บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง การจำแนกภาพเอกสารหนังสือราชการด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพร่วมกับโครงข่ายประสาทเทียม มีเอกสาร หลักการและทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. การประมวลผลภาพดิจิตอล
2. การสร้างภาพไบนารีด้วยเทคนิคการทำเทรสโชลด์
3. ยัฟทรานส์ฟอร์ม
4. วินโดว์ฟีเจอร์
5. โครงข่ายประสาทเทียม
6. หนังสือราชการไทย
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การประมวลผลภาพดิจิตอล

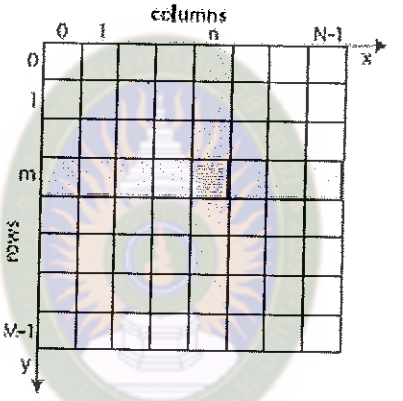
1. ความหมายของภาพดิจิตอล

ภาพที่เรามองเห็นด้วยสายตาทั่วไปนั้นเป็นภาพในลักษณะ 3 มิติ คือ มีมิติของความกว้าง ความยาว และความลึกหรือความสูง ส่วนภาพถ่ายที่เห็นกันอยู่ในทีวีหรือภาพที่อยู่ในคอมพิวเตอร์นั้น เป็นการแปลงภาพจาก 3 มิติมาเป็น 2 มิติ เรียบร้อยแล้ว โดยการแปลงสัญญาณไฟฟ้าในรูปแบบ Analog ยกตัวอย่างเช่น ในกล้องวีดีโอ เซนเซอร์ที่อยู่ในกล้องจะทำการสแกนหรือวัดผลรวมความเข้มแสงที่จุดต่าง ๆ ไปตามแนวสแกนที่เรียกว่า Raster Scan การสแกนแบบนี้จะมีทิศทางจากบนลงล่างและจากซ้ายไปขวา ภาพที่ได้จากการสแกนจะเป็นภาพต่อเนื่อง (Continuous) ด้วยความเร็วทั่วไปที่ 24 ภาพต่อวินาที เช่นเดียวกับ ในเครื่องรับภาพวีดีโอก็จะรับภาพที่ได้มาจากเครื่องถ่ายวีดีโอ และแสดงผลโดยเริ่มจากบนลงล่างและจากซ้ายไปขวาเช่นเดียวกัน (สิทธิโชค ยอดระยับ. 2550 : 49 ; อ้างอิงมาจาก จอมภพ ละออ. 2551 : 17)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เจทเน่ (Jahne. 2002 : 29-30) ได้อธิบายถึงข้อมูลภาพไว้ดังนี้

เนื่องจากคอมพิวเตอร์ไม่สามารถจัดการประมวลผลกับข้อมูลภาพที่มีลักษณะเป็นสัญญาณต่อเนื่องได้โดยตรงแต่จะจัดการประมวลผลได้โดยกับข้อมูลที่มีลักษณะเป็นตัวเลขดิจิตอล ดังนั้นถ้าต้องการให้คอมพิวเตอร์สามารถประมวลผลภาพได้ต้องมีการแทนข้อมูลภาพให้อยู่ในลักษณะอาร์เรย์สองมิติ (Matrix) ของจุดภาพ โดยจุดภาพแต่ละจุดนั้นเรียกว่า พิกเซล (Pixel) ในการระบุตำแหน่งแต่ละพิกเซล สามารถอธิบายได้ด้วยสัญลักษณ์เมตริกซ์ โดยดัชนีตัวแรกคือ m แทนด้วยตำแหน่งของแถว และดัชนีตัวที่สองคือ n แทนด้วยตำแหน่งของคอลัมน์ ค่าของพิกเซล (m,n) ณ จุดใด ๆ จะแสดงได้ด้วยค่าของความเข้มของแสงซึ่งอาจแบ่งได้หลายระดับ



ภาพที่ 2 แสดงการแทนข้อมูลภาพในลักษณะอาร์เรย์สองมิติ
ที่มา : (Jahne. 2002 : 30)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จากที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่าภาพดิจิตอล คือ เป็นการแทนข้อมูลภาพด้วยตัวเลขดิจิตอลโดยแปลงมาจากภาพอนาล็อก ซึ่งการเก็บข้อมูลแบบภาพดิจิตอลนี้สามารถทำให้คอมพิวเตอร์ประมวลผลได้สะดวกเนื่องจากมีลักษณะเป็นตัวเลข ดังนั้นปัจจุบันจึงมีการเก็บข้อมูลเอกสารที่เป็นกระดาษในรูปแบบของภาพดิจิตอลลงในระบบคอมพิวเตอร์เพื่อความสะดวกในการประมวลผลที่จะได้มาซึ่งสารสนเทศที่ต้องการต่อไป

2. การประมวลผลภาพดิจิตอล

เมื่อภาพต่าง ๆ ถูกแทนด้วยข้อมูลที่มีลักษณะเป็นตัวเลขดิจิตอลแล้ว ทำให้การประมวลผลกับภาพเหล่านั้นเป็นการประมวลผลกับกลุ่มตัวเลขดิจิตอลหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าการประมวลผลภาพดิจิตอล โดยได้มีการอธิบายไว้ดังนี้

สิทธิโชค ยอดระยับ (2550 : 52 ; อ้างอิงมาจาก จอมภพ ละออ. 2551 : 17) ได้อธิบายถึงการประมวลผลภาพดิจิตอลไว้ว่า การประมวลผลภาพดิจิตอล เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Image Processing หมายถึง การเรียกใช้ขั้นตอนหรือกรรมวิธีใด ๆ มากระทำกับภาพโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงคุณภาพของภาพ ให้ได้ภาพใหม่ที่มีคุณลักษณะตามต้องการ เช่น ความคมชัด การประหยัดเนื้อที่ในการเก็บข้อมูล หรือเพื่อใช้สำหรับการประมวลผลระดับสูง เช่น การจดจำรูปร่างลักษณะให้ได้อย่างแม่นยำ การประมวลผลภาพแบ่งออกได้ 2 ระดับ คือ

2.1 การประมวลผลภาพในระดับต่ำ (Low-level Image Processing)

เป็นการประมวลผลขั้นแรกสุดก่อนที่จะนำไปสู่การประมวลผลระดับสูงต่อไป นั่นคือ หลังจากที่เราได้ภาพมา ภาพที่ได้ก็จะประกอบไปด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ มากมาย รวมทั้งสิ่งที่เราไม่ต้องการด้วยในที่นี้เราจะเรียกว่าสัญญาณรบกวน (Noise) ซึ่งจะทำให้ภาพที่ได้มีคุณภาพไม่ดี ยังไม่สามารถที่จะนำไปประมวลผลได้ ดังนั้นการประมวลผลภาพระดับต่ำจึงจะประกอบไปด้วยการกำจัดสัญญาณรบกวน การทำภาพให้ชัด (High Pass Filter) การหาขอบภาพ (Edge Detection) การสร้างภาพไบนารี (Binarization) การแบ่งแยกรูปร่างวัตถุ (Image Segmentation) เป็นต้น เพื่อหาค่าตัวแปรต่าง ๆ มาอธิบายข้อมูลภาพ และมีวัตถุประสงค์ที่จะนำตัวแปรเหล่านี้มาใช้ในการประมวลผลภาพระดับสูงต่อไป

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.2 การประมวลผลภาพในระดับสูง (High-level Image Processing)

เป็นการทำให้คอมพิวเตอร์รู้จักและเข้าใจภาพนั้นได้ เช่น การจดจำใบหน้าคน หรืออาจจะเป็นการจดจำตัวอักษร เป็นต้น ความแตกต่างของการประมวลผลภาพระดับต่ำและการประมวลผลภาพระดับสูง คือ ข้อมูลที่นำมาใช้ในการประมวลผล โดยการประมวลผลภาพระดับต่ำจะใช้ค่าความสว่างหรือความเข้มของแสงโดยตรง ส่วนการประมวลผลภาพในระดับสูงนั้น ข้อมูลภาพที่นำมาใช้ประมวลผลจะถูกแสดงในรูปของสัญลักษณ์ โดยสัญลักษณ์เหล่านี้จะแสดงถึงสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ในภาพ และจากการใช้ตัวแปรที่ได้จากการประมวลผลในระดับต่ำมาอธิบายถึงสัญลักษณ์เหล่านี้ การประมวลผลภาพระดับสูงมักใช้ทฤษฎีต่าง ๆ เข้ามาใช้เป็นตัวช่วยในการทำงานหรือเป็นหัวใจของโปรแกรม เช่น Fuzzy Logic , Neural Network เป็นต้น

การสร้างภาพไบนารีด้วยเทคนิคการทำเทรสโชลด์

การสร้างภาพไบนารี (Binarization) หมายถึง การแปลงข้อมูลภาพที่มีระดับความเข้มของแสงหลายระดับให้เป็นภาพที่มีความเข้มของแสงสองระดับหรือภาพไบนารี (สิทธิชัย บุษหมั่น. 2540 : 7) ซึ่งการสร้างภาพไบนารีในวิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อแยกพื้นหลังและวัตถุจากภาพเอกสาร แล้วนำผลไปประมวลผลในขั้นตอนต่อไป

สิทธิชัย บุษหมั่น (2540 : 8-15) ได้กล่าวว่า เทคนิคการทำเทรสโชลด์ (Thresholding Technique) เป็นเทคนิคหนึ่งที่ใช้ในการสร้างภาพไบนารี ซึ่งโดยทั่วไปแล้วข้อมูลภาพที่ใช้ในการสร้างภาพไบนารีโดยเทคนิคการทำเทรสโชลด์นี้ จะเป็นข้อมูลภาพที่มีลักษณะแตกต่างกันมาก ๆ กล่าวคือ สามารถแยกออกเป็นสองกลุ่มได้อย่างชัดเจน เช่นกลุ่มหนึ่งคือ ส่วนที่เป็นวัตถุ (Object) และอีกส่วนหนึ่งคือ พื้นหลัง (Background) ตัวอย่างเช่น ภาพหน้าเอกสารที่ประกอบไปด้วยตัวอักษรที่มีสำดำบนพื้นกระดาษสีขาว โดยที่ตัวอักษรสีดำจะหมายถึงวัตถุ ส่วนพื้นกระดาษสีขาวจะหมายถึงพื้นหลัง เป็นต้น โดยทั่วไปแล้วเทคนิคนี้จะใช้ในการสร้างภาพนารีในเครื่องโทรสาร (fax) และเครื่องถ่ายเอกสารที่พบเห็นกันโดยทั่วไป

สำหรับหลักการทำงานพื้นฐานของเทคนิคนี้ จะทำการแยกข้อมูลภาพออกเป็นสองส่วน โดยอาศัยค่าคงที่ค่าหนึ่งที่เรียกว่า "ค่าเทรสโชลด์" (Threshold Value) โดยค่าของจุดภาพใด ๆ ที่มีค่าน้อยกว่าค่าเทรสโชลด์จะถูกกำหนดให้เป็น 1 (จุดขาว) และถ้าค่าของจุดภาพใด ๆ ที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าเทรสโชลด์จะถูกเปลี่ยนให้เป็น 0 (จุดดำ) ซึ่งการทำงานสามารถแสดงได้ดังสมการที่ 2.1

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

$$b(x,y)=\begin{cases}0 & ;g(x,y) < Thr \\ 1 & ;g(x,y) \geq Thr\end{cases} \quad \text{..... (2.1)}$$

$b(x,y)$	เป็นข้อมูลภาพผลลัพธ์ เป็นภาพไบนารี
$g(x,y)$	เป็นข้อมูลภาพอินพุต ที่มีระดับความเข้ม 0 ถึง $L-1$ ระดับ
Thr	เป็นค่าเทรสโชลด์เป็นค่าคงที่อยู่ระหว่าง 0 ถึง $L-1$ ระดับ

