# บทที่ 6

# สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ

## 6.1 สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองที่ได้ในหัวข้อที่ 5.3.2 สรุปเป็นข้อๆ ดังนี้

1. โปรแกรมสามารถแสดงจุดบกพร่องจำลองของลายวงจรบนแผ่นวงจรพิมพ์ที่เกิดขึ้นได้ทั้งหมด และบอกได้ว่าจุดบกพร่องจำลองที่เกิดขึ้นทั้งหมดนั้นเป็นจุดบกพร่องจำลองแบบ ลัดวงจร หรือ วงจรเปิด โดยการแสดงผลที่หน้าจอ

2. ด้วยจุดบกพร่องที่เกิดขึ้นกับลายวงจรบนแผ่นวงจรพิมพ์ทดสอบที่นำมาใช้ทดสอบโปรแกรมในที่นี้ เป็นจุดบกพร่องจำลองได้จากการนำภาพอ้างอิงมาปรับเปลี่ยนให้เกิดจุดบกพร่องขึ้นในแบบต่างๆ จึงสามารถกำหนดบริเวณ ขนาดความกว้าง หรือ แบบของจุดบกพร่องได้ แต่ลักษณะของจุดบกพร่อง และภาพที่ได้ออกมาจะไม่เหมือนกับการนำภาพที่ถ่ายจากโรงงานจริงมาทดสอบได้ทั้งหมด

3. จุดบกพร่องอันเกิดจากการปรับค่าของขีดเริ่มเปลี่ยน (Threshold) ให้กับภาพ เนื่องจากภาพของแผ่นวงจรพิมพ์มีความหลากหลายของภาพในพัฒนาโปรแกรมจึงได้เขียนให้ค่าขีดเริ่มเปลี่ยนสามารถปรับค่าได้โดยผู้ใช้โปรแกรมเป็นผู้พิจารณาตามความเหมาะสมของแต่ละภาพซึ่งแต่ละภาพอาจจะมีค่าเท่าหรือแตกต่างกันออกไป ดังนั้นอาจจะส่งผลให้มีค่าดีพอในบางกรณีของการทบสอบภาพได้

ผลการทดลองในการตรวจสอบจุดบกพร่องจำลองของลายวงจรบนแผ่นวงจรพิมพ์มีความถูกต้องในการตรวจสอบจุดบกพร่องจำลองทุกแบบได้ และสามารถบอกได้ว่าจุดบกพร่องจำลองที่เกิดขึ้นเป็นจุดบกพร่องจำลองแบบวงจรเปิด หรือ ลัดวงจรถูกต้องประมาณร้อยละ 81 โดยเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบเฉลี่ยประมาณ 25 วินาทีต่อภาพ

6.2 **ข้อเสนอแนะ**

1. โปรแกรมที่สร้างขึ้นมายังเปิดกว้างในกระบวนการจำแนกอยู่มาก เพราะวิธีการที่ใช้ในการจำแนกในวิทยานิพนธ์นี้เป็นแบบลำดับขั้นคือ ตัดสินใจด้วยตัวแปรทีละตัวแปร ซึ่งสามารถนำตัวแปรเหล่านี้มาพิจารณารวมกันได้ในคราวเดียวและอาจจะพัฒนาไปเป็นกระบวนการรู้จำ (Recognition) ด้วยทฤษฎีต่างๆ ได้

2. ด้วยงานวิจัยนี้ได้ทดลองนำอัลกอลิทึมการรู้จำด้วยทฤษฎีโครงข่ายประสาท (Neural Network) ซึ่งน่าจะทำให้ประสิทธิภาพในการตรวจพินิจสูง แต่ในทางปฏิบัติแล้วจุดบกพร่องของลายวงจรบนแผ่นวงจรพิมพ์มีรูปแบบการเกิดที่ไม่แน่นอน ดังนั้นในการสร้างกรณีการเกิดจุดบกพร่องให้กระบวนการรู้จำจึงไม่สามารถทำได้ครอบคลุมทุกกรณีเมื่อเรานำกรณีต่างๆ ที่สร้างเข้าทฤษฎีโครงข่ายประสาทเทียมเป็นผลทำให้ระบบประมวลผลออกมาไม่แน่นอน โดยคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงค่อนข้างสูง ดังนั้นถ้าเราต้องการใช้ทฤษฎีโครงข่ายมาใช้กับการตรวจสอบจุดบกพร่องของลายวงจรบนแผ่นวงจรพิมพ์ เราต้องกำหนดเงื่อนไขต่างๆ ให้กับกรณีศึกษา หรือการรู้จำเป็นจำนวนมากซึ่งเป็นไปได้ยากในทางปฏิบัติ อีกทั้งยังทำให้ใช้เวลาในการประมวลในแต่ละครั้งเป็นเวลานาน

3. เพื่อความละเอียดของค่าต่างๆ ในโปรแกรมตัวแปรที่ใช้ควรเป็นแบบทศนิยม (Floating Point) ทั้งหมด

4. ควรมีโมดุลในการแสดงผลจุดบกพร่องให้ครบทุกแบบ เช่น ส่วนเว้า และรูสึกด้วย

5. ในกระบวนการถ่าย และเก็บภาพถ้าสามารถปรับตำแหน่ง หรือพิกัดการถ่ายในแต่ละครั้งของการถ่ายภาพให้มีความแน่นอน เป็นพิกัดเดียวกันทุกครั้งจะสามารถลดจุดบกพร่องส่วนนี้ลงได้

6. ในการใช้งานจริงควรนำโมดุลการปรับค่าของขีดเริ่มเปลี่ยน (Threshold) ให้กับภาพมาพัฒนาเป็นการปรับแบบอัตโนมัติโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นผู้ตัดสิน เนื่องจากจะทำให้การทำการตรวจพินิจเร็วขึ้น ไม่ต้องมาใช้คนเป็นคนพิจารณาปรับ

7. ควรใช้แผ่นวงจรพิมพ์ที่มีจุดบกพร่องเกิดขึ้นจริง และเป็นภาพที่ได้จากโรงงานจริงมาทำการทดสอบในลักษณะต่างๆ ให้ครบทุกแบบของจุดบกพร่องที่มีเกิดขึ้น

8. เนื่องจากการถ่ายภาพในแต่ละครั้งพิกัดการถ่ายอาจจะไม่ตรงกันร้อยเปอร์เซ็นต์ ทำให้เกิดจุดบกพร่องขึ้นได้โดยในงานวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบอัลกอริทึมเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวซึ่งเป็นการปรับตำแหน่งภาพทดสอบให้เข้าใกล้ภาพอ้างอิงมากที่สุดแล้วนำภาพทั้งสองมาทำการเปรียบเทียบกันจุดต่อจุด ดังนั้นถ้าภาพทดสอบเมื่อทำการปรับตำแหน่งแล้วตำแหน่งใหม่ของภาพอาจจะไม่ตรง หรือทับพอดีกับภาพอ้างอิงร้อยเปอร์เซ็นต์จึงอาจจะส่งผลทำให้การเปรียบเทียบภาพทั้งสองได้ค่าที่ผิดพลาดไปได้