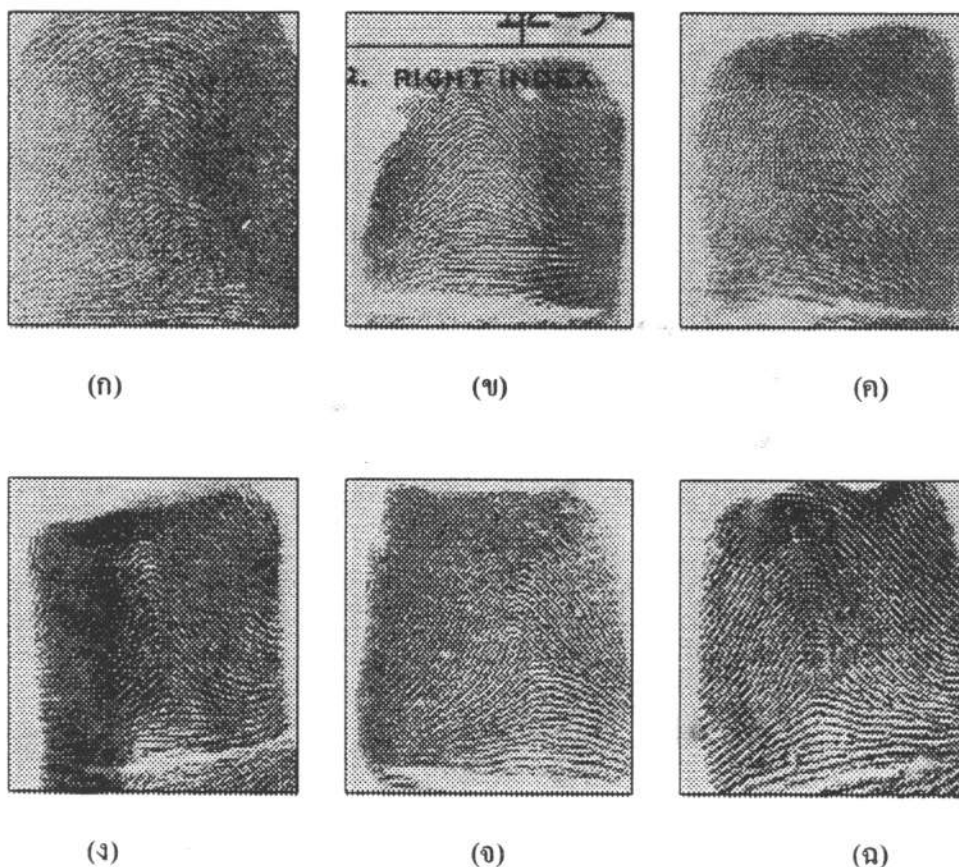


บทที่ 5

ผลการทดลอง

ในบทนี้จะเป็นผลการทดสอบการรู้จำลายนิ้วมือโดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ ซึ่งแบ่งการทำงานในส่วนนี้ออกเป็น 4 ส่วน ในส่วนที่ 5.1 จะแสดงผลการแยกคุณลักษณะลายนิ้วมือโดยวิธีการเข้ารหัสทิศทางและวิธีหาสนามทิศทาง ส่วนที่ 5.2 เป็นการทดสอบการเลือกค่าตัวแปรและฟังก์ชันที่ใช้ในการรู้จำโดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ ส่วนที่ 5.3 เป็นผลการทดสอบการรู้จำของข้อมูล 2 ชุดโดยใช้วิธีการแยกคุณลักษณะ 2 วิธีคือวิธีการเข้ารหัสทิศทางและวิธีหาสนามทิศทาง และส่วนที่ 5.4 เป็นผลจากการปรับปรุงภาพเบื้องต้น 2 วิธีคือวิธีการหาตำแหน่งจุดสองระดับโดยการหาตำแหน่งจุดแยกย่อยและการแยกพื้นหลังและลายนิ้วมือโดยวิธีการหาค่าการกระจาย ต่อจากนั้นทำการทดสอบกับภาพลายนิ้วมือแล้วหาอัตราการรู้จำเปรียบเทียบกับกรณีที่ไม่ผ่านขั้นตอนการปรับปรุงภาพ

ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบจากฐานข้อมูลของ NIST ชุดที่ 4 กับภาพขนาด 256x256 จุดภาพจำนวน 25 ลายนิ้วมือ จากข้อมูล 2 ชุดซึ่งชุดแรกเป็นภาพที่ค่อนข้างชัดเจน (รูปที่ 5.1) ส่วนชุดที่สองเป็นข้อมูลที่ภาพไม่ค่อยชัดเจนนัก (รูปที่ 5.2) ตัวอย่างที่แสดงในรูปที่ 5.1 และรูปที่ 5.2 ซึ่งเป็นลายนิ้วมือของกลุ่มคน 6 คนที่เป็นชุดเดียวกัน ซึ่งข้อมูลทั้งสองชุดเป็นลายนิ้วมือของคน 25 คน โดยทำการทดสอบและเปรียบเทียบผลระหว่างชุดที่ภาพผ่านขั้นตอนการปรับปรุงภาพเบื้องต้นโดยวิธีการหาตำแหน่งจุดแยกในบล็อกย่อยๆก่อนทำการแยกคุณลักษณะและชุดที่ไม่ผ่านขั้นตอนการปรับปรุงภาพขั้นต้นโดยให้ภาพได้รับสัญญาณรบกวนซึ่งสมมติให้มีการกระจายของสัญญาณรบกวนแบบ Gaussian ในระดับต่างๆ โดยการหาจากขนาดของสัญญาณภาพต่อสัญญาณรบกวน (Signal to Noise Ratio) ซึ่งมีขนาดโดยเฉลี่ยเท่ากับ 16.87, 8.46, 5.71, 4.32 และ 3.51 ตัวอย่างภาพที่มีสัญญาณรบกวนในระดับต่างๆแสดงไว้ดังรูปที่ 5.3 รูปที่ 5.3 (ก) และ 5.3 (ง) เป็นภาพที่ไม่มีสัญญาณรบกวน 5.3 (ข) และ 5.3 (จ) เป็นภาพที่มีอัตราส่วนสัญญาณภาพต่อสัญญาณรบกวนเท่ากับ 5.71 รูป 5.3 (ค) และ 5.3 (ฉ) เป็นภาพที่มีอัตราส่วนสัญญาณภาพต่อสัญญาณรบกวนเท่ากับ 3.51 แล้วทำการทดสอบการรู้จำของภาพลายนิ้วมือจากโครงข่ายประสาทเทียม