การสร้างภาพไบนารีโดยใช้เทคนิคเทรสโชลด์เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ได้เหมาะสมและคมชัดนั้น สิ่งสำคัญที่สุด คือ ค่าเทรสโชลด์ เนื่องจากถ้าเลือกค่าเทรสโชลด์ที่ไม่เหมาะสมภาพที่ได้อาจจะขาดความคมชัดและรายละเอียดบางส่วนขาดหายไป กล่าวคือ ภาพที่ได้อาจจะมืดเกินไป

(จุดดำมากเกินไป) หรือสว่างเกินไป (จุดขาวมากเกินไป) หรือภาพที่ได้มีสิ่งรบกวน (Noise) เกิดขึ้น อันเป็นผลทำให้ภาพผลลัพธ์ที่ได้ไม่สวยงามเท่าที่ควร ดังนั้นปัญหาของการสร้างภาพไบนารีโดยเทคนิคการทำเทรสโฮลด์นี้คือ ทำอย่างไรจึงจะสามารถคำนวณหาค่าเทรสโฮลด์ที่เหมาะสมสำหรับแต่ละภาพที่จะนำมาทำการสร้างภาพไบนารี

ได้มีผู้เสนอวิธีการในการคำนวณหาค่าเทรสโฮลด์หลายวิธี โดยแต่ละวิธีเหมาะสมกับลักษณะการการทำงานที่แตกต่างกันไป เช่น การหาค่าเทรสโฮลด์โดยการกำหนดค่าล่วงหน้า การหาค่าเทรสโฮลด์จากค่ากลาง และการหาค่าเทรสโฮลด์จากฮิสโตแกรม โดยที่แต่ละวิธีสามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

1. การหาค่าเทรสโฮลด์โดยการกำหนดค่าล่วงหน้า (Pre-assigned Threshold Value)

เป็นวิธีที่ง่ายที่สุด เป็นวิธีการคำนวณค่าเทรสโฮลด์โดยการกำหนดเองจากผู้ใช้ ซึ่งการกำหนดนี้จะขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของผู้ใช้นั้นๆ โดยการเลือกค่าคงที่ค่าหนึ่ง ซึ่งเรียกค่านั้นว่า ค่าเทรสโฮลด์ โดยค่าที่เลือกมานี้จะเป็นค่าที่อยู่ระหว่างค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดของระดับความเข้มของข้อมูลภาพอินพุต เช่น ภาพข้อมูลอินพุตมีระดับเทา 256 ระดับ จะมีค่าระดับเทาได้ตั้งแต่ 0 – 255 เมื่อเลือกค่าเทรสโฮลด์ได้แล้ว สามารถสร้างภาพไบนารีได้โดยใช้สมการที่ 2.1

2. การหาค่าเทรสโฮลด์จากค่ากลาง (Mid-Range Threshold Value)

เป็นการหาค่าเทรสโฮลด์ที่แตกต่างจากการหาค่าเทรสโฮลด์วิธีแรก สำหรับวิธีนี้จะเป็นการคำนวณหาค่าเทรสโฮลด์โดยอัตโนมัติโดยไม่ต้องให้ผู้ใช้เป็นผู้กำหนด โดยการหาค่าเทรสโฮลด์วิธีนี้ได้อาศัยการคำนวณพื้นฐานทางสถิติในเรื่องของการหาค่ากลางหรือค่าเฉลี่ย (Mean) มาประยุกต์ใช้ ค่าเทรสโฮลด์ที่คำนวณได้จะเป็นค่าที่ได้จากค่ากึ่งกลางที่อยู่ระหว่างค่าระดับความเข้มสูงสุด (Maximum Level) และค่าระดับความเข้มต่ำสุด (Minimum Level) ของข้อมูลภาพอินพุต สำหรับการคำนวณหาค่ากึ่งกลางนี้สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2.2

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
BAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

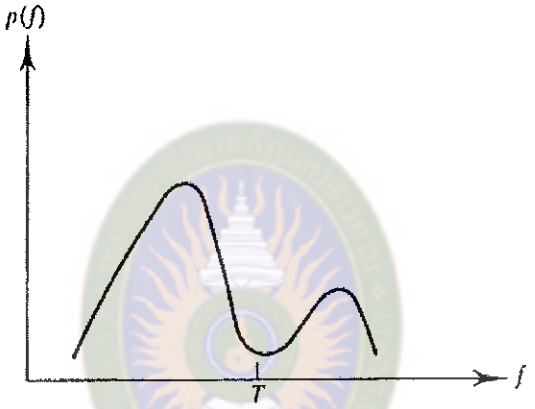
$$Thr = \frac{MAXIMUM(g(x,y))+MIMIMUM(g(x,y))}{2} \quad \text{..... (2.2)}$$

Thr	เป็นค่าเทรสโฮลด์
g(x,y)	เป็นข้อมูลภาพอินพุต ที่มีระดับความเข้ม 0 ถึง $L-1$ ระดับ
MAXIMUM (g(x,y))	เป็นค่าสูงสุดระดับเทาของข้อมูลอินพุต
MINIMUM (g(x,y))	เป็นค่าต่ำสุดระดับเทาของข้อมูลอินพุต

เมื่อคำนวณค่าเทรสโชลด์ได้แล้ว ก็สามารถสร้างภาพไบนารีได้ โดยนำค่าเทรสโชลด์ที่ได้มาแทนค่าในสมการที่ 2.1

3. การหาค่าเทรสโชลด์จากฮิสโตแกรม (Histogram Base Threshold Value)

เป็นการพิจารณาจากค่าฮิสโตแกรมระดับเทาของข้อมูลภาพที่เป็นอินพุต โดยที่การหาค่าเทรสโชลด์วิธีนี้ ข้อมูลภาพอินพุตที่เหมาะสมต้องมีลักษณะที่สามารถแบ่งแยกข้อมูลออกเป็นสองกลุ่มได้อย่างชัดเจน คือ กลุ่มหนึ่งจะเป็นกลุ่มของวัตถุ และอีกกลุ่มหนึ่งจะเป็นพื้นหลัง ซึ่งแนวคิดในการคำนวณหาค่าเทรสโชลด์ของวิธีนี้สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แสดงแนวคิดในการคำนวณค่าเทรสโชลด์ โดยวิธีพิจารณาจากฮิสโตแกรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
MAHASARAKHAM RAJABHAT UNIVERSITY

จากฮิสโตแกรมจะพบว่าจะเกิดกลุ่มของระดับความเข้ม (Peak) 2 กลุ่ม กลุ่มหนึ่งคือกลุ่มของวัตถุ และอีกกลุ่มหนึ่งคือกลุ่มของพื้นหลังจะเลือกค่าต่ำที่สุดที่อยู่ระหว่างสองกลุ่มนั้น ซึ่งค่านั้นก็คือค่าเทรสโชลด์ แล้วนำค่าเทรสโชลด์ที่ได้มาแทนค่าในสมการที่ 2.1

จากที่กล่าวมาจะเห็นว่าเทคนิคการทำเทรสโชลด์จะเหมาะสมกับภาพที่มีพื้นหลังและวัตถุที่มีความแตกต่างกัน โดยเฉพาะวิธีการทำเทรสโชลด์แบบพิจารณาจากฮิสโตแกรมซึ่งทำให้เห็นข้อแตกต่างระหว่างพื้นหลังและวัตถุได้ชัดเจน ดังนั้นในวิทยานิพนธ์นี้จึงใช้วิธีการทำเทรสโชลด์แบบพิจารณาจากฮิสโตแกรม

ฮัฟทรานส์ฟอร์ม

ในภาพเอกสารหนังสือราชการจะประกอบด้วยข้อความที่เป็นหลัก เอกสารที่เกิดจากการใช้เครื่องพิมพ์จะมีลักษณะของข้อความที่ปรากฏในภาพเอกสารเรียงกันเป็นบรรทัดอย่างสม่ำเสมอ ดังนั้นหากต้องการหาความเอียงของภาพเอกสารแล้ว การหาแนวเส้นตรงของบรรทัดข้อความก็เป็นวิธีหนึ่งที่จะเป็นแนวทางในการระบุความเอียงของภาพเอกสารได้

ดูดาและฮาร์ท (Duda, R. O. and Hart ,P. E.1972 : 1-8) ได้กล่าวถึง ฮัฟทรานส์ฟอร์ม ไว้ว่า เป็นวิธีการที่นำเสนอการค้นหาเส้นตรงในภาพ โดยแนวความคิดพื้นฐานของฮัฟทรานส์ฟอร์ม คือ การพิจารณาเส้นตรงที่ลากผ่านจุดใด ๆ ของภาพซึ่งเส้นตรงที่ผ่านจุด ๆ หนึ่งนั้นสามารถมีจำนวนได้ไม่จำกัด

ปกติเส้นตรงทุกเส้นจะมีสมการเป็นของตัวเองอยู่แล้ว โดยสมการเหล่านั้นสามารถเขียนรูปทั่วไปในรูปแบบความชัน-ระยะตัดแกน Y (Slope – Intercept Form) ได้ดังนี้

$$y = mx + b \quad \text{..... (2.3)}$$

โดย m คือ ความชันของเส้นตรง

b คือ จุดตัดของเส้นตรงกับแกน y

ดังนั้นจุดใด ๆ ที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน จะมีค่า m และค่า b เท่ากันเสมอ จากสมการที่ 2.3 สามารถเขียนใหม่ได้เป็น

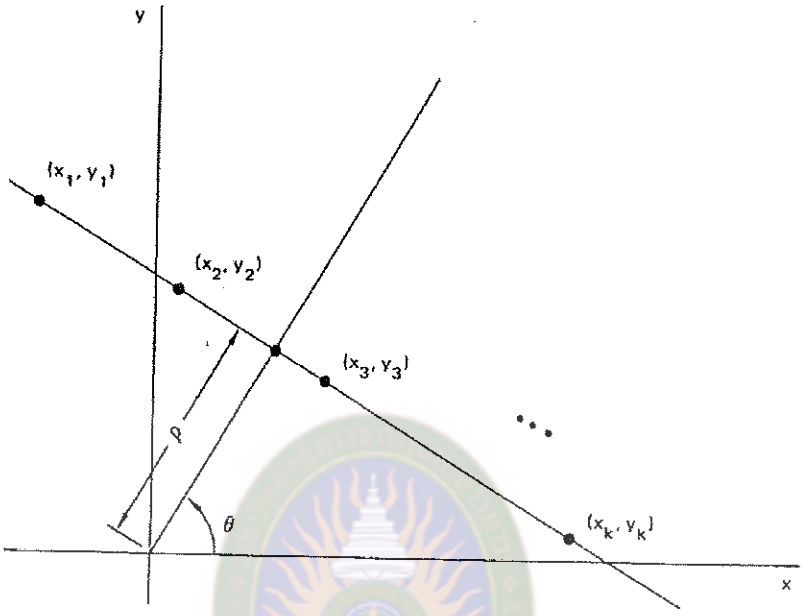
$$b = y - mx \quad \text{..... (2.4)}$$

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

หากทำการแปลงข้อมูลจากพิกัด (x,y) ให้อยู่ในพิกัด (m,b) จะมีความสัมพันธ์ใหม่เกิดขึ้น นั่นคือหากจุดใด ๆ อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน ย่อมต้องมีค่า m และค่า b เท่ากัน นั่นคือถ้าแปลงมาอยู่ในพิกัด (m,b) จะอยู่ในอาร์เรย์ช่องเดียวกัน หากใช้อาร์เรย์ (m,b) นี้เก็บค่าความถี่ของจุดในช่อง แต่ละช่องของ (m,b) จะเป็นจำนวนที่อยู่บนเส้นตรงที่มีความชัน m และ b เท่ากัน ซึ่งอาร์เรย์พิกัด (m,b) นี้เรียกว่า ฮัฟสเปซ (Hough Space)

ดังนั้นฮัฟสเปซ คือ อาร์เรย์ที่ใช้เก็บค่าความถี่ของจุดที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกันในภาพ โดยวิธีการค้นหาจะต้องตรวจสอบดูที่ทุกๆจุดในภาพ ว่าเส้นตรงอยู่ที่ใดบ้าง แล้วทำการบวกเพิ่มในตารางความถี่

แต่เนื่องจากในกรณีที่เส้นตรงทำมุมเป็น 90 องศา จะทำให้ค่าความชันมีค่าเป็นอนันต์ ดังนั้นต้องเปลี่ยนวิธีการในการเก็บค่าใหม่ โดยใช้การคำนวณบนพิกัดเชิงขั้ว ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แสดงเส้นตรงในพิกัดเชิงขั้ว

