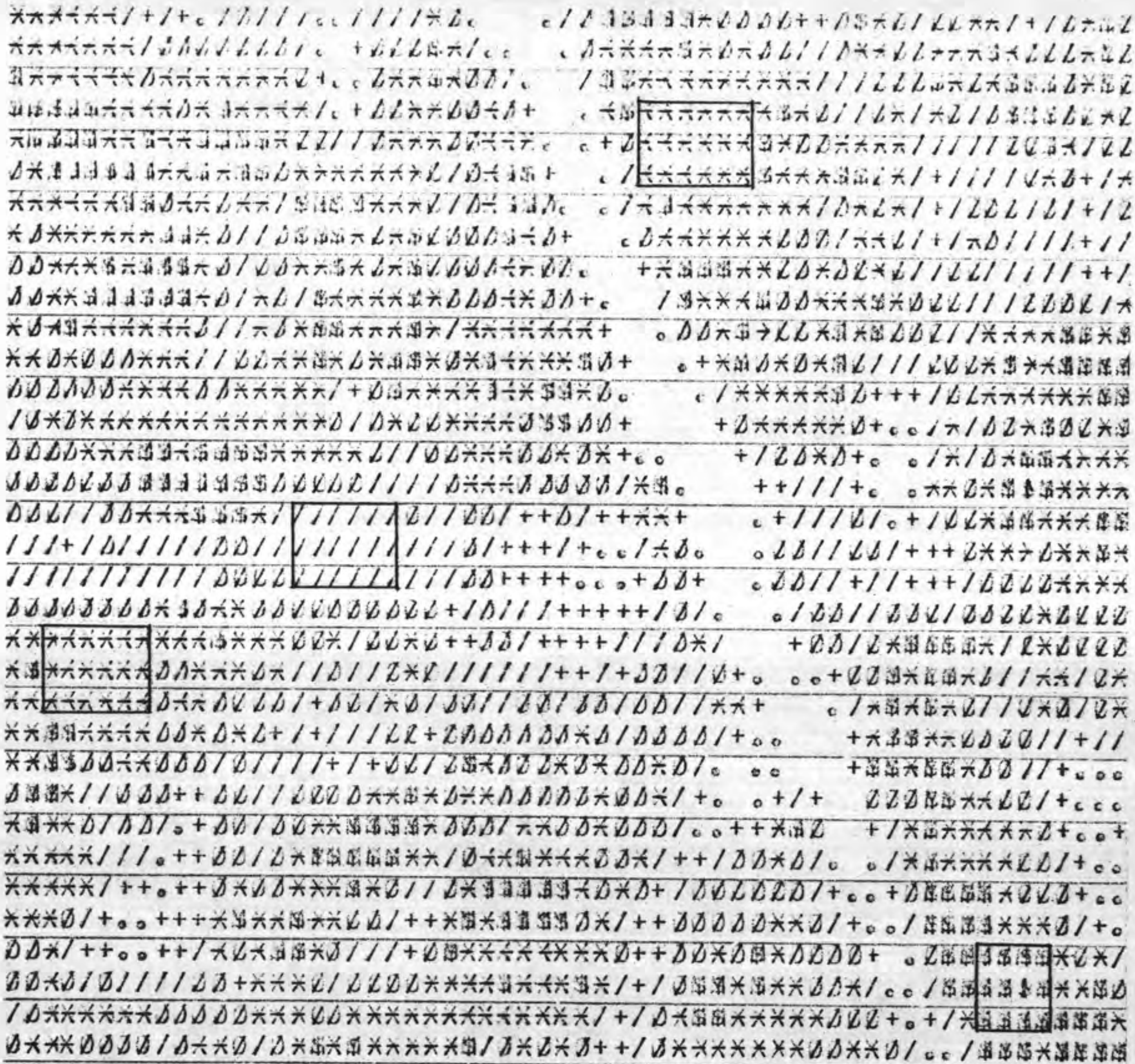
2.4 ไปรแกรมส่วนที่ 1

ไปรแกรม BOUNDARY ในส่วนที่ 1 นี้ จะเกี่ยวข้องกับการกำหนดพื้นที่ทดลอง ใน PHASE2 และการพิมพ์ภาพพิมพ์ผลการจำแนกประเภทข้อมูลใน PHASE4 ของระบบไปรแกรม CU - RECOGX ซึ่งใน PHASE2 และ PHASE4 แต่เดิมนั้น การกำหนดพื้นที่ทดลองและการพิมพ์ภาพพิมพ์ผลการทดลองจำแนกประเภทข้อมูลจะจำกัดอยู่ที่รูปร่างของพื้นที่ คือใช้ได้กับพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือจัตุรัสเท่านั้น ซึ่งข้อจำกัดนี้จะมีผลกับขั้นตอนการเลือกพื้นที่ทดลอง เนื่องจากการเลือกพื้นที่ทดลองเพื่อป้อนเป็นข้อมูลตัวอย่างให้กับระบบเพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลนั้น มีหลักการอยู่ข้อหนึ่งคือ ควรเลือกพื้นที่ทดลองให้มีขนาด (จำนวนจุดภาพ) พอเหมาะ คือไม่น้อยจนเกินไป เนื่องจากว่าการวิเคราะห์ข้อมูลของระบบไปรแกรม CU - RECOGX นั้น ใช้หลักสถิติ และจากการที่การเลือกพื้นที่ทดลองแต่เดิมจำกัดอยู่ที่รูปสี่เหลี่ยม ทำให้การเลือกพื้นที่ทดลองของข้อมูลบางประเภทกระทำได้ไม่สะดวกนัก อาจจะเนื่องมาจากข้อมูลของประเภทข้อมูลนั้น ๆ มีจำนวนน้อย อยู่กระจัดกระจาย หรือมีข้อมูลประเภทอื่น ๆ ปนอยู่ การเลือกพื้นที่ทดลองที่เป็นรูปสี่เหลี่ยม อาจจะทำให้ได้ข้อมูลที่จะใช้เป็นตัวอย่างน้อยเกินไป ซึ่งจะมีผลต่อความละเอียดถูกต้องในขั้นตอนของการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป การเลือกพื้นที่ทดลองรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส แสดงในรูปที่ 2.1

เพื่อลดข้อจำกัดในการเลือกพื้นที่ทดลอง และเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพให้กับการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นต่อไป ไปรแกรมส่วนที่ 1 ของไปรแกรม BOUNDARY นี้ จะให้ผู้ใช้ข้อมูลดาวเทียม สามารถเลือกพื้นที่ทดลองเป็นรูปร่างอื่น ๆ คือ อาจจะเลือกเป็นรูปหลายเหลี่ยมที่มีจำนวนด้านต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.2 นอกจากนี้ยังสามารถเลือกพื้นที่ทดลองเป็นรูปวงกลมได้อีกด้วย

นอกจากไปรแกรมส่วนที่ 1 นี้ จะใช้ในการเลือกพื้นที่ทดลองให้เป็นรูปร่างแบบอื่น ๆ ใน PHASE2 แล้ว ยังใช้ในการพิมพ์ภาพพิมพ์ผลการทดลองจำแนกประเภทข้อมูลของพื้นที่ทดลองที่เลือกนั้น ใน PHASE4 เพื่อดูผลการทดลองจำแนกประเภทข้อมูล และเป็นการตรวจสอบความถูกต้องในการเลือกพื้นที่ทดลองใน PHASE2 ด้วย

2.4.1 การทำงานของไปรแกรมส่วนที่ 1 การทำงานของไปรแกรมส่วนที่ 1 นี้



รูปที่ 2.1 พื้นที่ทดลองรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส

จะสามารถให้ผู้ใช้ทำการเลือกรูปร่างของพื้นที่ทดลองได้ 3 แบบ คือ เลือกเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือจัตุรัส (ตามแบบเดิม) หรือจะเลือกเป็นรูปหลายเหลี่ยม หรือวงกลม ซึ่งจะกล่าวถึงการเลือกพื้นที่ทดลองในแต่ละแบบโดยละเอียดต่อไป

2.4.1.1 การเลือกพื้นที่ทดลองรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือจัตุรัส การเลือกแบบนี้เป็นแบบเดิมที่ใช้กันอยู่ เป็นวิธีการสะดวกและผู้ใช้คุ้นเคยอยู่แล้ว จึงคงวิธีการเลือกแบบนี้ไว้ตามเดิม โดยมีข้อจำกัดดังที่กล่าวมาแล้วคือ เมื่อเลือกพื้นที่ทดลองแบบนี้ จะต้องให้มีจำนวนจุดภาพเพียงพอ ภายในพื้นที่ที่เลือกนั้น

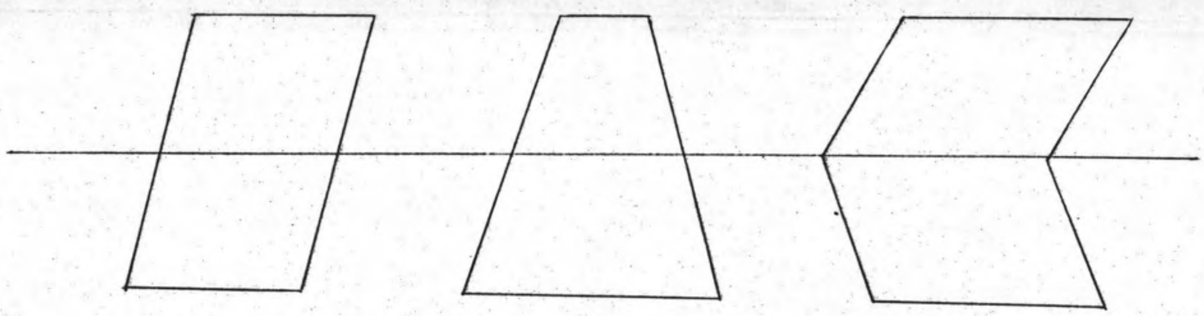
2.4.1.2 การเลือกพื้นที่ทดลองรูปหลายเหลี่ยม รูปหลายเหลี่ยมในที่นี้จะต้องเป็นรูปหลายเหลี่ยมที่เมื่อลากเส้นระดับตัดผ่านรูปหลายเหลี่ยมนั้นแล้ว จะตัดด้านของรูปหลายเหลี่ยมนั้นไม่เกิน 2 จุด ดังแสดงในรูปที่ 2.3 การจำกัดลักษณะของรูปหลายเหลี่ยมให้เป็นลักษณะนี้ก็เนื่องจากว่า เป็นรูปแบบที่เพียงพอสำหรับใช้กำหนดพื้นที่ทดลองแล้ว และการทำงานของโปรแกรมก็จะไม่ใช้เวลาเครื่องคอมพิวเตอร์ (CPU time) มากนัก การเลือกพื้นที่ทดลองรูปหลายเหลี่ยมนี้ สามารถเลือกพื้นที่ทดลองรูปหลายเหลี่ยมได้สูงสุดถึง 50 เหลี่ยม

2.4.1.3 การเลือกพื้นที่ทดลองรูปวงกลม วัตถุประสงค์ของการเลือกพื้นที่ทดลองเป็นรูปวงกลม ก็เพื่อความสะดวกในการอ่านและป้อนข้อมูลของผู้ใช้ เนื่องจากว่าจะป้อนข้อมูลเพียงค่าพิกัดบรรทัดภาพและจุดภาพของจุดศูนย์กลางและรัศมีเป็นจำนวนจุดภาพของวงกลมเท่านั้น นอกจากนี้การเลือกพื้นที่ทดลองรูปวงกลมยังเป็นการเผื่อไว้สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมของพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งในลักษณะการกำหนดพื้นที่เป็นวงกลมโดยมีรัศมีออกจากจุดที่กำหนดเป็นระยะทางหนึ่ง ๆ ก็ได้

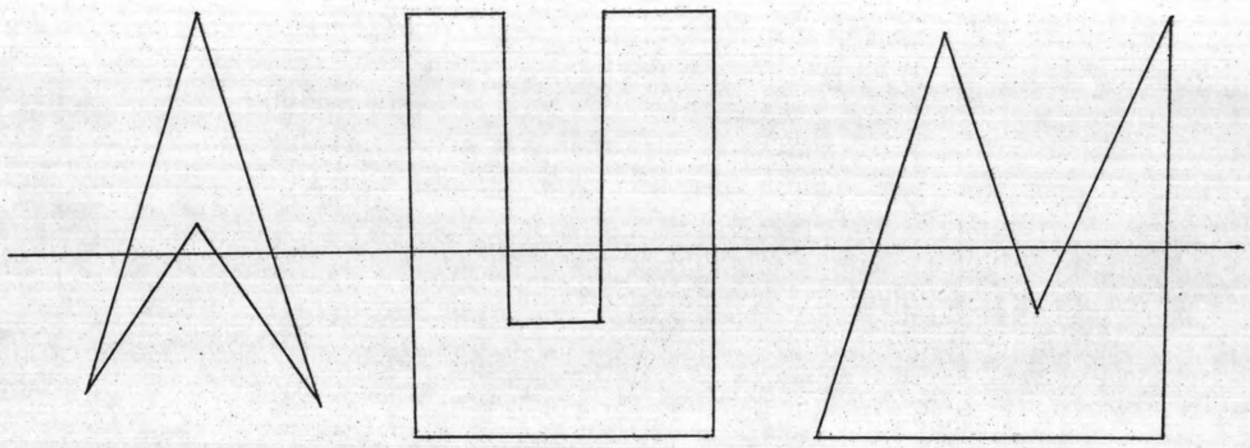
2.4.2 ทฤษฎีที่ใช้ในการกำหนดพื้นที่ทดลอง ในส่วนนี้จะกล่าวเฉพาะทฤษฎีที่ใช้ในการกำหนดพื้นที่ทดลองที่เป็นรูปหลายเหลี่ยมและรูปวงกลมเท่านั้น เนื่องจากการกำหนดพื้นที่ทดลองเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือจัตุรัสยังคงใช้ตามแบบเดิม

2.4.2.1 พื้นที่ทดลองรูปหลายเหลี่ยม[5] เนื่องจากรูปหลายเหลี่ยมเป็นรูปที่ประกอบขึ้นจากเส้นตรงในลักษณะต่าง ๆ กัน คือ เป็นเส้นตรงที่มีระดับความลาดชันขนาดและทิศทางต่าง ๆ กันนั่นเอง ในรูปที่ 2.4 แสดงเส้นตรงที่มีค่าความลาดชัน ขนาดและทิศทางต่างกัน โดยทิศทางจะแสดงเป็นค่าบวกหรือลบ ของขนาดความลาดชันของเส้นตรงนั้น ๆ

การนำทฤษฎีนี้มาประยุกต์ใช้นั้น ให้พิจารณารูปที่ 2.5 จะเห็นได้ว่า แกนของ



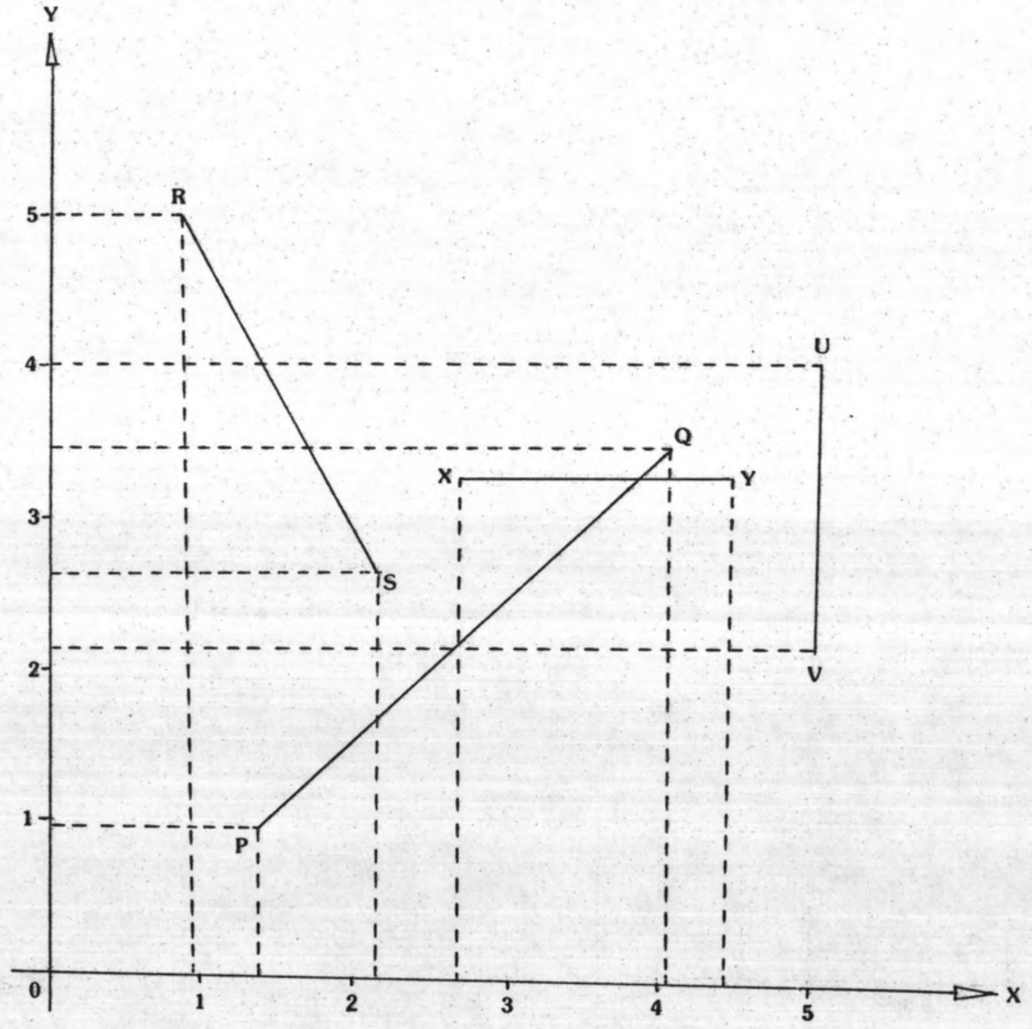
เส้นระดับตัดผ่านด้านของรูปหลายเหลี่ยมไม่เกิน 2 จุด



เส้นระดับตัดผ่านด้านของรูปหลายเหลี่ยมมากกว่า 2 จุด

รูปที่ 2.3 แสดงเส้นระดับที่ตัดผ่านรูปหลายเหลี่ยมแบบต่าง ๆ

014131



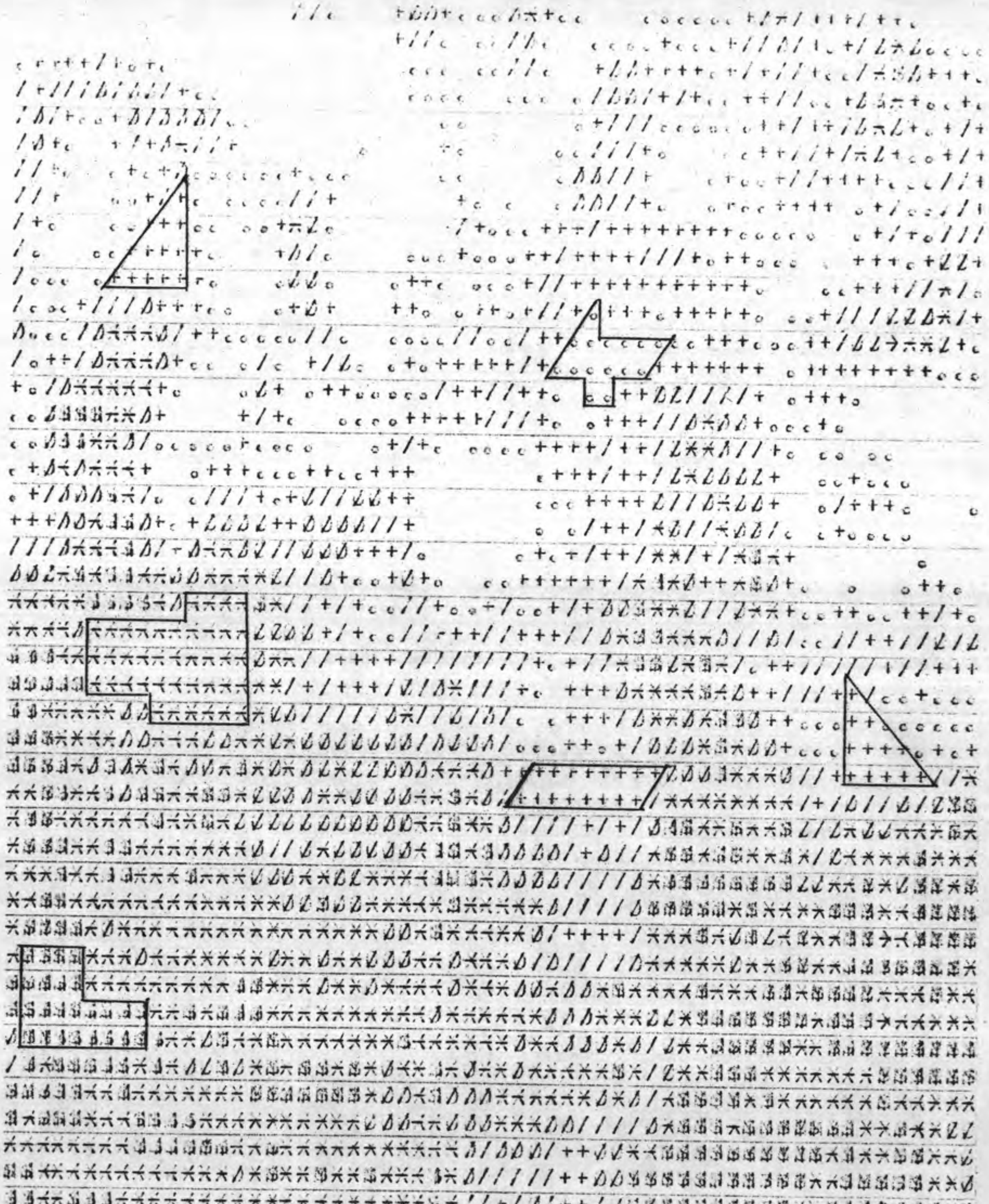
รูปที่ 2.4 แสดงขนาดและทิศทางความลาดชันของเส้นตรงในลักษณะต่าง ๆ

ภาพจะอยู่ทางด้านบนและเป็นแกน LINE (บรรทัดภาพ) และ COLUMN (จุดภาพ) แทนแกน Y และ X ในรูปที่ 2.4 และในรูปที่ 2.5 นี้ ได้แสดงพื้นที่ทดลองที่เลือกเป็นรูปห้าเหลี่ยม ABCDE มีเส้นระดับ (เส้นแนวบรรทัดภาพ) ตัดผ่านพื้นที่ทดลองนี้ที่จุด P และ Q

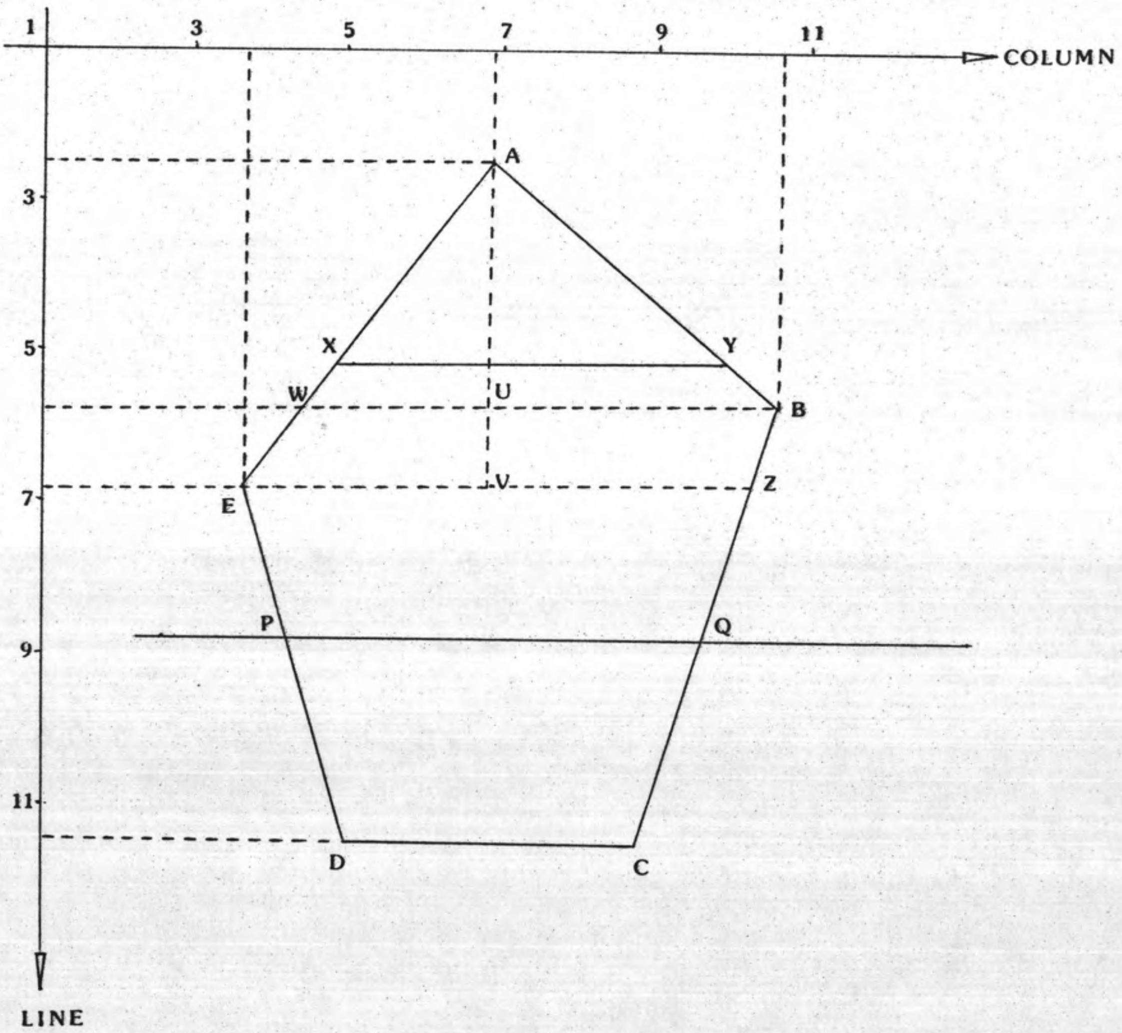
การทำงานของโปรแกรมจะรับค่าพิกัดในลักษณะบรรทัดภาพ , จุดภาพของจุดยอด ซึ่งในที่นี้ก็คือ ค่าบรรทัดภาพ , จุดภาพของจุดยอด A , B , C , D และ E ตามลำดับ พิจารณาด้าน AB เมื่อทราบค่าพิกัดของจุดทั้งสอง (A และ B) จะสามารถหาค่าพิกัดของจุด U ได้ ทำให้เกิดเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก AUB ซึ่งจากสามเหลี่ยม AUB นี้เอง ทำให้สามารถคำนวณหาความชันของเส้น AB ซึ่งเป็นด้านหนึ่งของพื้นที่ทดลองรูปห้าเหลี่ยมนี้ได้ และในทำนองเดียวกันด้าน AE จะเกิดรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก AVE และคำนวณหาความชันของเส้น AE ได้ โดยที่ความชันของเส้น AB และ AE จะมีทิศทางตรงข้ามกัน

เมื่อทราบขนาดและทิศทางของด้านทั้งสอง (AE และ AB) ซึ่งเป็นขอบเขตส่วนหนึ่งของพื้นที่ทดลองรูปห้าเหลี่ยมนี้ ขั้นต่อไปก็คือ จะต้องทราบค่าพิกัดบรรทัดภาพ , จุดภาพ ที่อยู่บนเส้นขอบเขต (AE และ AB) นี้ จากรูปที่ 2.5 พิจารณาเส้นตรง XY ที่อยู่ภายในขอบเขตพื้นที่ทดลองนี้ จะสังเกตได้ว่า ค่าพิกัดทางด้านบรรทัดภาพหาได้โดยง่ายคือ บรรทัดภาพจะเริ่มที่จุด A และมีค่าเพิ่มขึ้นทีละ 1 ลงมาจนถึง E ส่วนค่าพิกัดทางด้านจุดภาพนั้น ก็สามารถคำนวณหาได้ โดยใช้ค่าขนาดและทิศทางความลาดชันของเส้น AE และ AB ที่ทราบค่าแล้ว ด้วยวิธีการนี้จะทำให้สามารถคำนวณหาค่าพิกัดบรรทัดภาพ , จุดภาพ ของจุด X และ Y ซึ่งเป็นจุดบนเส้น AE และ AB ได้ตามลำดับ ขั้นต่อไปเมื่อจะคำนวณหาค่าพิกัดของจุด E และจุด Z นั้น จะเห็นได้ว่าจุด Z ไม่ได้อยู่บนเส้น AB แล้ว แต่จะอยู่บนเส้น BC จึงต้องทำการคำนวณหาขนาด ทิศทางความลาดชันของเส้น BC ก่อน แล้วจึงคำนวณพิกัดบรรทัดภาพ , จุดภาพต่อไปจนครบทั้งพื้นที่ (ครบทั้งห้าด้านของรูปห้าเหลี่ยม ABCDE นี้) เมื่อทำครบทุกด้านของพื้นที่ทดลองแล้ว ก็จะได้ขอบเขตของพื้นที่ทดลองนั้นเพื่อการใช้งานต่อไป

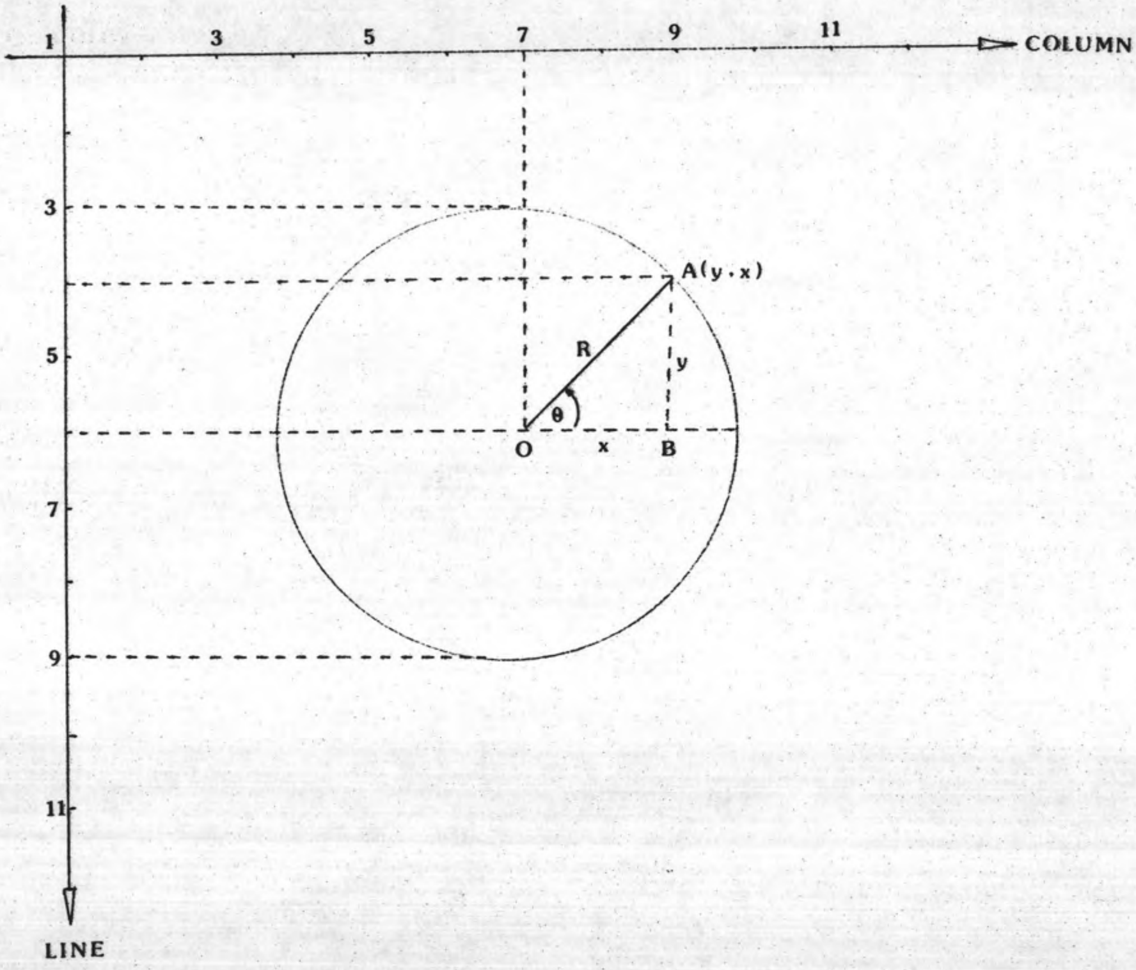
2.4.2.2 พื้นที่ทดลองรูปวงกลม จะใช้ทฤษฎีทางด้านตรีโกณมิติ พิจารณารูปที่ 2.6



รูปที่ 2.2 พื้นที่ทดลองรูปหลายเหลี่ยมที่มีจำนวนด้านต่าง ๆ กัน



รูปที่ 2.5 ลักษณะของพื้นที่ทดลองรูปหลายเหลี่ยม



รูปที่ 2.6 ลักษณะของพื้นที่ทดลองรูปวงกลม

จุด O เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลมมีพิกัดคือ บรรทัดภาพที่ 6 จุดภาพที่ 7 มีรัศมี (R) เท่ากับ 4 จุดภาพ (นับรวมจุดศูนย์กลาง) ขอบเขตของพื้นที่ทดลองรูปวงกลมนี้ ทางด้านบรรทัดภาพจะเริ่มตั้งแต่บรรทัดภาพที่ 3 ถึงบรรทัดภาพที่ 9 ส่วนขอบเขตทางด้านจุดภาพจะเริ่มตั้งแต่จุดภาพที่ 4 ถึงจุดภาพที่ 10

พิจารณารูปสามเหลี่ยม AOB ด้าน AO ทำมุมกับด้าน OB เท่ากับ Θ จากทฤษฎีทางตรีโกณมิติจะได้

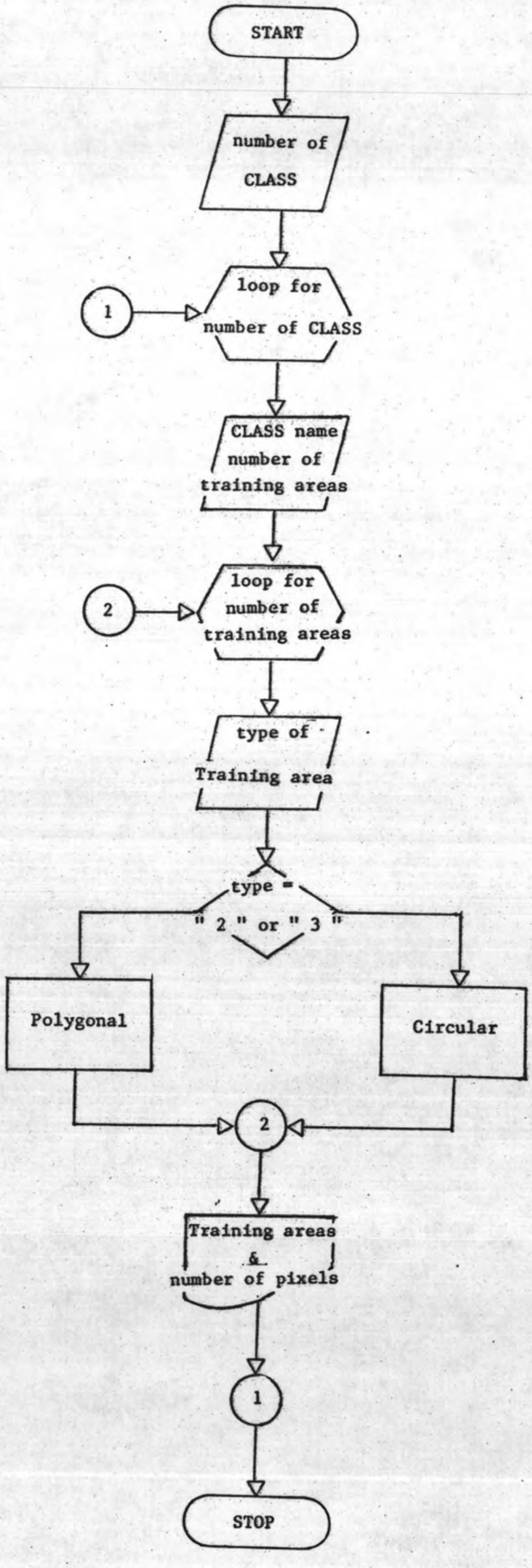
$$X = R \cos(\Theta) \qquad .....(1)$$

$$Y = R \sin(\Theta) \qquad .....(2)$$

จาก (2) จะได้ $\Theta = \sin^{-1}\left(\frac{Y}{R}\right)$

ค่า Y นั้น ได้จากขอบเขตของวงกลมทางด้านบรรทัดภาพ คือ เริ่มจากบรรทัดภาพที่ 3 และเพิ่มขึ้นทีละ 1 จนถึงบรรทัดภาพที่ 9 ค่า R คือค่ารัศมี เท่ากับ 4 จุดภาพ เมื่อทราบค่า Y และ R จึงคำนวณหาค่า Θ ได้ และเมื่อได้ค่า Θ แล้วนำไปแทนค่าในสมการ (1) จะสามารถคำนวณหาค่า X ได้ ซึ่งถ้าพิจารณาจากจุด A ที่อยู่บนเส้นรอบวง (เส้นขอบเขตพื้นที่ทดลองรูปวงกลม) จุด A จะมีพิกัด บรรทัดภาพ , จุดภาพ แทนด้วย (Y , X) ค่า Y คือ ค่าบรรทัดภาพ ซึ่งทราบค่าแล้ว ส่วนค่า X คือค่าจุดภาพซึ่งได้จากการคำนวณ การคำนวณพิกัดบรรทัดภาพ , จุดภาพบนวงกลมนี้ จะกระทำเพียงครึ่งวงกลม ส่วนอีกด้านหนึ่งของวงกลมจะใช้การสะท้อนจุดภาพ (projection) ทำให้ได้ขอบเขตของพื้นที่ทดลองรูปวงกลมพร้อมที่จะไปใช้งานต่อไป

2.4.3 แผนผังการทำงานของโปรแกรมส่วนที่ 1 ในการพัฒนาโปรแกรมส่วนที่ 1 นี้ วัตถุประสงค์เพื่อทดสอบว่า โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจะสามารถรับข้อมูลจุดยอดของพื้นที่ทดลองรูปหลายเหลี่ยม หรือรูปวงกลม แล้วทำการพิมพ์ภาพตามรูปร่างของพื้นที่ทดลองนั้น เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ส่วนพื้นที่ทดลองรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือจัตุรัส ยังคงใช้โปรแกรมเดิมที่อยู่ในระบบโปรแกรม CU - RECOGX แผนผังของโปรแกรมส่วนที่ 1 ได้แสดงไว้ในรูปที่ 2.7 เมื่อได้ทำการพัฒนาโปรแกรมส่วนที่ 1 เสร็จแล้ว ได้ทดสอบโปรแกรมโดยใช้ข้อมูลที่สร้างขึ้น ปรากฏว่าได้ผลถูกต้อง ซึ่งขั้นต่อไปก็คือ การนำโปรแกรม BOUNDARY ส่วนที่ 1 นี้ไปเชื่อมโยงเข้ากับโปรแกรม PHASE2 และ PHASE4 ของระบบโปรแกรม CU - RECOGX ที่จะกล่าวในบทต่อไป



รูปที่ 2.7 แผนผังการทำงานของโปรแกรมส่วนที่ 1

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.5 โปรแกรมส่วนที่ 2

โปรแกรม BOUNDARY ในส่วนที่ 2 นี้ จะทำหน้าที่ในการเตรียมบริเวณพื้นที่ที่ต้องการศึกษาโดยจะทำหน้าที่ในการสกัดภาพขอบเขตของพื้นที่ที่ศึกษาเท่านั้น เช่น ขอบเขตของอำเภอ หรือขอบเขตของพื้นที่โครงการหนึ่งโครงการใด นอกจากนี้ จะทำการคำนวณพื้นที่ภายในขอบเขตนั้น โดยจะแสดงพื้นที่ในรูปของจำนวนจุดภาพและแสดงพื้นที่ในหน่วยพื้นที่เป็นจำนวนไร่และตารางกิโลเมตรอีกด้วย

สำหรับการกำหนดขอบเขตของพื้นที่ที่ต้องการศึกษาหรือที่เรียกว่าการสกัดภาพนั้น ผู้ใช้จะใช้เทปข้อมูลที่ผ่านการแก้ไขข้อผิดพลาดทางเรขาคณิตแล้ว และป้อนข้อมูลขอบเขตจากภาพพิมพ์ที่ได้รับการแก้ไขข้อผิดพลาดทางเรขาคณิตแล้วเช่นกัน ประกอบกับข้อมูลจากแผนที่มาตรฐาน ยู.ที.เอ็ม. เพื่อให้โปรแกรม BOUNDARY ส่วนที่ 2 นี้ ทำการคำนวณขอบเขตและหาพื้นที่ แล้วบันทึกเฉพาะข้อมูลที่อยู่ภายในขอบเขตพื้นที่ที่ต้องการศึกษาลงในเทปแม่เหล็ก ซึ่งจะเรียกว่า เทปข้อมูลขอบเขตพื้นที่ (BOUNDARY TAPE) และใช้เป็นเทปข้อมูลขาเข้าของโปรแกรม PHASE 5 เพื่อทำการจำแนกประเภทข้อมูลต่อไป

อนึ่ง การใช้โปรแกรม BOUNDARY ส่วนที่ 2 นี้ อาจจะใช้หลังจากผ่าน PHASE5 ก่อนแล้วก็ได้ คือจะใช้เทปข้อมูลที่ผ่านการแก้ไขข้อผิดพลาดทางเรขาคณิตแล้ว มาผ่านโปรแกรม PHASE 5 เพื่อทำการจำแนกประเภทข้อมูล และได้เทปข้อมูลที่จำแนกประเภทข้อมูลแล้ว (Classified Tape) ต่อจากนั้น จึงนำเทปนี้เป็นข้อมูลขาเข้าของโปรแกรม BOUNDARY ส่วนที่ 2 ซึ่งจะได้เทปข้อมูลขอบเขตพื้นที่เช่นกัน

การพัฒนาโปรแกรม BOUNDARY ส่วนที่ 2 นี้ ประกอบด้วยโปรแกรมย่อย 2 กลุ่ม คือ โปรแกรมย่อยที่พัฒนาขึ้นใหม่ และโปรแกรมย่อยที่นำมาจากระบบโปรแกรม CU-RECOGX

ก. โปรแกรมย่อยที่พัฒนาขึ้นใหม่ โปรแกรมย่อยในส่วนนี้ประกอบด้วยโปรแกรมย่อยทั้งหมด 8 โปรแกรม ซึ่งแต่ละโปรแกรมทำหน้าที่ดังต่อไปนี้

- โปรแกรม BOUND โปรแกรมนี้เป็นโปรแกรมหลักของโปรแกรม BOUNDARY ส่วนที่ 2 ทำหน้าที่ตรวจสอบประเภทของพื้นที่ว่าเป็นกลุ่ม Regular shape (REGU) หรือ Irregular shape (IRRE) และเรียกโปรแกรมย่อยของแต่ละกลุ่มพื้นที่มาทำการคำนวณต่อไป
- โปรแกรมย่อย REGU โปรแกรมย่อยนี้จะใช้กับกลุ่มของพื้นที่ที่เป็น Regular shape (REGU) การทำงานจะทำงานตามรหัสรูปร่างของพื้นที่ เช่น "POLY" คือ พื้นที่รูปร่างหลายเหลี่ยม, "CIRC" คือ พื้นที่รูปวงกลม ซึ่งกำหนดเช่นเดียวกับการกำหนดประเภทข้อมูล

ตัวอย่างในโปรแกรม PHASE 2

- โปรแกรมย่อย IRRE โปรแกรมย่อยนี้จะใช้กับกลุ่มของพื้นที่ที่เป็น Irregular shape (IRRE) โดยจะทำการคำนวณขอบเขตของพื้นที่ตามข้อมูลที่ป้อนเข้ามา

- โปรแกรมย่อย VERT โปรแกรมย่อยนี้จะเรียกโดยโปรแกรมย่อย IRRE ซึ่งใช้สำหรับกรณีที่ป้อนข้อมูลขอบเขตพื้นที่ในแนวดิ่ง (Vertical) หรือป้อนข้อมูลในแนวจุดพิมพ์-บรรทัดพิมพ์ โดยการป้อนข้อมูลแบบนี้จะเหมาะกับพื้นที่ที่มีรูปร่างเป็นแนวยาวลงมาตามแกนของบรรทัดพิมพ์

- โปรแกรมย่อย RDTAPE โปรแกรมย่อยนี้ใช้สำหรับอ่านข้อมูลจาก correct tape เพื่อใช้ในโปรแกรม BOUNDARY

- โปรแกรมย่อย TOPWR2 โปรแกรมย่อยนี้ดัดแปลงมาจากโปรแกรมย่อย "TOPWR" ของระบบโปรแกรม TEAM-CORRE[6] โดยโปรแกรมย่อยนี้จะทำหน้าที่บันทึก Header Information ลงใน Boundary Tape

- โปรแกรมย่อย WTTAPE โปรแกรมย่อยนี้ใช้สำหรับบันทึกข้อมูลที่ทำการคำนวณขอบเขตพื้นที่แล้วลงในเทปข้อมูลขอบเขตพื้นที่

- โปรแกรมย่อย PRINT โปรแกรมย่อยนี้ใช้สำหรับพิมพ์รายงานพื้นที่ที่คำนวณได้และแสดงรูปร่างของพื้นที่สมมติ พร้อมทั้งขนาดของภาพที่ผู้ใช้ป้อนให้กับโปรแกรม

ข. โปรแกรมย่อยที่นำมาจากระบบโปรแกรม CU-RECOGX โปรแกรมย่อยที่นำมาจากระบบโปรแกรม CU-RECOGX ประกอบด้วยโปรแกรมย่อย 5 โปรแกรม คือ โปรแกรมย่อย SCAN, MCHARS, UNPACK, GBYTES และ SORT ซึ่งโปรแกรมย่อยเหล่านี้จะทำหน้าที่หลังจาอ่านเทปข้อมูลขาเข้าโดยทำการตรวจสอบข้อมูลที่ป้อนเข้ามาให้กับโปรแกรม BOUNDARY ส่วนที่ 2 เพื่อการใช้งานต่อไป

2.5.1 การทำงานของโปรแกรม BOUNDARY ส่วนที่ 2 โปรแกรม BOUNDARY ส่วนที่ 2 นี้จะทำการอ่านข้อมูลที่ผู้ใช้ป้อนให้แล้วตรวจสอบดูว่าข้อมูลที่ป้อนเข้ามาเป็นข้อมูลของพื้นที่ประเภทใด ซึ่งโปรแกรม BOUNDARY ส่วนที่ 2 นี้ สามารถคำนวณขอบเขตและหาพื้นที่ของพื้นที่ที่ต้องการศึกษาซึ่งจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

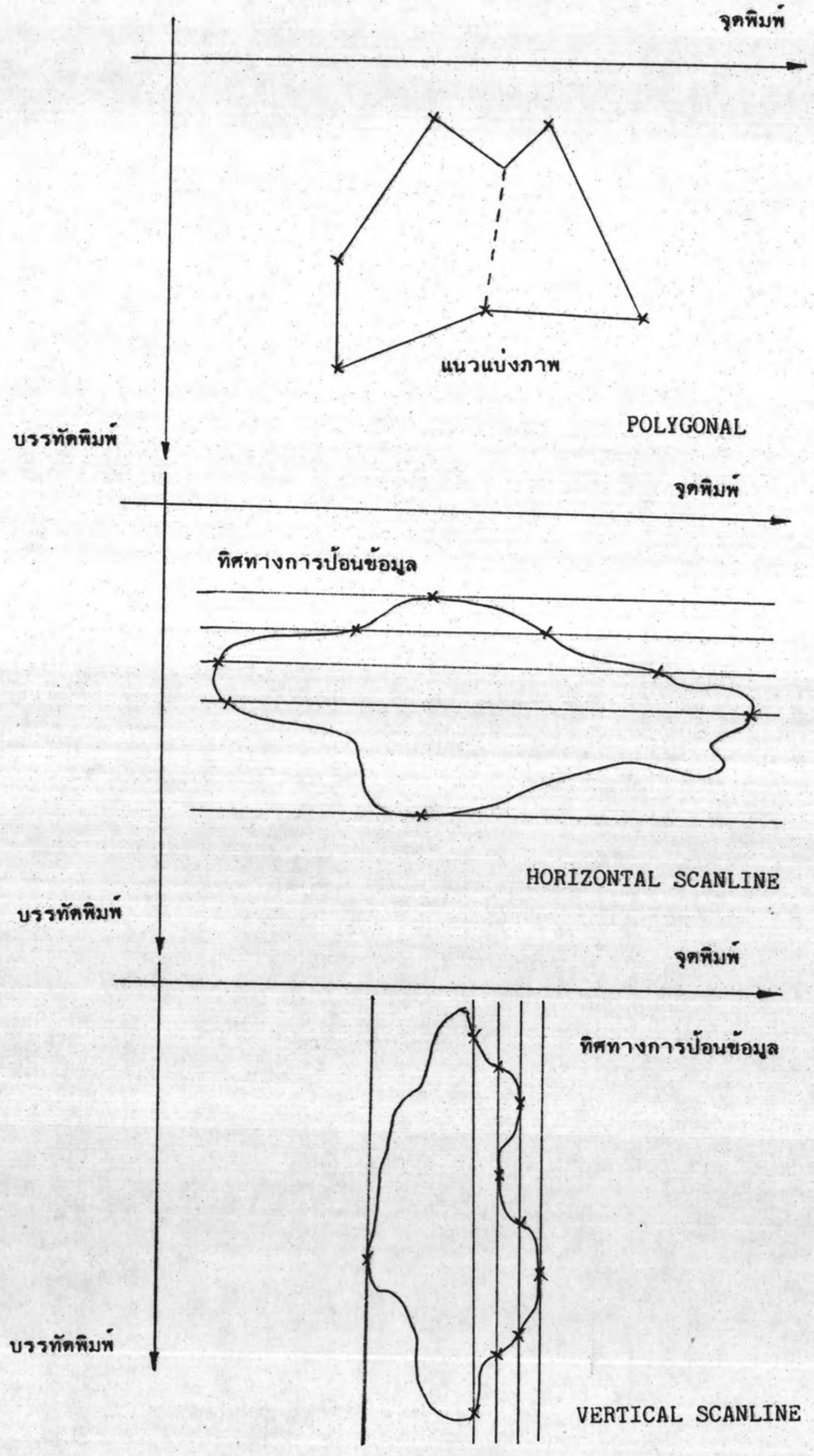
2.5.1.1 พื้นที่รูปหลายเหลี่ยม (Regular Shape) ประกอบด้วยรูปสี่เหลี่ยม-ผืนผ้า ซึ่งเป็นรูปแบบเดิมที่ใช้อยู่ในระบบโปรแกรม CU-RECOGX รูปหลายเหลี่ยม (Polygonal) และรูปวงกลม (Circular) ลักษณะการป้อนข้อมูลของพื้นที่กลุ่มนี้จะป้อนข้อมูลเฉพาะพิกัดของจุดยอด

ในกรณีรูปหลายเหลี่ยม และข้อมูลพิกัดจุดศูนย์กลางและค่ารัศมีเป็นจำนวนจุดภาพของรูปวงกลมเช่นเดียวกับในโปรแกรม PHASE2 ที่เชื่อมโยงโปรแกรม BOUNDARY ส่วนที่ 1 แล้ว

2.5.1.2 พื้นที่รูปทรงอิสระ (Irregular Shape) รูปร่างขอบเขตของพื้นที่กลุ่มนี้ไม่แน่นอน เช่น รูปร่างขอบเขตพื้นที่ของอำเภอหรือจังหวัด เป็นต้น ลักษณะการป้อนข้อมูลให้กับพื้นที่กลุ่มนี้จะแบ่งออกเป็น 2 แบบ ตามลักษณะรูปร่างของพื้นที่ คือ ถ้าพื้นที่ที่ศึกษามีรูปร่างค่อนข้างแบน (จำนวนบรรทัดพิมพ์น้อย) ก็จะใช้วิธีการป้อนข้อมูลแบบตามแนวบรรทัดพิมพ์ (Horizontal Scanline) และถ้าหากพื้นที่ที่ศึกษามีรูปร่างค่อนข้างยาว (จำนวนบรรทัดพิมพ์มาก) ก็จะใช้วิธีการป้อนข้อมูลแบบตามแนวจุดพิมพ์ หรือ (vertical scanline) การกำหนดการป้อนข้อมูลเป็น 2 แบบตามรูปร่างลักษณะของพื้นที่ที่ศึกษาก็เพื่อความสะดวกในการป้อนข้อมูลพิกัดขอบเขตของพื้นที่นั่นเอง รูปที่ 2.8 แสดงลักษณะของรูปร่างและวิธีการป้อนข้อมูลขอบเขตพื้นที่ของพื้นที่ที่ต้องการศึกษา ทั้ง 2 กลุ่ม

2.5.2 ทฤษฎีที่ใช้ในการคำนวณขอบเขตพื้นที่ที่ต้องการศึกษาสำหรับทฤษฎีที่ใช้ในการคำนวณขอบเขตพื้นที่ที่ต้องการศึกษาของโปรแกรม BOUNDARY ส่วนที่ 2 นี้ จะใช้ทฤษฎีเดียวกับที่ใช้ในโปรแกรม BOUNDARY ส่วนที่ 1 ซึ่งได้เชื่อมโยงเข้ากับโปรแกรม PHASE2 และ PHASE4 ของระบบโปรแกรม CU-RECOGX แล้ว จะแตกต่างกันเล็กน้อยในส่วนของกลุ่มพื้นที่ Regular Shape (Polygonal) เนื่องจากพื้นที่ที่จะใช้กับโปรแกรม BOUNDARY ส่วนที่ 2 เป็นพื้นที่ขนาดใหญ่และมีจำนวนจุดยอดของรูปหลายเหลี่ยมมาก จึงจำเป็นต้องแบ่งรูปหลายเหลี่ยมขนาดใหญ่ออกเป็นรูปหลายเหลี่ยมย่อย ๆ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.8 แล้ว

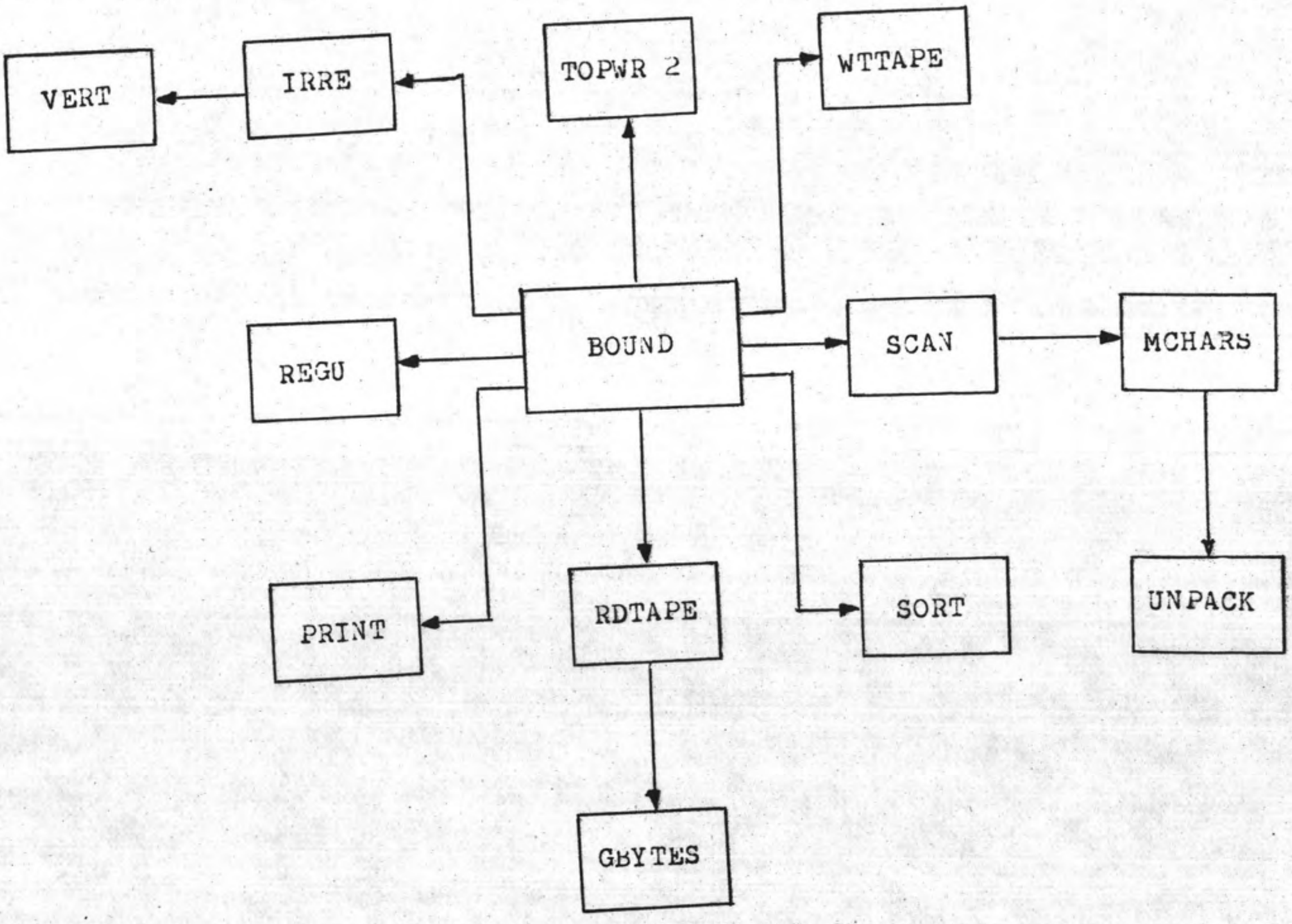
2.5.3 แผนผังการทำงานของโปรแกรม BOUNDARY ส่วนที่ 2 การทำงานของโปรแกรม BOUNDARY ส่วนที่ 2 เริ่มจากโปรแกรมหลัก (BOUND) ตรวจสอบประเภทของกลุ่มพื้นที่ว่าเป็น Regular (REGU) หรือ Irregular (IRRE) แล้วจะเรียกโปรแกรมย่อยนั้น ๆ มาทำงานต่อไป แผนผังการทำงานของโปรแกรม BOUNDARY ส่วนที่ 2 นี้ แสดงในรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.8 แสดงลักษณะของพื้นที่และรูปแบบในการป้อนข้อมูล ขอบเขตพื้นที่ของพื้นที่ที่ต้องการศึกษา

หมายเหตุ จุด X คือ จุดที่ต้องอ่านพิกัดจุดบรรทัดพิมพ์-จุดพิมพ์ เพื่อป้อนเป็นข้อมูลขาเข้าของ

โปรแกรม BOUNDARY ส่วนที่ 2



รูปที่ ๒.๙ แสดงแผนผังการทำงานของโปรแกรม BOUNDARY ส่วนที่ 2