รูปที่ 5.1 ภาพของข้อมูลชุดที่ 1

5.1 ผลการแยกคุณลักษณะโดยวิธีการเข้ารหัสทิศทางและการหาสนามทิศทาง

วิธีการแยกคุณลักษณะเริ่มจากการแบ่งภาพขนาด 256×256 จุดภาพ เป็นบล็อกย่อยๆ ขนาด 16×16 จุดภาพ จำนวน 16×16 บล็อก จากนั้นนำภาพเหล่านั้นมาทำการแยกคุณลักษณะเป็น 2 วิธี คือวิธีการเข้ารหัสทิศทาง และวิธีการหาสนามทิศทาง วิธีการเข้ารหัสทิศทางสามารถทำการแยกคุณลักษณะโดยการแบ่งภาพเป็นบล็อกย่อยๆ ขนาด 16×16 จุดภาพ โดยกำหนดทิศทางย่อยในแต่ละบล็อก 8 ทิศทาง แล้วทำการหาค่าสัมบูรณ์ของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยกับค่าความเข้มในทิศทางย่อย ค่ามีค่าผลรวมต่ำสุดจะถูกเลือกให้เป็นทิศทางหลักของบล็อกย่อยๆ นั้น แทนค่ามุมในทิศทางต่างๆ ด้วยจำนวนเต็มชุดหนึ่ง ในที่นี้เลือกใช้ค่า -4 แทนมุม -65.5 องศา -3 แทนมุม -45 องศา ตามลำดับจนถึงมุม -90/90 องศา ซึ่งแทนด้วยค่า 3 ส่วนวิธีการหาสนามทิศทางในแต่ละบล็อกย่อยๆ ก็ทำได้ในทำนองเดียวกันโดยแบ่งภาพเป็นบล็อกย่อยๆ แล้วคำนวณหาค่าเกรเดียนต์ทิศทางโดยใช้ Sobel Mask ซึ่งจะได้ค่าเกรเดียนต์ในทิศทาง x และ y จากสมการที่ (2.11) และ (2.12) ต่อจากนั้นทำการคำนวณหาทิศทางหลักจากสมการที่ (2.13) แต่ทั้งนี้เนื่องจากทิศทางที่ได้สามารถมีค่าอยู่ระหว่าง $-\pi/2$ ถึง $\pi/2$ ดังนั้นจึงกำหนดให้มีการ

แทนค่าทิศทางหลักโดยให้ค่าที่อยู่ระหว่าง $-\pi/2$ ถึง $-3\pi/8$ แทนค่าด้วยจำนวนเต็มชุดหนึ่งในที่นี้กำหนดให้เป็น -4 ค่าที่อยู่ระหว่าง $-3\pi/8$ ถึง $-2\pi/8$ แทนด้วย -3 เรียงกันไปเช่นนี้เรื่อยๆจนกระทั่ง มุมที่คำนวณได้มีค่าอยู่ระหว่าง $3\pi/8$ ถึง $\pi/2$ ซึ่งแทนค่าด้วย 3 ตามลำดับ



(ก)



(ข)



(ค)



(ง)



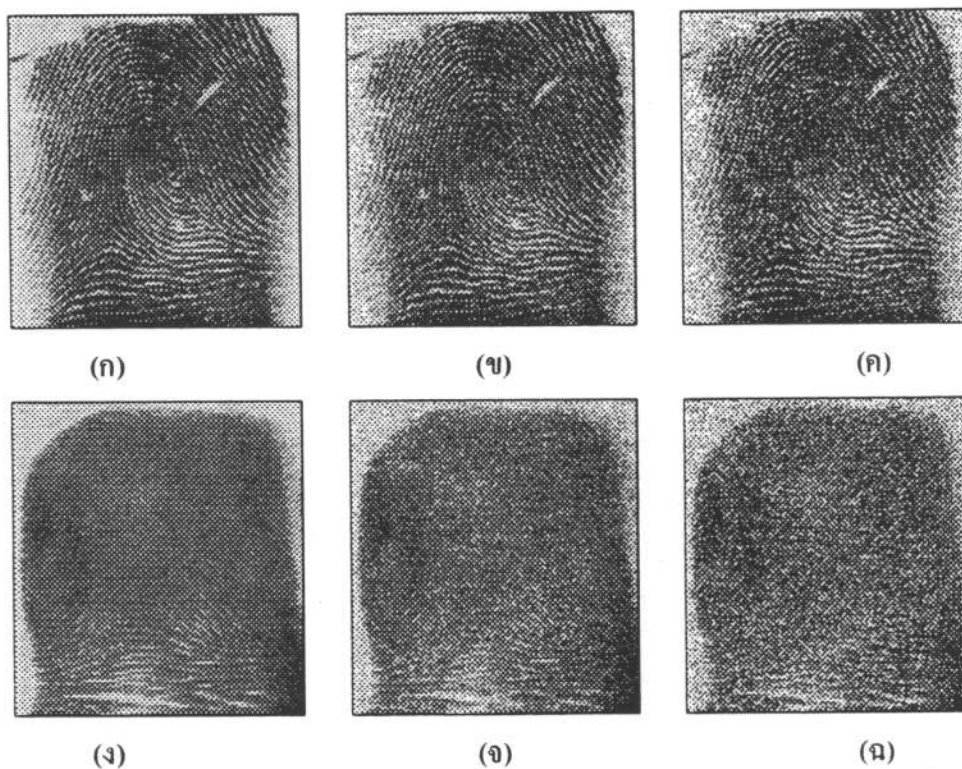
(จ)



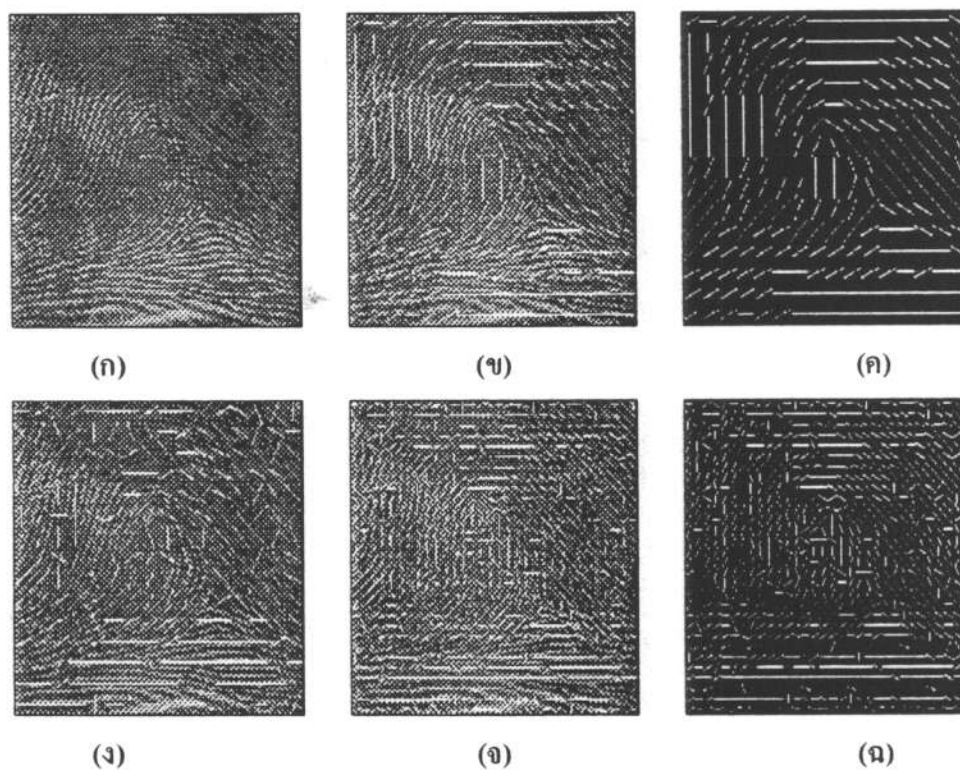
(ฉ)

รูปที่ 5.2 ภาพของข้อมูลชุดที่ 2

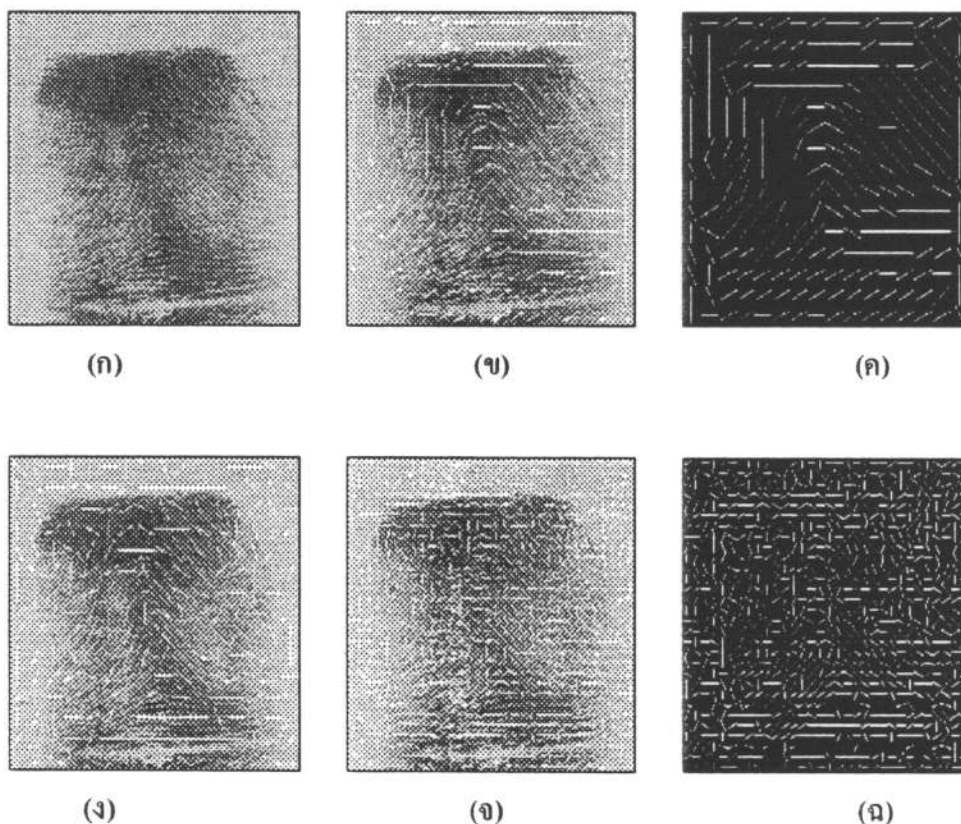
รูปที่ 5.4) เป็นการหาทิศทางของภาพชุดที่ 1 ส่วนรูปที่ 5.5) เป็นการหาทิศทางของภาพชุดที่ 2 และจากรูปที่ 5.4 (จ), 5.3 (จ) และ 5.3 (ฉ) จะเห็นว่าถ้าภาพให้มีความละเอียดมากขึ้น ความถูกต้องจะเพิ่มขึ้น แต่รูปที่ 5.2 (ข) และ 5.3 (ข) แสดงว่าวิธีการหาสนามทิศทางในการแยกคุณลักษณะบล็อกรูปภาพโดยแบ่งภาพเป็นขนาด 16×16 ก็เพียงพอที่จะแสดงทิศทางลายนิ้วมือที่ถูกต้องได้



รูปที่ 5.3 ภาพลายนิ้วมือที่ระดับสัญญาณรบกวนต่างๆ



รูปที่ 5.4 การแยกคุณลักษณะโดยวิธีเข้ารหัสทิศทางภาพและวิธีหาสนามทิศทางภาพชุดที่ 1



รูปที่ 5.5 การแยกคุณลักษณะโดยวิธีเข้ารหัสทิศทางภาพและวิธีหาสนามทิศทางภาพชุดที่ 2

5.2 การเลือกค่าตัวแปรและฟังก์ชันที่ใช้กับการรู้จำลายนิ้วมือ

เนื่องจากปัญหาในการสอนโครงข่ายโดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับให้รู้จำต้องใช้เวลาค่อนข้างนานโดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้ารูปแบบที่ต้องการให้รู้จำมีจำนวนมาก ทำให้ต้องใช้เวลาในการสอนโครงข่ายนานขึ้น ดังนั้นจึงต้องเลือกค่าตัวแปรและฟังก์ชันที่เหมาะสมให้กับโครงข่าย ซึ่งค่าตัวแปรที่ใช้กับทดสอบกับโครงข่ายประสาทเทียมโดยทั่วไปมีลักษณะดังนี้

1. การหาค่าน้ำหนักและไบแอสเริ่มต้นโดยการสุ่ม
2. การใช้ฟังก์ชันแอคติเวชันแบบไบนาเรียซิมมอยด์ที่มีความชันเท่ากับ 1
3. การกำหนดอัตราการเรียนรู้โดยทั่วไปกำหนดให้เท่ากับ 0.02
4. ผลรวมของค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้เท่ากับ 0.05

ซึ่งในการทดสอบจะได้ทำการปรับค่าตัวแปรต่างๆเพื่อลดเวลาที่ใช้ในการสอนโครงข่ายซึ่งประกอบด้วยการเปลี่ยนการหาค่าเริ่มต้นแบบเดิมซึ่งหาจากการสุ่มทั้งหมดเป็นการหาค่าเริ่มต้นให้มีค่าใกล้เคียงกับค่าน้ำหนักและค่าไบแอสจริงมากขึ้น การเลือกฟังก์ชันแอคติเวชันและค่าความชันที่เหมาะสมให้กับโครงข่าย การใช้เทคนิคที่เรียกว่า โมเมนตัม

เพื่อช่วยในการคำนวณการปรับค่าน้ำหนักและไบแอส และยังต้องกำหนดจำนวนหน่วยของชั้น สัญญาณซ่อนและชั้นสัญญาณออกให้เหมาะสมกับสัญญาณเข้าอีกด้วย โดยกำหนดค่าตัวแปรที่ใช้ในการทดสอบจากตารางที่ 5.1 ถึง ตารางที่ 5.6 ให้มีอัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.02 และค่าผลรวมของความผิดพลาดเท่ากับ 0.05

นั่นคือถ้าอัตราการเรียนรู้มีค่าเพิ่มขึ้นเวลาที่ใช้ในการสอนโครงข่ายจะลดลงซึ่งการปรับอัตราการเรียนรู้ต้องอาศัยความระมัดระวังมากกว่าการปรับค่าตัวแปรอื่นๆ ในขณะที่ผลรวมของความผิดพลาดเป็นค่าความผิดพลาดที่ยอมรับให้เกิดขึ้นได้และถ้าค่านี้มีค่ามากจะทำให้เวลาที่ใช้ในการสอนโครงข่ายน้อยลง ในขณะที่จะเกิดความผิดพลาดของข้อมูลในการรู้จำมากขึ้น

5.2.1 การหาค่าเริ่มต้น

การรู้จำลายนิ้วมือโดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับเริ่มต้นจากการสุ่มค่าน้ำหนักและไบแอสเริ่มต้นให้กับโครงข่าย ซึ่ง *Nguyen* และ *Widrow* (1990) ได้เสนอวิธีการกำหนดค่าน้ำหนักและไบแอสเริ่มต้นระหว่างชั้นสัญญาณเข้าและชั้นซ่อนซึ่งจะช่วยลดเวลาในการสอนโครงข่ายแบบเดิมซึ่งใช้วิธีหาค่าน้ำหนักและไบแอสจากการสุ่มทั้งหมด โดยผลการทดลองเปลี่ยนวิธีการหาค่าเริ่มต้นให้กับโครงข่ายแสดงดังตารางที่ 5.1 โดยค่าที่แสดงในตารางทุกตารางจะเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดสอบ 3 ครั้ง

ตารางที่ 5.1 เปรียบเทียบจำนวนรอบที่ใช้ในการสอนโครงข่ายโดยวิธีการหาค่าเริ่มต้นแบบสุ่ม และวิธีของ Nguyen-Widrow

Initialize Method	Activation Func	Slope	Epoch
Random	Binary	1	53625
Nguyen-Widrow	Binary	1	47245
Random	Bipolar	1	19425
Nguyen-Widrow	Bipolar	1	17400

จากตารางที่ 5.1 จะเห็นว่าเมื่อกำหนดค่าตัวแปรอื่นๆคงที่แล้วทำการเปลี่ยนเฉพาะวิธีการหาค่าเริ่มต้นให้กับโครงข่ายจะเห็นว่าเมื่อใช้ฟังก์ชันแอกติเวชันเป็นฟังก์ชันไบนารีซิกมอยด์ที่มีความชันเท่ากับ 1 วิธีการหาค่าเริ่มต้นแบบสุ่มจะใช้จำนวนรอบในการคำนวณเฉลี่ยเท่ากับ 53,625 รอบ ในขณะที่วิธีการหาค่าเริ่มต้นแบบ Nguyen-Widrow จะใช้จำนวนรอบในการคำนวณเฉลี่ยเท่ากับ 47,245 รอบ และเมื่อเปลี่ยนฟังก์ชันแอกติเวชันจากฟังก์ชันไบนารีซิกมอยด์

เป็นฟังก์ชันไบโพลาริกมอยด์ วิธีการหาค่าเริ่มต้นแบบสุ่มจะใช้จำนวนรอบในการคำนวณเฉลี่ยเท่ากับ 19,425 รอบ ในขณะที่วิธีการหาค่าเริ่มต้นแบบ Nguyen-Widrow จะใช้จำนวนรอบในการคำนวณเฉลี่ยเท่ากับ 17,400 รอบ ดังนั้นสามารถกล่าวได้ว่าวิธีการหาค่าเริ่มต้นโดยวิธี Nguyen-Widrow จะช่วยลดเวลาในการสอนโครงข่าย

5.2.2 การเลือกฟังก์ชันแอคติเวชัน

ฟังก์ชันที่ใช้กับโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับมีหลายแบบเช่น ฟังก์ชันแอคติเวชันที่ไม่อ้อมตัว ฟังก์ชันแอคติเวชันอื่นๆที่ไม่ใช่ฟังก์ชันซิกมอยด์ แต่ที่นิยมใช้กันโดยทั่วไปได้แก่ ฟังก์ชันไบนารีซิกมอยด์และฟังก์ชันไบโพลาริกมอยด์ซิกมอยด์ เพราะสามารถลดปัญหาค่าแอคติเวชันซ้ำซ้อนเพราะเป็นฟังก์ชันหนึ่งสัญญาณเข้าหนึ่งสัญญาณออก อีกทั้งช่วยลดเวลาในการคำนวณเนื่องจากค่าอนุพันธ์ของฟังก์ชันหาได้จากฟังก์ชันนั้นๆโดยตรง และเพิ่มประสิทธิภาพในการคำนวณเพราะสามารถปรับค่าตอบได้รวดเร็วเนื่องจากลักษณะของฟังก์ชันจะเป็นเส้นตรง (Linear) ในช่วงกลางและโค้งในช่วงใกล้เข้าสู่ค่าตอบ

ในการทดสอบเราเลือกใช้ฟังก์ชันซิกมอยด์ทั้งสองชนิดคือฟังก์ชันไบนารีซิกมอยด์และฟังก์ชันไบโพลาริกมอยด์ในการหาค่าแอคติเวชันโดยการกำหนดค่าความชันของฟังก์ชันที่ระดับเดียวกันแล้วค่อยๆเพิ่มและลดความชันของฟังก์ชันจากค่ามาตรฐานที่กำหนดคือค่าความชันเท่ากับ 1 ทั้งนี้ค่าที่เลือกใช้จะต้องไม่ใหญ่หรือเล็กเกินไปเพราะถ้าความชันมีค่ามากเกินไปจะทำให้คำตอบที่คำนวณได้มีค่าแกว่งมากและผิดพลาดในที่สุด ในขณะที่ถ้าค่าความชันมีค่าเล็กเกินไปจะทำให้ต้องใช้เวลาในการสอนโครงข่ายนาน

ตารางที่ 5.2 เปรียบเทียบจำนวนรอบที่ใช้ในการสอนโครงข่ายโดยวิธีการเลือกฟังก์ชันแอคติเวชัน

Initialize Method	Activation Func	Slope	Epoch
Nguyen-Widrow	Binary	1	47245
Nguyen-Widrow	Bipolar	1	17400
Nguyen-Widrow	Binary	2.5	8650
Nguyen-Widrow	Bipolar	2.5	2475

จากตารางที่ 5.2 จะเห็นว่าเมื่อกำหนดตัวแปรอื่นๆคงที่แล้วทำการเปลี่ยนเฉพาะฟังก์ชันแอคติเวชันจากฟังก์ชันไบนารีซิกมอยด์เป็นฟังก์ชันไบโพลาริกมอยด์ที่มีค่าความชันเท่ากับ 1

แล้วจำนวนรอบที่ใช้ในการสอนโครงข่ายจากจำนวนรอบเฉลี่ยเดิมเท่ากับ 47,245 รอบ ลดลงเหลือ เพียง 17,400 รอบ และเมื่อเพิ่มความชันของฟังก์ชันแอคติเวชันของฟังก์ชันโบนารีจาก 1 เป็น 2.5 จะพบว่าจำนวนรอบเฉลี่ยที่ใช้ในการคำนวณจะลดลงจาก 8,650 รอบ เป็น 2,475 รอบ ดังนั้นจะพบว่าฟังก์ชันโบนารีซิกมอยด์สามารถใช้ลดเวลาในการสอนโครงข่ายจากเดิมที่นิยมใช้ฟังก์ชันโบนารีซิกมอยด์ได้มาก อีกทั้งถ้าเพิ่มความชันของฟังก์ชันจะช่วยลดเวลาในการสอนโครงข่ายได้มาก

5.2.3 วิธีโมเมนตัม

เทคนิคอย่างหนึ่งที่ช่วยลดเวลาในการสอนโครงข่ายคือ วิธีโมเมนตัม เป็นการเพิ่มค่าตัวแปรที่เรียกว่า โมเมนตัม ซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าน้ำหนักโดยตรง ซึ่งเกิดจากการปรับตามค่าความแตกต่างระหว่างค่าน้ำหนักใหม่และเก่า ทำให้การปรับค่าน้ำหนักเพื่อให้เข้าสู่ค่าตอบเป็นไป得更เร็วขึ้น

จากตารางที่ 5.3 จะเห็นว่าเมื่อกำหนดตัวแปรอื่นๆคงที่แล้วทำการเปลี่ยน จากตัวอย่างเมื่อค่าความชันของฟังก์ชันโบนารีซิกมอยด์เท่ากับ 1 และค่าโมเมนตัมเท่ากับ 0 และ 0.1 แล้วจำนวนรอบที่ใช้ในการคำนวณเฉลี่ยเท่ากับ 17,400 รอบ และ 16,100 รอบ ตามลำดับ ในขณะที่ฟังก์ชันโบนารีซิกมอยด์ที่มีค่าความชันเท่ากับ 2.5 ที่มีค่าโมเมนตัมเท่ากับ 0.1 และ 0.2 จะใช้จำนวนรอบในการคำนวณเท่ากับ 2,250 รอบ และ 1,775 รอบ ตามลำดับ ดังนั้นจึงเลือกใช้เทคนิคนี้เพื่อช่วยลดเวลาในการสอนโครงข่าย

ตารางที่ 5.3 เปรียบเทียบจำนวนรอบที่ใช้ในการสอนโครงข่ายจากวิธีโมเมนตัม

Initialize Method	Activation Func	Slope	Momentum	Epoch
Nguyen-Widrow	Bipolar	1	0	17400
Nguyen-Widrow	Bipolar	1	0.1	16100
Nguyen-Widrow	Bipolar	2.5	0.1	2250
Nguyen-Widrow	Bipolar	2.5	0.2	1775

5.2.4 การกำหนดจำนวนหน่วยของสัญญาณในชั้นซ่อนและชั้นสัญญาณออก

การกำหนดจำนวนหน่วยชั้นซ่อนสามารถกำหนดเป็นค่าใดๆได้ตามความเหมาะสม ในที่นี้เรามีสัญญาณเข้าขนาด 256 หน่วย และกำหนดให้สัญญาณออกมีขนาด 8 หน่วย ซึ่งสามารถจำแนกเลขนิ้วมือได้ 2^8 เลขนิ้วมือ ดังนั้นเราจึงเลือกจำนวนหน่วยของสัญญาณออกเป็น 64

หน่วย ซึ่งเป็นค่าที่เลือกเป็นค่าใดๆก็ได้ แต่ถ้าจำนวนหน่วยชั้นซ้อนมากกว่านี้จำนวนรอบในการคำนวณจะเพิ่มขึ้น ในขณะที่ถ้าเลือกจำนวนหน่วยชั้นซ้อนน้อยเกินไปจะทำให้การคำนวณเกิดความผิดพลาดได้ เพราะค่าตัวแปรมีการแกว่งมาก

5.2.5 สรุปฟังก์ชันและค่าตัวแปรที่ใช้ในการสอนโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ จากที่กล่าวถึงวิธีการเลือกค่าตัวแปรที่เหมาะสมให้กับโครงข่ายดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น จะสามารถสรุปการเลือกใช้ค่าตัวแปรเพื่อใช้ในการสอนโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ ได้ดังนี้

- 1) เลือกวิธีการหาค่าน้ำหนักและไบแอสเริ่มต้น โดยวิธี Nguyen-Widrow
- 2) ใช้ฟังก์ชันแอกติเวชันแบบไบโพลาริกมอยด์
- 3) ทำการปรับค่าน้ำหนักและไบแอสโดยวิธีโมเมนต์
- 4) จำนวนหน่วยของชั้นสัญญาณเข้าขนาด 256 หน่วย
- 5) จำนวนหน่วยที่ชั้นซ่อนขนาด 64 หน่วย
- 6) จำนวนหน่วยของสัญญาณออกขนาด 8 หน่วย
- 7) ความชันของฟังก์ชันแอกติเวชันเท่ากับ 2.0
- 8) ค่าโมเมนต์เท่ากับ 0.2
- 9) อัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.02
- 10) ผลรวมของค่าความผิดพลาดที่จะเป็นเงื่อนไขในการหยุดการทดสอบเท่ากับ 0.05 ซึ่งได้จำนวนรอบที่ใช้ในการทดสอบการรู้จำลายนิ้วมือเท่ากับ 1,775 รอบที่ระดับค่าความผิดพลาดรวมเท่ากับ 0.05 ที่จำนวนแบบการสอนเท่ากับ 10 แบบ

5.3 การทดสอบการรู้จำลายนิ้วมือโดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ

การทดสอบการรู้จำเริ่มจากการนำภาพลายนิ้วมือชุดที่ 1 จำนวน 25 รูปและภาพชุดที่ 2 จำนวน 25 รูปที่ได้จากการแยกคุณลักษณะให้เป็นแบบสัญญาณเข้าที่ใช้ในการสอนโครงข่ายคังนั้นจะได้ชุดสัญญาณเข้าขนาด 16×16 จุดภาพ หรือสัญญาณเข้าจำนวน 256 หน่วยทั้งหมด จำนวน 50 ชุด ใช้ในการสอนโครงข่าย และในส่วนการทดสอบการรู้จำจะทดสอบโดยการใส่สัญญาณรบกวนที่มีการกระจายแบบ Gaussian ในระดับต่างๆเพื่อทดสอบการรู้จำเมื่อมีสัญญาณรบกวน ซึ่งจะได้ผลการรู้จำลายนิ้วมือแสดงในตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4 เปรียบเทียบอัตราการรู้จำลายนิ้วมือที่ระดับสัญญาณรบกวนต่างๆโดยการแยก
คุณลักษณะโดยการเข้ารหัสทิศทางและการหาสนามทิศทาง

SNR	Percent of Recognition			
	Directional Method		Orientation Method	
	Group I	Group II	Group I	Group II
16.87	80	72	98	92
8.46	48	40	90	80
5.71	28	28	76	68
4.32	20	12	68	60
3.51	8	8	56	56

ตารางที่ 5.4 เป็นการเปรียบเทียบผลการรู้จำลายนิ้วมือที่ระดับสัญญาณรบกวนต่างๆ โดยทำการเปรียบเทียบแยกตามชุดข้อมูลและวิธีการแยกคุณลักษณะซึ่งแยกสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ข้อมูลชุดที่ 1 ให้ผลการรู้จำได้ดีกว่าข้อมูลชุดที่ 2 ที่ทุกระดับสัญญาณรบกวน เช่นที่ ระดับสัญญาณภาพต่อสัญญาณรบกวนเท่ากับ 16.87, 8.46 และ 5.71 จะมีอัตราการรู้จำของ ข้อมูลชุดที่ 1 เท่ากับ 80%, 48% และ 28% กรณีที่มีการใช้การแยกคุณลักษณะแบบเข้ารหัสทิศทาง และ 98%, 90% และ 76% สำหรับการแยกคุณลักษณะแบบหาสนามทิศทาง ในขณะที่ข้อมูลชุด ที่สองมีอัตราการรู้จำเท่ากับ 72%, 40% และ 28% สำหรับการแยกคุณลักษณะแบบเข้ารหัสทิศ ททางและ 92%, 80% และ 68% สำหรับการแยกคุณลักษณะแบบหาสนามทิศทาง

2. ถ้าสัญญาณภาพต่อสัญญาณรบกวนลดลงจะทำให้อัตราการรู้จำลดลง เช่นที่ระดับ สัญญาณภาพต่อสัญญาณรบกวนเท่ากับ 16.87, 8.46, 5.71, 4.32 และ 3.51 จะให้อัตราการรู้จำ ของภาพชุดที่ 1 ที่มีการแยกคุณลักษณะโดยการหาสนามทิศทางเท่ากับ 98%, 90%, 76%, 68% และ 56% ตามลำดับ

3. วิธีการแยกคุณลักษณะมีผลอย่างมากต่อการรู้จำลายนิ้วมือจากข้อมูลในตารางแสดง ให้เราเห็นว่าวิธีการแยกคุณลักษณะแบบวิธีการหาสนามทิศทางดีกว่าวิธีการเข้ารหัสทิศทาง นั้น คือจากข้อมูลชุดที่ 1 จะมีอัตราการรู้จำที่ระดับสัญญาณภาพต่อสัญญาณรบกวนเท่ากับ 16.87, 8.46, 5.71, 4.32 และ 3.51 จะให้อัตราการรู้จำเมื่อใช้การแยกคุณลักษณะแบบหาสนามทิศทาง เท่ากับ 98%, 90%, 76%, 68% และ 56% ตามลำดับ ส่วนอัตราการรู้จำเมื่อใช้การแยกคุณลักษณะ แบบการเข้ารหัสทิศทางจะเท่ากับ 80%, 48%, 28%, 20% และ 8% ตามลำดับ

5.4 ผลการปรับปรุงภาพเบื้องต้น

เทคนิคการปรับปรุงภาพเบื้องต้นเป็นการปรับปรุงภาพเพื่อให้ภาพที่ได้มีคุณภาพดีขึ้นก่อนที่จะนำไปทำการแยกคุณลักษณะ ซึ่งมีหลายวิธีแต่ในการทดสอบจะใช้วิธีการทำภาพสองระดับโดยการหาตำแหน่งจุดแยกย่อยและการแยกพื้นหลังและลายนิ้วมือในการปรับปรุงภาพ เพราะวิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมใช้กันมานาน (Moayer and Fu (1976), Sherlock et.al., (1992,1994), Mehtre et.al., (1987), Mehtre and Chatterjee (1989))

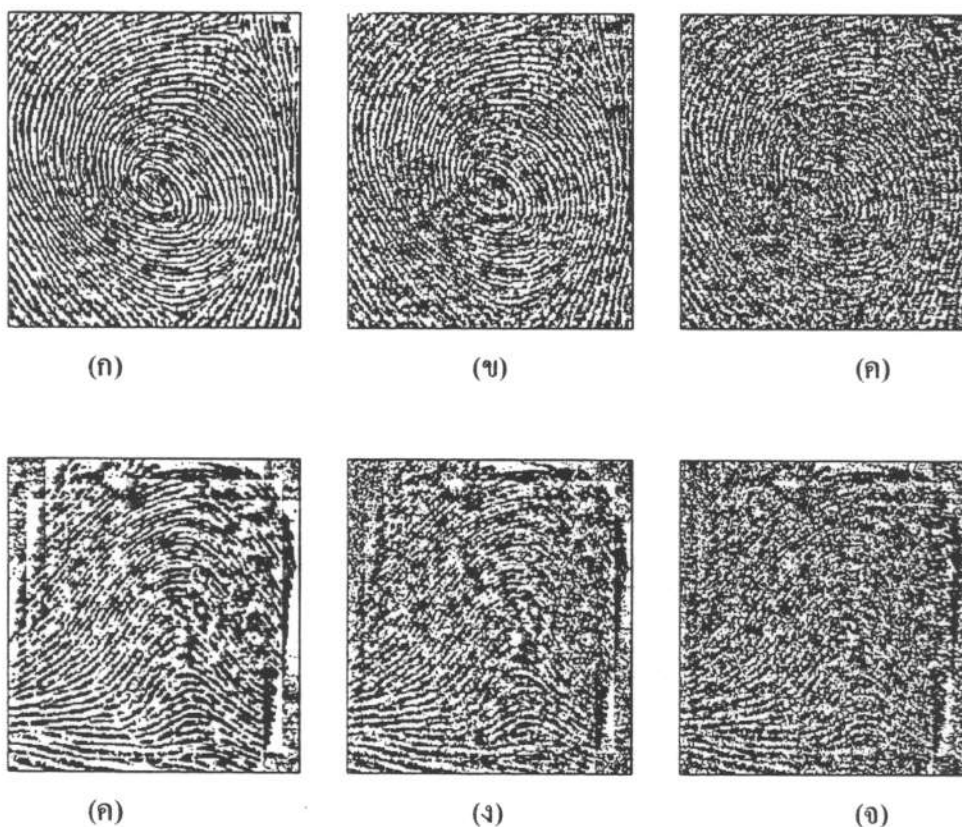
5.4.1 ผลการปรับปรุงภาพด้วยวิธีการทำภาพสองระดับโดยการหาตำแหน่งจุดแยกย่อย

นำภาพลายนิ้วมือขนาด 256x256 จุดภาพแบ่งเป็นบล็อกย่อยๆขนาด 16x16 จุดภาพจำนวน 16x16 บล็อก แล้วทำการคำนวณหาตำแหน่งจุดแยกย่อยๆจากสมการที่ (2.7) จะได้ผลดังแสดงในรูปที่ 5.6 (ก) และ 5.6 (ง) เป็นภาพลายนิ้วมือก่อนมีสัญญาณรบกวน รูป (ข) และ (จ) เป็นภาพลายนิ้วมือที่มีระดับสัญญาณภาพต่อสัญญาณรบกวนเท่ากับ 5.71 แล้วนำมาผ่านขั้นตอนการปรับปรุงภาพเบื้องต้นโดยการหาตำแหน่งจุดแยกย่อย และ รูป (ค) และ (ฉ) เป็นภาพลายนิ้วมือที่มีระดับสัญญาณภาพต่อสัญญาณรบกวนเท่ากับ 3.51

เมื่อนำภาพที่ผ่านการหาตำแหน่งจุดแยกย่อยมาทำการแยกคุณลักษณะจะได้ผลดังแสดงในรูปที่ 5.7 (ก) และ 5.7 (ง) เป็นภาพลายนิ้วมือชุดที่ 1 และ 2 ตามลำดับ รูป (ข) และ (จ) เป็นการแยกคุณลักษณะภาพโดยวิธีการหาสนามทิศทางจากภาพที่ผ่านการหาตำแหน่งจุดแยกย่อย ส่วนรูป 5.7 (ค) และ 5.7 (ฉ) เป็นการแยกคุณลักษณะภาพโดยวิธีการเข้ารหัสทิศทางจากภาพที่ผ่านการหาตำแหน่งจุดแยกย่อยแล้วเช่นกัน

รูปที่ 5.8) แสดงผลการเปรียบเทียบผลการหาสนามทิศทางของภาพที่ผ่านและไม่ผ่านการปรับปรุงภาพเบื้องต้นโดยการทำภาพสองระดับจากการหาตำแหน่งจุดแยกย่อย รูป 5.8 (ก) เป็นรูปลายนิ้วมือเดิม รูป 5.8 (ข) เป็นรูปที่ผ่านการหาตำแหน่งจุดแยกย่อย และ รูป 5.8 (ค) เป็นรูปที่ไม่ผ่านการขบวนการปรับปรุงภาพเบื้องต้นด้วยวิธีนี้

จากตารางที่ 5.5 แสดงการเปรียบเทียบอัตราการเรียนรู้จำเมื่อทำการปรับปรุงภาพเบื้องต้น เปรียบเทียบผลกับตารางที่ 5.4 จะเห็นว่าเมื่อใช้วิธีการปรับปรุงภาพโดยวิธีการทำภาพสองระดับโดยการหาตำแหน่งจุดแยกย่อยๆไม่เหมาะกับการปรับปรุงภาพลายนิ้วมือโดยตรงทั้งนี้เนื่องจากเมื่อมีสัญญาณรบกวนเข้ามาแล้ววิธีการหาตำแหน่งจุดแยกย่อยแล้วทำภาพสองระดับจะทำให้ลายเส้นขาดความต่อเนื่องหรือมองส่วนที่เป็นรอยเปื้อนของหมึกมาใช้ในการตัดสินใจพื้นที่ซึ่งจะมีผลมากในส่วนพื้นหลังของภาพลายนิ้วมือ ดังนั้นวิธีนี้ไม่เหมาะสมที่นำมาใช้กับการปรับปรุงภาพเบื้องต้นของลายนิ้วมือ หรืออาจต้องมีขบวนการปรับปรุงภาพขั้นตอนอื่นก่อนหน้าที่ใช้ในการปรับปรุงภาพเบื้องต้นก่อนที่จะผ่านขบวนการทำภาพสองระดับ



รูปที่ 5.6 เป็นภาพลายนิ้วมือที่ได้รับสัญญาณรบกวนแล้วผ่านกระบวนการปรับปรุงภาพขั้นต้น
แบบหาตำแหน่งจุดแยกเป็นส่วนๆของภาพชุดที่ 1 และ 2

ตารางที่ 5.5 เปรียบเทียบอัตราการรู้จำลายนิ้วมือที่ระดับสัญญาณรบกวนต่างๆโดยการแยก
คุณลักษณะโดยการเข้ารหัสทิศทางและการหาสนามทิศทางจากภาพสองระดับโดย
การหาตำแหน่งจุดแยกย่อย

SNR	Percent of Recognition			
	Directional Method		Orientation Method	
	Group I	Group II	Group I	Group II
16.87	84	56	86	80
8.46	32	40	72	72
5.71	28	28	60	52
4.32	16	16	52	48
3.51	12	12	48	40

5.4.2 ผลการปรับปรุงภาพด้วยวิธีการแยกพื้นหลังและลายนิ้วมือโดยวิธีหาค่าการ

กระจาย

วิธีการแยกพื้นหลังและลายนิ้วมือโดยวิธีนี้อาศัยหลักการการกระจายของข้อมูล หรือนั่นคือการหาจากค่าการกระจาย ซึ่งก็คือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานยกกำลังสองหรือค่าการกระจายจำกัด กำหนดให้ถ้าส่วนใดภาพมีการกระจายของข้อมูลมากกว่าค่าที่กำหนดกำหนดให้เป็นบริเวณลายนิ้วมือแต่ถ้าส่วนใดมีการกระจายของข้อมูลน้อยกว่าค่าที่กำหนด ให้บริเวณนั้นเป็นพื้นหลัง ซึ่งในการทดสอบการเลือกค่าการกระจายจำกัด 3 ค่าใดๆโดยเลือกค่าการกระจายจากการสุ่มแล้วประมาณค่าเพื่อทดสอบหาค่าที่ดีที่สุด 3 ค่า ได้แก่ $VarLmt = 2VarMin$, และ $VarLmt = 2VarMin \pm VarMin/2$ ซึ่งค่า $VarMin$ คือค่าการกระจายของบล็อคภาพที่มีค่าการกระจายต่ำสุดและค่าที่ได้นี้ได้จากการสุ่มและการสังเกต โดยการทดสอบกับภาพลายนิ้วมือจำนวน 15 รูป แล้วหาค่าที่ดีที่สุด ซึ่งในการทดสอบจากค่าการกระจายจำกัด 3 ค่าได้ผลการทดสอบดังแสดงดังรูปที่ 5.7 รูปที่ 5.7 (ก) เป็นภาพลายนิ้วมือเริ่มต้น รูป 5.8 (ข) เป็นภาพลายนิ้วมือที่ไม่มีสัญญาณรบกวนและมีค่า $VarLmt = 65$ รูป 5.7 (ค) เป็นภาพลายนิ้วมือที่ไม่มีสัญญาณรบกวนและมีค่า $VarLmt = 100$ รูป 5.7 (ง) เป็นภาพลายนิ้วมือที่มีสัญญาณภาพต่อสัญญาณรบกวนเท่ากับ 16.87 และมีค่า $VarLmt = 2VarMin$ รูป 5.7 (จ) เป็นภาพลายนิ้วมือที่มีสัญญาณภาพต่อสัญญาณรบกวนเท่ากับ 16.87 และมีค่า $VarLmt = 2VarMin - VarMin/2$ ส่วนรูป 5.7 (ฉ) เป็นภาพลายนิ้วมือที่มีสัญญาณภาพต่อสัญญาณรบกวนเท่ากับ 16.87 และมีค่า $VarLmt = 2VarMin + VarMin/2$ ในทำนองเดียวกัน รูปที่ 5.7 (ซ), 5.7 (ฅ), 5.7 (ณ) เป็นภาพลายนิ้วมือที่มีสัญญาณภาพต่อสัญญาณรบกวนเท่ากับ 8.46 และมีค่า $VarLmt$ เท่ากับ $2VarMin$ และ $2VarMin \pm VarMin/2$ ตามลำดับ และในทำนองเดียวกันกับ รูป 5.7 (ด), 5.7 (ฎ), 5.7 (ฏ) แต่มีสัญญาณภาพต่อสัญญาณรบกวนเท่ากับ 5.71

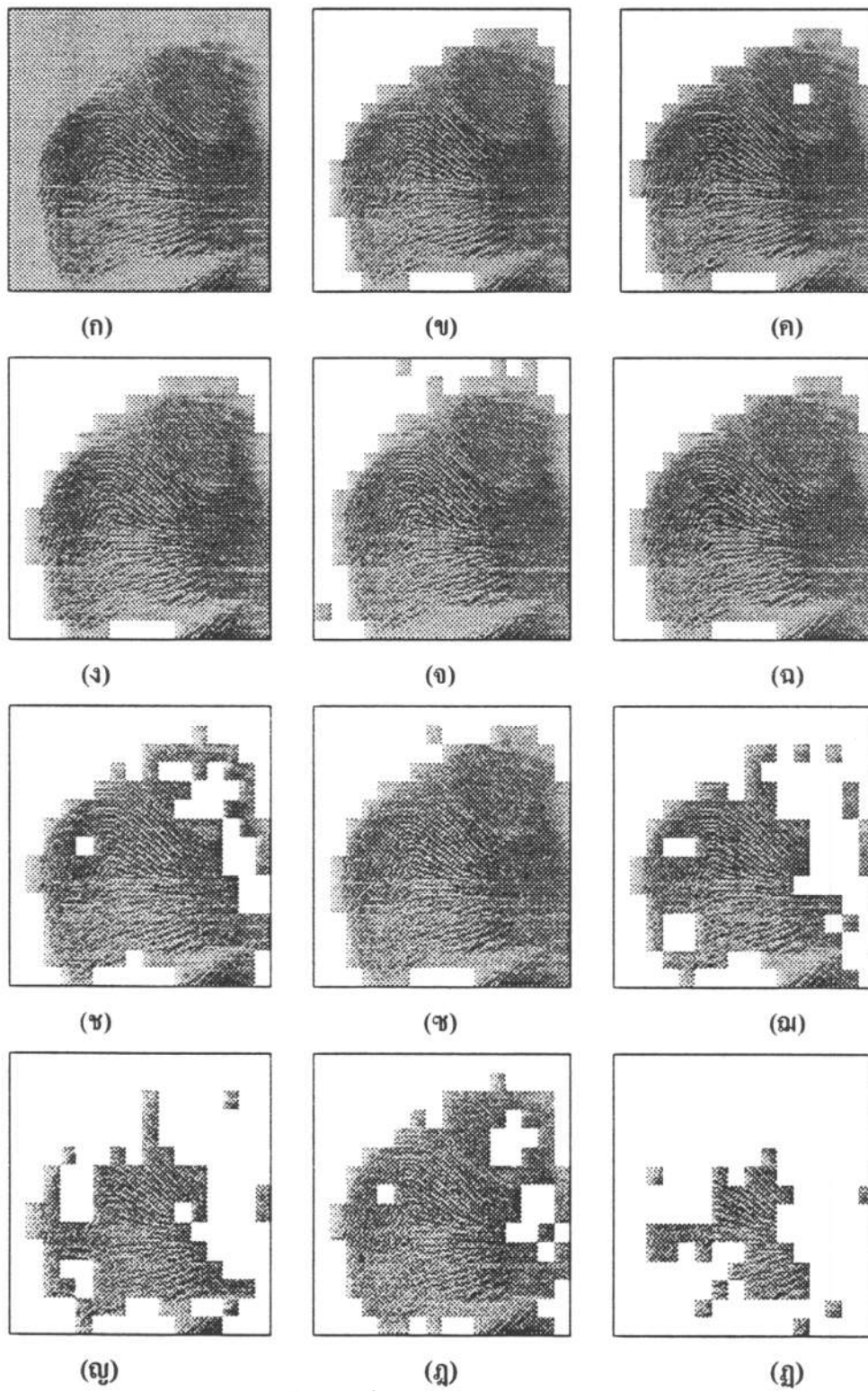
แต่ในการทดสอบไม่สามารถหาค่าการกระจายจำกัดที่ดีที่สุดของภาพที่มีสัญญาณรบกวนมีค่ามากๆ ได้ดังนั้นจึงทำการทดสอบกับภาพที่มีสัญญาณภาพต่อสัญญาณรบกวนต่ำสุดที่ระดับ 5.71 ดังนั้นจากรูปที่ 5.7) จึงได้ค่าที่ใช้กับการแยกพื้นหลังกับภาพลายนิ้วมือซึ่งจะใช้ในการรู้จำคือ แบบที่ใช้สอนโครงข่ายซึ่งไม่มีสัญญาณรบกวนจะใช้ค่า $VarLmt$ เท่ากับ 65 ภาพที่มีสัญญาณภาพต่อสัญญาณรบกวนเท่ากับ 16.87 จะใช้ค่า $VarLmt$ เท่ากับ $2VarMin$ และภาพที่มีสัญญาณภาพต่อสัญญาณรบกวนเท่ากับ 8.46 และ 5.71 จะใช้ค่า $VarLmt$ เท่ากับ $2VarMin - VarMin/2$ ตามลำดับ

ตารางที่ 5.6 เปรียบเทียบอัตราการรู้จำลายนิ้วมือที่ระดับสัญญาณรบกวนต่างๆโดยการแยก
คุณลักษณะจากการหาสนามทิศทางโดยเปรียบเทียบการปรับปรุงภาพด้วยวิธีแยก
พื้นหลังและลายนิ้วมือกับชุดข้อมูลที่ไม่ผ่านขบวนการปรับปรุงภาพ

SNR	Percent of Recognition			
	No-Preprocessing		Seperation BG and FG	
	Group I	Group II	Group I	Group II
16.87	98	92	100	100
8.46	90	80	92	88
5.71	76	68	80	72
4.32	68	60	-	-
3.51	56	56	-	-

จากผลการทดสอบดังตารางที่ 5.6 แสดงการเปรียบเทียบผลการรู้จำเมื่อทำการปรับปรุงภาพเบื้องต้นแบบแยกพื้นหลังและลายนิ้วมือเปรียบเทียบกับผลการรู้จำที่ไม่ผ่านขบวนการปรับปรุงภาพเบื้องต้น โดยการใช้การแยกคุณลักษณะแบบหาสนามทิศทางเนื่องจากเป็นวิธีที่ให้อัตราการรู้จำสูงสุดจากตารางจะเห็นว่าเมื่อทำการปรับปรุงภาพโดยวิธีการแยกพื้นหลังและลายนิ้วมือออกจากกันก่อนที่จะผ่านขบวนการรู้จำ วิธีนี้จะช่วยให้อัตราการรู้จำสูงขึ้นจากเดิมที่ระดับภาพต่อสัญญาณรบกวนที่ระดับ 16.87 อัตราการรู้จำจากเดิม 98% และ 92% ของภาพกลุ่มที่ 1 และ 2 อัตราการรู้จำจะเป็น 100% ทั้งสองกลุ่ม ที่ระดับภาพต่อสัญญาณรบกวนที่ระดับ 8.46 อัตราการรู้จำจากเดิม 90% และ 82% ของภาพกลุ่มที่ 1 และ 2 จะเป็น 92% และ 88% และที่ระดับภาพต่อสัญญาณรบกวนที่ระดับ 5.71 อัตราการรู้จำจากเดิม 76% และ 68% จะเป็น 80% และ 72% ตามลำดับ

ซึ่งจากผลการทดลองจะสามารถสรุปได้ว่าวิธีการปรับปรุงภาพเบื้องต้นโดยวิธีการแยกพื้นหลังออกจากลายนิ้วมือเป็นการช่วยเพิ่มอัตราการรู้จำให้สูงขึ้น แต่ทั้งนี้ต้องเลือกค่า $VarLmt$ ให้เหมาะสม จากตัวอย่างการทดสอบ ที่สัญญาณภาพต่อสัญญาณรบกวนเท่ากับ 8.46 ถ้าเลือกค่า $VarLmt = 2VarMin$ แล้วอัตราการรู้จำของภาพลายนิ้วมือของภาพกลุ่มที่ 1 และ 2 จะเป็น 80% และ 72% ตามลำดับ และปัญหาอีกอย่างที่พบเมื่อใช้วิธีการปรับปรุงภาพโดยการแยกพื้นหลังและลายนิ้วมือคือที่สัญญาณรบกวนมีค่ามาก นั่นคือระดับสัญญาณภาพต่อระดับสัญญาณรบกวนลดลง แล้วการหาค่าการกระจายจำกัดที่เหมาะสมเป็นได้ค่อนข้างยาก



รูปที่ 5.7 การแยกพื้นหลังและลายนิ้วมือโดยวิธีการหาค่าการกระจาย