ที่มา : (Duda, R. O. and P. E., Hart.1972 : 7)

สมการเส้นตรงสำหรับพิกัดเชิงขั้วมีลักษณะดังนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

$$\rho = x\cos\theta + y\sin\theta \quad \text{.....(2.5)}$$

โดย ρ คือ ความยาวของเส้นที่ลากจากจุดกำเนิดไปตั้งฉากกับเส้นตรง

θ คือ มุมระหว่างเส้นที่ลากจากจุดกำเนิดไปตั้งฉากกับเส้นตรงกับแกน x

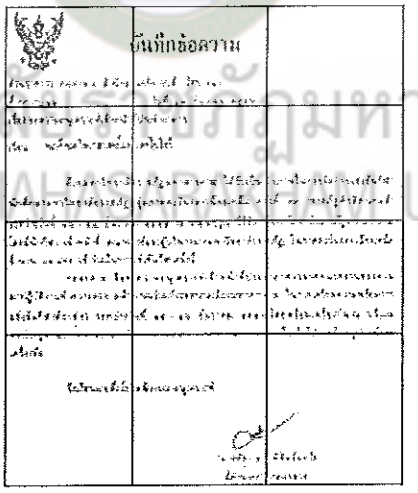
ถ้าเซตของจุดกลุ่มหนึ่งเป็นจุดที่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน จะทำให้การคำนวณค่าตามสมการที่ 2.5 นี้ได้ค่า ρ และ θ เท่ากัน นั่นคือเซตของจุดกลุ่มนี้จะตกในตำแหน่ง (ρ, θ) เดียวกันทั้งหมด ทำให้อาร์เรย์ (ρ, θ) ในตำแหน่งนั้นมีความถี่สูง

วินโดว์ฟีเจอร์

การสกัดลักษณะสำคัญเป็นกระบวนการที่สำคัญก่อนเข้าสู่กระบวนการจำแนกรูปแบบ เป็นกระบวนการที่หาค่าของข้อมูลที่เป็นลักษณะเฉพาะของสิ่ง ๆ นั้น วินโดว์ฟีเจอร์ เป็นการสกัดลักษณะสำคัญวิธีหนึ่ง โดยมีหลักการ คือ สร้างสี่เหลี่ยมหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า วินโดว์ (Window) ขึ้นมาในภาพนั้น โดยที่สี่เหลี่ยมที่สร้างขึ้นนั้นต้องมีขนาดเพียงพอที่จะสามารถบ่งบอกชนิดของเนื้อหาที่อาจปรากฏในสี่เหลี่ยมนั้นได้ เช่น ตัวหนังสือ รูปภาพหรือกราฟิก

ลักษณะสำคัญ (Features) ที่ปรากฏขึ้นได้ในวินโดว์นั้นมีได้หลายชนิด อย่างเช่นในงานวิจัยของ ชินและโดรแมน (Shin, C.K. and Doermann, D.S. 2000 : 182-190) ได้นำลักษณะสำคัญหลายอย่าง เช่น ชนิดของเนื้อหา (Content type) ซึ่งแบ่งเป็น ตัวหนังสือ รูปภาพหรือกราฟิก ความหนาแน่นของพิกเซลพื้นหน้า อัตราส่วนระหว่างพิกเซลพื้นหน้าต่อพิกเซลพื้นหลัง เป็นต้น มาใช้ในการจำแนกเอกสาร

ในวิทยานิพนธ์นี้ได้ใช้ความหนาแน่นของพิกเซลพื้นหน้าเป็นค่าลักษณะสำคัญในการเป็นข้อมูลเข้าสู่กระบวนการของโครงข่ายประสาทเทียม เนื่องจากผู้วิจัยเห็นว่ารูปแบบของหนังสือราชการแต่ละชนิดมีการวางตำแหน่งของตัวหนังสือและภาพสัญลักษณ์(ครุฑ)ที่แตกต่างกันในแต่ละส่วนของภาพ



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ 5 แสดงตัวอย่างการแบ่งภาพเป็นวินโดว์ 4x3 เพื่อสกัดลักษณะสำคัญ

โครงข่ายประสาทเทียม

ด้วยความสามารถของสมองมนุษย์ที่ทำให้เกิดการเรียนรู้และจดจำรูปแบบต่าง ๆ จึงทำให้มีผู้พยายามศึกษากระบวนการต่าง ๆ ของสมองและระบบประสาทอย่างต่อเนื่อง เพื่อทำให้คอมพิวเตอร์สามารถคิดและทำงานได้เหมือนกับสมองมนุษย์

โครงข่ายประสาทเทียมเกิดจากแนวคิดที่ต้องการให้คอมพิวเตอร์มีความสามารถเหมือนมนุษย์ คือ สามารถตัดสินปัญหาต่าง ๆ ที่เข้ามาได้โดยตัวของมันเอง จึงมีแนวคิดที่จะต้องจำลองการทำงานสมองมนุษย์ โดยโครงข่ายประสาทเทียม คือ การจำลองรูปแบบทางชีววิทยาโครงสร้างสมองของมนุษย์ ซึ่งเป็นการจำลองเอาบางส่วนที่จำเป็นมาพร้อมผสมกับรูปแบบการจัดการโครงสร้างที่ถูกคิดขึ้น เพื่อทำให้เกิดการทำงานที่ต้องการ โดย กำธน สินธวานนท์ (2542: 156-165) ได้อธิบายเกี่ยวกับสมองของสิ่งมีชีวิตและโครงข่ายประสาทเทียมไว้ดังนี้

1. สมองของสิ่งมีชีวิต

การพัฒนาระบบประมวลผลแบบโครงข่ายประสาทเทียมนั้น จะอิงกับแนวทางการประมวลผลของสมองของสิ่งมีชีวิต ดังนั้นความเข้าใจในคุณลักษณะเชิงกายภาพ และเชิงพฤติกรรมขององค์ประกอบต่างๆ ในสมองของสิ่งมีชีวิตจึงเป็นสิ่งจำเป็น

หน่วยรากฐานของสมองคือ เซลล์ประสาท(Neuron) สมองของมนุษย์ประกอบไปด้วยเซลล์ประสาทจำนวนอย่างน้อยในระดับแสน ๆ ล้านเซลล์ ในแง่ของการทำงานนั้นเซลล์ประสาทแต่ละเซลล์คือ หน่วยประมวลผลอย่างง่ายๆ ซึ่งรับสัญญาณและรวมสัญญาณที่ถูกส่งมาจากเซลล์ประสาทอื่น ๆ แต่ละเซลล์ประสาทจะมีส่วนหลักๆ อยู่ 3 ส่วน คือ

1.1 โซมา (Soma) คือ ตัวเซลล์มีลักษณะเป็นรูปทรงพีระมิด หรือทรงกระบอก

1.2 เดนไดรต์ (Dendrite) คือ เส้นใยบางๆ ที่เซลล์ประสาทใช้รับสัญญาณ ไฟฟ้าเข้าสู่เซลล์ แต่ละเซลล์ประสาทจะมีเดนไดรต์จำนวนมากจัดตัวเป็นลักษณะเหมือนกิ่งไม้

1.3 แอกซอน (Axon) คือ สายส่งผ่านสัญญาณทรงกระบอกขนาดยาวและใหญ่ที่เซลล์ประสาทใช้เป็นทางส่งสัญญาณไปยังเซลล์ประสาทอื่นๆส่วนปลายของแอกซอนจะแตกออกเป็นกิ่งก้านย่อย ๆ โดยที่ส่วนปลายของแต่ละกิ่งก้านเหล่านี้ลักษณะเป็นปม และจะไปจ่ออยู่จนเกือบสัมผัสกับปลายของเดนไดรต์หนึ่งของเซลล์ประสาทเซลล์อื่น

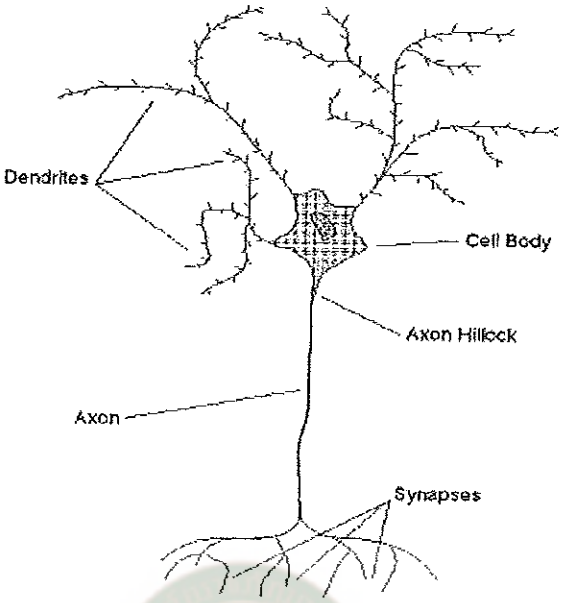
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บริเวณที่เป็นรอยต่อระหว่างปลายของแอกซอนกับปลายของเดนไดรต์ เรียกว่า ไซแนปส์ (Synapse) สัญญาณไฟฟ้าที่ถูกส่งมาถึงปลายของแอกซอนจะกระตุ้นให้เกิดการส่งผ่านสัญญาณในเชิงเคมีผ่านไซแนปส์ สัญญาณเชิงเคมีดังกล่าวจะถูกเดนไดรต์ตีความเป็นสัญญาณไฟฟ้าวิ่งเข้าสู่เซลล์ประสาทต่อไป

คุณลักษณะสำคัญของไซแนปส์ คือ ความแรงของสัญญาณที่ถูกส่งผ่านจะขึ้นอยู่กับความเหนียว-แน่นของการเชื่อมต่อ และสัญญาณที่ถูกส่งผ่านไซแนปส์อาจถูกทำให้มีสภาพเป็นสัญญาณกระตุ้น(excitory) หรือสัญญาณกด (inhibitory) ก็ได้ ขึ้นอยู่กับชนิดของสัญญาณเชิงเคมีที่ถูกกระตุ้นให้เคลื่อนผ่านรอยต่อ ซึ่งแต่ละประสาทอาจรับสัญญาณมาจากหนึ่ง 10,000 ไซแนปส์ หรือมากกว่า

สัญญาณจากเดนไดรต์ต่างๆ จะรวมกันวิ่งเข้าสู่ตัวเซลล์ประสาท และหากสัญญาณรวมมีความแรงเกินค่าระดับ (Threshold) ของเซลล์ประสาทนั้น ๆ เซลล์ประสาทก็จะยิง (fire) สัญญาณออกทางแอกซอนต่อไป กระบวนการเรียนรู้ในสิ่งมีชีวิตจะมีผลให้เกิดการสร้างไซแนปส์ระหว่างเซลล์ประสาทขึ้นมาใหม่ หรือไม่ก็ทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนสภาพและความเหนียวแน่นของไซแนปส์ต่างๆ ที่มีอยู่ นั่นคือ ความรู้ได้ถูกเก็บไว้ในลักษณะที่กระจายไปตามไซแนปส์ต่างๆ ในโครงข่ายของเซลล์ประสาทนั้นเอง อาจกล่าวได้ว่า โครงข่ายประสาทของสิ่งมีชีวิตทำงานตามโปรแกรมที่มีลักษณะกระจายไปทั่วโครงข่ายของเซลล์ประสาทและโครงข่ายประสาทของสิ่งมีชีวิตไม่ได้ทำงานแบบเป็นลำดับขั้นตอน (Sequential)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพที่ 6 แสดงเซลล์ประสาทของสิ่งมีชีวิต
ที่มา : (Guyton, Arthur C.1997: 4)

2. แบบจำลองเซลล์ประสาทเทียม

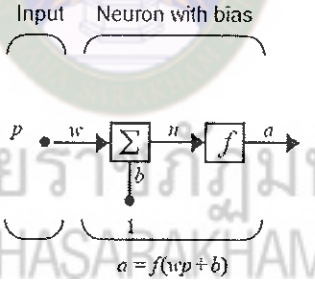
เซลล์ประสาทเทียม คือ หน่วยรากฐานของโครงข่ายประสาทเทียม เซลล์ประสาทเทียมไม่สามารถใช้เป็นแบบในการอธิบายการทำงานของ เซลล์ประสาทของสิ่งมีชีวิตได้ถูกต้อง แต่เป็นการนำเอาแนวคิดที่ได้จากความเข้าใจการทำงานของเซลล์ประสาทของสิ่งมีชีวิตมาประยุกต์ใช้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แบบจำลองพื้นฐานของเซลล์ประสาทเทียมถูกนำเสนอโดย แม็กคัลลอชและพิตส์ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2486 โดยมีการทำงานคร่าว ๆ แบบเซลล์ประสาทของสิ่งมีชีวิต คือ ทำหน้าที่รวมสัญญาณที่เข้ามายังเซลล์ประสาทเทียม ซึ่งเสมือนว่าเป็นสัญญาณที่เข้ามาตามเดนไดรต์ของเซลล์ประสาทของสิ่งมีชีวิต แล้วยิงสัญญาณกระตุ้นออกไป หากผลรวมของสัญญาณเข้านั้นมีค่าสูงเกินค่าระดับ (Threshold) ซึ่งก็เสมือนการยิงสัญญาณไฟฟ้าออกทางแอกซอนจากเซลล์ประสาทของสิ่งมีชีวิตนั่นเอง

อย่างไรก็ตาม สิ่งที่สำคัญในการจำลองเซลล์ประสาทคือ การจำลองไซแนปส์ทั้งหลายในโครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งเปรียบเสมือนแหล่งสะสมความรู้ของสมอง การจำลองไซแนปส์นั้นใช้หลักการที่ว่า แต่ละไซแนปส์ทำหน้าที่เป็นตัวปรับเปลี่ยนสภาพสัญญาณไฟฟ้าที่ส่งมาจากเซลล์ประสาทตัวอื่นๆ ก่อนส่งสัญญาณนั้นผ่านเดนไดรท์เข้าสู่ตัวเซลล์ประสาท และการปรับเปลี่ยนสัญญาณดังกล่าว จะขึ้นอยู่กับความเหนียวแน่นของการเชื่อมต่อบริเวณรอยต่อไซแนปส์ โดยความแข็งแกร่งนี้จะเปลี่ยนไปตามความรู้ที่สมองได้เรียนเข้าไป

แม็กคัลลอชและพิตส์เสนอให้ใช้ตัวแปรตัวหนึ่งเรียกว่า "ค่าน้ำหนัก" (Weight) ในการจำลองซิแนปส์ หากค่าน้ำหนักนี้มีขนาดใหญ่ก็จะหมายความว่า ความเหนียวแน่นของรอยต่อไซแนปส์มีค่าสูง นั่นคือส่งผ่านสัญญาณได้มาก หากค่าน้ำหนักนี้มีขนาดเล็กก็หมายความว่าสัญญาณจะส่งผ่านรอยต่อไซแนปส์ได้น้อย นอกจากนั้น ความเป็นบวกหรือลบของค่าน้ำหนักก็มีความหมายเช่นกัน หากค่าน้ำหนักมีค่าเป็นบวกจะหมายความว่า สัญญาณที่วิ่งผ่านรอยต่อไซแนปส์เข้าสู่เซลล์ประสาทเทียมจะเป็นสัญญาณกระตุ้น แต่หากค่าน้ำหนักมีค่าเป็นลบ จะหมายความว่าสัญญาณที่ผ่านรอยต่อไซแนปส์เข้าสู่เซลล์ประสาทเทียมจะมีผลเป็นสัญญาณกด



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

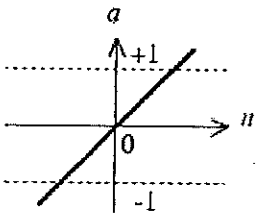
ภาพที่ 7 แสดงแบบจำลองเซลล์ประสาท

ที่มา : (Demuth, H. and Beale, M. 2000: 2-4)

3. ฟังก์ชันกระตุ้นหรือฟังก์ชันถ่ายโอน

เป็นฟังก์ชันที่เซลล์ประสาทใช้กำหนดค่าอินพุตไปเป็นค่าอินพุต ซึ่งค่าเอาต์พุตที่ได้นี้อาจกลายเป็นค่าอินพุทของเซลล์ประสาทตัวอื่นหรือเป็นค่าเอาต์พุตของระบบโครงข่าย ฟังก์ชันถ่ายโอนนั้นมีใช้กันอยู่หลายชนิด แต่ในที่นี้จะขอกล่าวถึงเพียงแค่ 3 ชนิด คือ

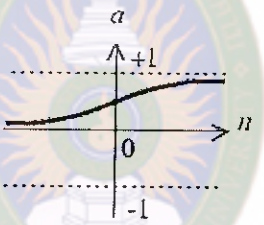
3.1 ฟังก์ชันถ่ายโอนแบบเชิงเส้น (Linear Transfer Function) จะรับค่าอินพุต เป็นจำนวนจริงใดๆ แล้วให้ค่าเอาต์พุตเท่ากับค่าอินพุต



ภาพที่ 8 แสดงฟังก์ชันถ่ายโอนแบบเชิงเส้น

ที่มา : (Demuth, H. and Beale, M. 2000: 2-4)

3.2 ฟังก์ชันถ่ายโอนแบบล็อกซิกมอยด์ *(Log-Sigmoid Transfer Function)* จะรับค่าอินพุทเป็นจำนวนจริงใดๆ แล้วให้ค่าOutputเป็นค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1

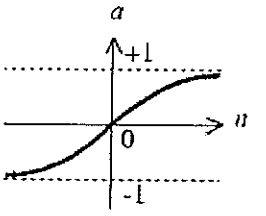


ภาพที่ 9 แสดงฟังก์ชันถ่ายโอนแบบล็อกซิกมอยด์

ที่มา : (Demuth, H. and Beale, M. 2000: 2-4)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3.3 ฟังก์ชันถ่ายโอนแบบแทนซิกมอยด์ *(Tan- Sigmoid Transfer Function)* จะรับค่าอินพุทเป็นจำนวนจริงใดๆ แล้วให้ค่าOutputเป็นค่าตั้งแต่ -1 ถึง 1



ภาพที่ 10 ฟังก์ชันถ่ายโอนแบบแทนซิกมอยด์

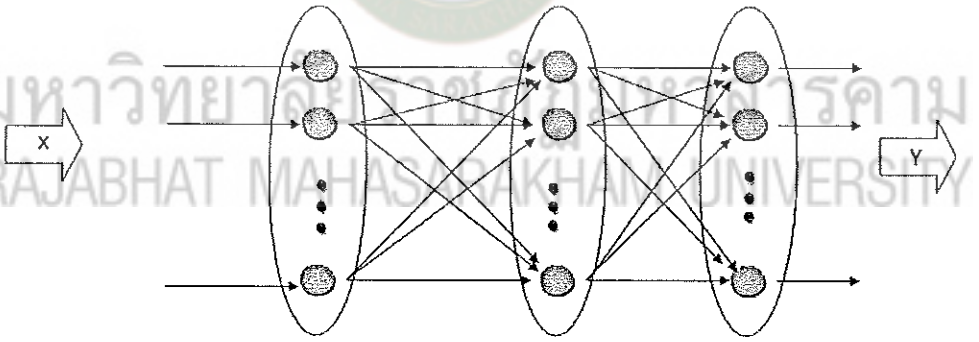
ที่มา : (Demuth, H. and Beale, M. 2000: 2-4)

4. สถาปัตยกรรมของโครงข่ายประสาทเทียม

การเชื่อมโยงเซลล์ประสาทเทียมจำนวนหนึ่งเข้าด้วยกันเป็นโครงข่ายประสาทเทียม นั้นสามารถเชื่อมโยงแบบใดก็ได้อย่างไม่มีขอบเขตจำกัด อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติเทคนิค การเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมมักจะถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้กับสถาปัตยกรรม โครงข่ายประสาทเทียมที่มีลักษณะเฉพาะเท่านั้นสถาปัตยกรรมโครงข่ายประสาทเทียมที่พบทั่วไปจะมีลักษณะหลัก ๆ คือ มีการจัดเซลล์ประสาทเทียมเป็นชั้นๆ (layer) ชั้นที่รับข้อมูลเข้าเรียกว่าชั้นอินพุต (input layer) ชั้นที่ผลิตผลตอบของโครงข่ายเรียกว่า ชั้นเอาต์พุต (output layer)ส่วนชั้นอื่นๆ ที่มีส่วนในการช่วยทำการประมวลผลอยู่ภายในเรียกว่า ชั้นซ่อน (hidden layer) ในโครงข่ายประสาทเทียมอาจมีชั้นซ่อนได้หลายชั้น โครงข่ายประสาทเทียมถูกแบ่งตามรูปแบบของการต่อเชื่อม หรือเส้นทางเดินของสัญญาณ โดยหลัก ๆ แล้วมี 2 ประเภท คือ

4.1 โครงข่ายประสาทเทียมแบบป้อนไปข้างหน้า (Feed-forward Network)

สถาปัตยกรรมของโครงข่ายประสาทเทียมแบบป้อนไปข้างหน้านั้น ข้อมูลหรือสัญญาณจะไหลจากส่วนข้อมูลเข้าไปที่ส่วนของข้อมูลออก การไหลของสัญญาณจะไหลไปข้างหน้าทิศทางเดียว และไม่มีเส้นทางใดที่ย้อนกลับ กลุ่มของเซลล์จะแบ่งออกเป็นส่วน ๆ โดยมีการเรียงลำดับหน้า – หลัง สัญญาณจะส่งเข้าจากด้านหน้า แล้วเดินทางต่อไปยังกลุ่มเซลล์ถัดไปโดยสัญญาณจะไม่มีการส่งย้อนกลับไปยังกลุ่มเซลล์ลำดับก่อนหน้าหรือในลำดับเดียวกัน ดังแสดงในภาพที่ 11



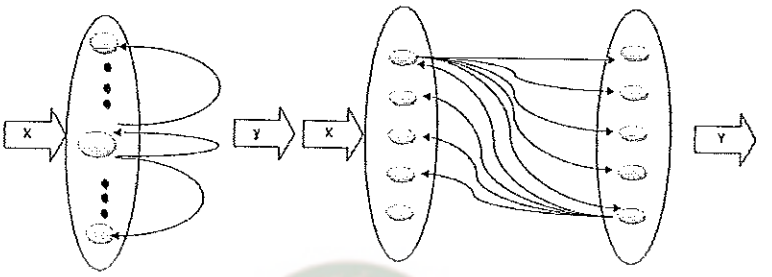
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ 11 แสดงสถาปัตยกรรมของโครงข่ายประสาทเทียมแบบป้อนไปข้างหน้า

ที่มา : (Kumar, Satist. 2005 : 63)

4.2 โครงข่ายประสาทเทียมแบบป้อนกลับ (Feed-back Network)

สถาปัตยกรรมของโครงข่ายประสาทเทียมแบบป้อนกลับนั้น ข้อมูลหรือสัญญาณจะสามารถไหลผ่านได้ทั้งสองทิศทาง จึงทำให้กระแสสัญญาณในโครงข่ายสามารถเกิดการวนย้อนกลับ(Loop) ได้ โครงข่ายจะเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาจนกว่าจะถึงจุดสมดุล และคงอยู่ที่จุดสมดุลนั้นจนกว่าข้อมูลที่ป้อนเข้ามาจะเปลี่ยนไป แล้วจึงปรับเข้าหาสมดุลใหม่



ภาพที่ 12 แสดงสถาปัตยกรรมของโครงข่ายประสาทเทียมแบบป้อนกลับ

ที่มา : (Kumar, Satist. 2005 : 63)

5. การเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม

การเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมเป็นกระบวนการที่ทำให้โครงข่ายประสาทเทียมสามารถเรียนรู้วิธีแก้ปัญหาได้ ซึ่งมีองค์ความรู้ที่เกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมที่ใช้ในวิทยานิพนธ์ดังนี้

5.1 ลักษณะการเรียนรู้

5.1.1 การเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised Learning)

รูปแบบการเรียนรู้แบบมีผู้สอนเริ่มด้วยการส่งสิ่งเร้าที่ใช้ในการสอนเข้าไปเป็นอินพุต (Input) ในโครงข่ายประสาทเทียม เพื่อให้โครงข่ายประสาทเทียมสร้างผลตอบออกมาเป็นเอาต์พุต (Output) ซึ่งผลตอบจะเป็นอย่างไร ก็ขึ้นอยู่กับสภาวะในตอนที่เริ่มเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม ผลตอบดังกล่าวจะถูกนำมาเปรียบเทียบกับผลตอบเป้าหมาย (target response) ซึ่งผู้สอน (teacher) จะเป็นผู้สร้างขึ้น หากผลตอบทั้งสองมีความแตกต่างกัน นั่นคือมีความคลาดเคลื่อน (error) เกิดขึ้น ความคลาด-เคลื่อนดังกล่าวจะถูกนำไปคำนวณการปรับแต่งค่าน้ำหนักต่างๆ ในโครงข่ายประสาทเทียม เพื่อลดความคลาดเคลื่อนลงให้เหลือน้อยที่สุด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การปรับแต่งค่าน้ำหนักโดยพิจารณาจากความคลาดเคลื่อนนี้ จะขึ้นอยู่กับกฎการเรียนรู้หรือขั้นตอนการคำนวณซึ่งเรียกว่า "อัลกอริทึม"(Algorithm) ที่แตกต่างกัน โดยแต่ละอัลกอริทึมจะมีคุณลักษณะและสมรรถนะแตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม วิธีการส่วนใหญ่ของการเรียนรู้แบบมีผู้สอนนี้จะดัดแปลงมาจากวิธีการทางคณิตศาสตร์ในเรื่องของเทคนิคการหาค่าเหมาะสม (Optimization technique) นั่นเอง

เนื่องจากเจตนาของมนุษย์ในการพัฒนาเครื่องมือขึ้นมาใช้งานนั้น จะอิงอยู่กับการที่มนุษย์ต้องการสั่งการและควบคุมเครื่องมือนั้นๆ ให้ทำงานได้ตามที่ต้องการ จึงทำให้โครงข่ายประสาทเทียมประเภทที่ใช้การเรียนรู้แบบมีผู้สอนได้รับความนิยมในการนำไปประยุกต์ใช้มากที่สุด เนื่องจากเป็นแบบที่สามารถควบคุมได้ การสั่งการโครงข่ายประสาทเทียมจะเป็นไปโดยทางอ้อม ในลักษณะของการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียม โดยการสร้างข้อมูลตัวอย่าง (รวมทั้งค่าเป้าหมาย) ที่จะให้โครงข่ายเรียนรู้ เมื่อโครงข่ายประสาทเทียมเรียนรู้ข้อมูลตัวอย่างได้ถูกต้องหมดแล้ว ความรู้ที่โครงข่ายประสาทเทียมได้เก็บไว้ในลักษณะของค่าน้ำหนักต่างๆ จะเป็นสิ่งที่ถูกนำไปใช้งานจริงเพื่อสร้างผลตอบต่อข้อมูลใหม่ๆ ที่โครงข่ายไม่เคยเห็นมาก่อน ดังนั้น สำหรับโครงข่ายประสาทเทียมหนึ่งๆ และวิธีการเรียนรู้แบบมีผู้สอนวิธีการหนึ่งๆ นั้น ความรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมจะสามารถนำไปใช้งานจริงได้เพียงใดก็ขึ้นอยู่กับคุณภาพของข้อมูลตัวอย่างที่นำมาใช้สอนนั้น อาจจะกล่าวได้ว่า หากข้อมูลตัวอย่างมีจำนวนมากพอโครงข่ายประสาทเทียมก็จะสามารถสร้างความรู้ได้อย่างถูกต้อง อย่างไรก็ตามด้วยระดับความเจริญก้าวหน้าด้านโครงข่ายประสาทเทียมในปัจจุบันเทคนิคการวิเคราะห์ปัญหาเพื่อสร้างข้อมูลตัวอย่างสำหรับการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพนั้นยังคงเป็นงานวิจัยที่ต้องมีการค้นคว้ากันต่อไป

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

5.1.2 การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอน (Unsupervised Learning)

การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอนนั้น ไม่จำเป็นต้องมีค่าเป้าหมายของแต่ละข้อมูลตัวอย่าง ใน ระหว่างการเรียนรู้ โครงข่ายประสาทเทียมจะได้รับข้อมูลกระตุ้นในรูปแบบต่างๆ และจะทำการจัดกลุ่มรูปแบบต่างๆ เหล่านั้นเองตามต้องการ ผลตอบของโครงข่ายประสาทเทียมที่ใช้การเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอนนี้ จะเป็นการระบุกลุ่มของข้อมูลที่ใส่เข้าไป โดยจะอิงกับวิธีการจัดกลุ่มซึ่งได้เรียนรู้จากข้อมูลที่โครงข่ายเคยพบมา

ตัวอย่างการเรียนรู้แบบนี้ในมนุษย์คือ การให้เด็กเล็ก ๆ จัดเก็บสิ่งของไว้บนชั้นวางของให้เป็นระเบียบเรียบร้อย สมมุติว่า เด็กคนหนึ่งเลือกเก็บหนังสือต่างๆ ไว้ที่ชั้นบน เก็บตุ๊กตาไว้ที่ชั้นล่างและเก็บของเล่นอื่นๆ ไว้ที่ชั้นกลางๆ หลังจากนั้นหากเด็กคนนั้นซื้อตุ๊กตามาใหม่ ก็นำไปเก็บไว้ที่ชั้นล่าง เป็นต้น

แม้ว่าการเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอนนี้จะไม่ต้องการผู้สอน แต่ก็ต้องการแนวทางในการจัดกลุ่ม เช่น การจัดกลุ่มอาจจะจัดตามรูปทรง สีหรือวิธีการใช้งานของวัตถุต่างๆ ที่จะนำมาจัดเป็นต้น ดังนั้น หากไม่มีการให้แนวทางที่ชัดเจนว่า การจัดกลุ่มควรเป็นไปตามคุณลักษณะใด การจัดกลุ่มอาจไม่ประสบความสำเร็จในแง่การนำมาใช้งานจริงก็ได้ ตัวอย่างเช่น การให้เด็กจัดของไว้บนชั้นวางของนั้น เด็กอาจจะจัดตามใจชอบและไม่เป็นหมวดหมู่ ทำให้ไม่สะดวกต่อการนำสิ่งของใหม่ๆ เข้าไปเก็บรวมด้วยก็ได้ การใช้งานโครง-ข่ายประสาทเทียมที่ใช้การเรียนรู้แบบนี้ จึงมักต้องมีการดำเนินการปรับแต่งข้อมูล เพื่อให้เกิดการเน้นสภาพของคุณลักษณะสำคัญ ที่ต้องการนำมาเป็นแนวทางในการจัดกลุ่มให้เด่นชัดขึ้นหรืออาจเป็นการปรับกฎการเรียนรู้ เพื่อให้เน้นไปที่คุณลักษณะที่ต้องการก็ได้

เนื่องจากขั้นตอนการเรียนรู้แบบไม่มีผู้สอนนี้จะมีการระบุกลุ่มของข้อมูลตัวอย่างก่อน เมื่อตัดสินใจได้แล้วว่า ข้อมูลใหม่มีลักษณะที่ควรจะจัดรวมเข้ากลุ่มใด (หรืออาจถือเป็นกลุ่มใหม่ก็ได้ในกรณีที่เห็นว่าไม่ควรจัดเข้ากลุ่มใดเลย) หลังจากนั้น จึงมีการปรับคุณลักษณะของกลุ่ม โดยการนำลักษณะของข้อมูลใหม่นี้มาช่วยกำหนดแนวทางการจัดด้วย ในการตัดสินว่าข้อมูลใหม่นี้ควรจัดรวมเข้ากลุ่มใด ในโครงข่ายประสาทเทียมบางชนิดอาจจะใช้วิธีการแข่งขันกันของกลุ่มต่างๆ ว่ากลุ่มใดควรได้ข้อมูลดังกล่าวไป การเรียนรู้ในลักษณะนี้จะถูกเรียกว่า การเรียนรู้แบบแข่งขันกัน(Competitive Learning)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ในอีกแง่มุมหนึ่ง นับจากจุดเริ่มต้นของการเรียนรู้ซึ่งไม่มีการจัดกลุ่มข้อมูลในแบบใดๆ เลยจนถึงเวลาที่การจัดเสร็จสิ้นแล้ว จะพบว่า การจัดกลุ่มข้อมูลเกิดขึ้นตามคุณลักษณะบางอย่างของข้อมูลตัวอย่าง ซึ่งการจัดกลุ่มนี้เกิดจากการที่โครงข่ายประสาทเทียมประเมินข้อมูลต่าง ๆ ที่ถูกป้อนเข้าไปในระหว่างการเรียนรู้ จนสร้างเป็นวิธีการจัดกลุ่มขึ้นมาได้ ดังนั้น การเรียนรู้ในลักษณะดังกล่าวจึงถูกเรียกว่า การเรียนรู้แบบจัดตัวเอง (Self-organizing) ด้วย

5.2 กฎของเดลต้า (Delta Rule)

กฎที่สำคัญกฎหนึ่ง ซึ่งใช้ในการฝึกสอนแก่โครงข่ายประสาทเทียม คือ กฎของเดลต้าโดยกฎของเดลต้านี้จะถูกใช้ในการปรับน้ำหนักของโครงข่ายประสาทเทียมได้อย่างสมเหตุสมผล ลักษณะของกฎจะประกอบด้วยสูตรการคำนวณต่าง ๆ ดังนี้

$$\delta = (T - A) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.6)$$

โดย T เป็นค่าเอาท์พุตที่เราต้องการ

A เป็นค่าเอาท์พุตที่ออกมาจริงตามการป้อนอินพุตเข้าไป

δ เป็นค่าผลต่างระหว่างค่า 2 ค่าข้างบน

หลังจากได้ค่า δ แล้ว ค่านี้จะถูกนำไปคูณกับค่าอินพุตแต่ละอินพุต เพื่อใช้ในการปรับค่าน้ำหนักที่เหมาะสมของแต่ละอินพุต นอกจากนั้นยังต้องถูกนำไปคูณกับค่าอัตราการเรียนรู้ (Learning rate) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการฝึกสอน ให้เร็วขึ้นหรือช้าลง ซึ่งสามารถเขียนเป็นสูตรได้ดังนี้ คือ

$$\Delta i = n \, \delta \, Xi \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.7)$$

ซึ่งค่า Δi หมายถึง ค่าที่จะต้องถูกนำไปใช้ในการปรับค่าน้ำหนัก

เมื่อ Xi คือ ค่าอินพุตเวคเตอร์

n คือ อัตราเรียนรู้ (learning rate)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ดังนั้นสูตรการปรับค่าน้ำหนักสามารถเขียนได้ดังนี้ คือ

$$wi\ (n+1) = wi\ (n) + \Delta i \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.8)$$

โดย Δi เป็นค่าน้ำหนักที่ต้องปรับของแต่ละ input ของค่า input x ใด ๆ ในสมการ

wi (n + 1) เป็นค่าน้ำหนัก หลังการปรับ

wi (n) เป็นค่าน้ำหนัก ก่อนการปรับ

5.3 วิธีการแบบแพร่กระจายกลับ (Backpropagation Algorithm)

วิธีการแบบแพร่กระจายกลับ เป็นวิธีการที่ใช้ในการฝึกสอนแบบมีผู้สอนให้กับโครงข่ายประสาทเทียมแบบป้อนไปข้างหน้าหลายชั้นวิธีหนึ่ง ซึ่งจะประยุกต์ใช้กฎของเดลต้า โดยจะคำนวณค่าความผิดพลาดระหว่างเอาต์พุตที่ได้ กับเอาต์พุตของข้อมูลตัวอย่าง แล้วนำค่าที่ได้ไปปรับค่าน้ำหนัก ในลักษณะของการเคลื่อนลงตามความชัน (Gradient descent) เพื่อที่จะลดค่าความผิดพลาดของการคำนวณในแต่ละรอบระหว่างการเรียนรู้ ค่าอินพุตจะถูกส่งผ่านไปข้างหน้าตามลำดับชั้นผ่านฟังก์ชันถ่ายโอน จนได้ค่าเอาท์พุต จากนั้นนำค่าเอาท์พุตที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่าเอาท์พุตเป้าหมาย เพื่อหาค่าความผิดพลาดแล้วนำกลับไปใช้เป็นข้อมูลในการปรับน้ำหนักใหม่ เพื่อให้ได้เอาท์พุตที่ใกล้เคียงกับเอาท์พุตเป้าหมายที่สุด

สำหรับการคำนวณหาค่าความผิดพลาดในวิธีการแบบแพร่กระจายกลับนี้ จะคำนวณโดยใช้ค่าความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ย (Mean square error) ซึ่งมีสมการดังนี้

$$MSE = \frac{1}{c}\sum_{k=1}^{c}(t_k - z_k)^2 \qquad \text{..... (2.9)}$$

โดย MSE คือ ค่าความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ย

c คือ จำนวนข้อมูล

t คือ ค่าเอาท์พุตเป้าหมาย

z คือ ค่าเอาท์พุตที่คำนวณได้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สำหรับขั้นตอนการของวิธีการฝึกสอนแบบแพร่กระจายกลับมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

ขั้นที่ 1 การคำนวณไปข้างหน้า

การนำข้อมูลอินพุตส่งผ่านไปข้างหน้าตามลำดับชั้น ซึ่งมีการรวมข้อมูลอินพุตกับค่าน้ำหนักเข้าด้วยกันและส่งผ่านให้ฟังก์ชันถ่ายโอน เพื่อทำให้เป็นผลลัพธ์ภายในชั้นแฝง (Hidden Layer) จากนั้นจึงนำผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณมาเปรียบเทียบกับเอาท์พุตเป้าหมาย และทำการคำนวณค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้น ซึ่งนิยมใช้ค่าความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ยที่มีค่าน้อยที่สุด (Least Mean Square Error)

ขั้นที่ 2 การคำนวณย้อนกลับ

เมื่อผลลัพธ์ที่คำนวณได้มีค่าความผิดพลาดอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับไม่ได้ จะเริ่มขั้นตอนในการคำนวณย้อนกลับซึ่งเริ่มจากการปรับค่าน้ำหนักระหว่างชั้นเอาท์พุตกับชั้นแฝงชั้นสุดท้ายและย้อนกลับไปจนถึงชั้นรับข้อมูล วิธีที่ใช้ในการปรับค่าน้ำหนักนี้จะใช้หลักการการเคลื่อนที่ลงตามความชัน และทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ ตั้งแต่ขั้นที่ 1 จนถึงขั้นสุดท้าย จนกว่าจะได้ค่าความผิดพลาดอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้หรือตามจำนวนรอบที่กำหนด

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า โครงข่ายประสาทเทียมเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่จำลองมาจากการทำงานของสมองและระบบประสาท เพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถทำงานได้เหมือนมนุษย์ ซึ่งในปัจจุบันก็ได้มีการประยุกต์โครงข่ายประสาทเทียมเพื่อใช้ประโยชน์ในงานหลายด้านได้แก่ งานการจดจำรูปแบบที่มีความไม่แน่นอน เช่น การจดจำลายนิ้วมือ การรู้จำใบหน้า การรู้จำตัวอักษร งานการประมาณค่าฟังก์ชันหรือการประมาณความสัมพันธ์ งานที่สิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ งานจัดหมวดหมู่และแยกแยะสิ่งของ งานด้านการทำนาย เช่น พยากรณ์อากาศ พยากรณ์หุ้น เป็นต้น

หนังสือราชการไทย

ระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยงานสารบรรณ พ.ศ. 2526 ได้ให้ความหมายของหนังสือราชการว่า เป็นเอกสารที่เป็นหลักฐานในราชการ ได้แก่ หนังสือที่มีไปมาระหว่างส่วนราชการ หนังสือที่ส่วนราชการมีไปถึงหน่วยงานอื่นใด ซึ่งมิใช่ส่วนราชการ หรือที่มีไปถึงบุคคลภายนอก หนังสือที่หน่วยงานอื่นใดซึ่งมิใช่ส่วนราชการหรือที่บุคคลภายนอกมีมาถึงส่วนราชการ เอกสารที่ทางราชการจัดทำขึ้นเพื่อเป็นหลักฐานในราชการ และเอกสารที่ทางราชการจัดทำขึ้นตามกฎหมาย ระเบียบ หรือข้อบังคับหนังสือราชการมี 6 ชนิด คือ หนังสือภายนอก หนังสือภายใน หนังสือประทับตรา หนังสือสั่งการ หนังสือประชาสัมพันธ์ และหนังสือที่เจ้าที่ทำขึ้นหรือรับไว้เป็นหลักฐานในราชการ

1. หนังสือภายนอก

เป็นหนังสือติดต่อราชการที่เป็นแบบพิธีโดยใช้กระดาษตราครุฑเป็นหนังสือติดต่อระหว่างส่วนราชการ หรือส่วนราชการมีถึงหน่วยงานอื่นใดซึ่งมิใช่ส่วนราชการ หรือที่มีถึงบุคคลภายนอก ให้จัดทำตามแบบที่ 1 ท้ายระเบียบ (ดูในภาคผนวกวิทยานิพนธ์นี้) โดยกรอกรายละเอียดดังนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1.1 *ที่* ให้ลงรหัสตัวพยัญชนะและเลขประจำของเจ้าของเรื่อง ตามที่กำหนดไว้ในภาคผนวก 1 ทับเลขทะเบียนหนังสือส่งสำหรับหนังสือของ คณะกรรมการให้กำหนดรหัสตัวพยัญชนะเพิ่มขึ้นได้ตามความจำเป็น

1.2 *ส่วนราชการเจ้าของหนังสือ* ให้ลงชื่อส่วนราชการ สถานที่ราชการหรือคณะกรรมการซึ่งเป็นเจ้าของหนังสือนั้นและโดยปกติให้ลงที่ตั้งไว้ด้วย

1.3 *วัน เดือน ปี* ให้ลงตัวเลขของวันที่ ชื่อเต็มของเดือน และตัวเลขของปีพุทธศักราชที่ออกหนังสือ

1.4 *เรื่อง* ให้ลงเรื่องย่อที่เป็นใจความสั้นที่สุดของหนังสือฉบับนั้น ในกรณีที่เป็นหนังสือต่อเนื่อง โดยปกติให้ลงเรื่องของหนังสือฉบับเดิม

1.5 *คำขึ้นต้น* ให้ใช้คำขึ้นต้นตามฐานะของผู้รับหนังสือตามตาราง การการใช้คำขึ้นต้นสรรพนาม และคำลงท้ายที่กำหนดไว้ในภาคผนวก 2 แล้วลงตำแหน่งของผู้ที่หนังสือนั้นมีถึง หรือชื่อบุคคลในกรณีที่มีถึงตัวบุคคล ไม่เกี่ยวกับตำแหน่งหน้าที่

1.6 *อ้างถึง* (ถ้ามี) ให้อ้างถึงหนังสือที่เคยมีติดต่อกันเฉพาะ หนังสือที่ส่วนราชการผู้รับหนังสือได้รับมาก่อนแล้ว จะจากส่วนราชการใดก็ตามโดยให้ลงชื่อส่วนราชการเจ้าของหนังสือและเลขที่หนังสือวันที่ เดือน ปี พุทธศักราชของหนังสือนั้น

การอ้างถึง ให้อ้างถึงหนังสือฉบับสุดท้ายที่ติดต่อกันเพียงฉบับเดียว เว้นแต่มีเรื่องอื่นที่เป็นสาระสำคัญต้องนำมาพิจารณา จึงอ้างถึงหนังสือฉบับอื่น ๆ ที่เกี่ยวกับเรื่องนั้นโดยเฉพาะให้ทราบด้วย

1.7 *สิ่งที่ส่งมาด้วย* (ถ้ามี) ให้ลงชื่อสิ่งของ เอกสาร หรือ บรรณสารที่ส่งพร้อมกับหนังสือนั้น ในกรณีที่ไม่สามารถส่งไปในซองเดียวกันได้ให้แจ้งด้วยว่าส่งไปโดยทางใด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1.8 *ข้อความ* ให้ลงสาระสำคัญของเรื่องให้ชัดเจนและเข้าใจง่าย หากมีความประสงค์หลายประการให้แยกเป็นข้อ ๆ

1.9 *คำลงท้าย* ให้ใช้คำลงท้ายตามฐานะของผู้รับหนังสือตามตาราง การใช้คำขึ้นต้น สรรพนาม และคำลงท้ายที่กำหนดไว้ในภาคผนวก 2

1.10 *ลงชื่อ* ให้ลงลายมือชื่อเจ้าของหนังสือและให้พิมพ์ชื่อเต็ม ของเจ้าของลายมือชื่อไว้ใต้ลายมือชื่อตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในภาคผนวก 3

1.11 *ตำแหน่ง* ให้ลงตำแหน่งของเจ้าของหนังสือ

1.12 *ส่วนราชการเจ้าของเรื่อง* ให้ลงชื่อส่วนราชการเจ้าของเรื่อง หรือหน่วยงานที่ออกหนังสือ ถ้าส่วนราชการที่ออกหนังสือ อยู่ในระดับกระทรวง หรือทบวง ให้ลง

ชื่อส่วนราชการเจ้าของเรื่องทั้งระดับกรมและกอง ถ้าส่วนราชการที่ออกหนังสืออยู่ในระดับกรมลงมา ให้ลงชื่อส่วนราชการเจ้าของเรื่องเพียงระดับกองหรือหน่วยงานที่รับผิดชอบ

1.13 *โทร.* ให้ลงหมายเลขโทรศัพท์ของส่วนราชการเจ้าของเรื่องหรือหน่วยงานที่ออกหนังสือและหมายเลขภายในตู้สาขา (ถ้ามี) ไว้ด้วย

1.14 *สำเนาส่ง* (ถ้ามี) ในกรณีที่ผู้ส่งจัดทำสำเนาส่งไปให้ส่วน ราชการหรือบุคคลอื่นทราบและประสงค์จะให้ผู้รับทราบว่าได้มีสำเนาส่งไปให้ ผู้ใดแล้วให้พิมพ์ชื่อเต็มหรือชื่อย่อของส่วนราชการหรือชื่อบุคคลที่ส่งสำเนาไปให้เพื่อให้เป็นที่เข้าใจระหว่างผู้ส่งและผู้รับถ้าหากมีรายชื่อที่ส่งมากให้พิมพ์ว่าส่งไปตามรายชื่อที่แนบรายชื่อไปด้วย

2. หนังสือภายใน

เป็นหนังสือติดต่อราชการที่เป็นแบบพิธีน้อยกว่าหนังสือภายนอก เป็นหนังสือติดต่อภายในกระทรวง ทบวงกรม หรือจังหวัดเดียวกันใช้กระดาษบันทึกข้อความ และให้จัดทำตามแบบที่ 2 ท้ายระเบียบ (ดูในภาคผนวกวิทยานิพนธ์นี้) โดยกรอกรายละเอียดดังนี้

2.1 *ส่วนราชการ* ให้ลงชื่อส่วนราชการเจ้าของเรื่อง หรือหน่วยงานที่ออกหนังสือโดยมีรายละเอียดพอสมควร โดยปกติถ้าส่วนราชการที่ออกหนังสืออยู่ระดับกรมขึ้นไป ให้ลงชื่อส่วนราชการเจ้าของเรื่องทั้งระดับกรมและกอง ถ้าส่วนราชการที่ออกหนังสืออยู่ในระดับต่ำกว่ากรมลงมาให้ลงชื่อส่วนราชการเจ้าของเรื่องเพียงระดับกองหรือส่วนราชการเจ้าของเรื่องพร้อมทั้งหมายเลขโทรศัพท์ (ถ้ามี)

2.2 *ที่* ให้ลงรหัสตัวพยัญชนะและเลขประจำของเจ้าของเรื่องตามที่กำหนดไว้ในภาคผนวก 1 ทับเลขทะเบียน หนังสือส่งสำหรับหนังสือของคณะกรรมการ ให้กำหนดรหัสตัวพยัญชนะเพิ่มขึ้นได้ตามความจำเป็น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.3 *วันที่* ให้ลงตัวเลขของวันที่ ชื่อเต็มของเดือนและตัวเลขของปีพุทธศักราชที่ออกหนังสือ

2.4 *เรื่อง* ให้ลงเรื่องย่อที่เป็นใจความสั้นที่สุดของหนังสือฉบับนั้น ในกรณีที่เป็นหนังสือต่อเนื่องโดยปกติให้ลงเรื่องของหนังสือฉบับเดิม

2.5 *คำขึ้นต้น* ให้ใช้คำขึ้นต้นตามฐานะของผู้รับหนังสือตามตารางการใช้คำขึ้นต้น สรรพนาม และคำลงท้าย ที่กำหนดไว้ในภาคผนวก 2 แล้วลงตำแหน่งของผู้ที่หนังสือนั้นมีถึง หรือชื่อบุคคลในกรณีที่มีถึงตัวบุคคลไม่เกี่ยวกับตำแหน่งหน้าที่

2.6 *ข้อความ* ให้ลงสาระสำคัญของเรื่องให้ชัดเจนและเข้าใจง่ายหากมีความประสงค์หลายประการ ให้แยกเป็นข้อ ๆ ในกรณีที่มีการอ้างถึงหนังสือที่เคยมีติดต่อกันหรือมีสิ่งที่ส่งมาด้วย ให้ระบุไว้ในข้อนี้

2.7 *ลงชื่อและตำแหน่ง* ให้ปฏิบัติตามข้อ 1.10 และข้อ 1.11 โดยอนุโลม ในกรณีที่กระทรวง ทบวง กรมหรือจังหวัดใด ประสงค์จะกำหนดแบบการเขียนโดยเฉพาะ เพื่อใช้ตามความเหมาะสมก็ให้กระทำได้

3. หนังสือประทับตรา

เป็นหนังสือที่ใช้ประทับตราแทนการลงชื่อของหัวหน้าส่วนราชการระดับกรมขึ้นไป โดยให้หัวหน้าส่วนราชการระดับกองหรือผู้ที่ได้รับมอบหมายจากหัวหน้าส่วนราชการระดับกรมขึ้นไปเป็นผู้รับผิดชอบลงชื่อย่อกำกับตราหนังสือประทับตราให้ใช้ได้ทั้งระหว่างส่วนราชการกับส่วนราชการและระหว่างส่วนราชการกับบุคคลภายนอก เฉพาะกรณีที่ไม่ใช่เรื่องสำคัญ ได้แก่ การขอรายละเอียดเพิ่มเติม การส่งสำเนาหนังสือ สิ่งของ เอกสาร หรือบรรณสาร การตอบรับทราบที่ไม่เกี่ยวกับราชการสำคัญหรือการเงิน การแจ้งผลงานที่ได้ดำเนินการไปแล้วให้ส่วนราชการที่เกี่ยวข้องทราบ การเตือนเรื่องที่ค้าง และเรื่องซึ่งหัวหน้าส่วนราชการระดับกรมขึ้นไปกำหนดโดยทำเป็นคำสั่ง ให้ใช้หนังสือประทับตรา

หนังสือประทับตรา ใช้กระดาษตราครุฑ และให้จัดทำตามแบบที่ 3 ท้ายระเบียบ (ดูในภาคผนวกวิทยานิพนธ์นี้) โดยกรอกรายละเอียดดังนี้

3.1 *ที่* ให้ลงรหัสตัวพยัญชนะและเลขประจำของเจ้าของเรื่อง ตามที่กำหนดไว้ในภาคผนวก 1 ทับเลขทะเบียนหนังสือส่ง

3.2 *ถึง* ให้ลงชื่อส่วนราชการ หน่วยงาน หรือบุคคลที่หนังสือนั้นมีถึง

3.3 *ข้อความ* ให้ลงสาระสำคัญของเรื่องให้ชัดเจนและเข้าใจง่าย

3.4 *ชื่อส่วนราชการที่ส่งหนังสือออก* ให้ลงชื่อส่วนราชการที่ส่งหนังสือออก

3.5 *ตราชื่อส่วนราชการ* ให้ประทับตราชื่อส่วนราชการตามข้อ 72 ด้วยหมึกแดง และให้ผู้รับผิดชอบลงลายมือชื่อย่อกำกับตรา

3.6 *วัน เดือน ปี* ให้ลงตัวเลขของวันที่ ชื่อเต็มของเดือนและตัวเลขของปีพุทธศักราชที่ออกหนังสือ

3.7 *ส่วนราชการเจ้าของเรื่อง* ให้ลงชื่อส่วนราชการเจ้าของเรื่อง หรือหน่วยงานที่ออกหนังสือ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3.8 *โทร. หรือที่ตั้ง* ให้ลงหมายเลขโทรศัพท์ของส่วนราชการเจ้าของเรื่อง ด้วย และหมายเลขภายในตู้สาขา (ถ้ามี) ในกรณีที่ไม่มีโทรศัพท์ให้ลงชื่อที่ตั้งของส่วนราชการเจ้าของเรื่องโดยให้ลงตำบลที่อยู่ตามความจำเป็นและแขวงไปรษณีย์ (ถ้ามี)

4. หนังสือสั่งการ

หนังสือสั่งการ ให้ใช้ตามแบบที่กำหนดไว้ในระเบียบนี้ เว้นแต่จะมีกฎหมายกำหนดแบบไว้โดยเฉพาะ

หนังสือสั่งการมี 3 ชนิด ได้แก่ คำสั่ง ระเบียบ และข้อบังคับ

คำสั่ง คือ บรรดาข้อความที่ผู้บังคับบัญชาสั่งการให้ปฏิบัติโดยชอบด้วยกฎหมายใช้กระดาษตราครุฑและให้จัดทำตามแบบที่ 4 ท้ายระเบียบ (ดูในภาคผนวกวิทยานิพนธ์นี้) โดยกรอกรายละเอียดดังนี้

4.1 *คำสั่ง* ให้ลงชื่อส่วนราชการหรือตำแหน่งของผู้มีอำนาจที่ออกคำสั่ง

4.2 *ที่* ให้ลงเลขที่ที่ออกคำสั่ง โดยเริ่มฉบับแรกจากเลข 1 เรียงเป็นลำดับไปจนสิ้นปีปฏิทินทับเลขปีพุทธศักราชที่ออกคำสั่ง

4.3 *เรื่อง* ให้ลงชื่อเรื่องที่ออกคำสั่ง

4.4 *ข้อความ* ให้อ้างเหตุที่ออกคำสั่ง และอ้างถึงอำนาจที่ให้ออกคำสั่ง (ถ้ามี) ไว้ด้วยแล้วจึงลงข้อความที่สั่งและวันใช้บังคับ

4.5 *สั่ง ณ วันที่* ให้ลงตัวเลขของวันที่ ชื่อเต็มของเดือนและตัวเลขของปีพุทธศักราชที่ออกคำสั่ง

4.6 *ลงชื่อ* ให้ลงลายมือชื่อผู้ออกคำสั่ง และพิมพ์ชื่อเต็มของเจ้าของลายมือชื่อไว้ใต้ลายมือชื่อ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4.7 *ตำแหน่ง* ให้ลงตำแหน่งของผู้ออกคำสั่ง

ระเบียบ คือ บรรดาข้อความที่ผู้มีอำนาจหน้าที่ได้วางไว้โดยจะอาศัยอำนาจของกฎหมายหรือไม่ก็ได้ เพื่อถือเป็นหลักปฏิบัติงานเป็นการประจำ ใช้กระดาษตราครุฑ และให้จัดทำตามแบบที่ 5 ท้ายระเบียบ (ดูในภาคผนวกวิทยานิพนธ์นี้) โดยกรอกรายละเอียดดังนี้

4.8 *ระเบียบ* ให้ลงชื่อส่วนราชการที่ออกระเบียบ

4.9 *ว่าด้วย* ให้ลงชื่อของระเบียบ

4.10 *ฉบับที่* ถ้าเป็นระเบียบที่กล่าวถึงเป็นครั้งแรกในเรื่องนั้น ไม่ต้องลงว่าเป็นฉบับที่เท่าใด แต่ถ้าเป็นระเบียบเรื่องเดียวกันที่มีการแก้ไขเพิ่มเติมให้ลงเป็น ฉบับที่ 2 และที่ถัด ๆ ไปตามลำดับ

4.11 *พ.ศ.* ให้ลงตัวเลขของปีพุทธศักราชที่ออกระเบียบ

4.12 *ข้อความ* ให้อ้างเหตุผลโดยย่อ เพื่อแสดงถึงความมุ่งหมายที่ต้องออกระเบียบ และอ้างถึงกฎหมายที่ให้อำนาจออกระเบียบ (ถ้ามี)

4.13 *ข้อ* ให้เรียงข้อความที่จะใช้เป็นระเบียบเป็นข้อ ๆ โดยให้ข้อ 1 เป็นชื่อระเบียบข้อ 2 เป็นวันใช้บังคับกำหนดว่าให้ใช้บังคับตั้งแต่เมื่อใดและข้อสุดท้าย เป็นข้อผู้รักษาการระเบียบใดถ้ามีมากข้อหรือหลายเรื่องจะแบ่งเป็นหมวดก็ได้ โดยให้ย้ายข้อผู้รักษาการไปเป็นข้อสุดท้ายก่อนที่จะขึ้นหมวด 1

4.14 *ประกาศ ณ วันที่* ให้ลงตัวเลขของวันที่ ชื่อเต็มของเดือน และตัวเลขของปีพุทธศักราชที่ออกระเบียบ

4.15 *ลงชื่อ* ให้ลงลายมือชื่อผู้ออกระเบียบ และพิมพ์ชื่อเต็มของเจ้าของลายมือชื่อไว้ใต้ลายมือชื่อ

4.16 *ตำแหน่ง* ให้ลงตำแหน่งของผู้ออกระเบียบ

ข้อบังคับ คือ บรรดาข้อความที่ผู้มีอำนาจหน้าที่กำหนดให้ใช้โดยอาศัยอำนาจของกฎหมายที่บัญญัติให้กระทำได้ ใช้กระดาษตราครุฑและให้จัดทำตามแบบที่ 6 ท้ายระเบียบ (ดูในภาคผนวกวิทยานิพนธ์นี้) โดยกรอกรายละเอียดดังนี้

4.17 *ข้อบังคับ* ให้ลงชื่อส่วนราชการที่ออกข้อบังคับ

4.18 *ว่าด้วย* ให้ลงชื่อของข้อบังคับ

4.19 *ฉบับที่* ถ้าเป็นข้อบังคับที่กล่าวถึงเป็นครั้งแรกในเรื่องนั้น ไม่ต้องลงว่าเป็นฉบับที่เท่าใด แต่ถ้าเป็นข้อบังคับเรื่องเดียวกันที่มีการแก้ไขเพิ่มเติมให้ลงเป็นฉบับที่ 2 และที่ถัด ๆ ไปตามลำดับ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4.20 *พ.ศ.* ให้ลงตัวเลขของปีพุทธศักราชที่ออกข้อบังคับ

4.21 *ข้อความ* ให้อ้างเหตุผลโดยย่อเพื่อแสดงถึงความมุ่งหมายที่ต้องออกข้อบังคับและอ้างถึงกฎหมายที่ให้อำนาจออกข้อบังคับ

4.22 *ข้อ* ให้เรียงข้อความที่จะใช้บังคับเป็นข้อ ๆ โดยให้ ข้อ 1 เป็นชื่อข้อบังคับ ข้อ 2 เป็นวันใช้บังคับกำหนดว่าให้ใช้บังคับตั้งแต่เมื่อใด และข้อสุดท้ายเป็นข้อผู้รักษาการข้อบังคับใดถ้ามีมากข้อหรือหลายเรื่องจะแบ่งเป็นหมวดก็ได้โดยให้ย้ายข้อผู้รักษาการไปเป็นข้อสุดท้ายก่อนที่จะขึ้นหมวด 1

4.23 *ประกาศ ณ วันที่* ให้ลงตัวเลขของวันที่ ชื่อเต็มของเดือน และตัวเลขของปีพุทธศักราชที่ออกข้อบังคับ

4.24 *ลงชื่อ* ให้ลงลายมือชื่อผู้ออกข้อบังคับ และพิมพ์ชื่อเต็มของเจ้าของลายมือชื่อไว้ใต้ลายมือชื่อ

4.25 *ตำแหน่ง* ให้ลงตำแหน่งของผู้ออกข้อบังคับ

5. หนังสือประชาสัมพันธ์

หนังสือประชาสัมพันธ์ ให้ใช้ตามแบบที่กำหนดไว้ในระเบียบนี้ เว้นแต่จะมีกฎหมายกำหนดแบบไว้โดยเฉพาะ หนังสือประชาสัมพันธ์มี 3 ชนิด ได้แก่ ประกาศ แถลงการณ์ และข่าว แต่ในงานวิจัยนี้ได้ใช้เพียง ประกาศ

ประกาศ คือ บรรดาข้อความที่ทางราชการประกาศหรือชี้แจงให้ทราบ หรือแนะแนวทางปฏิบัติ ใช้กระดาษตราครุฑ และให้จัดทำตามแบบที่ 7 ท้ายระเบียบ (ดูในภาคผนวกวิทยานิพนธ์นี้) โดยกรอกรายละเอียดดังนี้

5.1 *ประกาศ* ให้ลงชื่อส่วนราชการที่ออกประกาศ

5.2 *เรื่อง* ให้ลงชื่อเรื่องที่ประกาศ

5.3 *ข้อความ* ให้อ้างเหตุผลที่ต้องออกประกาศและข้อความที่ประกาศ

5.4 *ประกาศ ณ วันที่* ให้ลงตัวเลขของวันที่ ชื่อเต็มของเดือนและตัวเลขของปีพุทธศักราชที่ออกประกาศ

5.5 *ลงชื่อ* ให้ลงลายมือชื่อออกประกาศ และพิมพ์ชื่อเต็มของเจ้าของลายมือชื่อไว้ใต้ลายมือชื่อ

5.6 *ตำแหน่ง* ให้ลงตำแหน่งของผู้ออกประกาศในกรณีที่กฎหมายกำหนดให้ทำเป็นแจ้งความ ให้เปลี่ยนคำว่าประกาศ เป็น แจ้งความ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษา ค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์ซึ่งส่วนมากเป็นการประยุกต์เทคนิคการประมวลผลภาพและโครงข่ายประสาทเทียมที่ใช้ในการจำแนกสิ่งต่าง ๆ โดยมีงานวิจัยดังต่อไปนี้

1. งานวิจัยในประเทศ

สิทธิชัย บุษหมั่น (2540 : บทคัดย่อ) ได้นำเสนอวิธีการสร้างภาพไบนารีจากภาพระดับเทาที่ประกอบด้วยข้อความและภาพถ่าย โดยขั้นตอนแรกเป็นการจำแนกภาพเอกสารออกเป็นสองส่วน คือ ข้อความและภาพถ่าย ขั้นตอนที่สองคือการแปลงข้อมูลภาพระดับเทาให้เป็นภาพไบนารี โดยวิธีการที่เหมาะสม คือ ในส่วนของข้อความใช้วิธีเทรสโฮลด์ และส่วนของภาพถ่ายใช้วิธีฮาฟท์โทน วิธีเทรสโฮลด์ที่ใช้กับข้อความนั้นได้ใช้แบบพิจารณาจากฮิสโตแกรม และขั้นตอนสุดท้ายเป็นขั้นตอนการรวมผลลัพธ์ที่ได้จากการสร้างภาพไบนารีทั้งสองเข้าด้วยกัน

สมหญิง พรหมเจริญ (2544 : บทคัดย่อ) นำเสนอวิทยานิพนธ์เรื่อง การจำแนกข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมด้วยวิธีฟัซซี่นิวรอลเน็ตเวิร์ค โดยนำฟังก์ชัน มาใช้ในการแปลงข้อมูลจากค่าระดับความเข้มของสีเทาแต่ละจุดภาพในแต่ละแบรนด์ ให้เป็นค่าระดับความเป็นสมาชิกของแต่ละเทอมเซต (low, medium และ high) เพื่อใช้เป็นอินพุตของนิวรอลเน็ตเวิร์ค และใช้ฟังก์ชัน Beta ในการนิยามค่า เอาท์พุทที่ต้องการ ให้เป็นค่าความเป็นสมาชิกของแต่ละประเภทข้อมูล จากนั้นจะใช้นิวรอลเน็ตเวิร์กที่มีอัลกอริทึมแบบแบคพร็อพพาเกชั่น มาทำการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลอินพุทและข้อมูลเอาท์พุท

สุกัญญา หมู่เย็น (2547: บทคัดย่อ) นำเสนอการนับแยกเม็ดเลือดขาวจากภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม โดยมีขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1. การแยกภาพเม็ดเลือดขาวออกจากพื้นหลัง 2. การหาลักษณะสำคัญของเม็ดเลือดขาว และ 3. การจำแนกชนิดของเม็ดเลือดขาวโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม การแยกภาพเม็ดเลือดขาวออกจากพื้นหลังนั้นใช้เทคนิคการทำเทรสโฮลด์อัตโนมัติ การหาลักษณะสำคัญของเม็ดเลือดขาวได้จากการพิจารณา ขนาด รูปร่าง และสีของเม็ดเลือดขาว จากนั้นแยกชนิดของเม็ดเลือดขาวโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม โดยใช้กลุ่มข้อมูลในการเรียนรู้ จำนวน 233 ตัวอย่าง และใช้กลุ่มทดสอบจำนวน 134 ตัวอย่าง ได้ผลการนับแยกของข้อมูลในกลุ่มทดสอบมีค่าความถูกต้องร้อยละ 88.10

จารวี ฉันทสิทธิพร (2548 : บทคัดย่อ) นำเสนอวิธีการตรวจสอบชนิดของยาเม็ดโดยใช้ระบบรู้จำภาพ ซึ่งมีขั้นตอนหลัก 3 ขั้นตอน คือ การประมวลผลภาพเบื้องต้นและการแบ่งส่วนภาพ การแยกคุณลักษณะจากภาพถ่ายยาเม็ดและการจำแนกประเภทยาเม็ด สำหรับในขั้นแรกลดขนาดภาพก่อนแล้วใช้อัลกอริทึมของ Canny หาขอบเม็ดยาในภาพถ่าย หลังจากนั้นในขั้นถัดมาจึงทำการหาคุณลักษณะทางรูปร่าง 5 คุณลักษณะ ได้แก่ เส้นรอบวง พื้นที่ ค่า

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

compactness รัศมี และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของรัศมี คุณลักษณะทางสี 3 คุณลักษณะ (ค่าองค์ประกอบในแต่ละสี: แดง เขียว น้ำเงิน) และคุณลักษณะภายในเม็ดยา ได้แก่ ระยะห่างของเส้นขอบภายในกับจุดศูนย์กลาง ในขั้นตอนสุดท้ายหลังการแยกคุณลักษณะต่างๆแล้วจะเป็นขั้นตอนการจำแนกชนิดยาเม็ดซึ่งเริ่มด้วยการใช้เครือข่ายใยประสาทแบบ Feed Forward Backpropagation Neural Network จำแนกรูปร่างโดยเปรียบเทียบความแตกต่างของประสิทธิผลเมื่อใช้กลุ่มของคุณลักษณะทางรูปร่างที่แตกต่างกันและนำผลลัพธ์ที่ได้มาใช้ร่วมกับคุณลักษณะทางสีและคุณลักษณะภายในเพื่อบอกถึงชนิดยาเม็ดในภาพถ่ายที่ใช้ทดสอบ ในงานวิจัยนี้ใช้เม็ดยาจำนวน 33 ชนิด ชนิดละ 20 เม็ด เก็บภาพถ่ายใน 2 ทิศทาง คือ ด้านหน้าและ ด้านหลัง จากผลการทดลองพบว่าอัลกอริทึมที่เสนอนี้ให้ค่าความถูกต้องในการ จำแนกชนิดเม็ดยาได้สูงสุดร้อยละ 99.39

ฐิติพรรณ สวนกัน (2550: บทคัดย่อ) นำเสนอวิธีการคัดแยกรูปภาพอนาจาร โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม ขั้นตอนการ วิจัยมีดังนี้ 1) การเตรียมภาพ 2) การแยกคุณสมบัติภาพ 3) การสร้างรูปแบบการคัดแยกโดยใช้ โครงข่ายประสาทเทียม และ 4) การทดสอบรูปแบบการคัดแยก การหาประสิทธิภาพในการคัด แยกรูปภาพ พิจารณาจากค่าความผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ยที่เกิดขึ้นน้อยที่สุดจากการเปรียบเทียบ ระหว่างโครงข่ายประสาทเทียมที่ได้ออกแบบไว้ 10 รูปแบบ โดยทำการทดลองในแต่ละแบบ จำนวน 10 รอบการทดลอง จากการทดสอบผลโครงข่ายประสาทเทียมรูปแบบ 6 อินพุต 4 โหนดซ่อน และ 1 เอาต์พุต (6-4-1) เป็นโครงข่ายประสาทเทียมที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด โดยมีค่า ผิดพลาดที่มีค่าน้อยที่สุด ซึ่งในข้อมูลชุดสอนมีค่าผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ยเท่ากับ 3.718×10- 5 ค่าผิดพลาดที่มีค่าน้อยที่สุดของข้อมูลชุดทดสอบมีค่ากำลังสองเฉลี่ยเท่ากับ 3.2×10- 3 จำนวน รูปภาพที่แยกแยะผิดพลาดน้อยที่สุดเท่ากับ 12 ภาพ จากรูปภาพทั้งหมด 400 ภาพ คิดเป็นร้อยละ 3.00 สรุปได้ว่า โครงข่ายประสาทเทียมรูปแบบ 6-4-1 เหมาะสำหรับนำไปสร้างเป็นโปรแกรม ประยุกต์เพื่อการคัดแยกรูปภาพอนาจาร

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2. งานวิจัยต่างประเทศ

ชิน และ โดรแมน (Shin and Doermann. 2001 : abstract) ได้นำเสนอ งานวิจัยในการจำแนกภาพเอกสารโดยใช้หลักการ visual similarity of layout structures ในการหาลักษณะสำคัญ ซึ่งจะประกอบไปด้วย Window feature, Projection feature และ Page feature การสร้างตัวจำแนกจะใช้ต้นไม้ตัดสินใจและโครงข่ายประสาทเทียมแบบ SOM

ซีซารินี และคนอื่นๆ (Cesarini et al. 2001 : abstract) ได้นำเสนอ การเข้ารหัสของ Modified XY-trees สำหรับหน้าเอกสารเพื่อเป็นข้อมูลลักษณะสำคัญในการป้อนให้โครงข่ายประสาทเทียมจำแนกภาพเอกสาร โดยสามารถจำแนกได้ว่าเป็นส่วนใดของหนังสือ เช่น หน้าปก หน้าแรก หน้าทั่วไป หน้าดัชนี หน้าสารบัญ

ดิลิเจนที ฟราสโคนิ และ โกริ(Diligenti, Frasconi and Gori. 2003 : abstract) ได้นำเสนอการจำแนกภาพใบกำกับสินค้า โดยใช้หลักการ 2 อย่างคือ การแทนโครงสร้างภาพโดยหลักการ XY-trees และหลักการHidden Tree Markov Models ในการจำแนก

เอส บี ปาร์ค ลี และคิม (S.B. Park, Lee and Kim. 2003 : abstract) ได้นำเสนอวิธีการจำแนกภาพแบบอิงเนื้อหาเป็นหลัก (Content-based) โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งภาพที่ใช้ในการจำแนกต้องเป็นภาพที่สามารถแยกระหว่างพื้นหน้าและพื้นหลังได้ การสกัดลักษณะสำคัญใช้หลักการ shape-based texture features ที่สกัดจาก ภาพที่แปลงโดยวิธีเวฟเลท โครงข่ายประสาทเทียมที่ใช้จำแนกเป็นแบบแบคพรอพาเกชั่น

จากการศึกษาขั้นตอนในการจำแนกภาพของงานวิจัยที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น พบว่าส่วนมากมีขั้นตอนการทำงานที่เป็นรูปแบบที่คล้ายกันคือ เริ่มด้วยการเตรียมข้อมูล จากนั้นเป็นการหาลักษณะสำคัญและสุดท้ายเป็นการสร้างตัวแบบสำหรับจำแนก และใช้ข้อมูลภาพในรูปแบบที่แตกต่างกัน แต่ยังไม่ปรากฏว่ามีการนำภาพเอกสารหนังสือราชการมาจำแนกด้วยขั้นตอนวิธีการดังกล่าว ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดในการนำขั้นตอนวิธีการดังกล่าวมาทดสอบกับภาพเอกสารหนังสือราชการ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY