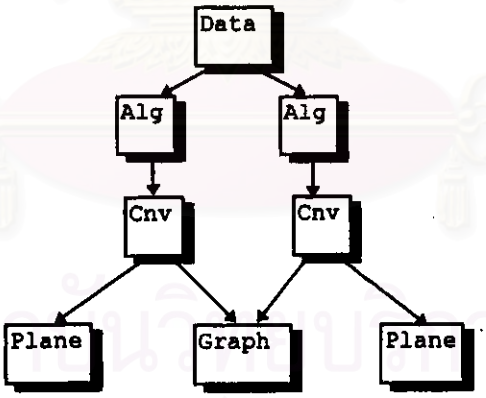
บทที่ 5

การพัฒนาระบบจินตทัศน์ด้านเรขาคณิตเชิงคำนวณบน AVIs

ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดของแต่ละองค์ประกอบที่ได้ทำการพัฒนาเป็นการจินตทัศน์อัลกอริทึมของปัญหาการหาเปลือกนูนและปัญหาการค้นหาในพิสัยในเรื่องของหน้าที่การทำงาน และข้อความคำสั่งที่ใช้ในการติดต่อระหว่างองค์ประกอบ การทำงานประสานกันระหว่างองค์ประกอบ

5.1 ปัญหาการหาเปลือกนูน

ในปัญหาการหาเปลือกนูน จะแบ่งองค์ประกอบออกเป็นสี่กลุ่มตามการออกแบบของ AVIs คือ ส่วนสร้างข้อมูล ส่วนอัลกอริทึม ส่วนแปลงคำสั่ง และส่วนแสดงผล โดยมีความสัมพันธ์ตามลักษณะดังรูปที่ 5-1 คือ องค์ประกอบสร้างข้อมูลสามารถส่งข้อมูลที่สร้างให้แก่หลาย ๆ อัลกอริทึมได้ สำหรับองค์ประกอบอัลกอริทึมต้องจับคู่แบบหนึ่งต่อหนึ่งกับองค์ประกอบแปลงคำสั่ง และองค์ประกอบมุมมองในสองมิติ ส่วนองค์ประกอบกราฟสามารถแสดงผลการทำงานของหลายอัลกอริทึมได้



รูปที่ 5-1 ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของปัญหาการหาเปลือกนูน

5.1.1 ส่วนสร้างข้อมูล

ส่วนสร้างข้อมูลมี 3 องค์ประกอบ ในที่นี้ข้อมูลเข้าเป็นเซตของจุด ซึ่งมีพิกัด (x,y) เป็นจำนวนเต็ม

1. *ข้อมูลแบบสุ่ม (RandomData)* เป็นองค์ประกอบ สำหรับผลิตข้อมูลโดยใช้ตัวเลขสุ่ม
2. *ข้อมูลเข้าจากแฟ้ม (FileInput)* เป็นองค์ประกอบสำหรับการรับข้อมูลเข้าในรูปแบบของแฟ้มข้อความ
3. *ข้อมูลเข้าโดยการป้อนจากผู้ใช้ (UserInput)* เป็นองค์ประกอบสำหรับการรับข้อมูลเข้าโดยใช้เมาส์ในตำแหน่งพิกัดที่ต้องการ มีหน้าต่างลักษณะเดียวกับส่วนแสดงผล

ในองค์ประกอบสร้างข้อมูล สามารถกำหนดค่าพารามิเตอร์บางค่าล่วงหน้าในขั้นตอนของการออกแบบบทการจินตทัศน์ หรือในขณะทำการจินตทัศน์ได้ โดยค่าพารามิเตอร์ที่สามารถกำหนดได้ในแต่ละองค์ประกอบแสดงในตารางที่ 5-1

ข้อมูลแบบสุ่ม	ข้อมูลเข้าจากแฟ้ม	ข้อมูลเข้าโดยการป้อนจากผู้ใช้
DataCount :จำนวนข้อมูล MinX : ขอบเขตล่างของแกน x MinY : ขอบเขตล่างของแกน y MaxX : ขอบเขตบนของแกน x MaxY : ขอบเขตบนของแกน y	FileName : ชื่อแฟ้ม	MinX : ขอบเขตล่างของแกน x MinY : ขอบเขตล่างของแกน y MaxX : ขอบเขตบนของแกน x MaxY : ขอบเขตบนของแกน y

ตารางที่ 5-1 พารามิเตอร์ขององค์ประกอบสร้างข้อมูล

5.1.2 ส่วนอัลกอริทึม

องค์ประกอบอัลกอริทึมมี 6 องค์ประกอบ สำหรับเก็บอัลกอริทึมดังต่อไปนี้

1. อัลกอริทึมแบบห่อของขวัญของ Javis (Javis)
2. อัลกอริทึมแบบกราดตรวจของ Graham (Graham)
3. อัลกอริทึมแบบค่อย ๆ เพิ่มจุด (Incremental)
4. อัลกอริทึมแบบแบ่งแยกแล้วเอาชนะ (Divide)
5. อัลกอริทึมการหาเปลือกนูนแบบเร็ว (QuickHull)
6. อัลกอริทึมแบบกำจัด (AT78)

ในการพัฒนาองค์ประกอบอัลกอริทึมมีประเด็นที่ต้องพิจารณา คือ การดำเนินการพื้นฐานของอัลกอริทึม และการนำเสนอลำดับขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึม ซึ่งการกำหนดการดำเนินการพื้นฐานของอัลกอริทึม คือการหาการดำเนินการซึ่งมีผลกับเวลาการทำงานของอัลกอริทึมสำหรับการประสานจังหวะระหว่างอัลกอริทึมในกรณีที่มีการเรียกใช้อัลกอริทึมหลาย ๆ อัลกอริทึมพร้อมกัน ในการประสานจังหวะจะใช้คำสั่ง AVisSync โดยมีจำนวนการประสานจังหวะเป็นพารามิเตอร์ เพื่อให้มีการสับเปลี่ยนไปประมวลผลอัลกอริทึมอื่น ทำให้เกิดความยุติธรรมในการประมวลผลและสามารถเปรียบเทียบการทำงานของแต่ละอัลกอริทึมได้ สำหรับการพัฒนาองค์ประกอบอัลกอริทึมในงานวิจัยนี้มีการกำหนดการดำเนินการพื้นฐานของแต่ละอัลกอริทึมสรุปได้ดังในตารางที่ 5-2 โดยตำแหน่งฟังก์ชัน AVisSync จะแสดงในรูปจากบทที่ 3

องค์ประกอบ	การดำเนินการพื้นฐาน	รูปที่	ตำแหน่ง AVisSync
Javis	การหาจุดที่มีค่า y ต่ำสุด	3-4	(1)
	การเปรียบเทียบมุม	3-4	(2)
Graham	การหาจุดที่มีค่า y ต่ำสุด	3-6	(1)
	การกราดตรวจ	3-6	(2) (3)
	การเรียงลำดับ	3-6	(4) (5) (6)
Incremental	การเพิ่มจุดในเปลือกนูน	3-8	(1)
	การตรวจสอบบนเปลือกนูนว่าจุดที่เพิ่มเข้าไปอยู่ในรูปนั้นหรือไม่	3-8	(2)
	การหาตำแหน่งในการแทรก	3-8	(3) (4)
Divide	การหาตำแหน่งในการแทรก	3-10	(1) (2)
	การผสานรายการของรูปหลายเหลี่ยมสองรายการ	3-10	(3) (4) (5)
	การกราดตรวจของ Graham	3-6	(1) (2)
QuickHull	การหาจุดที่อยู่ทางขวา	3-12	(1)
	การหาจุดที่มีระยะห่างจากเส้นตรงมากที่สุด	3-12	(2)
AT78	การหาจุดที่อยู่ทางขวา	3-14	(1)
	การหาจุดสุดขีด	3-14	(2)
	การเรียงลำดับจุดตามแกน x	3-14	(3) (4) (5)
	การกราดตรวจของ Graham	3-6	(1) (2)

ตารางที่ 5-2 การดำเนินการพื้นฐานของอัลกอริทึมในการแก้ปัญหาการหาเปลือกนูน

การนำเสนอลำดับขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึม จะใช้ข้อความคำสั่งจากรูปที่ 5-9 สำหรับการแสดงผล โดยมีการแสดงการทำงานของอัลกอริทึมดังตารางที่ 5-3

