

## บทที่ 4

### การทดสอบโปรแกรมประยุกต์

#### 4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบโปรแกรมได้แก่

4.1.1 เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้ซีพียูเบอร์ 80486

4.1.2 จอภาพกราฟิกส์

4.1.3 เครื่องกราดตรวจของฮิวเลตแพคการ์ดรุ่น Jet IIC

#### 4.2 ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ

ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบโปรแกรมประยุกต์เป็นข้อมูลรูปภาพขนาด 2 ระดับความเทา ได้แก่

4.2.1 รูปที่ 4.1 (ก) และ (ค) เป็นรูปสัญลักษณ์อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้เครื่องกราดตรวจที่มีความคมชัด 180 จุดต่อนิ้ว

4.2.2 รูปที่ 4.2 (ก) เป็นรูปสัญลักษณ์อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ของรูปที่ 4.1 (ก) ที่ผ่านการปรับแต่งรูปภาพและจัดจุดกรบกวแล้ว ความคมชัด 180 จุดต่อนิ้วเช่นเดิม

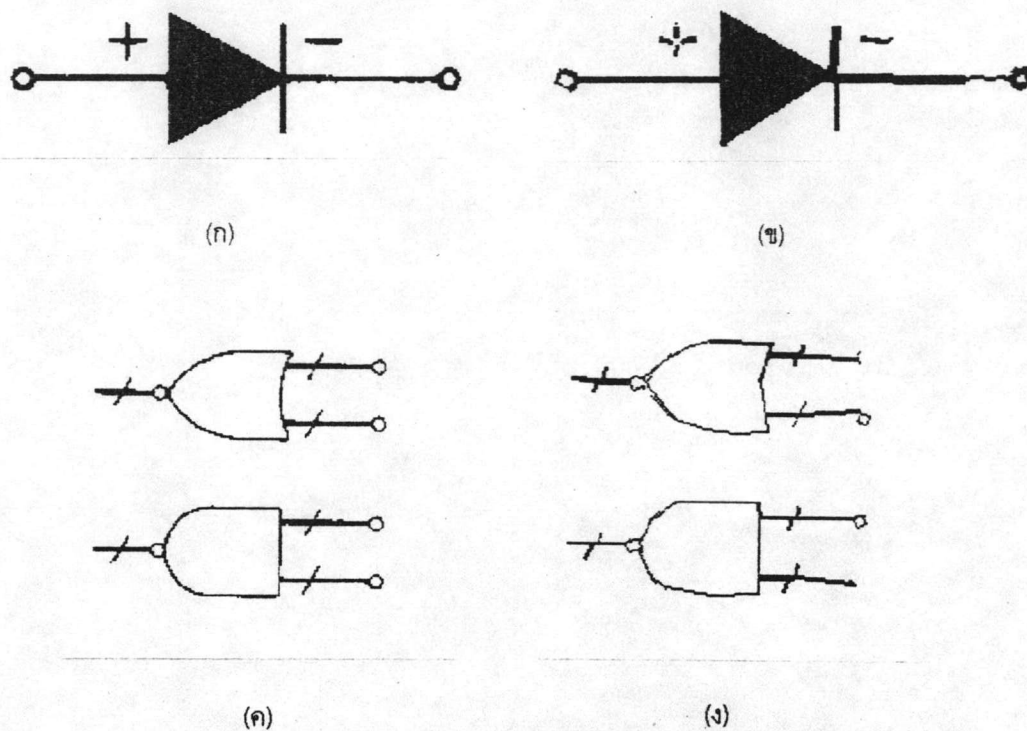
4.2.3 รูปที่ 4.3 (ก) เป็นรูปสัญลักษณ์อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่วาดขึ้นจากโปรแกรมเพนต์บรัช มีความคมชัด 96 จุดต่อนิ้ว

4.2.4 รูปที่ 4.4 (ก) เป็นรูปทรงเรขาคณิตง่าย ๆ ที่วาดขึ้นจากโปรแกรมเพนต์บรัช มีความคมชัด 96 จุดต่อนิ้ว

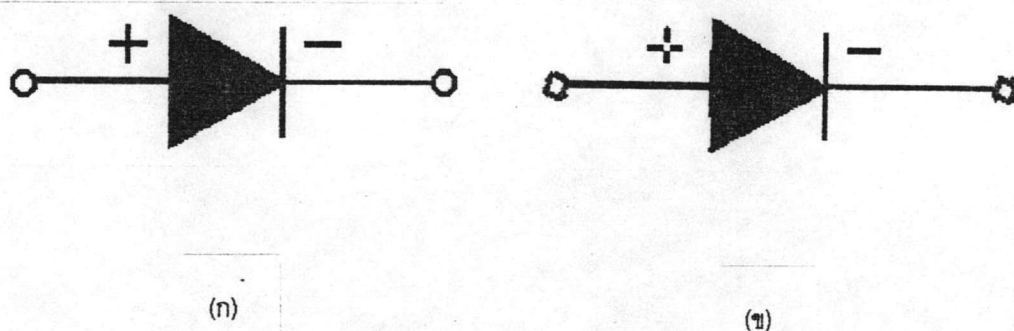
4.2.5 รูปที่ 4.5 (ก) เป็นรูปแผนภาพสถานะ (state diagram) ที่ใช้เครื่องกราดตรวจที่มีความคมชัด 180 จุดต่อนิ้ว

4.2.6 รูปที่ 4.6 (ก) เป็นรูปแผนที่แสดงความสูงต่ำของแผ่นดิน (contour map) ที่ใช้เครื่องกราดตรวจที่มีความคมชัด 200 จุดต่อนิ้ว

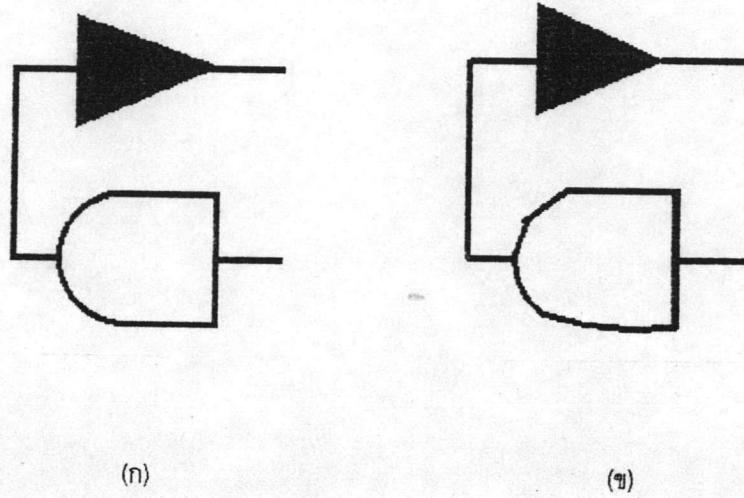
รูปภาพที่ใช้เป็นข้อมูลเข้ามีความคมชัดไม่เท่ากัน เนื่องจากข้อจำกัดของงานวิจัยที่ต้องใช้รูปภาพที่มีความหนาของเส้นไม่น้อยกว่า 3 จุดภาพ จึงทำให้ต้องปรับค่าความคมชัดตามขนาดของเส้นของรูปภาพ



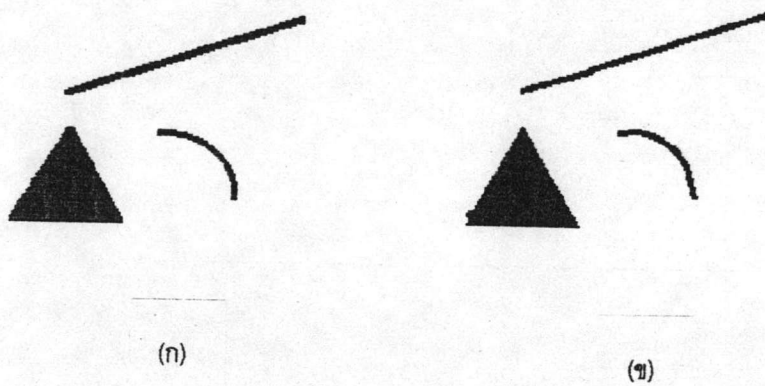
รูปที่ 4.1 รูปสัญลักษณ์อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ได้จากเครื่องกราดตรวจที่มีความคมชัด 180 จุดต่อนิ้ว  
(พิมพ์ด้วยความคมชัด 96 จุดต่อนิ้ว)  
(ก) และ (ค) เป็นข้อมูลเข้า (ข) และ (ง) เป็นผลลัพธ์



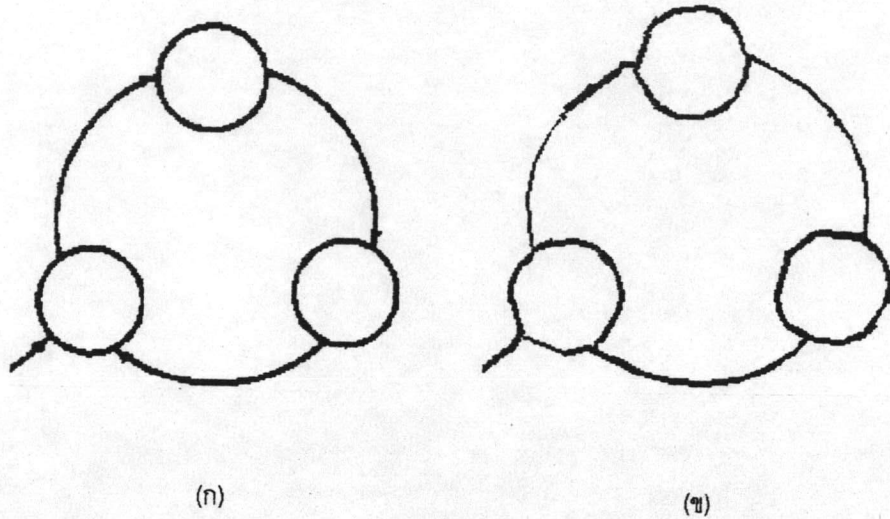
รูปที่ 4.2 รูปสัญลักษณ์อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์รูปที่ 4.1 (ก) ที่ผ่านการปรับแต่งแล้ว  
(พิมพ์ด้วยความคมชัด 96 จุดต่อนิ้ว)  
(ก) เป็นข้อมูลเข้า (ข) เป็นผลลัพธ์



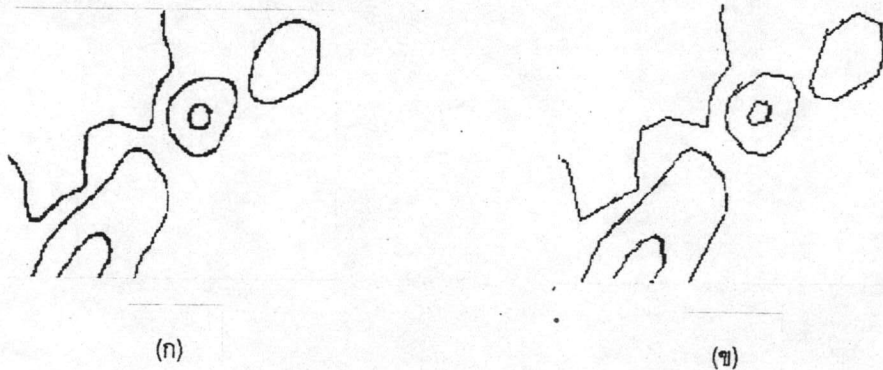
รูปที่ 4.3 รูปสัญลักษณ์อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่วาดด้วยโปรแกรมเพนต์บรัช ความคมชัด 96 จุดต่อนิ้ว  
(พิมพ์ด้วยความคมชัด 96 จุดต่อนิ้ว)  
(ก) เป็นข้อมูลเข้า (ข) เป็นผลลัพธ์



รูปที่ 4.4 รูปทรงเรขาคณิตต่างๆที่วาดด้วยโปรแกรมเพนต์บรัช ความคมชัด 96 จุดต่อนิ้ว  
(พิมพ์ด้วยความคมชัด 96 จุดต่อนิ้ว)  
(ก) เป็นข้อมูลเข้า (ข) เป็นผลลัพธ์



รูปที่ 4.5 รูปแผนภาพสถานะที่ได้จากเครื่องกราดตรวจ ความคมชัด 180 จุดต่อนิ้ว  
(พิมพ์ด้วยความคมชัด 96 จุดต่อนิ้ว)  
(ก) เป็นข้อมูลเข้า (ข) เป็นผลลัพธ์



รูปที่ 4.6 รูปแผนที่แสดงความสูงต่ำของแผ่นดินที่ได้จากเครื่องกราดตรวจ ความคมชัด 200 จุดต่อนิ้ว  
(พิมพ์ด้วยความคมชัด 96 จุดต่อนิ้ว)  
(ก) เป็นข้อมูลเข้า (ข) เป็นผลลัพธ์

### 4.3 ผลการทดสอบ

ผลการทดสอบโปรแกรมประยุกต์เป็นข้อมูลเวกเตอร์ที่เก็บในรูปแบบแฟ้มข้อมูลภาพแบบดีเอ็กซ์ไอพี ซึ่งผ่านการอ่านจากโปรแกรมอโต้แคดได้ผลลัพธ์แสดงเป็นรูปภาพดังรูปที่ 4.1 (ข) และ (ง) รูปที่ 4.2 (ข) รูปที่ 4.3 (ข) รูปที่ 4.4 (ข) รูปที่ 4.5 (ข) และรูปที่ 4.6 (ข) ตามลำดับ จะเห็นว่าผลลัพธ์ที่ได้มีความแตกต่างจากรูปเดิมบ้าง สามารถวิเคราะห์สาเหตุได้ดังนี้

4.3.1 รูปที่ 4.1 (ก) เป็นรูปสัญลักษณ์อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ได้จากเครื่องกราดตรวจ ผลลัพธ์จากการแปลงข้อมูลภาพเป็นเวกเตอร์แสดงได้ดังรูปที่ 4.1 (ข) จะเห็นได้ว่าผลลัพธ์ที่ได้มีความแตกต่างจากรูปเดิมดังนี้

1. เครื่องหมายบวกของผลลัพธ์มีรอยแหว่งที่จุดตัดของเครื่องหมายบวก เกิดจากจุดภาพที่บริเวณจุดตัดนี้ถูกมองว่าเป็นจุดภาพที่อยู่ภายในของวัตถุ (ไม่เป็นจุดภาพบนเส้นขอบของวัตถุ) จุดภาพบริเวณจุดตัดจึงไม่ถูกพิจารณา ทำให้ผลลัพธ์ข้อมูลเวกเตอร์ของเครื่องหมายบวกที่ได้เกิดจากเส้นตรง 4 เส้นประกอบกัน

2. ความหนาของเส้นตรงผิดปกติ เกิดจากการหาความหนาของเส้นตรงซึ่งใช้วิธีนับจำนวนจุดภาพที่ละจุดตามลำดับของการวาดเส้นตรงแบบดีดีเอ จุดที่ได้จากการวาดเส้นตรงแบบดีดีเออาจไม่ใช่จุดภาพของวัตถุ จึงทำให้จำนวนจุดภาพที่พิจารณาว่าเป็นความหนาของเส้นตรงผิดพลาดไปได้

4.3.2 รูปที่ 4.1 (ค) เป็นรูปสัญลักษณ์อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ได้จากเครื่องกราดตรวจเช่นเดียวกัน เมื่อผ่านการแปลงข้อมูลภาพเป็นเวกเตอร์แล้วได้ผลลัพธ์แสดงดังรูปที่ 4.1 (ง) นั้น เห็นได้ว่าผลลัพธ์ที่ได้แตกต่างจากรูปเดิมคือวงกลมเล็กๆที่ปลายของเส้นตรงหายไป เนื่องจากวงกลมมีขนาดเล็กมากและอยู่ต่อกับเส้นตรง ทำให้ส่วนหนึ่งของวงกลมกลายเป็นส่วนหนึ่งของเส้นตรงไปด้วย และส่วนที่เหลือของวงกลมกลายเป็นเพียงจุดภาพเดี่ยวและจุดภาพคู่ที่ไม่ถูกนำมาพิจารณา

4.3.3 รูปที่ 4.2 (ก) เป็นรูปสัญลักษณ์อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ของรูปที่ 4.1 (ก) ที่ผ่านการปรับแต่งแล้ว ผลลัพธ์ที่ผ่านการแปลงแล้วเป็นดังรูปที่ 4.2 (ข) ซึ่งมีข้อแตกต่างจากรูปเดิมคือ

1. มีรอยแหว่งที่จุดตัดของเครื่องหมายบวกด้วยสาเหตุเดียวกับรูปที่ 4.1 (ก)
2. วงกลมเล็กๆที่ปลายทั้งสองเกิดจากเส้นย่อยหลายเส้น และแต่ละเส้นได้ถูกพิจารณาเป็นเส้นตรง ทำให้ได้ผลลัพธ์ของวงกลมเล็กๆต่างไปจากรูปเดิม

4.3.4 ผลลัพธ์ที่ได้จากรูปที่ 4.1 (ก) ซึ่งเป็นรูปภาพที่ได้จากเครื่องกราดตรวจกับผลลัพธ์ที่ได้จากรูปที่ 4.2 (ก) ซึ่งเป็นรูปภาพที่ได้จากการปรับแต่งรูปที่ 4.1 (ก) สามารถเปรียบเทียบกันได้ดังนี้

1. ผลลัพธ์ของรูปภาพที่ผ่านการปรับแต่งแล้วจะมีพิกัดที่ถูกต้องกว่ารูปภาพที่ไม่ได้ปรับแต่ง
2. ความหนาของผลลัพธ์ของรูปภาพที่ผ่านการปรับแต่งแล้วจะถูกดึง ในขณะที่ผลลัพธ์ของรูปภาพที่ไม่ได้ปรับแต่งจะมีความหนาของเส้นตรงและส่วนโค้งของวงกลมผิดปกติบ้าง

3. ผลลัพธ์จากรูปภาพที่ไม่ได้ปรับแต่งจะมีเส้นตรงบางเส้นที่ถูกพิจารณาออกเป็นเส้นตรงหลายเส้นประกอบกัน (ตัวอย่างเช่นเส้นตรงในแนวตั้ง) ส่วนผลลัพธ์ของรูปภาพที่ปรับแต่งแล้วจะไม่มีกรณีนี้

4. ผลลัพธ์ของรูปภาพที่ปรับแต่งและไม่ปรับแต่งจะมีปัญหาเหมือนกันคือมีรอยแหว่งที่เครื่องหมายบวกและวงกลมขนาดเล็กถูกพิจารณาเป็นเส้นตรงหลายเส้นประกอบกัน

4.3.5 รูปที่ 4.3 (ก) เป็นรูปสัญลักษณ์อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่วาดด้วยโปรแกรมเพนต์บรัช เมื่อผ่านการแปลงข้อมูลภาพเป็นเวกเตอร์แล้วได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 4.3 (ข) เห็นได้ว่าผลลัพธ์ที่ได้แตกต่างจากรูปเดิมคือส่วนโค้งของวงกลมจะถูกตัดแบ่งออกเป็นเส้นย่อยหลายเส้น เส้นย่อยเหล่านี้บางเส้นได้ถูกพิจารณาเป็นเส้นตรง นอกจากนี้ยังมีเส้นย่อยเส้นหนึ่งเกิดจากส่วนหนึ่งของเส้นตรงและส่วนโค้งของวงกลมที่เชื่อมต่อกันและถูกพิจารณาเป็นส่วนโค้งของวงกลมด้วย

4.3.6 รูปที่ 4.4 (ก) เป็นรูปทรงเรขาคณิตต่างๆ เมื่อผ่านการแปลงข้อมูลเป็นเวกเตอร์แล้วได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 4.4 (ข) เห็นได้ว่าผลลัพธ์ที่ได้แตกต่างจากรูปเดิมคือส่วนโค้งของวงกลม เนื่องจากส่วนโค้งของวงกลมจะถูกตัดแบ่งออกเป็นเส้นย่อย เส้นย่อยที่ตัดแบ่งจากส่วนโค้งของวงกลมที่มีขนาดเล็กและมีความโค้งน้อยจะถูกพิจารณาเป็นเส้นตรงแทน ทำให้ผลลัพธ์ของส่วนโค้งของวงกลมที่ได้กลายเป็นเส้นตรงบ้าง ส่วนโค้งของวงกลมบ้าง

4.3.7 รูปที่ 4.5 (ก) เป็นรูปแผนภาพสถานะ เมื่อผ่านการแปลงข้อมูลภาพเป็นเวกเตอร์แล้วได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 4.5 (ข) ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้แตกต่างจากรูปเดิมดังนี้

1. หัวลูกศรหายไป เนื่องจากหัวลูกศรจากรูปภาพเดิม (รูปที่ 4.3 (ก)) มีขนาดเล็กมาก เมื่อหาแกนกลางของวัตถุจะทำให้หัวลูกศรหายไป เหลือเพียงเส้นแกนกลางเท่านั้น เมื่อแปลงข้อมูลภาพเป็นเวกเตอร์แล้วจึงไม่มีหัวลูกศร

2. ส่วนโค้งของวงกลมกลายเป็นเส้นตรง เกิดจากส่วนโค้งของวงกลมที่มีรัศมีน้อยจะมีความโค้งน้อยด้วย เส้นย่อยที่ตัดแบ่งได้จึงเป็นส่วนโค้งของวงกลมที่มีความโค้งน้อยมากและใกล้เคียงกับเส้นตรง จึงทำให้ถูกพิจารณาเป็นเส้นตรง

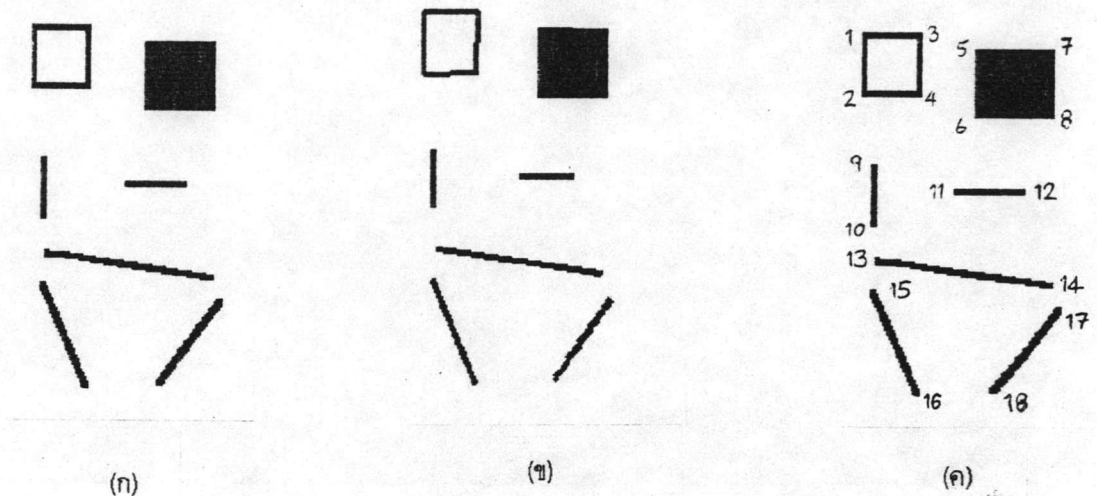
4.3.8 รูปที่ 4.6 (ก) เป็นรูปแผนที่แสดงความสูงต่ำของแผ่นดิน เมื่อผ่านการแปลงข้อมูลเป็นเวกเตอร์แล้วได้ผลลัพธ์ดังรูปที่ 4.6 (ข) ซึ่งผลลัพธ์มีความแตกต่างจากรูปเดิมคือเส้นโค้งกลายเป็นเส้นตรง เกิดจากเส้นโค้งของรูปเป็นเส้นโค้งต่างๆไป ไม่ใช่เส้นโค้งที่เกิดจากส่วนโค้งของวงกลม และเป็นเส้นโค้งที่มีความโค้งน้อยมาก เมื่อตัดแบ่งเป็นเส้นย่อยจึงได้เส้นย่อยที่มีลักษณะใกล้เคียงกับเส้นตรง จึงทำให้ถูกพิจารณาเป็นเส้นตรง

4.3.9 ผลลัพธ์ของจุดพิกัดที่ได้จากโปรแกรมประยุกต์สามารถนำมาแสดงเปรียบเทียบได้ดังตารางที่ 4.1 ซึ่งใช้ข้อมูลเข้าคือรูปที่ 4.7 (ก) ซึ่งเป็นรูปที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรมเพนต์บรัชและทราบจุดพิกัดที่แน่นอน ส่วนรูปที่ 4.7 (ข) คือรูปภาพที่ผ่านการแปลงข้อมูลภาพเป็นเวกเตอร์แล้วและเก็บอยู่ในแฟ้มข้อมูลภาพแบบ ดีเอ็กซ์เอฟ ซึ่งผ่านการอ่านจากโปรแกรมอโต้แคด

ตารางที่ 4.1 แสดงความแตกต่างของจุดพิกัดจริงกับจุดพิกัดที่หาได้ โดยความแตกต่างนั้นก็คือระยะห่างระหว่างจุดพิกัดทั้งสองซึ่งคำนวณได้จากสมการ

$$D(P,Q) = [(X_P - X_Q)^2 + (Y_P - Y_Q)^2]^{1/2}$$

เมื่อ P และ Q คือจุดพิกัดจริงและจุดพิกัดที่หาได้ และ D(P,Q) คือระยะห่างระหว่างจุดพิกัดทั้งสอง



รูปที่ 4.7 รูปภาพที่ใช้ในการเปรียบเทียบจุดพิกัด (วาดและพิมพ์ด้วยความคมชัด 96 จุดต่อนิ้ว)

- (ก) รูปภาพที่เป็นข้อมูลเข้า  
 (ข) รูปภาพผลลัพธ์ที่อ่านจากแฟ้มข้อมูลดีเอ็กซ์เอฟ  
 (ค) แสดงลำดับของจุดพิกัดตามตารางที่ 4.1

จากตารางที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าจุดพิกัดที่หาได้นั้น บางจุดมีค่าแตกต่างจากจุดพิกัดจริงและบางจุดมีค่าเท่ากับจุดพิกัดจริงดังนี้

1. สี่เหลี่ยมที่เกิดจากจุดพิกัดที่ 1-4 ผลลัพธ์จะเป็นเส้นตรง 4 เส้นประกอบกัน จุดพิกัดที่ 1 จะมีพิกัดใกล้เคียงกับพิกัดจริงมากที่สุด ในขณะที่จุดพิกัดที่ 4 มีพิกัดแตกต่างจากพิกัดจริงมากที่สุด แต่อย่างไรก็ดี ความแตกต่างของจุดพิกัดที่หาได้กับจุดพิกัดจริงมีค่าเล็กน้อยเท่านั้น เฉลี่ยเพียง 0.024718 นิ้ว หรือประมาณ 1.58% เมื่อเทียบกับความยาวของรูปภาพ
2. สี่เหลี่ยมระบายนูนที่เกิดจากจุดพิกัดที่ 5-8 ผลลัพธ์เป็นวัตถุที่มี 4 จุดยอด จุดพิกัดที่ 5 ซึ่งเป็นจุดแรกของวัตถุจะมีค่าใกล้เคียงกับจุดพิกัดจริงมาก ความแตกต่างของพิกัดที่หาได้กับพิกัดจริงมีค่าเฉลี่ยเพียง 0.013652 นิ้วเท่านั้น หรือประมาณ 0.87% เมื่อเทียบกับความยาวของรูปภาพ อาจถือได้ว่าน้อยมาก

3. เส้นตรงในแนวตั้งและแนวนอนที่เกิดจากจุดพิกัดที่ 9-10 และจุดพิกัดที่ 11-12 ตามลำดับ พบว่าจุดพิกัดแรกของเส้นตรงที่หาได้จะมีค่าตรงกับจุดพิกัดจริง ส่วนจุดที่ 2 ของเส้นตรงจะแตกต่างจากพิกัดจริงเล็กน้อยเท่านั้น นั่นคือแตกต่างเพียง 0.010417 นิ้ว หรือประมาณ 0.67% เมื่อเทียบกับความยาวของรูปภาพ

4. เส้นตรงที่เกิดจากจุดพิกัดที่ 13-18 จะพบว่าจุดพิกัดที่หาได้มีความแตกต่างจากจุดพิกัดจริงไม่มากนัก จุดพิกัดที่ 15 มีค่าเท่ากับจุดพิกัดจริง ส่วนจุดพิกัดที่ 18 แตกต่างจากจุดพิกัดมากที่สุด แต่ก็มีค่าแตกต่างเพียง 0.023292 นิ้ว หรือประมาณ 1.49% เมื่อเทียบกับความยาวของรูปภาพ และความแตกต่างของจุดพิกัดที่หาได้กับจุดพิกัดจริงโดยเฉลี่ยมีค่าเพียง 0.012264 นิ้ว หรือประมาณ 0.79% เมื่อเทียบกับความยาวของรูปภาพเท่านั้น

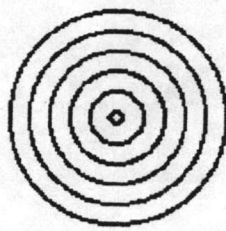
ตารางที่ 4.1 แสดงการเปรียบเทียบจุดพิกัดจริงกับจุดพิกัดที่หาได้ (หน่วยเป็นนิ้ว)

	จุดพิกัดจริง (รูปที่ 4.6 (ก))		จุดพิกัดที่หาได้ (รูปที่ 4.6 (ข))		ความแตกต่าง (ระยะห่าง)
	X	Y	X	Y	
1	0.072917	2.03125	0.083333	2.020833	0.014731
2	0.072917	1.697917	0.083333	1.71875	0.023292
3	0.385417	2.03125	0.364583	2.020833	0.023292
4	0.385417	1.697917	0.364583	1.729167	0.037558
5	0.65625	1.947917	0.666667	1.947917	0.010417
6	0.65625	1.59375	0.666667	1.604167	0.014731
7	1.03125	1.947917	1.020833	1.9375	0.014731
8	1.03125	1.59375	1.020833	1.604167	0.014731
9	0.135417	1.34375	0.135417	1.34375	0
10	0.135417	1.052083	0.135417	1.0625	0.010417
11	0.572917	1.21875	0.572917	1.21875	0
12	0.864583	1.21875	0.854167	1.21875	0.010417
13	0.15625	0.864583	0.15625	0.854167	0.010417
14	1.010417	0.739583	1.00000	0.739583	0.010417
15	0.135417	0.697917	0.135417	0.697917	0
16	0.364583	0.177083	0.354167	0.1875	0.014731
17	1.052083	0.614583	1.041667	0.604167	0.014731
18	0.739583	0.197917	0.760417	0.208333	0.023292

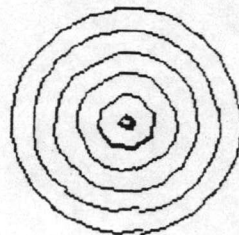


สาเหตุที่จุดพิกัดที่หาได้แตกต่างจากจุดพิกัดจริงมี 2 ประการคือ ประการที่หนึ่ง เนื่องมาจาก ขั้นตอนการหาแกนกลางของวัตถุอาจทำให้แกนกลางที่หาได้แตกต่างไปจากแกนกลางของรูปเดิม ประการที่สอง เนื่องมาจากขั้นตอนการตามรอยและการตัดแบ่งเส้นขอบของวัตถุอาจมีความผิดพลาดบ้าง แต่อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างของจุดพิกัดจริงกับจุดพิกัดที่หาได้นั้นยังมีค่าไม่มากนัก

4.3.10 สำหรับส่วนโค้งของวงกลมนั้นมีผลลัพธ์ของข้อมูลเวกเตอร์แตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับขนาดของส่วนโค้งของวงกลมด้วย ดังตัวอย่างเช่นรูปที่ 4.8 (ก) เป็นรูปวงกลมขนาดต่างๆที่สร้างขึ้นด้วยโปรแกรมเพนต์รีซและทราบจุดศูนย์กลางและรัศมีที่แน่นอน ส่วนรูปที่ 4.8 (ข) คือรูปภาพที่ผ่านการแปลงข้อมูลภาพเป็นเวกเตอร์แล้วและเก็บอยู่ในแฟ้มข้อมูลภาพแบบดีเอ็กซ์เอฟ ซึ่งผ่านการอ่านด้วยโปรแกรมอโต้แคดผลลัพธ์ที่ได้มีข้อแตกต่างจากรูปเดิมดังนี้



(ก)



(ข)

รูปที่ 4.8 รูปวงกลมขนาดต่างๆที่ใช้ในการเปรียบเทียบจุดศูนย์กลางและรัศมี

(วาดและพิมพ์ด้วยความคมชัด 96 จุดต่อนิ้ว)

(ก) รูปภาพที่เป็นข้อมูลเข้า

(ข) รูปภาพผลลัพธ์ที่อ่านจากแฟ้มข้อมูลดีเอ็กซ์เอฟ

1. วงกลมด้านในสุด 2 วงจะถูกพิจารณาว่าเกิดจากเส้นตรงมาประกอบกัน เนื่องมาจากวงกลมทั้งสองเป็นวงกลมที่มีขนาดเล็ก เมื่อถูกตัดแบ่งเป็นเส้นย่อยจะได้ว่าเส้นย่อยเป็นเส้นที่มีความโค้งน้อยมากจนมีลักษณะคล้ายเส้นตรง ทำให้เส้นย่อยของวงกลมทั้งสองถูกพิจารณาเป็นเส้นตรง

2. วงกลมที่ 3 และวงกลมที่ 4 นับจากด้านใน จะถูกพิจารณาว่าเกิดจากเส้นตรงและส่วนโค้งของวงกลมมาประกอบกัน เนื่องจากเส้นย่อยบางเส้นของวงกลมมีความโค้งน้อยมากจนถูกพิจารณาว่าเป็นเส้นตรง

3. วงกลมด้านนอกสุด 2 วงจะถูกพิจารณาว่าเกิดจากส่วนโค้งของวงกลมมาประกอบกัน แต่ วงกลมจะถูกตัดแบ่งเป็นเส้นย่อย 8 เส้นและแต่ละเส้นย่อยมีความโค้งมากพอที่จะถูกพิจารณาให้เป็นส่วนโค้งของวงกลม

ตารางที่ 4.2 แสดงจุดศูนย์กลางและรัศมีที่หาได้ของแต่ละส่วนโค้งของวงกลม จะเห็นว่าจุดศูนย์กลางและรัศมีที่หาได้จะมีค่าแตกต่างกันและแตกต่างจากจุดศูนย์กลางและรัศมีจริง ความแตกต่างของจุดศูนย์กลางและรัศมีที่หาได้กับจุดศูนย์กลางและรัศมีจริงมีค่าเฉลี่ยเป็น 0.059972 นิ้ว (ประมาณ 3.84% เมื่อเทียบกับความยาวของรูปภาพ) และ 0.053856 นิ้ว (ประมาณ 3.45% เมื่อเทียบกับความยาวของรูปภาพ) ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของจุดศูนย์กลางและรัศมีที่หาได้กับจุดศูนย์กลางและรัศมีจริงของวงกลมแต่ละวง พบว่าความแตกต่างเฉลี่ยของแต่ละวงกลมมีค่าใกล้เคียงกัน แสดงว่าขนาดของวงกลม (รัศมี) ไม่มีผลต่อการหาจุดศูนย์กลางและรัศมี

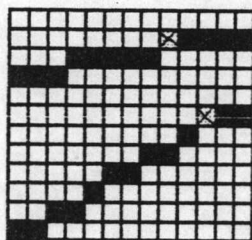
สาเหตุที่ทำให้จุดศูนย์กลางและรัศมีที่หาได้แตกต่างจากจุดศูนย์กลางและรัศมีจริง เนื่องมาจากส่วนโค้งของวงกลมมีขนาดเล็ก จุดศูนย์กลางและรัศมีที่หาได้จึงแตกต่างจากจุดศูนย์กลางและรัศมีจริง แต่ละส่วนโค้งของวงกลมที่วาดจากจุดศูนย์กลางและรัศมีที่หาได้จะใกล้เคียงกับส่วนโค้งของวงกลมจริง

4.3.11 เส้นตรงที่มีความชันระหว่าง 0 ถึง 1 และเป็นเส้นตรงที่ไม่มีวัตถุอื่นมาเชื่อมต่อ ตัวอย่างเช่น รูปที่ 4.9 (ข) จะได้ผลลัพธ์เป็นเส้นตรงหลายๆเส้นเสมอ เนื่องมาจากการหาจุดเริ่มต้นของเส้นย่อยจะเริ่มตรวจหาจากทางด้านซ้ายมายังด้านขวาและจากด้านบนมายังด้านล่าง จุดเริ่มต้นของเส้นย่อยของเส้นตรงที่มีความชันระหว่าง 0 ถึง 1 จึงเป็นจุดบนเส้นตรง ไม่ใช่จุดปลายของเส้นตรง เส้นตรงชนิดนี้จึงถูกแบ่งออกเป็นเส้นย่อยหลายเส้น

รูปที่ 4.9 (ก) เป็นตัวอย่างของเส้นตรงที่มีความชันระหว่าง 0 ถึง 1 จุดสีอ่อนคือจุดเริ่มต้นของเส้นย่อย จะเห็นได้ว่าจุดเริ่มต้นของเส้นย่อยไม่ใช่จุดปลายของเส้นตรง จึงทำให้เส้นตรงถูกแบ่งออกเป็นเส้นตรงหลายเส้น

ตารางที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบจุดศูนย์กลางและรัศมี (หน่วยเป็นนิ้ว)

จุดศูนย์กลางที่แท้จริง		จุดศูนย์กลางที่ทำได้		ความแตกต่าง	รัศมีที่แท้จริง	รัศมีที่ทำได้	ความแตกต่าง
X	Y	X	Y				
0.78125	0.78125	0.760417	0.833333	0.056095	0.5625	0.513067	0.049433
0.78125	0.78125	0.697917	0.802083	0.085898	0.5625	0.486359	0.076141
0.78125	0.78125	0.71875	0.770833	0.063362	0.5625	0.502705	0.059795
0.78125	0.78125	0.739583	0.71875	0.075116	0.5625	0.480185	0.082315
0.78125	0.78125	0.791667	0.75	0.03294	0.5625	0.515599	0.046901
0.78125	0.78125	0.864583	0.770833	0.083982	0.5625	0.478827	0.083673
0.78125	0.78125	0.8125	0.8125	0.044194	0.5625	0.514229	0.048271
0.78125	0.78125	0.78125	0.864583	0.083333	0.5625	0.493557	0.068943
0.78125	0.78125	0.75	0.822917	0.052083	0.354167	0.417837	0.06367
0.78125	0.78125	0.739583	0.791667	0.042949	0.354167	0.420426	0.066259
0.78125	0.78125	0.65625	0.739583	0.131762	0.354167	0.333496	0.020671
0.78125	0.78125	0.729167	0.708333	0.089608	0.354167	0.361595	0.007428
0.78125	0.78125	0.822917	0.71875	0.075116	0.354167	0.3763	0.022133
0.78125	0.78125	0.822917	0.78125	0.041667	0.354167	0.412742	0.058575
0.78125	0.78125	0.791667	0.8125	0.03294	0.354167	0.430247	0.076081
0.78125	0.78125	0.770833	0.822917	0.042949	0.354167	0.427464	0.073298
0.78125	0.78125	0.78125	0.78125	0	0.25	0.354779	0.104779
0.78125	0.78125	0.677083	0.75	0.108753	0.25	0.250217	0.000217
0.78125	0.78125	0.770833	0.770833	0.014731	0.25	0.332192	0.082192
0.78125	0.78125	0.822917	0.697917	0.093169	0.25	0.250867	0.000867
0.78125	0.78125	0.791667	0.78125	0.010417	0.25	0.332192	0.082192
0.78125	0.78125	0.864583	0.84375	0.104167	0.25	0.250217	0.000217
0.78125	0.78125	0.78125	0.833333	0.052083	0.25	0.309359	0.059359
0.78125	0.78125	0.729167	0.802083	0.056095	0.145833	0.19901	0.053177
0.78125	0.78125	0.75	0.739583	0.052083	0.145833	0.191508	0.045675
0.78125	0.78125	0.822917	0.78125	0.041667	0.145833	0.206765	0.060932
0.78125	0.78125	0.78125	0.833333	0.052083	0.145833	0.206765	0.060932



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 4.9 แสดงเส้นตรงที่มีความชันระหว่าง 0 ถึง 1

(ก) จุดภาพสีอ่อนคือจุดภาพเริ่มต้นของเส้นย่อย

(ข) รูปที่ใช้เป็นข้อมูลเข้า (ค) ผลลัพธ์ที่ได้

(วาดและพิมพ์ด้วยความคมชัด 96 จุดต่อนิ้ว)