การจดจำโลจิกเกท

LOGIC GATE RECOGNITION

นาย โกวิทย์ สุรวัฒน์ปัญญา 34162103

นาย ทอ๊ป ชัยพงษ์ 34162113

นาย ทวีศักดิ์ แซ่เตียว 34162154

อาจารย์ที่ปรึกษา

อ.เกษตร์ ศิริสันติสัมฤทธิ์

Advisor

Master.Kaset Sirisantisamrid

ปริญญานิพนธ์สำหรับปริญญาอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม

ภาควิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2535

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

032550

ภาควิชา เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

สาขา เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การจดจำโลจิกเกท

Logic Gate Recognition

ผู้จัดทำ

นาย โกวิทย์ สุรวัฒน์ปัญญา 34162103

นาย ทอ๊ป ชัยพงษ์ 34162113

นาย ทวีศักดิ์ แซ่เตียว 34162154

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ เกษตร์ ศิริสันติสัมฤทธิ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

032550

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การจดจำโลจิกเกท	
นักศึกษา	นาย โกวิทย์ สุรวัฒน์ปัญญา	34162103
	นาย ทอ้ป ชัยพงษ์	34162113
	นาย ทวีศักดิ์ แซ่เตียว	34162154
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ เกษตร์ ศิริสันติสัมฤทธิ์	
ระดับการศึกษา	อุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต ทางเทคโนโลยี	
	การวัดคุมทางอุตสาหกรรม	
ปีการศึกษา	2535	

บทคัดย่อ

การจดจำโลจิกเกท โดยใช้ขบวนการของการประมวลผลภาพ เป็นวิธีการนำภาพมาตรวจสอบ เพื่อหารูปแบบของวงจรเกท และสร้างวงจรเกทมาตราฐานขึ้นมา ด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งก็จะทำให้การออกแบบวงจรเกท มีความสะดวกรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพมากขึ้น

เป้าหมายของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ใช้วิธีการตรวจสอบ โดยให้โปรแกรมตรวจสอบรูปแบบของวงจรเกท และสร้างวงจรเกทมาตราฐานเอง โดยเราเพียงแต่ออกแบบวงจรเกท และใช้สแกนเนอร์บันทึกภาพของวงจรเกทนี้ จากนั้นโปรแกรมจะเป็นตัวจัดการ โดยโปรแกรมจะตรวจสอบ จำนวนและตำแหน่งของเกทในวงจรเกท รวมทั้งตรวจสอบลายเส้นว่ามีการลากเชื่อมต่อกันที่ตำแหน่งไหน จากนั้นก็สร้างวงจรเกทมาตราฐานขึ้นมาโดย มีลักษณะการต่อเหมือนเดิมทุกประการ แต่ในส่วนของโปรแกรมยังมีข้อจำกัด คือการวิเคราะห์เกทสามารถวิเคราะห์ได้เพียง 5 ตัวคือ and gate, or gate, nor gate, nand gate และ inverter การพัฒนาเพิ่มในส่วนของเกทตัวอื่น ๆ สามารถที่จะนำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ไปใช้เป็นแนวทางได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Logic Gate Recognition		
Name	Kowit	Surawatpunya	34162103
	Top	Chaipong	34162113
	Taweesak	Zataew	34162154
Thesis Advisor	Kaset Sirisantisamrid		
Level of study	Bachelor's Degree of Computer Tecchnology		
	Instrument Department		
Academic Year	1991		

Abstract

Gate recognition using the image processing is an Inspection method to fine form logic gate circuit and building standard logic gate circuit with computer. This method is us to increase efficientcy and fast in part of design logic gate circuit.

The objectives of this thisis uses inspection by program will inspect form logic gate circuit and building standard logic gate circuit with it self.

Logic gate writen by manual and sanner used for record data, line,position,number of logic gate,thatis supporting logic gate circuit which manage and Inspect by solfware, and then,a new standard logic gate was built. by limit of program,therefor,special, and gate,or gate,nand gate,nor gate,not gate can by analyze.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ

Abstract

บทที่ 1. บทนำ..... 1

บทที่ 2. การหาขอบด้านในและด้านนอกของภาพ..... 3

บทที่ 3. การแยกเกทออกจากวงจร..... 6

บทที่ 4. ตรวจสอบตัวที่สงสัยว่าเป็นเกท..... 10

บทที่ 5. การวิเคราะห์ลายเส้น..... 24

บทที่ 6. ผลการทดลอง..... 27

บทที่ 7. สรุปผลการทำงานและการทดลอง..... 30

กิตติกรรมประกาศ..... 32

เอกสารอ้างอิง..... 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ปัจจุบันวิธีการประมวลผลภาพ (Image Processing)ได้มีการนำมาใช้ในการประมวลผลภาพต่าง ๆ กันอย่างแพร่หลาย เช่น การจดจำลายนิ้วมือ การจดจำลายมือเขียน การประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียมเป็นต้น ซึ่งโครงงานนี้ก็ได้นำหลักการมาประยุกต์ใช้ เพื่อที่จะทำการสร้างวงจรเกทมาตราฐาน ให้มีลักษณะของวงจรเหมือนเดิม

สิ่งที่ควรจะรู้ เกี่ยวกับการประมวลผลภาพ

1. ความหมายของอิมเมจ (Image Representation)

ถ้าเราพิจารณาจากจุดที่ง่ายที่สุด เราสามารถให้คำจำกัดความของ อิมเมจ (Image) ได้ว่าเป็นฟังก์ชั่น 2 มิติโดยที่ค่าของฟังก์ชั่น f(x,y) ที่โคออร์ดิเนต (x,y) ในระนาบ x-y เป็นตัวกำหนดค่าความสว่าง (light intensity)

ข้อมูลภาพเชิงตัวเลข (Digital Image) คือ อิมเมจ ซึ่งถูกประมาณค่าใน 2ทิศทาง

- การแบ่งจำนวนช่อง (Spatial Digitization) บางครั้งจะหมายถึงการสุ่มตัวอย่างของค่าอิมเมจ (Image sampling) ซึ่งก็คือ การแบ่งฟังก์อิมเมจที่ต่อเนื่อง หรือภาพโด ๆ ออกเป็นส่วนเล็ก ๆ ทั้งหมด N*N ภาพ เรียกว่าส่วนย่อยของภาพ (Picture Element) หรือ พิกเซล (Pixel)

- การแบ่งระดับ (Amplitude Digitization) แต่ละพิกเซลใน อาเรย์จะต้องเข้ารหัส ค่าความส่วางเฉพาะจุด (Local Image Intensition) และค่าระดับความส่วาง (Image Intensity Level) จะถูกเรียกว่าระดับสีเทา (Gray Level) และพิกัดสูงสุดที่เป็นไปได้ของ ระดับความส่วาง คือ อัตราสีเทา (Gray Scale) สำหรับพิกเซลใด ๆ ในอาเรย์ N*N จะมีระดับความส่วาง (g) ซึ่งกำหนดโดย

$$0 <= g <= 2^{I} - 1$$

โดยที่ I คือ จำนวนบิทที่เราใช้งานในการแทนค่าอิมเมจ

2. ข้อมูลภาพแบบสองระดับ (Binarized Image)

เป็นกรณีพิเศษของการแบ่งระดับ (Amplitude Digitization) ที่เกิดขึ้นเมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราสีเทา (Gray code) จะประกอบไปด้วย 2 ระดับที่เป็นไปได้เท่านั้น ภาพที่ออกมาจึงมีเพียง ดำ และ ขาว เท่านั้น ทำได้โดยการกำหนดค่า เทรดโฮลด์ (Theshold)และพิจารณาค่าความสว่าง (Intensity Valve) f(x,y) ที่จุดนั้น

สำหรับโครงงานนี้ก็ได้นำเอาหลัก การประมวลผลภาพมาใช้ ในการวิเคราะห์วงจรเกท ว่าในวงจรนั้นประกอบไปด้วยเกทอะไรบ้าง และมีการเชื่อมต่อวงจรอย่างไร และนำผลที่วิเคราะห์ได้ไปสร้างวงจรเกทมาตราฐานให้มีลักษณะเหมือนวงจรเดิมทุกประการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
การหาขอบด้านในและด้านนอกของภาพ

การทำในขั้นตอนนี้ก็เพื่อที่จะให้ภาพนั้นเหลือเฉพาะขอบภาพ ทั้งด้านในและด้านนอก หรือเป็นการกำจัดส่วนที่เป็นเนื้อของภาพออก ให้เหลือเฉพาะขอบใน และนอกเท่านั้น เพื่อที่จะนำภาพนั้นมาทำการแยกส่วนที่เป็น gate และส่วนที่เป็นลายเส้น ออกจากกัน ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1

หาตำแหน่งที่จะเริ่มทำการทดสอบ (ตำแหน่งที่มีค่าเป็น "1" หรือส่วนที่เป็นเนื้อของวัตถุ) โดยทำการกวาดจุดภาพจากซ้ายไปขวาและบนลงล่าง

ขั้นตอนที่ 2

เมื่อผ่านขั้นตอนที่ 1 แล้ว ก็จะได้จุดภาพที่จะเริ่มพิจารณา การพิจารณาก็จะทำโดยการวางทาบตารางหน้าต่างลงบนจุดนั้น จากนั้นตรวจสอบตำแหน่ง P0+P1+P2+P3+P4+P5+P6+P7+P8+P9 = 8 หรือไม่ (ทุกจุดมีค่าเป็น "1")

P3	P2	P1
P4	Px	P0
P5	P6	P7

รูปที่ 2.0 ลักษณะของตารางหน้าต่างที่จะนำมาใช้ในการพิจารณา

ถ้ามีค่าเท่ากับ 8 ให้เปลี่ยนค่าจุดที่พิจารณานั้น (หรือจุด Px ตามรูปที่ 2) ให้ค่าเป็น 0 แต่ถ้าไม่เท่ากับ 8 ให้คงค่าที่จุดนั้นไว้ ในการพิจารณาให้ทำโดยตลอดทั้งภาพ เพื่อไม่ให้โครงสร้างข้อมูลเปลี่ยนแปลง จะทำการเปลี่ยน (Px) ให้เป็น 0 ก็ต่อเมื่อได้ทำการกวาดจุดภาพ ตลอดทั้งภาพแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 3

เมื่อผ่านขั้นตอนที่สองแล้วภาพที่ได้ก็เหลือแต่ขอบนอกและขอบในของภาพ แต่อาจมีในบางส่วนของส่วนของภาพที่ยังไม่เป็นขอบจริง กล่าวคืออาจมีในบางตำแหน่งของภาพที่มีจุดภาพซ้อนกัน (ซึ่งอาจทำให้เกิดปัญหาในขั้นตอนของการเปลี่ยนค่าของขอบภาพให้เป็น "0") ดังนั้นจึงต้องทำภาพที่ได้มาผ่านขบวนการ skeleton ก่อนเพื่อที่จะให้ภาพนี้เหลือแต่ขอบจริง ๆ

ขั้นตอนการทำ skeleton

จากรูปที่ 2.0 Px คือจุดที่เราจะพิจารณาว่าจะให้คงอยู่หรือจะกำจัดออก

1. $2 < N(Px) < 6$

เป็นการตรวจสอบว่าตำแหน่ง P0+P1+P2+P3+P4+P5+P6+P7 อยู่ในช่วง $2 < N(P1) < 6$ หรือไม่

2. $S(P1) = 1$

S(P1) คือจำนวนของจุดที่เปลี่ยนแปลงจาก 0 --> 1 โดยตรวจสอบเรียงไปตามลำดับ

3. P2.P4.P6 = 0 (. คือการคูณ หรือการ AND)

4. P0.P6.P4 = 0

การพิจารณาว่าจะตัดจุด Px ออกหรือจะให้คงอยู่นั้น จะต้องตรวจสอบจากเงื่อนไขทั้ง 4 ข้อ คือถ้าเงื่อนไขทั้ง 4 เป็นจริงในทุกกรณีให้กำจัดจุด Px ออกแต่ถ้าไม่เป็นจริงแม้ในกรณีใดกรณีหนึ่ง ให้คงจุด Px นี้เอาไว้

*หมายเหตุ การที่จะกำจัดจุด Px ออกนั้น จะต้องทำรายหลังจากทำการตรวจสอบเสร็จสิ้นตลอดทั้งภาพแล้วเท่านั้น

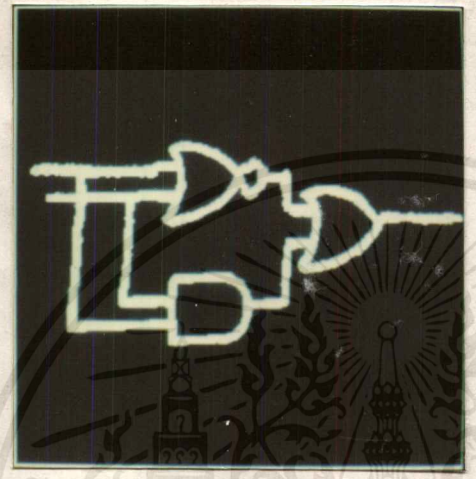
จาก Step แรก (1 --> 4) นี้ให้เอาผลที่ได้ (จากการ Delete แล้ว) มาเข้าสู่การทำงานใน Step ที่ 2 ซึ่งหลักการทำงานเหมือนกับใน Step แรกเพียงแต่ในข้อ(3) และข้อ (4) เปลี่ยนแปลงเป็น

5. P2.P0.P4 = 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

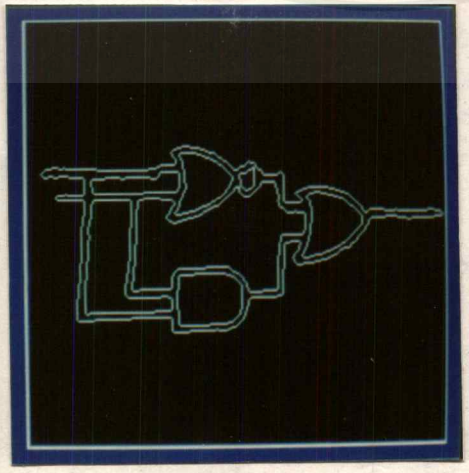
6. P2.P6.P4 = 0

*หมายเหตุ เช่นเดียวกับใน Step แรก การจะกำจัดจุด (Delete flag) ต้องทำหลังจากตรวจสอบแล้วทั้งภาพ การที่จะทำให้ได้ถึงจุดสุดท้าย จะต้องวนลูปจาก Step1 --> Step2 แล้วกลับมายัง Step 1 ใหม่ในลักษณะนี้เรื่อยไปจนกว่าภาพที่จะนำมาตรวจสอบกับภาพหลัง การตรวจสอบแล้วมีค่าเท่ากันทั้งภาพ



รูปที่ 2.1 แสดงภาพที่ได้จาก scanner

รูปที่ 2.2 แสดงภาพที่ผ่านขั้นตอนการกำส่วนที่เป็นเนื้อของภาพ



รูปที่ 2.3 แสดงภาพหลังจากผ่านขบวนการทำ Skeleton

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การแยกเกทออกจากวงจร

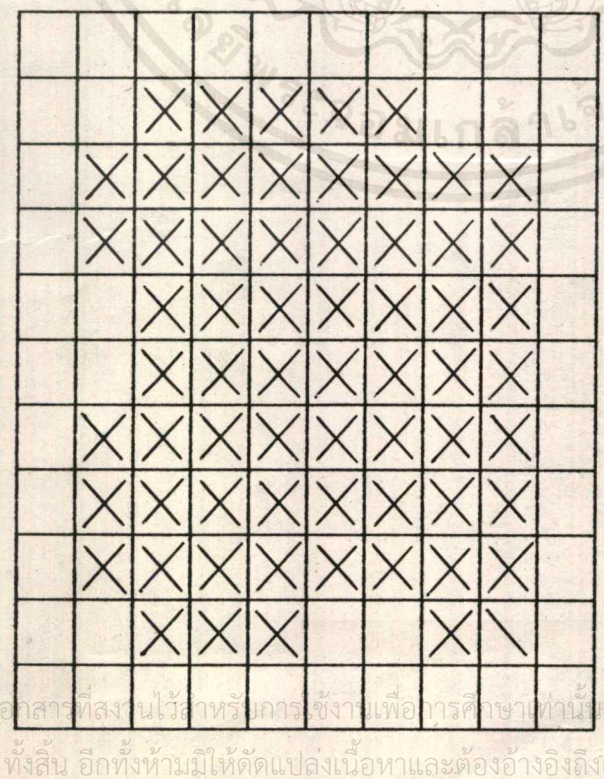
เมื่อผ่านขบวนการหาขอบภาพแล้ว ภาพที่ได้ก็จะมีลักษณะดังรูปที่ 2 ซึ่งถ้าพิจารณาดูก็จะเห็นว่าภาพของวงจร gate จะแบ่งออกเป็น loop หลาย ๆ loop ซึ่งในการพิจารณาแยกเกทออกจากวงจรนี้จะใช้การพิจารณาในแต่ละ loop กล่าวคือถ้า loop ไหนมีจำนวนจุดภาพเกิน 150 จุด หรือน้อยกว่า 100 จุดก็จะเปลี่ยนค่าของจุดภาพloop นั้นให้เป็น "0" แต่ถ้ามีจำนวนจุดภาพอยู่ระหว่าง 100-150 จุด ก็ให้ค่าของจุดภาพ loop นั้น ๆเป็นค่าอื่นที่ไม่ใช่ "0" กับ "1" และวงจร gate ที่ใช้มีข้อจำกัดที่ว่าตัวเกทที่เขียนขึ้นมาจะมีขนาดไม่เกิน 150 จุดภาพ และจะต้องไม่น้อยกว่า 100 จุด รวมทั้งจะต้องไม่มีการขาดวงจร คือ ตัวอุปกรณ์ และลายเส้นที่เชื่อมต่อตัวเกทจะต้องต่อกันไม่มีส่วนที่ขาด ซึ่งมีลำดับขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1

หาตำแหน่งเริ่มต้นของขอบภาพ (จุดที่มีค่าเป็น "1") โดยทำการสแกนจากซ้ายไปขวาจากบนลงล่าง

ขั้นตอนที่ 2

ทำการติดตามขอบภาพนี้โดยกำหนด window 3 * 3 ครอบที่ละจุดไล่ตั้งแต่ต้นจนกลับมาถึงจุดเริ่มต้นของขอบภาพ



รูปที่ 3.0 แสดงตำแหน่งเริ่มต้นของการติดตามขอบภาพ

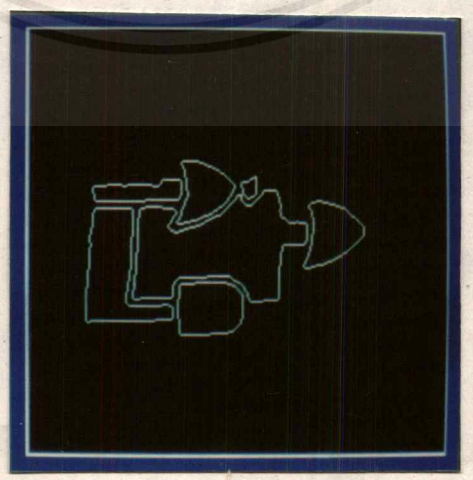
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4 เมื่อพบจุดเริ่มต้นขอบภาพ ก็เริ่มติดตามขอบภาพ โดยใช้ตารางหน้าต่างขนาด 3 * 3 ครอบไล่ไปทีละจุด การพิจารณาหาตำแหน่งของจุดภาพจุดต่อไปให้พิจารณาจาก P4,P5,P6,P7,P0,P1,P2,P3 เมื่อพบจุดที่เป็น "1" จุดแรก ก็ให้ใช้จุดภาพจุดนั้นเป็นจุดของขอบภาพจุดต่อไป จากนั้นก็ให้ครอบตารางหน้าต่างลงในตำแหน่งนั้น และเริ่มพิจารณาการหาจุดภาพจุดต่อไป ทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะถึงตำแหน่ง เริ่มต้นของขอบภาพและเมื่อได้ตำแหน่งของขอบภาพในแต่ละจุดให้เปลี่ยนค่าของขอบภาพแต่ละจุดให้เปลี่ยนค่าของขอบภาพนี้เป็นค่าอื่นที่ไม่ใช่ "0" และ "1" (และค่าที่เปลี่ยนไปในแต่ละ loop จะต้องมีค่าที่แตกต่างกัน) ในการติดตามขอบภาพนี้ให้ทำการนับจำนวนจุดภาพ ของขอบภาพควบคู่ไปด้วยเมื่อติดตามขอบภาพจนถึงตำแหน่งเริ่มต้นของขอบภาพนั้น ๆ ให้เช็คจำนวนจุดภาพที่นับได้ถ้าจำนวนจุดภาพ ที่นับได้มีค่าอยู่ในระหว่าง 100 - 150 จุดก็ให้คงค่าของขอบภาพนั้น ๆ ไว้แต่ถ้าจำนวนจุดภาพที่นับได้มีค่ามากกว่า 150 หรือน้อยกว่า 100 จุดก็ให้เปลี่ยนค่าของขอบภาพนั้น ๆ เป็น "0"

ขั้นตอนที่ 3

ให้ทำตามขั้นตอนที่ 1 และ 2 ต่อไปจนหมดทุก loop ของวงจร ในการเปลี่ยนค่าของขอบภาพแต่ละ loop จะต้องให้ค่าที่แตกต่างกันไป (ในที่นี้จะให้ค่าโดยเริ่มจาก 2ไปเรื่อย ๆ ตามจำนวน loop ที่มี)

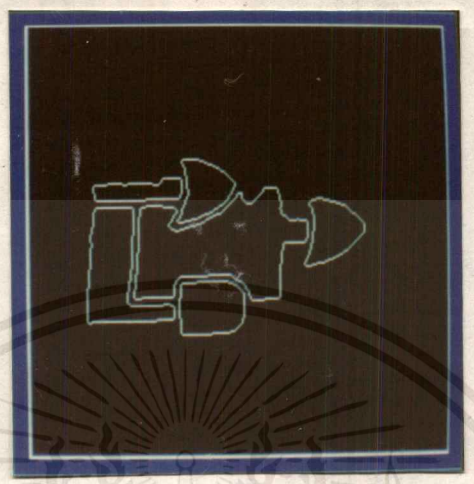
ขั้นตอนในการแยกเกทออกจากวงจรทั้งหมดสามารถแสดงได้ดังนี้



รูปที่ 3.1 แสดงผลของการพิจารณา loop ที่หนึ่ง

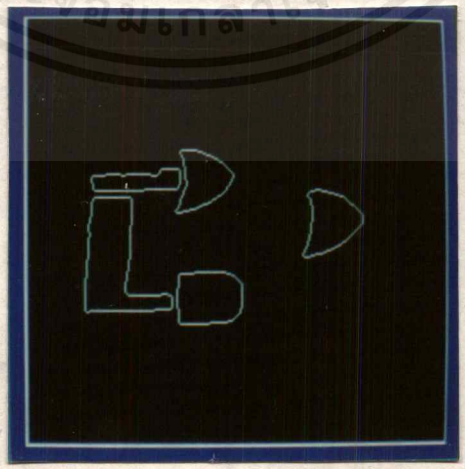
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.1เป็นผลของการพิจารณา loop แรกของวงจรเกท ซึ่งจากรูปจะเห็นว่า loop นี้จะถูกกำจัดออก หรือถูกเปลี่ยนให้มีค่าเป็น "0" เนื่องจากว่าจำนวน จุดภาพของ loop นี้มีค่ามากกว่า 150 จุด



รูปที่ 3.2 แสดงผลของการพิจารณา loop ที่สอง และสาม

จากรูปที่ 3.2 เป็นผลของการพิจารณา loop ที่สอง และสามของวงจร ซึ่งจะเห็นว่า loop ที่สองเป็น loop ของตัว gate ซึ่งมีจำนวนจุดภาพอยู่ในระหว่าง 100 - 150 ดังนั้น loop นี้จะยังคงอยู่และมีค่าของจุดภาพโดยรอบเป็น "3" ส่วนใน loop ที่สามจะเป็นส่วนหัวของตัว gate ซึ่งมีจำนวนจุดภาพโดยรอบน้อยกว่า 100 จุดภาพดังนั้นในloop นี้จึงถูกเปลี่ยนให้มีค่าเป็น "0"

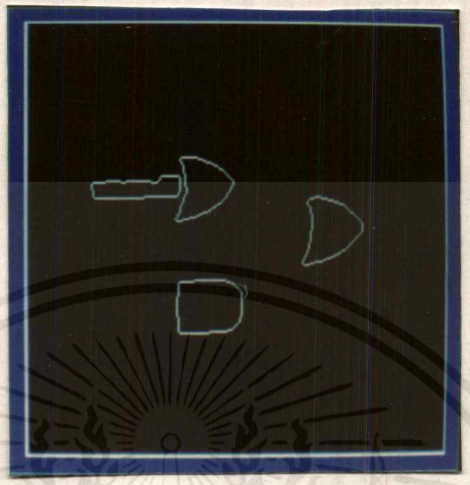


รูปที่ 3.3 แสดงผลของการพิจารณา loop ที่สี่ และห้า

จากรูปที่ 3.3เป็นผลของการพิจารณา loop ที่สี่ของวงจร ซึ่งจะเห็นว่า loopที่สี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นี้ไม่ใช่ตัว gate แต่ว่าจะไม่ถูกกำจัดออกไปเนื่องจากว่ามีจำนวนจุดภาพอยู่ในระหว่าง150 จุด และมีค่าของจุดภาพโดยรอบเป็น "5" ส่วนใน loop ที่ห้าจะถูกเปลี่ยนค่าให้เป็น "0" เนื่องจากมีจำนวนจุดภาพเกิน 150 จุด



รูปที่ 3.4 แสดงผลของการพิจารณา loop ที่หก และเจ็ด

รูปที่ 3.4 เป็นผลของการพิจารณา loop ที่หก และเจ็ดของวงจร ซึ่ง loop ที่หกจะไม่ถูกกำจัดออกเนื่องจากเป็น loop ของตัวเกท แต่ใน loop ที่เจ็ดจะถูกกำจัดออกเนื่องจากมีจำนวนจุดภาพเกิน 150 จุด

รูปที่ 3.5 แสดงผลของการพิจารณา loop ที่แปด

รูปที่ 3.5 เป็นผลของการพิจารณา loop ที่แปดของวงจร ซึ่ง loop นี้เป็น loop ของตัวเกท ซึ่งมีจำนวนจุดภาพอยู่ในช่วง 150 จุด ดังนั้น loop นี้จะไม่ถูกกำจัดออกไป และจะมีค่าของจุดภาพโดยรอบเป็น "9"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

032550

บทที่ 4
ตรวจสอบตัวที่สงสัยว่าเป็นเกท

เมื่อผ่านขบวนการแยกเกทออกจากวงจรแล้ว ภาพที่ได้ก็จะเหลือเฉพาะส่วนที่เป็นตัว gate และในบางส่วนที่ไม่ใช่ gate แต่มีจำนวนจุดภาพอยู่ในช่วง 150 จุด และในแต่ละ loop ของภาพ จะมีค่าที่แตกต่างกันไป (ซึ่งเป็นผลจากการให้ค่าในขั้นตอนของการแยกเกทออกจากวงจร) ขั้นตอนในการตรวจสอบตัวที่สงสัยว่าเป็น gate มีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1

หาขอบเขตของ loop แต่ละ loop โดยให้ทำการกวาดจุดภาพ จากบนลงล่างซ้ายไปขวาเพื่อหาตำแหน่งของส่วนที่เป็นขอบของ gate ในการกวาดจะให้ทำการกวาดหาจุดภาพที่มีค่าตั้งแต่ "2" ขึ้นไปเมื่อเจอจุดขอบภาพจุดแรกให้หยุดและเก็บค่าของ x ที่ตำแหน่งนี้ไว้ (เป็นตำแหน่ง x ต่ำสุดของ gate นั้น ๆ) และเปลี่ยนการกวาดจุดภาพในทิศทางอื่นคือ

กวาดจุดภาพจากซ้ายไปขวา และบนลงล่าง เพื่อหาตำแหน่ง y ต่ำสุดของ gate

กวาดจุดภาพจากล่างขึ้นบน และขวาไปซ้าย เพื่อหาตำแหน่ง x สูงสุดของ gate

กวาดจุดภาพจากขวาไปซ้าย และบนลงล่าง เพื่อหาตำแหน่ง y สูงสุดของ gate

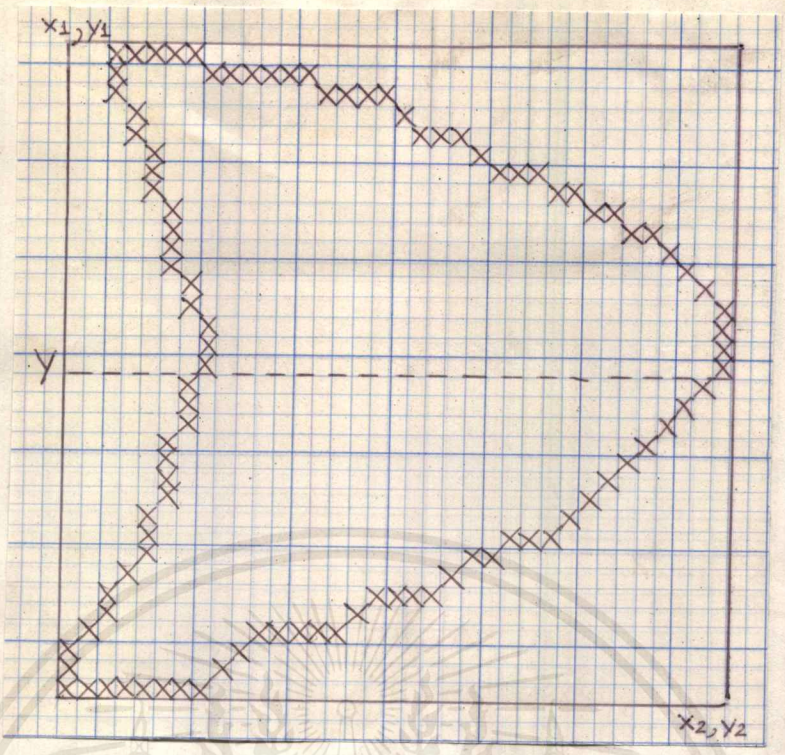
เมื่อกวาดจุดครบทั้ง 4 ด้านก็จะได้ค่าขอบเขตของ gate จากนั้นให้ทำซ้ำขั้นตอนทั้งหมดแต่ให้เปลี่ยนจากการกวาดหาขอบภาพที่มีค่าเป็น 2 เป็นการกวาดหาค่า 3,4,5..ไปเรื่อย ๆ จนครบทุก loop ก็จะได้ขอบเขตของ gate ทุกตัวที่มี

ขั้นตอนที่ 2

เมื่อได้ตำแหน่ง x,y ต่ำสุด และ x,y สูงสุดของ gate แล้วให้แบ่งครึ่ง ทางแนวนอน โดยแบ่งได้จาก

$$(y_{\text{สูงสุด}} - y_{\text{ต่ำสุด}}) / 2$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.0 แสดงการแบ่งครึ่ง gate

จากรูปที่ 4.0 x_1, y_1 คือตำแหน่งของ x,y ต่ำสุด

x_2, y_2 คือตำแหน่งของ x,y สูงสุด

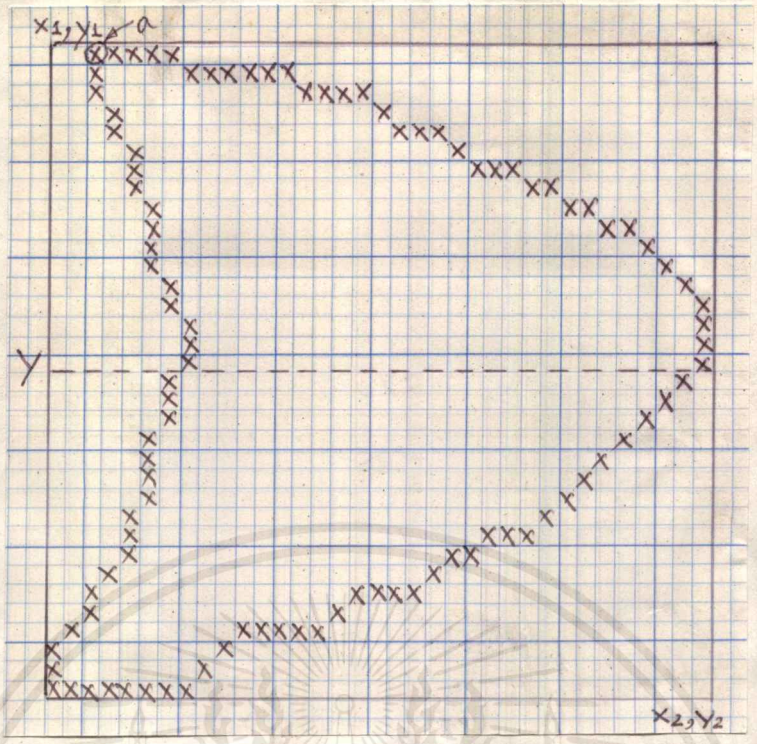
y คือตำแหน่งของ y ที่แบ่ง gate ออกเป็น 2 ส่วน

ขั้นตอนที่ 3

เมื่อแบ่ง gate ออกเป็น 2 ส่วนแล้ว ให้วิเคราะห์ในแต่ละส่วนของ gate (โดยวิเคราะห์ไปทีละส่วน) ซึ่งมีลำดับขั้นในการวิเคราะห์ดังนี้

1. กวาดจุดภาพภายในแต่ละส่วนโดยกวาดจากตำแหน่ง x_1, y_1 ถึงตำแหน่ง x_1, y เพื่อหาส่วนที่เป็นขอบในส่วนท้ายของ gate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

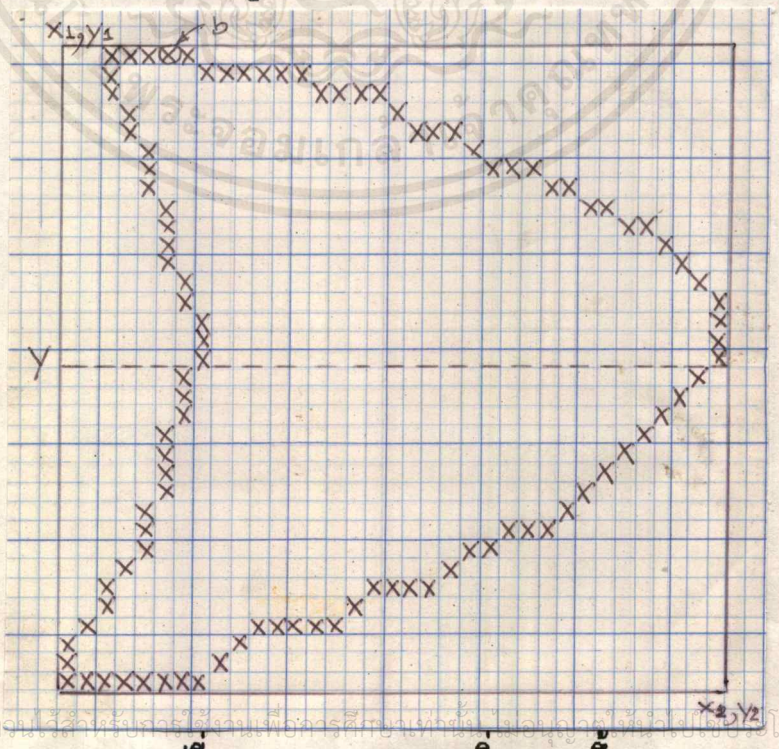


รูปที่ 4.1 แสดงขั้นตอนที่ 3.1

จากรูปที่ 4.1 a คือตำแหน่งที่ได้จากการกวาดจุดภาพตามขั้นตอนที่ 3.1

x_a, y_a คือค่าของ x,y ที่ตำแหน่ง a

2. ให้เพิ่มค่าตำแหน่งของ x_a ขึ้น 3



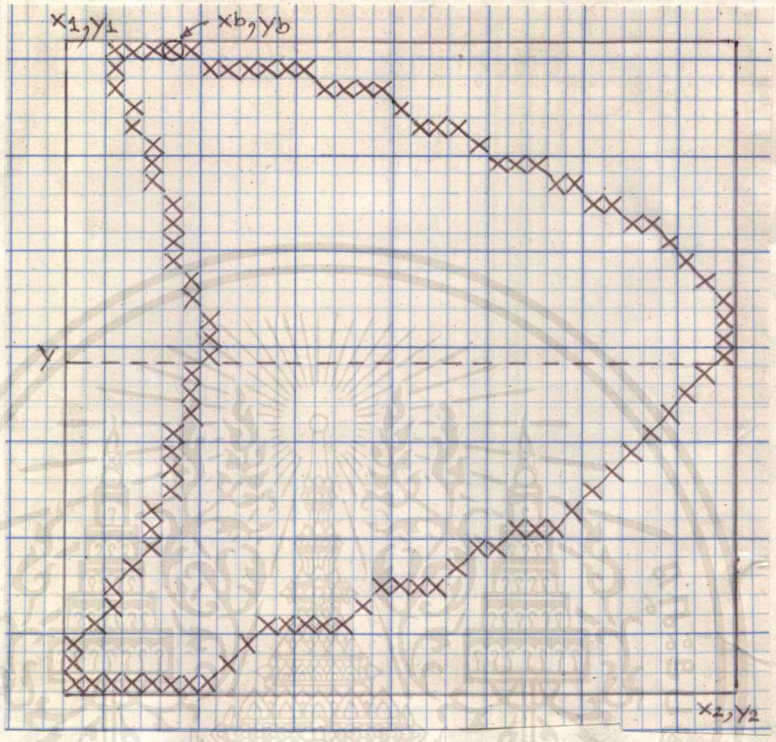
รูปที่ 4.2 แสดงการเพิ่ม x_a ขึ้น 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.2 b คือตำแหน่งที่ได้จากการเพิ่ม Xa ขึ้น 3

x_b คือค่า X ของตำแหน่ง b

3. กวาดจุดภาพจากตำแหน่ง x_b, y_b ในทิศทางจากซ้ายไปขวา เพื่อหาตำแหน่ง b

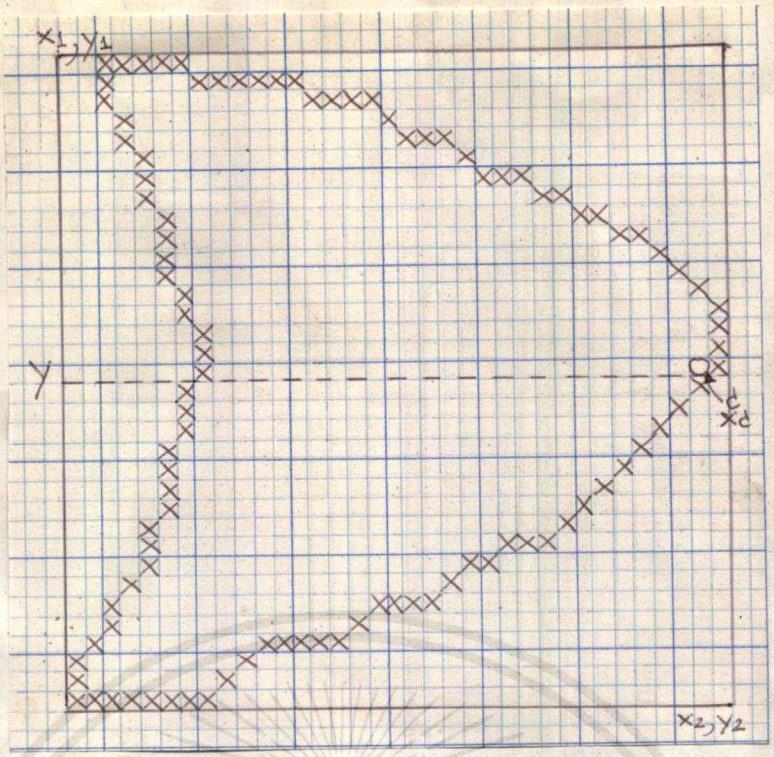


รูปที่ 4.3 แสดงการกวาดหาตำแหน่ง b

จากรูปที่ 4.3 x_b, y_b คือ ค่าของ x,y ที่ตำแหน่ง b

4. ลดค่าตำแหน่งของ X_2 ลงไป 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

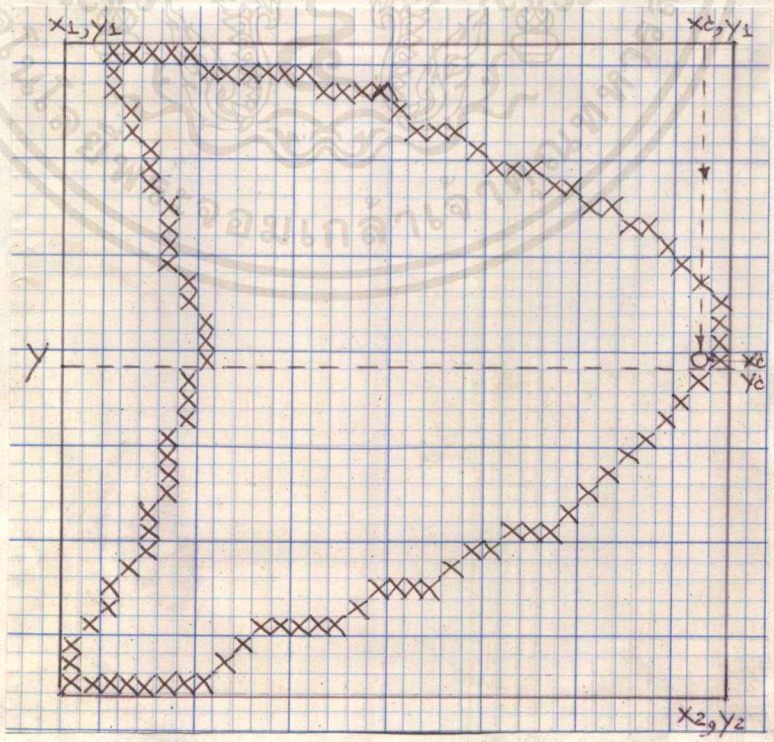


รูปที่ 4.4 แสดงตำแหน่งที่ได้จากการลดค่า x_2

จากรูปที่ 4.4 c คือตำแหน่งที่ได้จากการลด x_2 ลงไป 1

Xc คือค่าของ x ที่ตำแหน่ง c

5. ทำการกวาดภาพจากตำแหน่ง x_c, y_1 ในทิศทางจากบนลงล่างเพื่อหาตำแหน่ง c

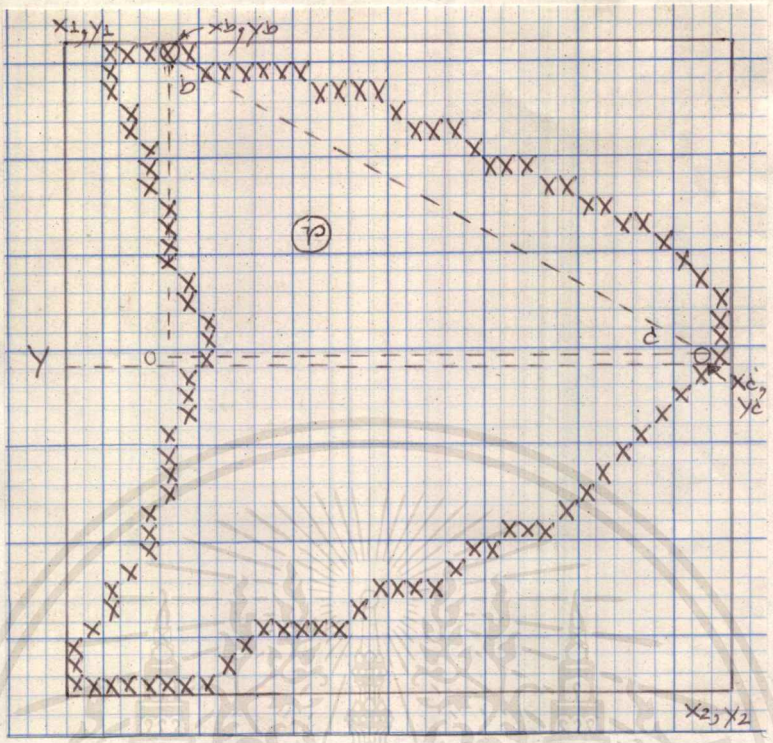


รูปที่ 4.5 แสดงการกวาดภาพจากตำแหน่ง xc,y1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.5 yc คือค่าของ y ที่ตำแหน่ง c

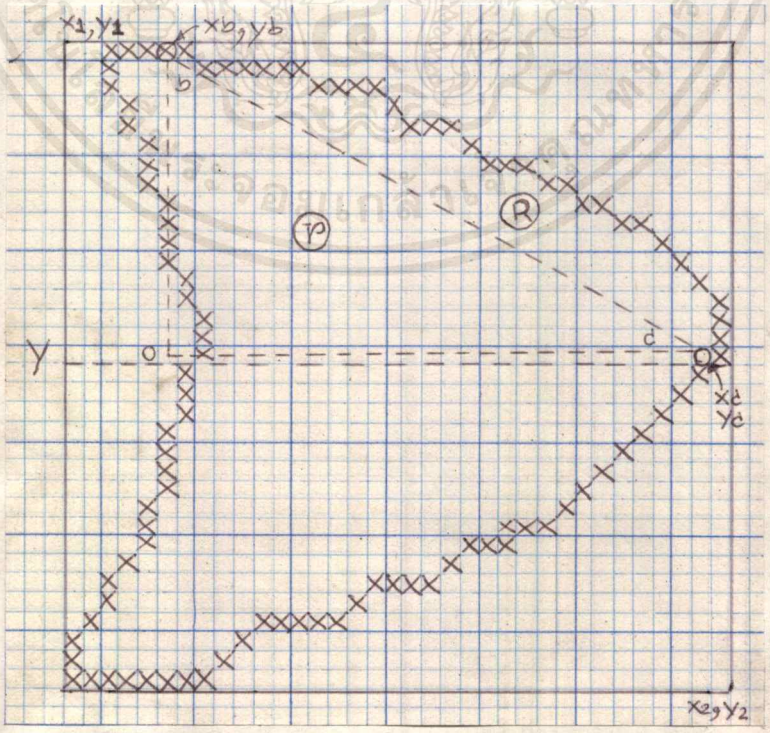
6. หาค่าภายในพื้นที่สามเหลี่ยม obc



รูปที่ 4.6 พื้นที่ภายในสามเหลี่ยม obc ที่ต้องการหา

จากรูปที่ 4.6 r คือพื้นที่ภายในสามเหลี่ยม obc

7. หาพื้นที่ภายใต้โค้ง obc



รูปที่ 4.7 แสดงส่วนที่ต้องการหาพื้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.7 R คือพื้นที่ภายใต้โค้ง obc ที่ต้องการหา

8. หาเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของพื้นที่ R และ r

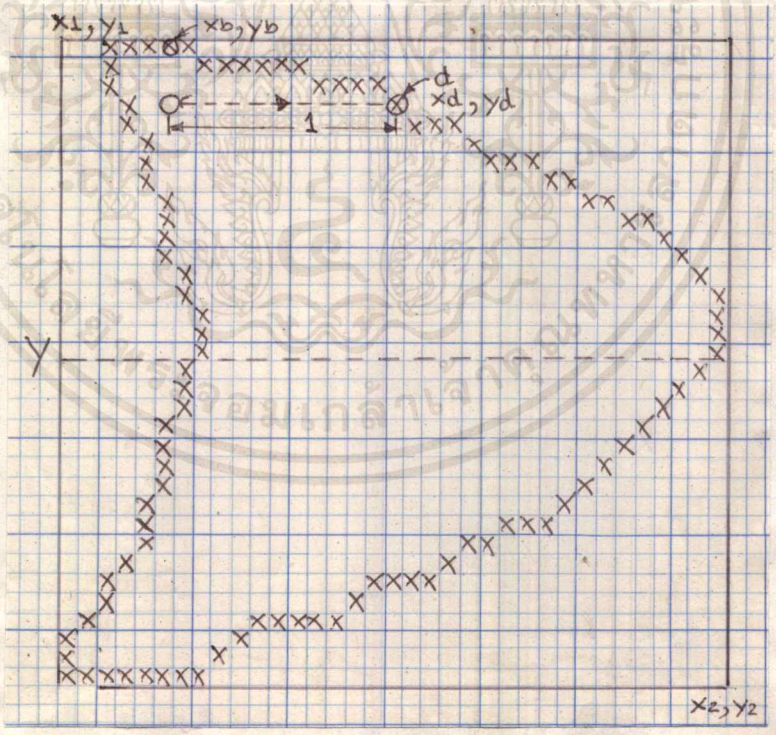
((R - r) * 100) / r = ?

ถ้าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของพื้นที่มีค่าน้อยกว่า 40% ให้ถือว่าเป็นเส้นตรง

ถ้าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของพื้นที่มีค่ามากกว่า 40% ให้ถือว่าเป็นเส้นโค้ง

ถ้าผลจากการหาเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างมีค่ามากกว่า 40% หรือเป็นเส้นโค้งต้องนำมาพิจารณาในขั้นตอนต่อไป

9. จากข้อ 3.8 ถ้าได้ว่าเป็นเส้นโค้ง ให้ทำการหาค่า 1 เทียบกับความยาวของส่วนโค้งโดยค่า 1 หาได้จากการกวาดจุดภาพจากตำแหน่ง $y_b + 3$ ในทิศทางจากซ้ายไปขวาจนถึงตำแหน่งที่เป็นขอบภาพ



รูปที่ 4.8 แสดงระยะของ 1 ที่ต้องการหา

จากรูป 4.8 d เป็นตำแหน่งที่ได้จากการกวาดภาพจากจุด x_b, y_b+3

x_d, y เป็นค่าของ x,y ที่ตำแหน่ง d

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถหาค่า l ได้จาก

$$l = x_d - x_b$$

ความยาวของส่วนโค้งหาได้จาก

ความยาวส่วนโค้ง = $x_c - x_b$

10. หาเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของ l กับความยาวของส่วนโค้ง

เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง = (((xc - x_b) - l) * 100) / l

ถ้าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างมีค่ามากกว่า 70% แสดงว่าเป็นเส้นโค้งของ AND GATE

ถ้าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างมีค่ามากกว่า 70% แสดงว่าเป็นเส้นโค้งของ OR GATE

11. ทำซ้ำตั้งแต่ขั้นตอนแรกกับทั้งสามด้านของ gate ซึ่งเมื่อทำครบทั้งสามด้านก็สามารถแยก and gate, or gate และ inverter ออกจากกันได้ โดยอาศัยคุณสมบัติที่แตกต่างกันเป็นตัวแยกแยะ กล่าวคือ

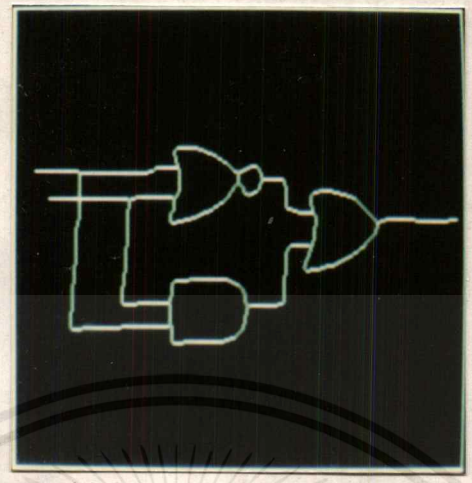
OR GATE	ประกอบด้วยเส้นโค้ง	3	เส้น			
AND GATE	ประกอบด้วยเส้นโค้ง	2	เส้น	เส้นตรง	1	เส้น
INVERTER	ประกอบด้วยเส้นตรง	3	เส้น			

ขั้นตอนที่ 4

เมื่อสามารถแยก and gate, or gate และ inverter ได้แล้วขั้นต่อไปก็จะทำการวิเคราะห์ nand gate และ nor gate ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. โหลดภาพ gate จาก file แล้วมาเข้าขบวนการ skeleton เพื่อให้เหลือโครงสร้างของวงจร gate เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



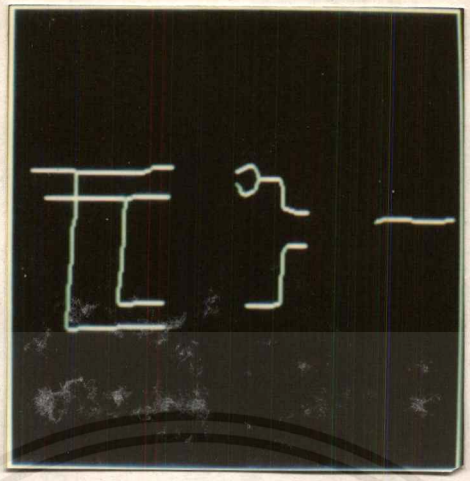
รูปที่ 4.9 แสดงภาพหลังจากผ่านขบานการ skeleton

2. ทำการตัดเกทออกจากวงจร เพื่อให้เหลือเฉพาะลายเส้น ซึ่งจะมีอยู่สองขั้นตอน คือ

2.1 หาจุดกึ่งกลาง gate โดยหาจากขอบเขตของ gate ซึ่งได้จากขั้นตอนที่แล้ว พร้อมกับทำการสร้าง gate มาตราฐาน โดยใช้จุดกึ่งกลางที่ได้เป็นตำแหน่งอ้างอิง

2.2 ตัดเกทออกจากวงจรโดยเริ่มสแกนจากจุดกึ่งกลางของ gate ไปทางขวาจนเจอขอบของ gate ให้หยุดการสแกน และทำการติดตามขอบภาพโดยรอบตัวเกท พร้อมกับเปลี่ยนค่าขอบของ gate ให้เป็น "0" ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 แสดงการตัดเกทออกจากวงจร

ขั้นตอนของการติดตามขอบภาพ

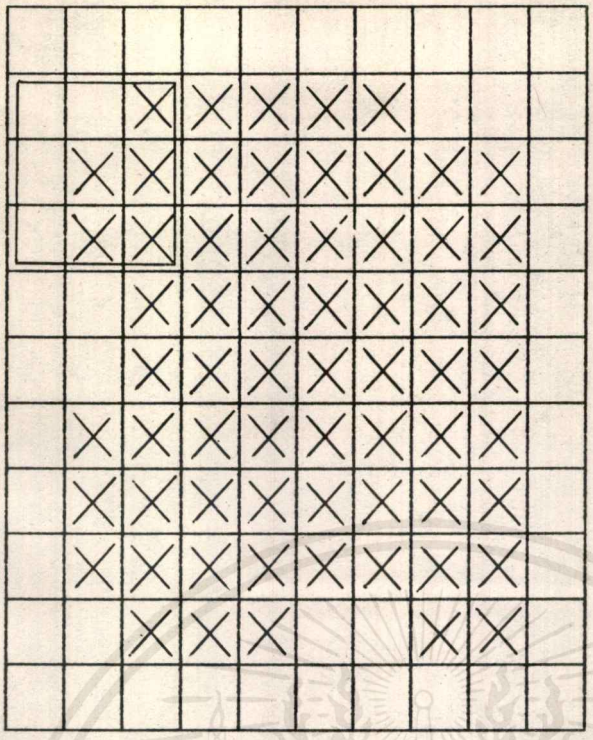
ขั้นตอนที่ 1

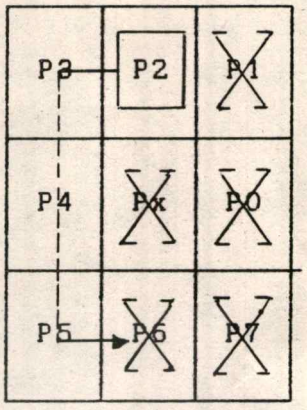
จะต้องหาจุดขอบของภาพวัตถุที่ต้องการจุพิจารณาเสียก่อน ซึ่งในขั้นตอนนี้จะหา โดยการสแกนจากจุดกึ่งกลางของ gate ไปทางขวาจนเจอขอบของ gate และให้ตำแหน่งนั้นเป็นตำแหน่งแรกที่จะพิจารณา

ขั้นตอนที่ 2

หาตำแหน่งเริ่มต้นในการกวาดจุดภาพภายในตารางหน้าต่างที่เหมาะสม โดยเราจะใช้จุดก่อนจุดขอบของวัตถุแรก (ในขั้นตอนที่ 1) 1 ตำแหน่งดังนี้แสดงในรูปที่ 17 เป็นจุดเริ่มของการกวาดภายในตารางหน้าต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





$P_f = P_3$ = ตำแหน่งเริ่มต้นของการตรวจสอบ

รูปที่ 4.13 แสดงตำแหน่งเริ่มต้นที่หาได้จากสูตร $P_f = P_{contour} + 1$ หรือเปิดจากตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เป็นตารางการหาตำแหน่งเริ่มต้น การกวาดจุดภาพภายใน ตารางหน้าต่างที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากจุดขอบปัจจุบัน ในขั้นตอนที่ 3 และตารางนี้ใช้ได้เฉพาะการกวาดภายในตารางหน้าต่าง ที่มีทิศทางทวนเข็มเท่านั้น

3. ทำการกวาดภาพเพื่อหาตำแหน่งของจุดภาพที่เป็นจุดปลาย และจุดแยกโดยใช้ตารางหน้าต่างครอบไล่ไปที่ละจุด เมื่อเจอจุดปลายก็ให้ค่าที่ตำแหน่งนั้นเป็น"2" และตำแหน่งที่เป็นจุดแยกก็ให้ค่าเป็น "13"กรณีที่เป็นจุดแยกจะต้องให้ค่าโดยรอบจุดภาพที่เป็นจุดแยกนั้นด้วย (ทั้งนี้ก็เพื่อให้ทิศทางในการลากเส้นในขั้นตอนของการวิเคราะห์ลายเส้น)

18	17	16
19	Px	15
20	21	22

รูปที่ 4.14 การให้ค่าโดยรอบจุดแยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะของจุดปลายและจุดแยก

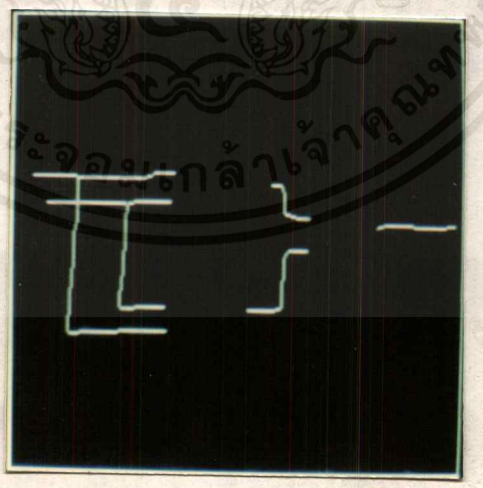
- จุดปลายจะมีจำนวนของจุดที่เปลี่ยนแปลงจาก 0 --> 1 เท่ากับ 1 [S(px)=1] โดยทำการตรวจสอบไปตามลำดับ P0 ,P1, P2...,P8

- จุดแยกจะมีจำนวนของจุดที่เปลี่ยนจาก 0 --> 1 อยู่ในระหว่าง 3 - 4 [3 < S(px)< 4]

4. แบ่งตำแหน่งที่ตัดเกทออกไปให้เป็น 2 ส่วน โดยใช้ขอบเขตของเกทที่หาได้จากขั้นตอนที่ 2 เป็นเกณฑ์ และแบ่งเกททางแนวตั้ง จากนั้นให้ทำการกวาดจุดภาพภายในส่วนที่ 2 เพื่อหาตำแหน่งที่เป็นจุดปลาย

5. ตรวจสอบผลที่ได้จากการกวาดจุดภาพภายในส่วนที่ 2 ถ้าผลที่ได้มีจุดปลาย2 จุด แสดงว่าเกทตัวนั้นมีส่วนหัวประกอบอยู่ด้วย ซึ่งถ้าในขั้นตอนที่ 3 วิเคราะห์ได้ว่าเกทตัวนี้เป็น and gate เกทตัวนี้ก็จะเป็น nand gate แต่ถ้าวิเคราะห์ได้ว่าเป็น or gate เกทตัวนี้ก็จะเป็น nor gate

6. เมื่อกวาดจุดภาพภายในส่วนที่ 2 หมดแล้ว ให้ทำการเพิ่มขอบเขตของส่วนที่สองนี้ออกไปทางขวาอีก 15 pixel แล้วเปลี่ยนจุดภาพภายในส่วนที่สองให้เป็น "0" ทั้งหมด



รูปที่ 4.15 แสดงผลที่ได้จากขั้นตอนที่ 6

7. ทำการสแกนหาจุดปลายตลอดทั้งภาพอีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
การวิเคราะห์ส่วนที่เป็นลายเส้น

การวิเคราะห์ลายเส้นของวงจรเกท เราจะวิเคราะห์จากภาพของวงจรเกทที่ได้ตัดตัวอุปกรณ์ออกไปแล้ว จากขั้นตอนที่ผ่านมา มาทำการวิเคราะห์ลายเส้น โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1

แบ่งภาพในตำแหน่งที่ตัด gate ออกไปให้เป็น 3 ส่วน ดังรูปที่ 12b จากนั้นให้ทำการกวาดภาพภายในแต่ละส่วน เพื่อหาตำแหน่งที่เป็นจุดปลาย (มีค่าเป็น "2")

ขั้นตอนที่ 2

เมื่อได้ตำแหน่งจุดปลายของลายเส้นในแต่ละส่วนให้ทำการติดตามลายเส้นจนกว่ากว่าจะเจอจุดปลาย หรือจุดแยกพร้อมกับกำจัดจุดภาพที่ติดตามไปเรื่อย ๆเมื่อได้ตำแหน่งจุดปลายหรือจุดแยกแล้ว ทำการลากเส้น จากตำแหน่งนั้นไปยังตำแหน่งขาของ gate มาตราฐานที่สร้างขึ้น ให้ทำเช่นนี้กับทุกส่วน และทุกตำแหน่งที่ตัด เกทออกไป

ลักษณะในการลากเส้นเชื่อมต่อแต่ละตำแหน่งจะมีโอกาสที่เป็นไปได้ คือ

1. จุดสุดท้ายที่เจอเป็นจุดเริ่มต้นในแต่ละส่วนของเกท ให้ทำการลากไปที่จุดนั้นโดยมีรูปแบบในการลากเป็น LINE 3

2. ถ้าจุดสุดท้ายที่เจอเป็นจุดแยก หรือจุดปลาย ให้ตรวจดูตำแหน่ง y ที่จุดสุดท้ายเปรียบเทียบกับ y ที่ตำแหน่งแรก ถ้าต่างกันน้อยกว่า 10 pixel ให้ปรับระดับตำแหน่งของ y ให้เท่ากับตำแหน่งแรก

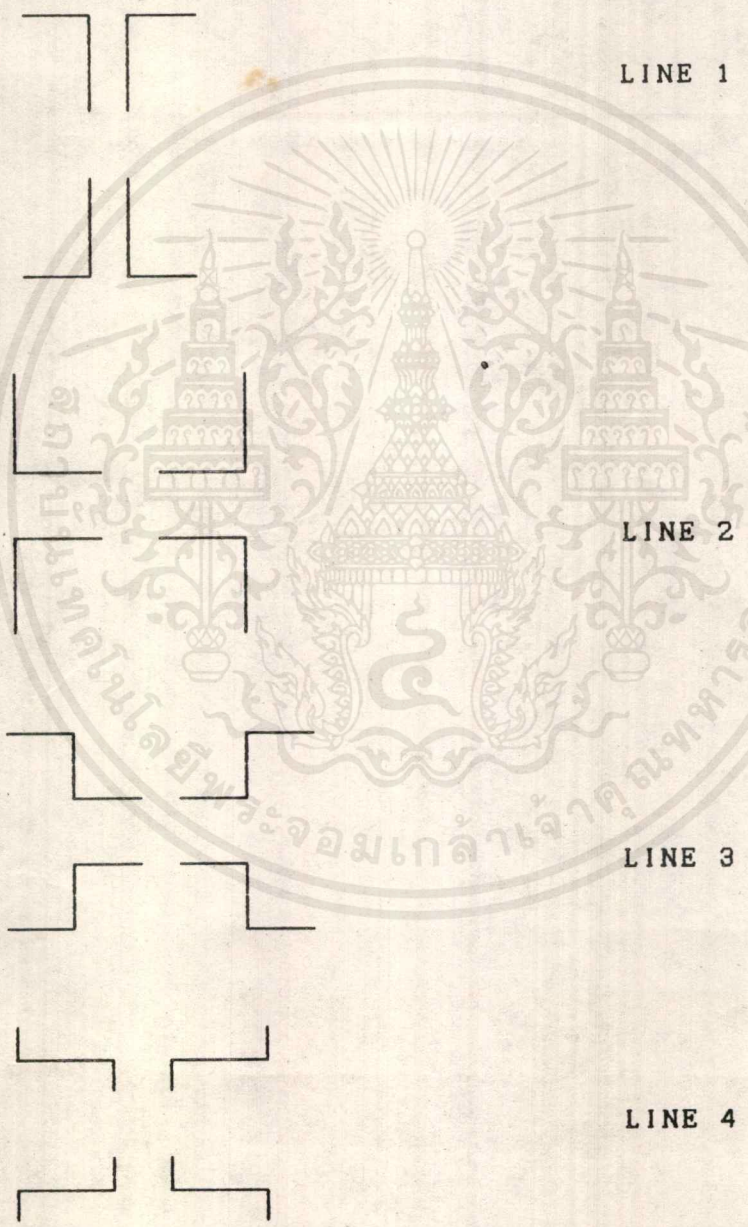
3. กวาดภาพจากซ้ายไปขวาบนลงล่าง เพื่อหาจุดภาพที่มีค่าเป็น 13 และเมื่อเจอตำแหน่งที่มีค่าเป็น 13 ให้ทำการเช็คว่าจุดภาพนั้นได้มีการเปลี่ยนแปลง หรือปรับระดับไปทั้งในแนวแกน x และ แกน y หรือไม่ถ้ายังไม่ได้มีการเปลียน หรือเปลี่ยนไปในแนวเดียวก็ให้ทำการกวาดภาพหาตำแหน่งอื่นต่อไป แต่ถ้าจุดภาพนั้นมีการเปลี่ยนแปลงไปแล้วทั้งในแนวแกน x และแกน y ให้ทำการเช็คจุดภาพโดยรอบจุดภาพนั้น โดยเริ่มจาก P0, P1,..P8 เพื่อหาจุดภาพที่มีค่าเป็น 15, 16...22 (ซึ่งถูกให้ค่าไว้ในขั้นตอนของการวิเคราะห์เกท) เมื่อพบค่าใดเป็นค่าแรกก็ให้ติดตามลายเส้นนั้นไปยังจุดอื่นต่อ จนกว่าจะพบจุดปลายหรือจุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ในรูปแบบอื่นใด ไม่ว่ากรณีใดๆ

แยกอื่น แต่ถ้าทำการเช็คโดยรอบแล้ว ปรากฏว่าไม่มีจุดอื่น แสดงว่าจุดนั้นเป็นจุดโดด ให้เปลี่ยนค่าของจุดนั้นให้เป็น "0"

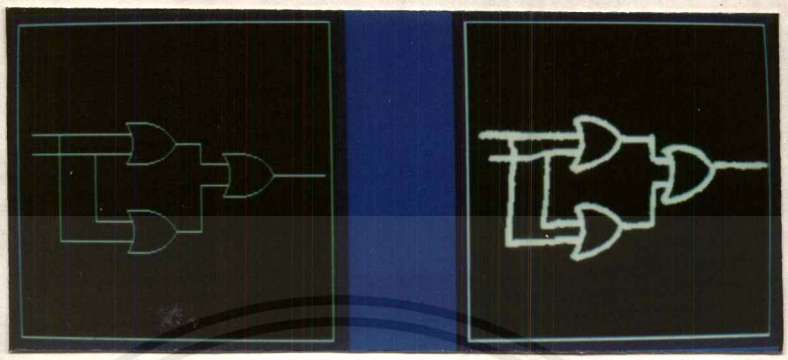
เมื่อทำการเช็คไปจนหมดทั้งภาพแล้ว ก็สามารถเชื่อมต่อวงจรได้หมดทุกตำแหน่ง ซึ่งก็จะได้วงจรเกทมาตราฐานที่มีลักษณะการต่อเหมือนวงจรต้นแบบทุกประการ

รูปแบบในการลากเส้น



รูปที่ 5.0 แสดงเส้นที่ลากเชื่อมต่อวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.1 แสดงวงจรเกทมาตราฐานที่สร้างขึ้น เปรียบเทียบกับวงจรที่เขียนด้วยมือ

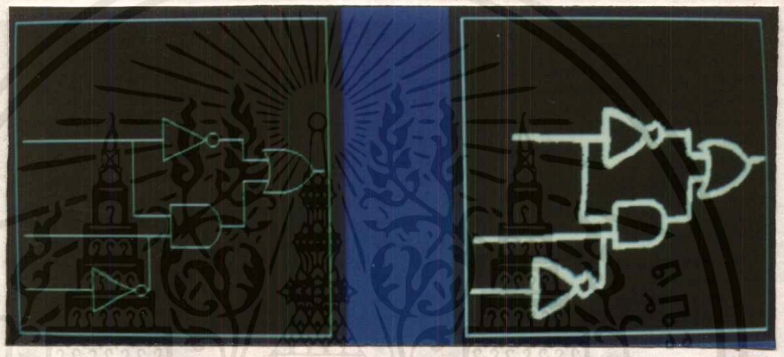
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

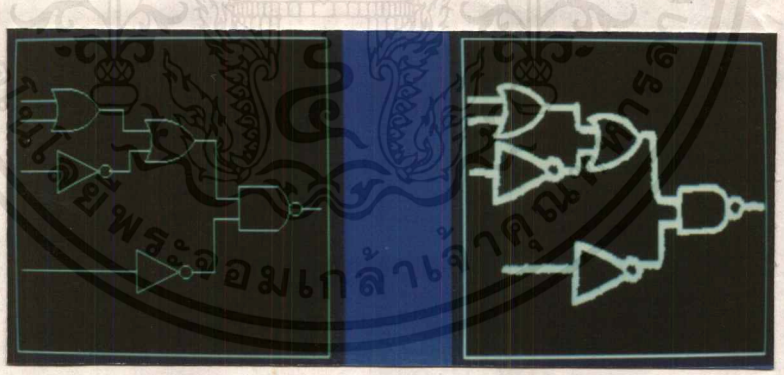
บทที่ 6

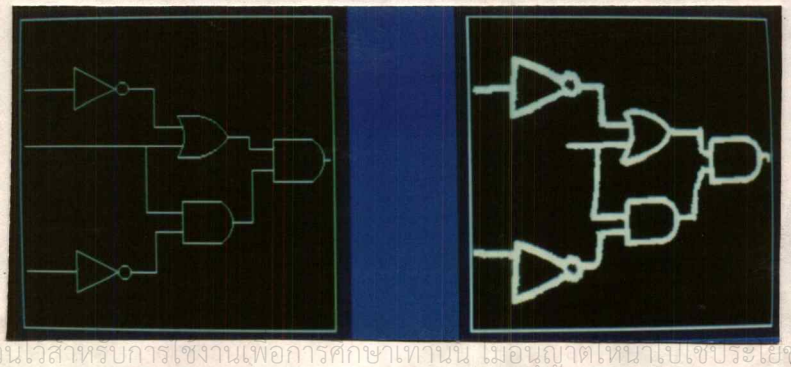
ผลการทดลอง

ผลการทดลอง

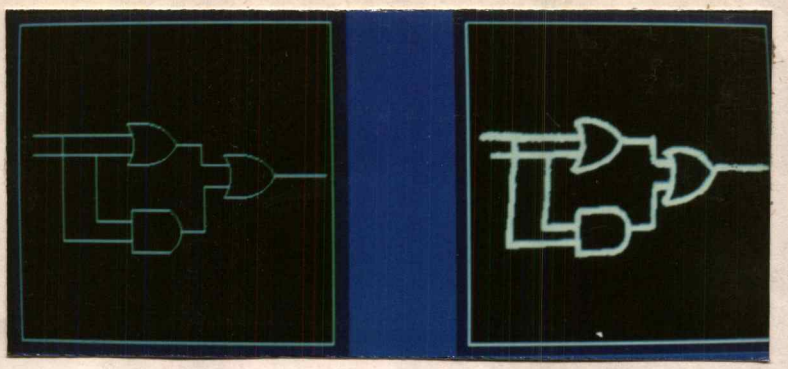
รูปภาพที่ใช้ทดลองมีทั้งหมด 12 ภาพ ซึ่งประกอบด้วยตัวเกทต่าง ๆ เช่น ออร์เกท แอนด์เกท แนนด์เกท และอินเวอร์เกทที่ต่อกันในลักษณะต่าง ๆ ซึ่งได้ผลการทดลอง ดังรูปข้างล่าง

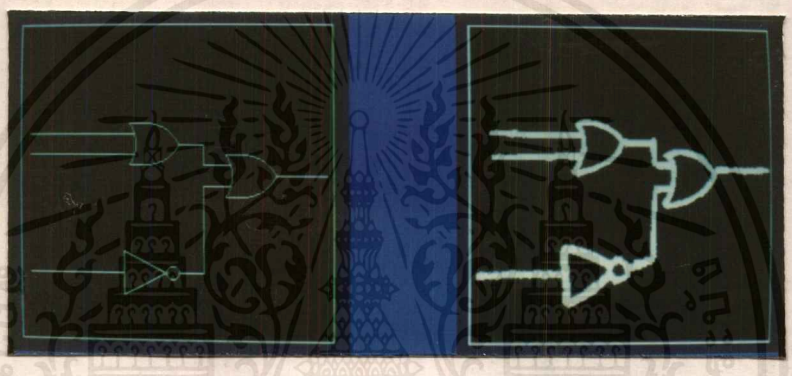


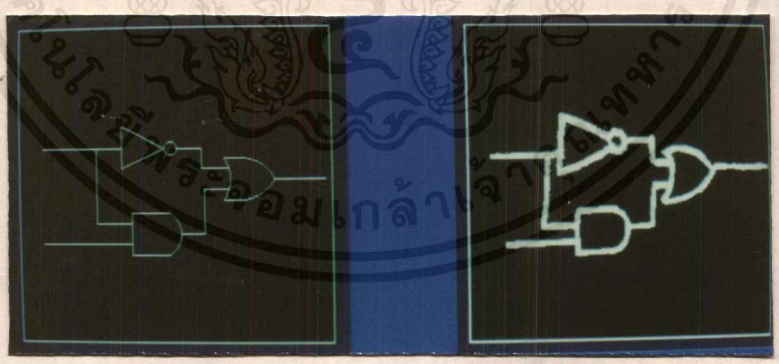




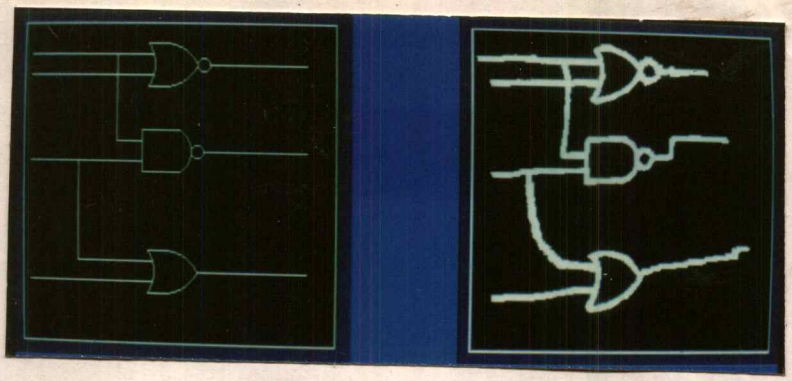
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

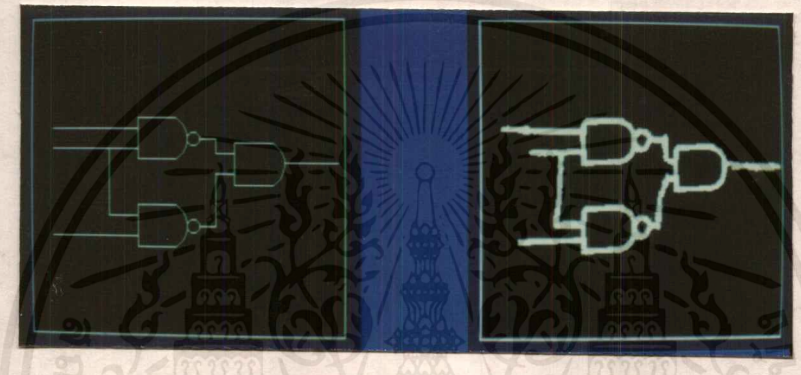


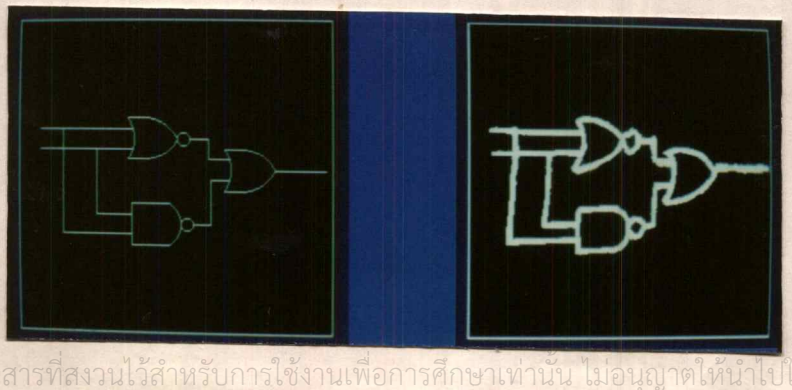




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้







เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7

สรุปผลการทำงานและการทดลอง

สรุปผลการทดลอง

1.สรุปผลที่ได้จากการนำภาพมาทดสอบ ภาพที่ใช้ในการทดลองมีทั้งหมด 12 ภาพ ที่ประกอบด้วยตัวเกทต่าง ๆ ที่ต่อกันในหลายลักษณะแต่อยู่ในข้อจำกัดดังนี้คือ เป็น OR GATE AND GATE NOR GATE NAND GATE และ INVERTER และมีจุดแยกไม่เกิน 3 จุด ผลการทดลองปรากฏว่าโปรแกรมสามารถตรวจสอบเกทต่าง ๆได้ และสร้างเกทตัวใหม่ขึ้นมาในตำแหน่งเดิม และสามารถลากเส้นต่อตัวเกทได้ถูกต้องทั้ง 12 รูป

2.สรุปข้อดีของการแยกเกทออกจากวงจรโดยใช้วิธีการหาขอบ

แนวความคิดของการแยกเกทโดยวิธีนี้คือ ถ้าทำการหาขอบภาพทั้งทางด้านนอก และด้านในของภาพแล้วจะทำให้ได้ตัวอุปกรณ์ลอยอยู่ตรงกลาง จากนั้นก็ทำการเช็คในแต่ละลูปว่าเป็นอุปกรณ์หรือไม่โดยการกำหนดจำนวนพิกเซลของเกทต้องมีค่าอยู่ระหว่าง 70 - 150 พิกเซลจึงจะทำการตรวจเกททำให้การตรวจสอบเร็วขึ้นเพราะถ้าไม่อยู่ในเงื่อนไขนี้ไม่ต้องตรวจ

3.ข้อเสียของการแยกเกทออกจากวงจรโดยใช้วิธีการหาขอบ

ทำให้เสียเวลาในการตรวจสอบในแต่ละลูป เพราะการหาขอบจะทำให้เกิด LOOP หลาย LOOP ซึ่งถ้าหากใช้วิธีการหา LOOPโดยการผ่านขบวนการ Skeleton ก่อนแล้วจึงหาส่วนที่ครบ LOOP จึงตรวจสอบว่าเป็นเกทอาจทำให้เร็วกว่าวิธีนี้ และข้อเสียอีกอย่างคือวิธีนี้จะใช้กับวงจรที่มีตัวเอ็กคูซีฟออร์ กับ เอ็กคูซีฟนอร์ ไม่ได้เพราะจะทำให้วงจรเกิดการขาด ซึ่งไม่สามารถใช้ได้กับวิธีนี้

ข้อจำกัดของรูปภาพที่ใช้ทดลอง

รูปภาพที่ใช้ทดลองมีข้อจำกัดหลาย ๆ อย่างที่ต้องแก้ไข แบ่งเป็นข้อ ๆ ได้ดังนี้

1.รูปภาพที่เก็บได้จากสแกนเนอร์จะต้องไม่มีรอยขาดตลอดทั้งวงจรกล่าวคือรูปตัวโลจิกเกท และลายเส้นที่เชื่อมต่อวงจรจะต้องต่อถึงกันหมดไม่มีส่วนใดของวงจรที่ไม่ต่อถึงกันเลย รูปภาพที่ได้หลังจากผ่านขบวนการหาขอบภาพแล้ว จะต้องได้ LOOP ที่ใหญ่ที่สุดหนึ่ง LOOP ล้อมรอบ LOOPเล็กกว่าเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.ขนาดความหนาของตัวเกท และลายเส้นที่เชื่อมต่อวงจรต้องมีขนาดความหนาอย่างน้อย ๓ พิกเซล ตลอดทั้งภาพ

3.ส่วนที่เป็นเนื้อของตัวเกทและส่วนที่เป็นเนื้อของลายเส้นที่เชื่อมต่อเกทต่าง ๆจะต้องไม่มีช่องว่างแม้เพียงพิกเซลเดียวก็ไม่ได้ เพราะถ้ามีช่องว่างดังกล่าวจะทำให้รูปภาพที่ผ่านกระบวนการ skelelon แล้วตรงส่วนนั้นเป็นรู ซึ่งจะมีขนาดเล็กหรือใหญ่ขึ้นอยู่กับความหนาของภาพ ซึ่งจะทำให้เกิดข้อผิดพลาดขึ้นได้

4.จำนวน LOOP ของวงจรโลจิกเกทจะต้องมีได้ไม่เกิน 9 LOOP กล่าวคือ ภาพที่ผ่านกระบวนการหาขอบภาพแล้วจะต้องมีจำนวนขอบภาพที่ครบ LOOP ได้ไม่เกิน 9 LOOP

5.จำนวนจุดแยกของลายเส้นที่เชื่อมต่อเกทมีได้ไม่เกิน 3 จุด กล่าวคือลายเส้นที่เชื่อมต่อระหว่างเกทต่าง ๆ ที่เป็นจุดแยก หรือจุดตัดกันจะมีได้ไม่เกิน 3 จุด

6.ตัวเกทที่ตรวจได้มีดังนี้คือ ออร์เกท แอนด์เกท นอร์เกท แนนด์เกท และ อินเวอร์เตอร์

สิ่งที่จะทำการวิจัยต่อไป

1.พัฒนากระบวนการเตรียมข้อมูลภาพ เช่นการเก็บไฟล์ข้อมูลภาพอาจเก็บเป็นฟอร์แมทของ pcx หรือ pic ให้เป็นบิทแมป รวมไว้ในโปรแกรมด้วย

2.ทำการ save ข้อมูลภาพที่ได้เก็บลงไว้ในดิสก์ ในกรณีที่ต้องการเก็บภาพนั้นไว้

3.พัฒนาโปรแกรม เพื่อให้สามารถตรวจสอบตัวเกทที่มีจำนวน LOOP ได้มากขึ้น และมีจุดแยกมากขึ้น พัฒนาให้ทำการตรวจสอบตัวเอ็กคูซีฟออร์ และเอ็กคูซีฟนอร์ได้ด้วย

4.วิจัยวิธีการลากเส้นเชื่อมต่อลายวงจรเช่นในกรณีที่มีการลากเส้นผ่านตัวเกทให้มีการลากเส้นอ้อมตัวเกท เพื่อให้การลากเส้นเป็นไปอย่างถูกต้อง และสาเหตุอื่น ๆเพื่อให้ครอบคลุมถึงข้อผิดพลาดต่าง ๆ ของวงจรได้ทั้งหมด

5.เพิ่มขนาดของภาพให้มีขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อเพิ่มจำนวนเกท และวาดวงจรที่มีจำนวนเกทหลาย ๆ ตัว และการต่อวงจรที่มีความซับซ้อนได้

6.นำโปรแกรมติดต่อกับเครื่องพิมพ์ เพื่อพิมพ์ภาพที่ได้ออกมาทางเครื่องพิมพ์

7.ทำการวิเคราะห์วงจรในกรณีที่เกิดการขาดวงจร และกรณีที่ความหนาของวงจรมีค่าน้อยกว่า 3 พิกเซล

8.รวบรวมซอฟแวร์ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน โดยการเรียกใช้โปรแกรมจากเมนู เพื่อให้สะดวกต่อการใช้งาน

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ อาจารย์ เกษตร์ ศิริสันติสัมฤทธิ์ เป็นอย่างสูง ที่ได้ให้การประสิทธิประสาทวิชาความรู้ อบรมสั่งสอน ให้คำแนะนำปรึกษาแก่คณะผู้จัดทำ จนปริญญานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบคุณ พี่ ๆ ทุกคนที่อำนวยความสะดวก ทั้งในด้านอุปกรณ์เครื่องใช้ต่าง ๆ ตลอดจนให้คำแนะนำแก่ผู้จัดทำ ขอขอบคุณเพื่อนที่ให้กำลังใจมาโดยตลอด และสุดท้ายขอขอบคุณทุก ๆ คนที่มีส่วนช่วยให้ปริญญานิพนธ์นี้เสร็จสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

[1] รังสรรค์ น้อยจินดา,สาท คำมูล,สุริยะ คลังสิน, การตรวจสอบลายปริ๊นซ์ (PCB Inspection), คณะวิศวะกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ, 2534

[2] กฤษณ์ โกสวัสดิ์,กฤษณ์ สมสมาน,ธีรพงศ์ โศภิษฐิกุล, ROBOT VISION, คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพ ฯ 2533

[3] Rafael C. Gonzalez, " Digital Image Processing " , Second-Edition,Addison-Wesley,1987

[4] Edward R. Dougherty,Charles R. Grardina, " Mathematical Method for Artificial Intelligence and Automous System " Prentice-Hall,1988

[5] Ahmmed M. Darwish and Anil K. Jain, " A Rual Based Approach for Visual Pattern Inspection ", IEEE Transpatt. Anal.,Vol. 10, No.1, January 1988

[6] Roland T. Chin, " Automate Visual Inspection: A Survey " ,IEEE Trans. Patt Anal., Vol.PAMI-4, No.6, November 1982

[7] ANIL K. JAIN, " Fundamentals of Digital Image Processing " ,Prentice-Hall, 1989

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้