องค์ประกอบ	การนำเสนอ
Javis	แสดงการเปรียบเทียบมุมสำหรับการหาจุดบนเปลือกนูนแต่ละจุด
Graham	แสดงการสลับที่ในการเรียงลำดับ แล้วแสดงเส้นตรงที่แทนเส้นขอบของเปลือกนูนเพื่อแสดงการเพิ่มและการลบจุดของเปลือกนูน
Incremental	แสดงการขยายเปลือกนูนในการเพิ่มจุดเข้าไปแต่ละจุด
Divide	แสดงการหาเปลือกนูนย่อย และผสานเปลือกนูน
QuickHull	แสดงการหาจุดที่มีระยะห่างจากเส้นแบ่งมากที่สุด และแสดงเซตของจุดที่อยู่ทางขวาของเส้นเชื่อมต่อจุดปลายของเส้นตรงกับจุดที่มีระยะห่างมากที่สุดที่พิจารณาในขณะนั้น
AT78	แสดงการแบ่งเซตของจุดเป็น 4 กลุ่มย่อย การกราดตรวจของ Graham

ตารางที่ 5-3 การแสดงการทำงานของอัลกอริทึม

5.1.3 ส่วนแปลงคำสั่ง

องค์ประกอบส่วนแปลงคำสั่ง (Converter) เป็นองค์ประกอบที่ทำหน้าที่เปลี่ยนข้อความคำสั่งที่ส่งมาจากส่วนอัลกอริทึมเป็นข้อความคำสั่งที่ใช้สำหรับส่วนแสดงผล เนื่องจากในส่วนการดำเนินการของอัลกอริทึมแต่ละอัลกอริทึมแตกต่างกัน แต่ในการแสดงผลจะเป็นรูปร่างเรขาคณิต เช่น จุด วงกลม เส้นตรง ดังนั้นส่วนแปลงคำสั่งนี้จึงทำหน้าที่เปลี่ยนข้อความคำสั่งที่แทนการดำเนินการของอัลกอริทึมเป็นข้อความคำสั่งที่แสดงรูปร่างเรขาคณิต สำหรับข้อความคำสั่งที่ใช้ในการติดต่อแสดงในรูปที่ 5-9

5.1.4 ส่วนแสดงผล

ในองค์ประกอบส่วนแสดงผล ประกอบด้วยส่วนแสดงผลสองรูปแบบ

1 *มุมมองในสองมิติ (Plane)* เป็นส่วนแสดงภาพจุดใน 2 มิติ ประกอบด้วยโครงสร้างข้อมูลและกระบวนงานดังนี้

1.1 โครงสร้างข้อมูลที่เก็บข้อมูลของจุด คือค่าพิกัด สีของจุด ข้อมูลของเส้น คือ พิกัด สีของเส้น

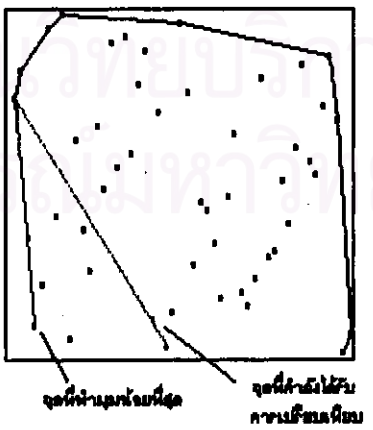
1.2 กระบวนงานสำหรับการคำนวณอัตราส่วนในการแสดงผล ทำการคำนวณอัตราส่วนใหม่ทุกครั้งที่มีการปรับขนาดหน้าต่าง

1.3 กระบวนงานสำหรับการปรับปรุงหน้าจอแสดงผล จะใช้โครงสร้างข้อมูลที่เก็บไว้สำหรับการวาดภาพใหม่ เมื่อมีการคำนวณอัตราส่วนใหม่ หรือภาพที่ปรากฏไม่สมบูรณ์

1.4 กระบวนงานสำหรับการวาดรูปทางเรขาคณิตบนหน้าจอ จะวาดรูปที่สัมพันธ์กับข้อความคำสั่งที่ส่งมา และเก็บข้อมูลที่จำเป็นในการปรับปรุงภาพ

ในการนำเสนอการทำงานของอัลกอริทึมในมุมมองสองมิติ มีการแสดงภาพของเส้น จุด ซึ่งแทนการดำเนินการต่าง ๆ ของอัลกอริทึม ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1. จากรูปที่ 5-2 แสดงการเปรียบเทียบมุม โดยมีเส้นที่ลากเชื่อมต่อจุดที่ทำมุมน้อยที่สุดในปัจจุบันและเส้นตรงที่เชื่อมต่อจุดที่กำลังพิจารณาเพื่อแสดงให้เห็นการทำมุมที่ต่างกันของจุดทั้งสอง

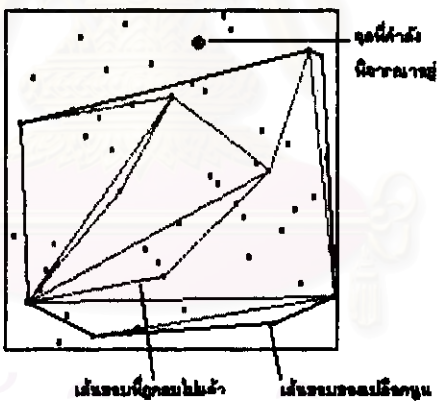


รูปที่ 5-2 แสดงการเปรียบเทียบมุม

2. แสดงการเรียงลำดับของจุดตามมุม โดยลากเส้นเชื่อมต่อจุดตามลำดับในแถวลำดับที่เก็บจุด จากรูปที่ 5-3 ครึ่งแรกของแถวลำดับได้รับการเรียงลำดับแล้ว เส้นที่ลากเชื่อมต่อจุดในแถวลำดับจะไม่ทับกัน แต่อีกครึ่งหนึ่งยังไม่ได้รับการเรียงลำดับ เส้นที่ลากเชื่อมต่อลำดับของจุดจึงซ้อนทับกัน

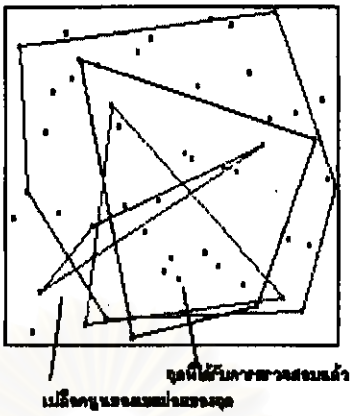
รูปที่ 5-3 แสดงการเรียงลำดับจุด

3. การแสดงจุดที่กำลังพิจารณา โดยวาดวงกลมล้อมรอบจุด และแสดงเส้นขอบของเปลือกนูนที่ลบออกไปแล้ว โดยใช้เส้นสีจาง เพื่อให้เห็นร่องรอยการลบเส้นขอบของเปลือกนูนในระหว่างการประมวลผลดังรูปที่ 5-4



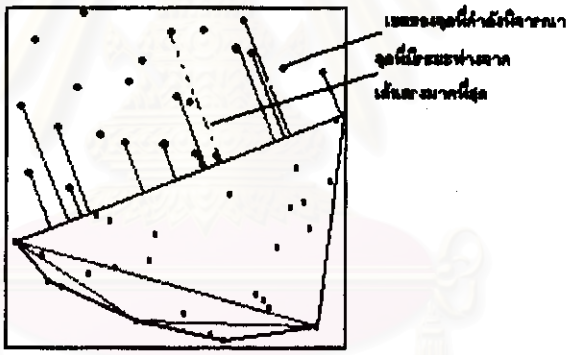
รูปที่ 5-4 แสดงการขยายเปลือกนูน

4. แสดงเปลือกนูนย่อยที่หาได้ในระหว่างการประมวลผล ก่อนการประสาน โดยใช้สีที่ต่างกันแสดงระดับของการเรียกซ้ำในการสร้างเปลือกนูน จากรูปที่ 5-5 มีเปลือกนูนอยู่สามระดับ เมื่อเปลือกนูนได้รับการผสานจะเปลี่ยนเป็นสีในระดับบน



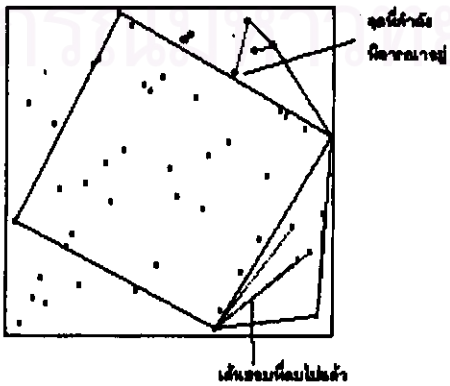
รูปที่ 5-5 แสดงเปลือกนูนของเซตย่อยของจุด

5. แสดงเซตของจุดที่อยู่ในระหว่างการพิจารณาโดยการเปลี่ยนสีของจุด และแสดงการหาจุดที่มีระยะห่างจากเส้นตรงมากที่สุด โดยลากเส้นเชื่อมระหว่างเส้นตรงกับจุดเพื่อแสดงให้เห็นระยะห่าง และแสดงจุดที่มีระยะห่างมากที่สุดในปัจจุบัน โดยใช้สีที่แตกต่างจากเส้นที่ลากเชื่อมระหว่างเส้นตรงกับจุดเส้นอื่น ๆ ดังรูปที่ 5-6



รูปที่ 5-6 การหาจุดที่มีระยะห่างจากเส้นตรงมากที่สุด

6. แสดงบริเวณที่เกิดจากจุดสุดขีด และแสดงเซตของจุดในบริเวณที่มีการพิจารณาอยู่ในปัจจุบัน โดยมีการแสดงเส้นสีจางเพื่อแสดงขอบที่ลบจากเปลือกนูนในระหว่างการหาเปลือกนูนดังรูปที่ 5-7



รูปที่ 5-7 การแบ่งบริเวณที่เกิดจากจุดสุดขีด

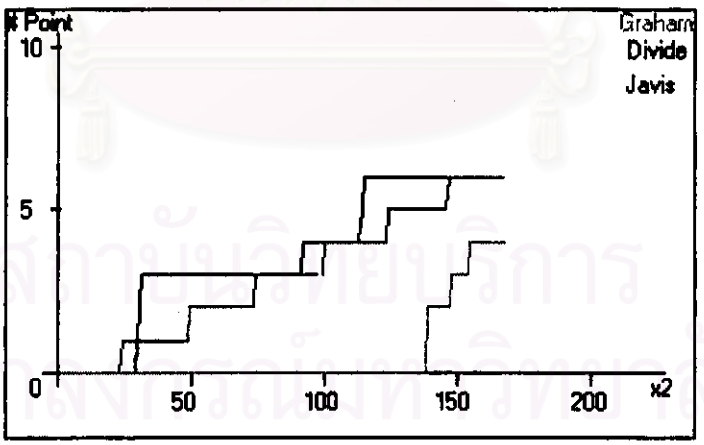
2 *กราฟ (Graph)* เป็นกราฟระหว่างจำนวนจุดที่อัลกอริทึมหาได้ตรงกับจุดที่เป็นผลลัพธ์ของเปลือกนูนในระหว่างการประมวลผล กับการดำเนินการพื้นฐานของอัลกอริทึม เพื่อแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างการหาผลลัพธ์กับเวลาที่ใช้ในการหาผลลัพธ์ของแต่ละอัลกอริทึม ในองค์ประกอบประกอบด้วยโครงสร้างข้อมูลและกระบวนงานดังต่อไปนี้

2.1 โครงสร้างข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลของกราฟ ซึ่งประกอบด้วยข้อมูล คือ หมายเลของค์ประกอบ สีของเส้นกราฟขององค์ประกอบนั้น ค่าของแกน y ช่วงในการวาดกราฟ

2.2 กระบวนงานในการวาดกราฟ

2.3 กระบวนงานในการคำนวณหาอัตราส่วนในการวาดภาพ คือ การหาอัตราส่วนของแกน y ตำแหน่งของแกนพิกัด

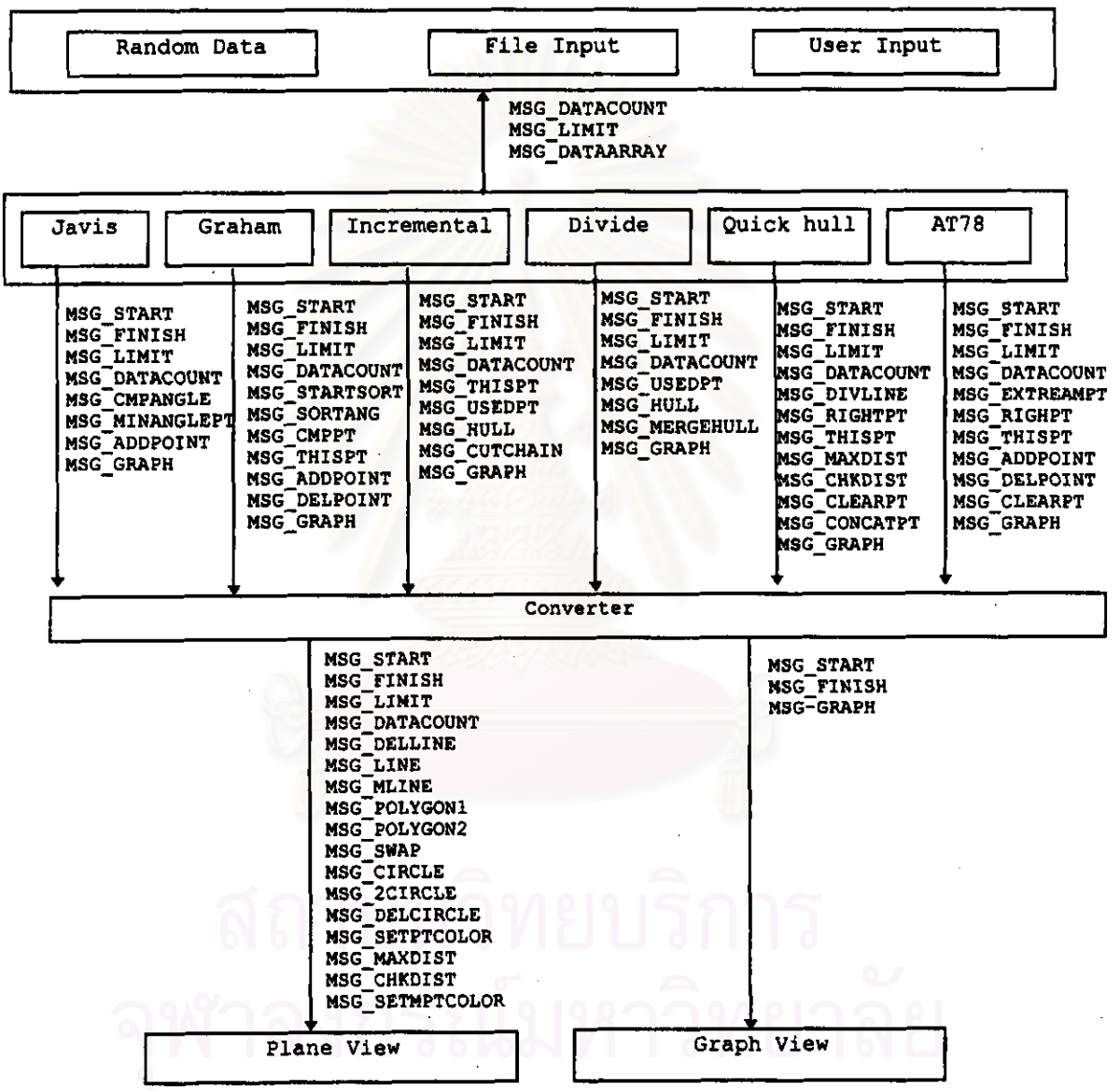
ในการแสดงกราฟค่าของแกนตั้งจะแทนจำนวนจุดที่แต่ละอัลกอริทึมหาได้ในขณะนั้นที่ตรงกับจุดที่เป็นผลลัพธ์ของเปลือกนูน โดยแต่ละอัลกอริทึมจะกำหนดสีของเส้นกราฟต่างกัน ค่าของแกน x จะแทนจำนวนการประสานจังหวะโดยการเรียกใช้คำสั่ง AVisSync ที่แต่ละอัลกอริทึมใช้ในการประมวลผลโดยค่านี้จะแทนเวลาสัมพัทธ์ของแต่ละอัลกอริทึม ตัวอย่างของกราฟแสดงดังรูปที่ 5-8 จากรูปอธิบายได้ว่า อัลกอริทึมของ Graham จะเสียเวลาในการประมวลผลช่วงแรกในการเรียงลำดับจุด โดยไม่เกิดผลลัพธ์เนื่องจากเส้นกราฟมีค่า 0 และการหาผลลัพธ์ในช่วงหลังจากการเรียงลำดับจะค่อนข้างเร็ว เนื่องจากเส้นกราฟมีลักษณะชัน ส่วนอัลกอริทึมของ Javis จะใช้เวลาสำหรับการหาผลลัพธ์แต่ละจุดเท่า ๆ กันกราฟจึงมีลักษณะเหมือนขั้นบันได ส่วนอัลกอริทึมแบ่งแยกแล้วเอาชนะจะมีเวลาที่ใช้สำหรับการหาผลลัพธ์แต่ละจุดไม่แน่นอนเนื่องจากมีกราฟบางช่วงชัน บางช่วงไม่มีการเปลี่ยนแปลง



รูปที่ 5-8 ตัวอย่างขององค์ประกอบแสดงผลกราฟ

5.1.5 ข้อความคำสั่งระหว่างองค์ประกอบ

ในองค์ประกอบแต่ละส่วนจะมีการติดต่อกันโดยใช้ข้อความคำสั่งดังรูปที่ 5-9 โดยในการจับคู่ระหว่างองค์ประกอบอัลกอริทึม องค์ประกอบแปลงคำสั่ง และองค์ประกอบมุมมองสองมิติ จะเป็นลักษณะหนึ่งต่อหนึ่ง ส่วนองค์ประกอบกราฟ สามารถแสดงผลของหลาย ๆ อัลกอริทึม



รูปที่ 5-9 แผนภาพแสดงการติดต่อระหว่างองค์ประกอบในปัญหาการหาเปลือกนูน

จากรูปที่ 5-9 จะมีข้อความคำสั่งเหตุการณ์ขาเข้าที่ส่งจากองค์ประกอบอัลกอริทึมให้กับองค์ประกอบสร้างข้อมูลเพื่อให้ส่งข้อมูลบางอย่างให้แก่องค์ประกอบอัลกอริทึม และข้อความคำสั่งเหตุการณ์ขาออกจากองค์ประกอบอัลกอริทึมไปยังส่วนแปลงคำสั่งเพื่อแสดงการทำงานของอัลกอริทึมในขณะนั้น โดยส่วนแปลงคำสั่งจะเปลี่ยนข้อความคำสั่งจากองค์ประกอบอัลกอริทึมเป็นข้อความคำสั่งสำหรับส่วนแสดงผล แล้วส่งให้แก่องค์ประกอบแสดงผล ความหมายของข้อความคำสั่งที่ใช้ติดต่อระหว่างองค์ประกอบสรุปดังตารางต่อไปนี้

ข้อความคำสั่ง	คำอธิบาย
MSG_DATACOUNT	ขอจำนวนข้อมูลจากองค์ประกอบสร้างข้อมูล
MSG_LIMIT	ขอค่าขอบเขตบนและขอบเขตล่างของข้อมูล
MSG_DATAARRAY	ขอตัวชี้ตำแหน่งข้อมูล

ตารางที่ 5-4 ข้อความคำสั่งเหตุการณ์ขาเข้าจากองค์ประกอบอัลกอริทึมไปยังองค์ประกอบสร้างข้อมูล

ข้อความคำสั่ง	คำอธิบาย
MSG_START	เริ่มต้นการทำงานของอัลกอริทึม
MSG_FINISH	จบการทำงานของอัลกอริทึม
MSG_LIMIT	ส่งค่าขอบเขตบนและขอบเขตล่าง
MSG_DATACOUNT	ส่งจำนวนข้อมูลให้แก่ส่วนแสดงผล
MSG_THISPT	แสดงจุดที่กำลังพิจารณาในขณะนั้น
MSG_GRAPH	แสดงค่าของกราฟ
MSG_CMPANGLE	แสดงการเปรียบเทียบจุดสองจุด
MSG_MINANGLEPT	แสดงมุมที่น้อยที่สุด
MSG_ADDPOINT	แสดงการเพิ่มจุดเข้าไปในเปลือกนูน
MSG_STARTSORT	เริ่มต้นการเรียงลำดับ
MSG_SORTANG	แสดงการสลับที่ของจุดสองจุด
MSG_CMPPT	แสดงการเปรียบเทียบจุดสองจุด
MSG_DELPOINT	ลบจุดออกจากเปลือกนูน
MSG_USEDPT	แสดงจุดที่ผ่านการพิจารณาแล้ว
MSG_HULL	แสดงเปลือกนูน
MSG_CUTCHAIN	แสดงการตัดจุดที่อยู่ภายในเปลือกนูนออก
MSG_MERGEHULL	แสดงการผสานเปลือกนูน
MSG_DIVLINE	แสดงเส้นแบ่งเขตของจุด
MSG_RIGHTPT	แสดงจุดที่อยู่ทางขวาของเส้น
MSG_MAXDIST	แสดงจุดที่ห่างจากเส้นตรงที่แบ่งมากที่สุด
MSG_CHKDIST	แสดงการตรวจสอบหาจุดที่ห่างที่สุด
MSG_CLEARPT	แสดงจุดที่อยู่ทางขวาในลักษณะเดิม
MSG_CONCATPT	แสดงการเชื่อมเส้นขอบของเปลือกนูน
MSG_EXTREAMPT	แสดงจุดสุดขีด

ตารางที่ 5-5 ข้อความคำสั่งเหตุการณ์ขาออกจากองค์ประกอบอัลกอริทึมไปยังองค์ประกอบแปลงคำสั่ง

ข้อความคำสั่ง	คำอธิบาย
MSG_START	จัดเตรียมค่าสำหรับส่วนแสดงผล และวาดจุดทั้งหมด
MSG_FINISH	แสดงผลลัพธ์เมื่อจบการทำงาน
MSG_LIMIT	คำนวณค่าอัตราส่วนในการแสดงผลจากค่าขอบเขตบนและขอบเขตล่าง
MSG_DATACOUNT	รับตำแหน่งและจำนวนของข้อมูล
MSG_DELLINE	ลบเส้น
MSG_LINE	วาดเส้น
MSG_MLINE	วาดเส้นหลาย ๆ เส้นในลักษณะ p_1-p_2-p_3-p_4-...
MSG_POLYGON1	วาดรูปหลายเหลี่ยม
MSG_POLYGON2	วาดรูปหลายเหลี่ยม
MSG_CIRCLE	วาดวงกลม
MSG_2CIRCLE	วาดวงกลมสองวง
MSG_DELCIRCLE	ลบวงกลม
MSG_SETPTCOLOR	กำหนดสีของจุด
MSG_MAXDIST	แสดงระยะห่างของจุดกับเส้นตรง
MSG_CHKDIST	แสดงการเปรียบเทียบระยะห่างของจุดกับเส้นตรง
MSG_SETMPTCOLOR	กำหนดสีเซตของจุด
MSG_GRAPH	วาดเส้นกราฟ

ตารางที่ 5-6 ข้อความคำสั่งเหตุการณ์ขาออกจากองค์ประกอบแปลงคำสั่งไปยังองค์ประกอบแสดงผล

ในองค์ประกอบแปลงคำสั่งมีการเปลี่ยนข้อความคำสั่งที่ได้รับจากองค์ประกอบอัลกอริทึม เป็นข้อความคำสั่งสำหรับองค์ประกอบแสดงผล โดยมีการเปลี่ยนข้อความคำสั่งดังตารางที่

ข้อความคำสั่งขององค์ประกอบอัลกอริทึม	ข้อความคำสั่งขององค์ประกอบแสดงผล
MSG_START	MSG_START
MSG_FINISH	MSG_FINISH
MSG_LIMIT	MSG_LIMIT
MSG_DATACOUNT	MSG_DATACOUNT
MSG_THISPT	MSG_CIRCLE หรือ MSG_DELCIRCLE
MSG_GRAPH	MSG_GRAPH

ตารางที่ 5-7 ข้อความคำสั่งที่มีการแปลงในองค์ประกอบแปลงคำสั่ง

ข้อความคำสั่งขององค์ประกอบอัลกอริทึม	ข้อความคำสั่งขององค์ประกอบแสดงผล
MSG_CMPANGLE	MSG_DELLINE
	MSG_LINE
MSG_MINANGLEPT	MSG_DELLINE
	MSG_LINE
MSG_ADDPOINT	MSG_LINE
MSG_STARTSORT	MSG_STARTSORT
MSG_SORTANG	MSG_SWAP
MSG_CMPPT	MSG_2CIRCLE
MSG_DELPOINT	MSG_DELLINE
MSG_USEDPT	MSG_SETPTCOLOR
MSG_HULL	MSG_POLYGON1 หรือ MSG_POLYGON2
MSG_CUTCHAIN	MSG_DELLINE
MSG_MERGEHULL	MSG_POLYGON2
MSG_DIVLINE	MSG_LINE
MSG_RIGHTPT	MSG_SETMPTCOLOR
MSG_MAXDIST	MSG_MAXDIST
MSG_CHKDIST	MSG_CHKDIST
MSG_CLEARPT	MSG_SETMPTCOLOR
MSG_CONCATPT	MSG_MLINE
MSG_EXTREAMPT	MSG_POLYGON1

ตารางที่ 5-7 ข้อความคำสั่งที่มีการแปลงในองค์ประกอบแปลงคำสั่ง (ต่อ)

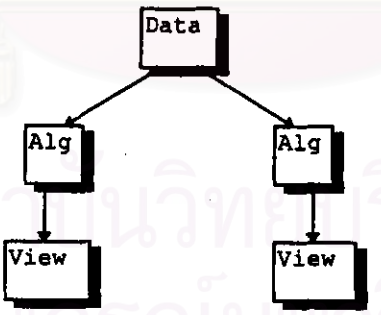
การทำงานประสานกันขององค์ประกอบ ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1. เมื่อเริ่มการจินตทัศน์ องค์ประกอบสร้างข้อมูลแบบสุ่มจะมีการทำงานต่าง ๆ กันดังนี้ คือ องค์ประกอบข้อมูลแบบสุ่ม จะทำการสร้างข้อมูลแบบสุ่ม องค์ประกอบรับข้อมูลจากแฟ้ม จะต้องได้รับชื่อแฟ้มและอ่านข้อมูลเข้าก่อนเริ่มต้นการจินตทัศน์ องค์ประกอบรับข้อมูลจากผู้ใช้ จะต้องได้รับข้อมูลจากผู้ใช้ด้วยการคลิกเมาส์ก่อนการเริ่มต้นการจินตทัศน์ หลังจากนั้น องค์ประกอบจะรอข้อความคำสั่งขอข้อมูลจากองค์ ประกอบอัลกอริทึม องค์ประกอบแสดงผลจะกำหนดค่าตัวแปรที่จำเป็นสำหรับการจินตทัศน์
2. เมื่อเริ่มการทำงานของอัลกอริทึม องค์ประกอบอัลกอริทึมจะร้องขอข้อมูลจากองค์ประกอบสร้างข้อมูลด้วยการส่งข้อความคำสั่ง MSG_DATACOUNT, MSG_DATAARRAY และ MSG_LIMIT แล้วทำการประมวลผลเพื่อหาจุดที่เป็นเปลือกนูนสำหรับการเปรียบเทียบเพื่อส่งให้กับองค์ประกอบแสดงผลกราฟ แล้วส่งข้อความคำสั่ง MSG_START เพื่อบอกการเริ่มต้นการทำงานของอัลกอริทึม
3. องค์ประกอบอัลกอริทึม เริ่มต้นการทำงานของอัลกอริทึม โดยมีการส่งข้อความคำสั่งให้แก่องค์ประกอบแปลงคำสั่ง เพื่อแสดงขั้นตอนการทำงานโดยมีข้อความคำสั่งดังรูปที่ 5-9

4. องค์ประกอบแปลงคำสั่งจะเปลี่ยนข้อความคำสั่งที่ได้รับเป็นข้อความคำสั่งที่ส่วนแสดงผลเข้าใจ ให้แก่องค์ประกอบแสดงผล เช่น ข้อความคำสั่ง MSG_CMPPT เปลี่ยนเป็น MSG_2CIRCLE เพื่อให้ส่วนแสดงผลวาดวงกลม 2 รูป
5. องค์ประกอบแสดงผลมุมมองสองมิติได้รับข้อความคำสั่งจากองค์ประกอบแปลงคำสั่ง จะวาดภาพตามข้อความคำสั่งที่ส่งมา หรือมีการปรับปรุงตามความเหมาะสม เช่น ในกรณีที่มีการลบ อาจทำให้ภาพที่เหลือไม่สมบูรณ์ ต้องมีวาดภาพบางส่วนใหม่
6. องค์ประกอบแสดงผลกราฟ เมื่อได้รับข้อความคำสั่ง MSG_START จะเก็บข้อมูลเกี่ยวกับแต่ละองค์ประกอบอัลกอริทึม แล้วกำหนดสีของกราฟให้แก่องค์ประกอบ แล้วรอรับข้อความคำสั่ง MSG_GRAPH จากองค์ประกอบแปลงคำสั่งซึ่งประกอบด้วย หมายเลของค์ประกอบและจำนวนจุดบนเปลือกนูนที่ถูกต้องที่อัลกอริทึมหาได้ในขณะนั้นเป็นค่าแกน y ในกรณีที่แกน x ไม่สามารถแสดงจำนวนข้อมูลทั้งหมดได้จะทำการเพิ่มช่วงในการวาดกราฟขึ้นหนึ่งค่า

5.2 ปัญหาการค้นหาในพิสัย

ปัญหาการค้นหาในพิสัยแบ่งองค์ประกอบออกเป็น 3 กลุ่ม โดยไม่มีส่วนแปลงคำสั่ง โดยมีความสัมพันธ์ตามลักษณะดังรูปที่ 5-10 คือ องค์ประกอบสร้างข้อมูลส่งข้อมูลให้แก่หลาย ๆ องค์ประกอบอัลกอริทึมได้ และมีการจับคู่แบบหนึ่งต่อหนึ่งสำหรับองค์ประกอบอัลกอริทึม และองค์ประกอบแสดงผล ในปัญหาการค้นหาในพิสัยจะแตกต่างจากปัญหาการหาเปลือกนูน คือจะมีการประมวลผลสองขั้นตอน คือการประมวลผลก่อนและขั้นตอนการค้นหา ซึ่งการประมวลผลก่อนจะทำเพียงครั้งเดียวสำหรับข้อมูลหนึ่งชุด ส่วนการค้นหาสามารถทำได้หลาย ๆ ครั้งจนกว่าจะสร้างข้อมูลใหม่



รูปที่ 5-10 ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของปัญหาการค้นหาในพิสัย

5.2.1 ส่วนสร้างข้อมูล

องค์ประกอบสร้างข้อมูลมี 3 องค์ประกอบเช่นเดียวกับปัญหาการหาเปลือกนูน โดยแต่ละองค์ประกอบได้รับการดัดแปลงจากองค์ประกอบสร้างข้อมูลของปัญหาการหาเปลือกนูน หากแต่มีการเพิ่มตัวบ่งชี้สถานะการทำงานว่าคำสั่งเริ่มต้นการจินตทัศน์นั้นเป็นการทำงานในส่วนของการประมวลผลก่อน หรือการค้นหาในพิสัย ถ้าเป็นการประมวลผลก่อนจึงจะทำการสร้างข้อมูลดังมีโครงสร้างของโปรแกรมดังรูปที่ 5-11

```
Component1_BeginSession ()
       If DoPre Then
         Call Generatedata
       End If
End Sub
```

รูปที่ 5-11 โครงสร้างของโปรแกรมในการเริ่มต้นการจินตทัศน์ของส่วนสร้างข้อมูล

5.2.2 ส่วนอัลกอริทึม

องค์ประกอบอัลกอริทึมมี 5 องค์ประกอบ สำหรับเก็บอัลกอริทึมดังต่อไปนี้

1. อัลกอริทึมการค้นหาแบบลำดับ (Brute Force)
2. อัลกอริทึมการค้นหาโดยใช้วิธีกริด (Grid)
3. อัลกอริทึมการค้นหาโดยใช้ต้นไม้สองมิติ (2DTree)
4. อัลกอริทึมการค้นหาโดยใช้ต้นไม้ที่ค่าของแกนที่เป็นดีย์ใช้ตัวเลขสุ่ม (Rnddisc)
5. อัลกอริทึมการค้นหาโดยใช้ต้นไม้มัธยฐาน (Median)

เมื่อเกิดเหตุการณ์เริ่มต้นการทำงานของอัลกอริทึมทุกอัลกอริทึมจะมีการตรวจสอบในลักษณะดังรูปที่ 5-12 เนื่องจากในการเริ่มต้นการทำงานของอัลกอริทึม แต่ละครั้งมีสองรูปแบบ คือ การประมวลผลก่อนหรือขั้นตอนการค้นหา และหากต้องการเปลี่ยนข้อมูลชุดใหม่ หรือทำขั้นตอนการประมวลผลก่อนใหม่ องค์ประกอบอัลกอริทึมจะต้องได้รับข้อความคำสั่ง MSG_RESET จากผู้ใช้ ซึ่งจะทำให้เกิดการกำหนดค่า DoPre ให้เป็น True

```
Component_BeginAlgorithm()
       If DoPre Then
         Call DoPreprocess
         DoPre = False
       Else
         Call DoSearch
       End If
End Sub
```

รูปที่ 5-12 โครงสร้างของโปรแกรมในการเริ่มต้นอัลกอริทึม

ในปัญหาการค้นหาในพิสัยจะมีการกำหนดการดำเนินการพื้นฐานของอัลกอริทึม เช่นเดียวกับปัญหาการหาเปลือกนูน โดยการกำหนดการดำเนินการพื้นฐานของแต่ละอัลกอริทึมแสดงดังตารางที่ 5-8 และตำแหน่งของฟังก์ชัน AVisSync แสดงในรูปจากบทที่ 3

องค์ประกอบ	การดำเนินการพื้นฐาน	รูปที่	ตำแหน่ง AVisSync
Brute Force	การตรวจสอบว่าจุดอยู่ภายในสี่เหลี่ยมหรือไม่	3-15	(1)
Grid	การแทรกจุดในตารางกริด	3-16	(1)
	การตรวจสอบว่าจุดอยู่ภายในสี่เหลี่ยมหรือไม่	3-16	(2)
2DTree	การเปรียบเทียบหาตำแหน่งในต้นไม้	3-18	(1)
	การตรวจสอบว่าจุดอยู่ภายในสี่เหลี่ยมหรือไม่	3-18	(2)
Rnddisc	การเปรียบเทียบหาตำแหน่งในต้นไม้	3-19	(1)
	การตรวจสอบว่าจุดอยู่ภายในสี่เหลี่ยมหรือไม่	3-19	(2)
Median	การหาค่าแกนที่จะใช้เป็นคีย์	3-20	(1)
	การหาจุดที่เป็นค่ามัธยฐาน	3-20	(2) (3) (4)
	การตรวจสอบว่าจุดอยู่ภายในสี่เหลี่ยมหรือไม่	3-20	(5)
	การตรวจสอบว่ามีการตัดกันของขอบเขตกับสี่เหลี่ยมหรือไม่	3-20	(6)

ตารางที่ 5-8 การดำเนินการพื้นฐานของอัลกอริทึมในการแก้ปัญหาการค้นหาในพิสัย

การนำเสนอลำดับขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึม จะใช้ข้อความคำสั่งจากรูปที่ 5-17 โดยมีการแสดงการทำงานของอัลกอริทึมดังต่อไปนี้

อัลกอริทึม	การนำเสนอ
Brute Force	แสดงจุดที่กำลังพิจารณาในปัจจุบัน
Grid	แสดงเส้นกริด และการแทรกจุดลงในกริด
2DTree	แสดงเส้นทางการแทรกจุดในต้นไม้ และการแบ่งระนาบที่เกิดขึ้นจากการแบ่ง และแสดงขอบเขตที่ครอบคลุมด้วยระนาบที่ถูกตัด และเส้นทางที่ผ่าน
Rnddisc	แสดงในลักษณะเดียวกันกับต้นไม้สองมิติ
Median	แสดงการแบ่งกลุ่มของจุดเพื่อหาจุดที่เป็นค่ามัธยฐาน การแบ่งระนาบ และเส้นทางการค้นหา

ตารางที่ 5-9 การแสดงการทำงานของอัลกอริทึม

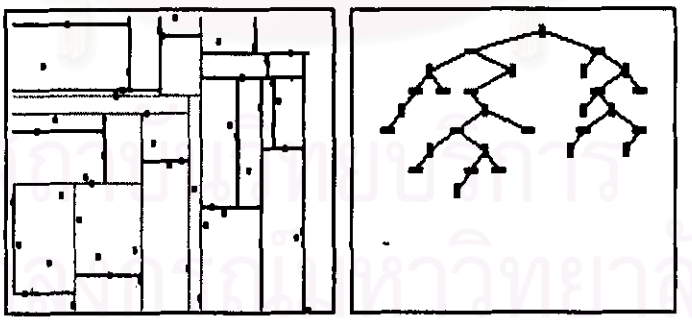
5.2.3 ส่วนแสดงผล

ในองค์ประกอบส่วนแสดงผลประกอบด้วยหน้าต่างย่อยสองหน้าต่าง คือหน้าต่างที่แสดงภาพของจุดในระนาบ และภาพแสดงโครงสร้างข้อมูลที่ใช้เก็บจุดสำหรับการค้นหา โดยประกอบด้วยโครงสร้างข้อมูลและกระบวนงานดังนี้

1. โครงสร้างข้อมูลที่เก็บข้อมูลของต้นไม้สองมิติ คือจุด ขอบเขตการค้นหา ระดับต้นไม้ ตำแหน่ง สัมพัทธ์ของใบในระดับนั้น ค่าแกนที่ใช้เป็นคีย์
2. โครงสร้างข้อมูลที่เก็บข้อมูลของเก็บต้นไม้มัธยฐาน ประกอบด้วย ค่าที่ใช้แบ่ง ค่าแกนที่ใช้เป็นคีย์ ตัวบอกสถานะว่าเป็นที่ฝากข้อมูลหรือไม่ ขอบเขตการค้นหา ระดับต้นไม้ ตำแหน่งสัมพัทธ์ของใบในระดับนั้น
3. โครงสร้างข้อมูลสำหรับสารบบชี้ตำแหน่งรายการของจุด คือ แถวลำดับในสองมิติเท่าจำนวนกริด และโครงสร้างข้อมูลของรายการของจุด เป็นรายการโยง (linked list)
4. กระบวนงานคำนวณหาตำแหน่งของใบในต้นไม้
5. กระบวนงานคำนวณหาตำแหน่งแสดงรายการของจุด
6. กระบวนงานสำหรับการแสดงการทำงานของอัลกอริทึม
7. กระบวนงานสำหรับการปรับปรุงหน้าจอแสดงผล

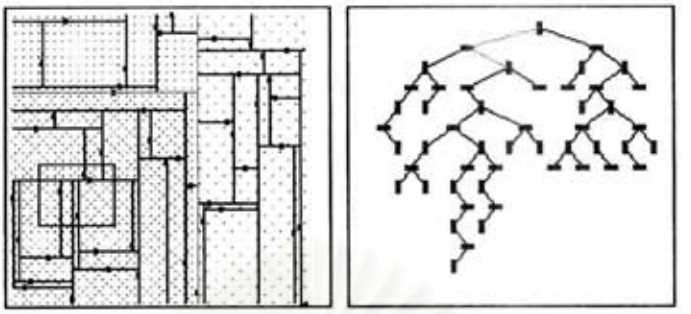
การนำเสนอภาพเพื่อแทนการดำเนินการต่าง ๆ ของอัลกอริทึม แสดงดังตัวอย่างต่อไปนี้

1. แสดงเส้นที่แทนการแบ่งระนาบของจุดในมุมมองระนาบ เส้นทางในการแทรกจุดเข้าไปในต้นไม้และทำการแทนโหนดของต้นไม้ที่แบ่งตามแกน y โดยใช้สี่เหลี่ยมนอน และโหนดของต้นไม้ที่แบ่งตามแกน x โดยใช้สี่เหลี่ยมตั้ง แสดงดังรูปที่ 5-13 ต้นไม้ในระดับที่ 1 เป็นการแบ่งตามแกน x และระดับสองเป็นการแบ่งตามแกน y



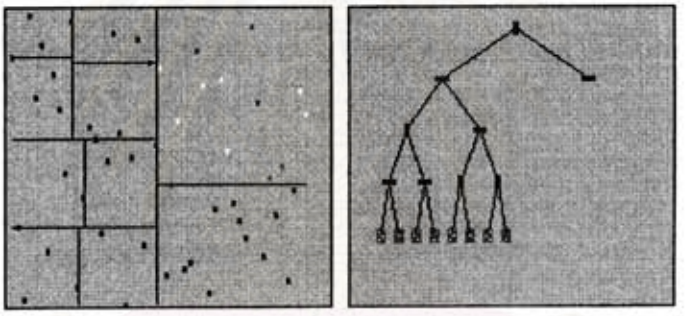
รูปที่ 5-13 การแทรกจุดในต้นไม้สองมิติ

2. แสดงเส้นทางในการค้นหาทั้งในระนาบและในต้นไม้ และแสดงขอบเขตของระนาบในการค้นหาโดยการแรเงา สีแรเงาที่จางจะแทนการค้นหาในระดับบน ๆ ถ้าลงไปในต้นไม้ระดับลึกลงไปจะมีการแรเงาที่เข้มขึ้น แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 5-14



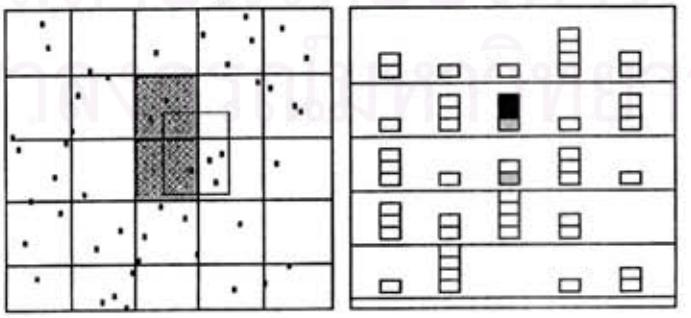
รูปที่ 5-14 ขอบเขตในการค้นหาของต้นไม้สองมิติ

3. การแบ่งเซตของจุดในการหามัธยฐานของจุดเพื่อใช้เป็นโหนดสำหรับการแทรกเข้าไปในต้นไม้ โดยการกำหนดสีของจุดในครึ่งแรกและครึ่งหลังของแถวลำดับต่างกัน เพื่อให้เห็นการสลับลำดับของจุดภายในแถวลำดับ สำหรับต้นไม้มัธยฐาน โหนดที่ใช้เป็นที่ฝากข้อมูลจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมที่มีขนาดใหญ่กว่าโหนดภายใน แสดงดังรูปที่ 5-15



รูปที่ 5-15 การสลับที่ของจุดเพื่อหาจุดที่เป็นมัธยฐาน

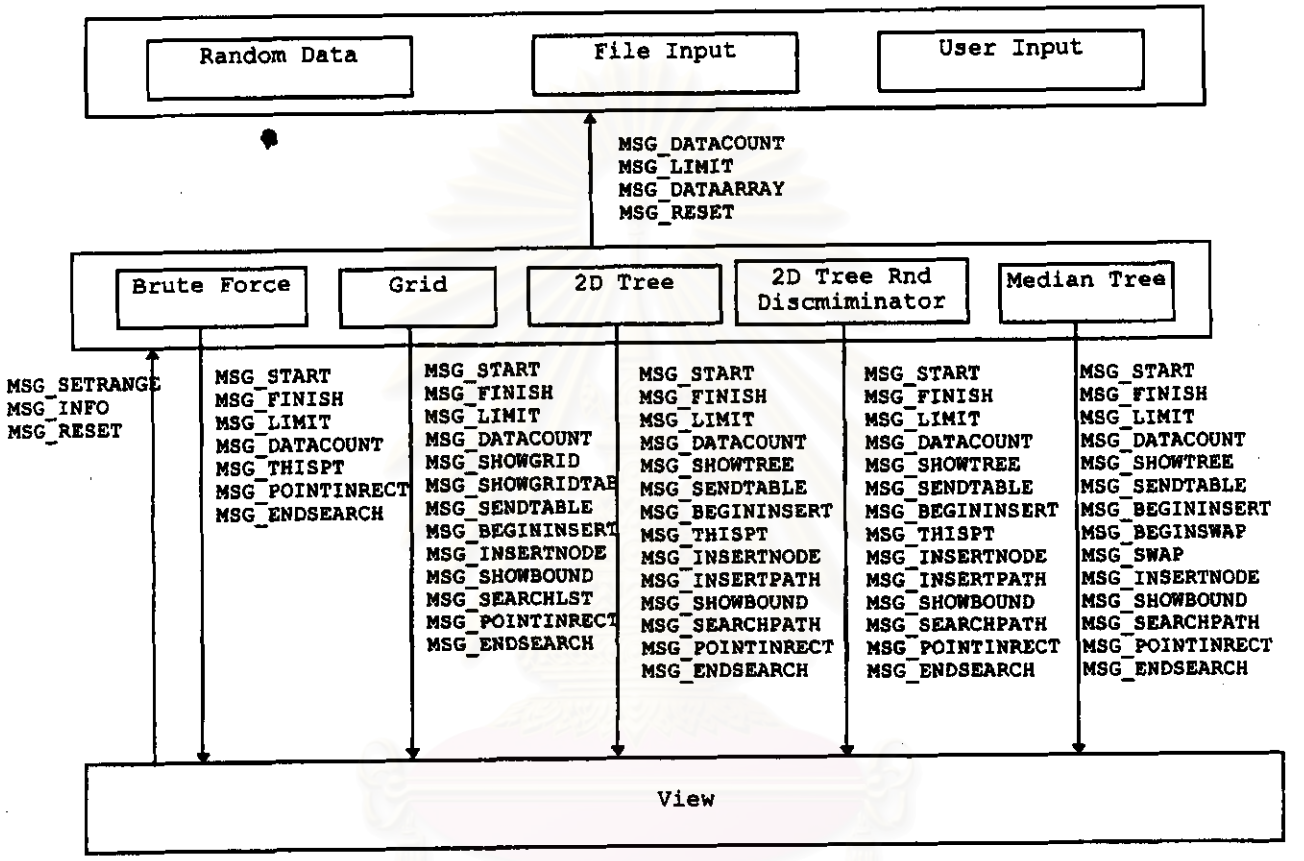
4. แสดงเส้นกริดในการแบ่งระนาบ และแสดงรายการของจุดในที่เก็บตัวอย่างเช่น ในกริดช่องแรก มีจุดสองจุด ในรายการที่เก็บจะมีสี่เหลี่ยมสองรูปเพื่อแทนจุดที่เก็บ ในระหว่างการค้นหาจะแสดงกริดที่ได้รับการค้นหาโดยการแรเงา ในการค้นหาจะเปลี่ยนสีของสี่เหลี่ยมที่ผ่านค้นหา และจุดที่อยู่ภายในพิสัยที่ต้องการค้นหา แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 5-16



รูปที่ 5-16 การค้นหาโดยวิธีกริด

5.2.4 ข้อความคำสั่งระหว่างองค์ประกอบ

ในองค์ประกอบแต่ละส่วนมีการติดต่อโดยใช้ข้อความคำสั่งแสดงดังรูปที่ 5-17 โดยในการจับคู่ระหว่างองค์ประกอบอัลกอริทึมและองค์ประกอบสำหรับแสดงผลเป็นลักษณะหนึ่งต่อหนึ่ง



รูปที่ 5-17 แผนภาพแสดงการติดต่อระหว่างองค์ประกอบในปัญหาการค้นหาในพิสัย

จากรูปที่ 5-17 มีการส่งข้อความคำสั่งเหตุการณ์ขาเข้าจากองค์ประกอบอัลกอริทึมให้กับองค์ประกอบสร้างข้อมูลเพื่อให้ส่งข้อมูลบางอย่างให้แก่องค์ประกอบอัลกอริทึม และเพื่อกำหนดค่าเริ่มต้นบางอย่างในองค์ประกอบสร้างข้อมูล และมีการส่งข้อความคำสั่งเหตุการณ์ขาออกจากองค์ประกอบอัลกอริทึมให้แก่องค์ประกอบแสดงผล เพื่อแสดงการทำงานของอัลกอริทึม ในปัญหานี้มีการส่งข้อความคำสั่งจากส่วนแสดงผลให้แก่องค์ประกอบอัลกอริทึมด้วย ความหมายของข้อความคำสั่งที่ใช้ติดต่อระหว่างองค์ประกอบสรุปดังตารางต่อไปนี้

ข้อความคำสั่ง	คำอธิบาย
MSG_DATACOUNT	ขอจำนวนข้อมูลจากองค์ประกอบสร้างข้อมูล
MSG_LIMIT	ขอค่าขอบเขตบนและขอบเขตล่างของข้อมูล
MSG_DATAARRAY	ขอตัวชี้ตำแหน่งข้อมูล
MSG_RESET	ให้ล้างค่าสำหรับการเริ่มต้นการประมวลผลก่อนครั้งต่อไป

ตารางที่ 5-10 ข้อความคำสั่งเหตุการณ์ขาเข้าจากองค์ประกอบอัลกอริทึมไปยังองค์ประกอบสร้างข้อมูล

ข้อความคำสั่ง	คำอธิบาย
MSG_START	กำหนดค่าเริ่มต้นบางอย่างในส่วนแสดงผลสำหรับการประมวลผลก่อน
MSG_FINISH	จบการประมวลผลก่อน
MSG_LIMIT	ส่งค่าขอบเขตบน ของแกน x และ แกน y ให้กับส่วนแสดงผลสำหรับคำนวณหาอัตราส่วน
MSG_DATACOUNT	ส่งจำนวนข้อมูลและตัวชี้ตำแหน่งที่อยู่ของข้อมูล
MSG_THISPT	แสดงจุดที่ถูกพิจารณาในขณะนั้น
MSG_POINTINRECT	แสดงจุดที่อยู่ภายในพื้นที่ค้นหา
MSG_SHOWGRIDTAB	แสดงสารบบและรายการของตารางในลักษณะแท่ง
MSG_SENDTABLE	ส่งตัวชี้ตำแหน่งของแถวลำดับของข้อมูลเช่น แถวลำดับของต้นไม้
MSG_BEGININSERT	ให้ส่วนแสดงผลกำหนดค่าบางอย่างสำหรับการใส่ข้อมูลในโครงสร้างข้อมูลในส่วนการประมวลผลก่อน
MSG_SHOWBOUND	แสดงขอบเขตของการค้นหา
MSG_SEARCHLST	แสดงรายการของกริดที่ได้รับการค้นหา
MSG_ENDSEARCH	จบการค้นหา
MSG_SHOWTREE	ส่งค่าที่ใช้ในการแสดงภาพต้นไม้ แล้วคำนวณตำแหน่งของแต่ละโหนด
MSG_INSERTNODE	ปรับปรุงภาพโครงสร้างข้อมูล เพื่อแสดงตำแหน่งของโหนดใหม่ที่แทรก
MSG_INSERTPATH	แสดงเส้นภาพการตัดระนาบ
MSG_SEARCHPATH	แสดงเส้นทางการค้นหาในต้นไม้ และบนระนาบ
MSG_BEGINSWAP	แสดงเซตของจุดที่ต้องการหาค่ามัธยฐานเป็นสองสี
MSG_SWAP	แสดงการสลับที่ของจุด

ตารางที่ 5-11 ข้อความคำสั่งเหตุการณ์ขาออกจากองค์ประกอบอัลกอริทึมไปยังองค์ประกอบแสดงผล

ข้อความคำสั่ง	คำอธิบาย
MSG_SETRANGE	ส่งพิสัยที่ต้องการค้นหาให้แก่องค์ประกอบอัลกอริทึม
MSG_INFO	ขอข้อมูลเกี่ยวกับองค์ประกอบอัลกอริทึมที่ติดต่อ
MSG_RESET	ให้ล้างค่าสำหรับการเริ่มต้นการประมวลผลก่อนครั้งต่อไป

ตารางที่ 5-12 ข้อความคำสั่งเหตุการณ์ขาเข้าที่ส่งจากองค์ประกอบแสดงผลไปยังองค์ประกอบอัลกอริทึม

การทำงานประสานกันระหว่างองค์ประกอบ ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1. เมื่อเริ่มการจินตทัศน์ องค์ประกอบสร้างข้อมูลจะตรวจสอบว่าเป็นการประมวลผลก่อนหรือการค้นหา หากเป็นการประมวลผลก่อนจะสร้างข้อมูลตามรูปแบบการสร้างข้อมูลขององค์ประกอบนั้น ๆ
2. เมื่อเริ่มการทำงานของอัลกอริทึม จะมีการตรวจสอบว่าเป็นการประมวลผลก่อนหรือการค้นหา

3. ในกรณีที่การเริ่มต้นการทำงานนั้นเป็นการประมวลผลก่อน จะไปทำงานในกระบวนงาน DoPreprocess ดังตารางที่ 5-12 โดยองค์ประกอบอัลกอริทึมจะร้องขอข้อมูลจากองค์ประกอบสร้างข้อมูลด้วยการส่งข้อความคำสั่ง MSG_DATACOUNT, MSG_DATAARRAY และ MSG_LIMIT แล้วส่งข้อมูลต่อไปยังองค์ประกอบแสดงผลเพื่อจัดเตรียมข้อมูลสำหรับการเริ่มต้นอัลกอริทึม แล้วทำการประมวลผลหาโครงสร้างข้อมูลสำหรับการค้นหา แล้วส่งข้อมูลไปให้องค์ประกอบแสดงผลโดยใช้ข้อความคำสั่ง MSG_SENDTABLE ส่งข้อความคำสั่งตามชนิดของโครงสร้างข้อมูลพร้อมกับข้อมูลที่จำเป็น เช่น รากของต้นไม้ หรือขนาดกริด เพื่อคำนวณหาตำแหน่งสำหรับการแสดงโครงสร้างข้อมูลนั้น ๆ จากนั้นองค์ประกอบอัลกอริทึมจึงทำการประมวลผลหาโครงสร้างข้อมูลสำหรับการค้นหาอีกครั้ง โดยมีการส่งข้อความคำสั่งที่แสดงขั้นตอนการแทรกจุดในโครงสร้างข้อมูลแต่ละแบบ
4. ในกรณีที่การเริ่มต้นการทำงานนั้นเป็นการค้นหาจะทำการแสดงการทำงานในส่วนของการค้นหาโดยการเรียกกระบวนงาน DoSearch ดังรูปที่ 5-6 แล้วส่งข้อความคำสั่งแสดงการค้นหา และผลลัพธ์ เช่น MSG_SEARCHPATH, MSG_POINTINRECT
5. ในส่วนแสดงผล เมื่อได้รับข้อความคำสั่ง MSG_SENDTABLE จะรับข้อมูลจากองค์ประกอบอัลกอริทึม แล้วรอรับคำสั่งให้คำนวณหาตำแหน่งในการแสดงผล
6. เมื่อส่วนแสดงผลมีข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการแสดงผลทั้งหมดแล้ว จะรอข้อความคำสั่งให้แสดงการทำงานของอัลกอริทึม
7. เมื่อจบการทำงานของอัลกอริทึมของการประมวลผลก่อน ส่วนแสดงผลจะรอคำสั่งจากผู้ใช้ในการค้นหา โดยการลากเมาส์ในตำแหน่งที่ต้องการค้นหา แล้วคลิกเมนู Set Range เป็นการส่งข้อความคำสั่ง MSG_SETRANGE พร้อมกับพิสัยที่ต้องการค้นหาให้แก่องค์ประกอบอัลกอริทึม
8. การทำงานของอัลกอริทึมในส่วนของการค้นหาจะเริ่มขึ้นเมื่อผู้ใช้กดปุ่มในส่วนควบคุมเพื่อเริ่มการจินตทัศน์ องค์ประกอบอัลกอริทึมจะทำงานในกระบวนงาน DoSearch

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย