

บทที่ 2

วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับบทที่ 2 จะได้กล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยทฤษฎีที่เกี่ยวข้องจะประกอบด้วย โครงสร้างทางกายภาพของมือและแขน ภาษามือ เช่น เซอร์ รายนะเอียดเกี่ยวกับถุงมืออิเล็กทรอนิกส์ โครงข่ายประสาทเทียมและวิธีทางพันธุกรรม

1. โครงสร้างทางกายภาพของมือและแขน

ลักษณะท่าทางของคนเป็นการเคลื่อนที่ของอวัยวะภายนอกร่างกาย ซึ่งสามารถใช้สื่อความหมายได้มากมาย ตัวอย่างเช่น ท่าทางการโบกมือ อาจหมายถึงการบอกลา หรือการทักทายกัน โดยทั่วไปท่าทางที่ให้ความหมายในการสื่อสารมีลักษณะการเคลื่อนที่ของอวัยวะเป็นรูปแบบแน่นอน ซึ่งรูปแบบการเคลื่อนที่เหล่านี้มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการจำจดและแยกแยะท่าทางอย่างถูกต้อง อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้มีความเกี่ยวข้องกับภาษามือ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องการศึกษาข้อมูลโครงสร้างของมือ การเคลื่อนที่ของมือ แขนและหัวไหล่ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการออกแบบต้นแบบถุงมืออิเล็กทรอนิกส์และการแยกประเภทท่าทางของมือสำหรับการจดจำภาษามือ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 โครงสร้างของมือ

เพื่อให้เกิดความเข้าใจเรื่องท่าทางของภาษามือมากขึ้น จะกล่าวถึงลักษณะการเคลื่อนที่และโครงสร้างของมืองดภาพที่ 2.1 จะเห็นว่าตั้งแต่เหนือข้อมือขึ้นไป วุฒิชัย วิศาลคุณา (2546) กล่าวว่ามือจะประกอบด้วยองศาอิสระจำนวน 23 องศาอิสระ (Degrees of freedom) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1.1 นิ้วโป้งประกอบด้วย 5 องศาอิสระ ได้แก่

- (1) ข้อต่อนิ้วโป้งที่ข้อมือ (Trapeziometacarpal joint) มี 3 องศาอิสระ
- (2) ข้อต่อนิ้วโป้งที่ฝ่ามือ (Metacarpophalangeal joint) มี 1 องศาอิสระ
- (3) ข้อต่อระหว่างกระดูก (Interphalangeal joints) มี 1 องศาอิสระ

1.1.2 นิ้วชี้ นิ้วกลาง นิ้วนางและนิ้วก้อยประกอบด้วย 4 องศาอิสระ ได้แก่

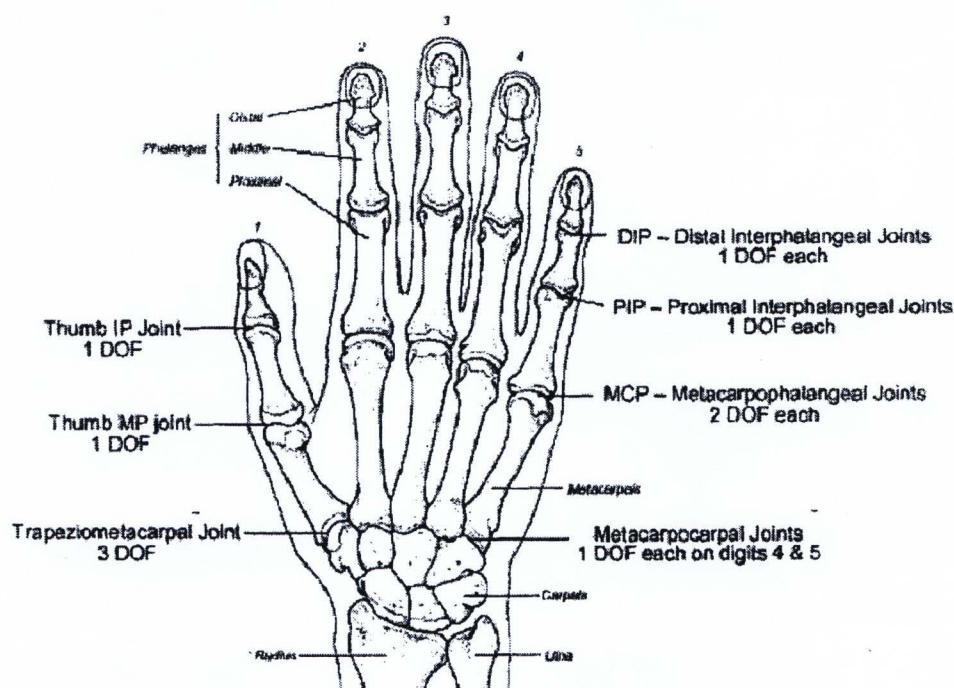
- (1) ข้อต่อที่ฝ่ามือมี 2 องศาอิสระ
- (2) ข้อต่อระหว่างกระดูกนิ้วใกล้ฝ่ามือ (Proximal) และกระดูกนิ้วท่อนกลาง (Distal) มี 1 องศาอิสระ
- (3) ข้อต่อระหว่างกระดูกนิ้วท่อนกลางและกระดูกนิ้วท่อนบนมี 1 องศาอิสระ

1.1.3 ข้อมือประกอบด้วย 2 องศาอิสระ ได้แก่

(1) มุมการหมุนข้อมือก้มเงย เช่น การแสดงสัญลักษณ์หยุดซึ่งเป็นการหมุนรอบแกน X เรียกว่ามุมพิทช์ (Pitch)

(2) มุมการหมุนข้อมือไปด้านข้าง เช่น การแจกไพ่ เป็นการหมุนรอบแกน Y เรียกว่ามุมยอว์ (Yaw)

สำหรับมุมการพลิกฝ่ามือกลับไปกลับมาเป็นการหมุนรอบแกน Z เรียกว่ามุมโรลล์ (Roll) แต่ไม่ได้เป็นองศาอิสระของมือ แต่เป็นองศาอิสระที่เกิดขึ้นจากการหมุนแขนบริเวณเหนือข้อศอก



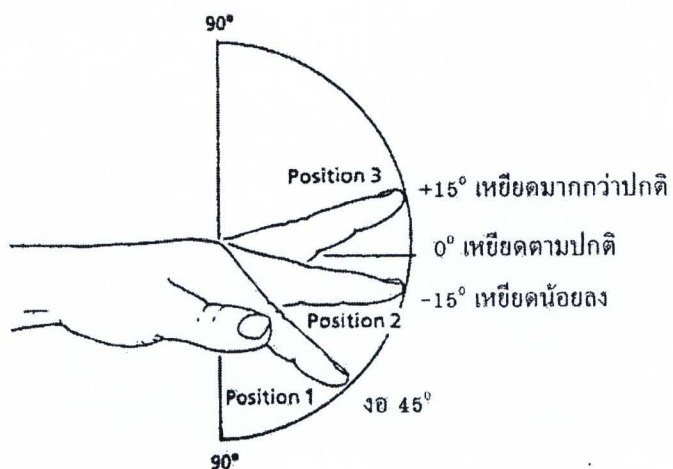
ภาพที่ 2.1 องศาอิสระของมือ (วุฒิชัย วิชาลศุณา, 2546)

1.2 การเคลื่อนที่ของมือและแขน

การเคลื่อนที่ของมือและแขนจะได้แสดงถึงขนาดขององศา ลักษณะการเคลื่อนที่ในแบบต่างๆของมือและแขน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.2.1 การเคลื่อนที่ของนิ้วมือ

การเคลื่อนไหวของข้อนิ้วมือ คือ จำนวนองศาที่ข้อเคลื่อนที่ได้ระหว่างการงอและการเหยียดเต็มที่ โดยการเคลื่อนไหวของข้อนิ้วมือเริ่มต้นจาก 0 องศา ซึ่งถือเป็นตำแหน่งกลางของข้อดังภาพที่ 2.2 เป็นการแสดงการงอและเหยียดนิ้วมือ

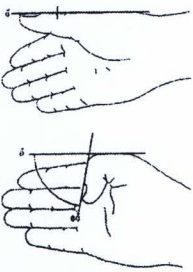
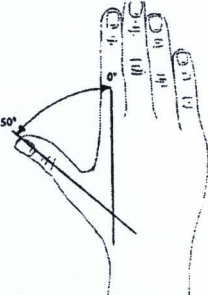


ภาพที่ 2.2 การงอและเหยียดนิ้วมือ (ประทีป โทตะกุล, 2544)

ตารางที่ 2.1 คำอธิบายพร้อมภาพการเคลื่อนที่ของนิ้วมือ

คำอธิบาย	ภาพประกอบ
(1)การงอและเหยียดข้อปลายนิ้ว • งอได้ 70 องศา	
(2)การงอและเหยียดข้อกลางนิ้ว • งอได้ 100 องศา • เหยียดได้ 0 องศา	
(3)การงอและเหยียดข้อโคนนิ้ว • งอได้ 90 องศา • เหยียดได้ 0 องศา	

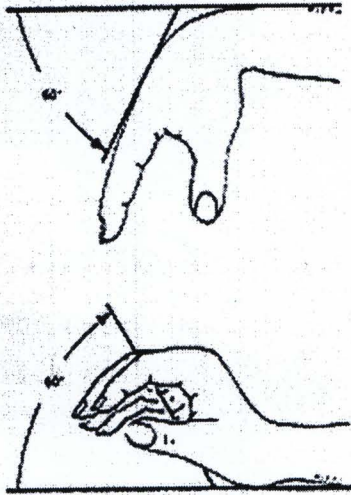
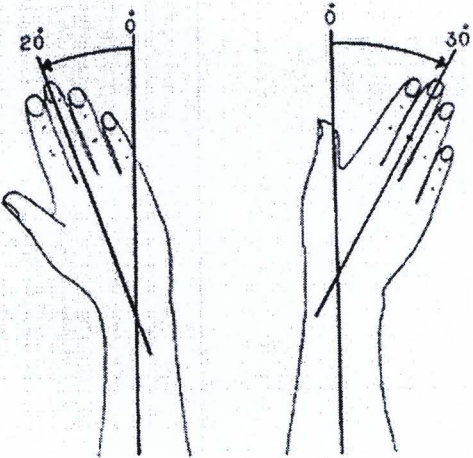
ตารางที่ 2.1 คำอธิบายพร้อมภาพการเคลื่อนที่ของนิ้วมือ (ต่อ)

คำอธิบาย	ภาพประกอบ
(4)การงอและเหยียดข้อปลายนิ้วของนิ้วหัวแม่มือ ● งอได้ 80 องศา ● เหยียดได้ 0 องศา	
(5)การงอและเหยียดข้อโคนนิ้วของนิ้วหัวแม่มือ ● งอได้ 60 องศา ● เหยียดได้ 0 องศา	
(6)การหุบนิ้วหัวแม่มือ ● การเคลื่อนไหวที่นิ้วหัวแม่มือเคลื่อนเข้าหามือในแนวนานกับฝ่ามือจนกระทั่ง Flexor crease ของข้อปลายนิ้วหัวแม่มือชิดกับ Distal palmar crease เหนือข้อโคนนิ้วก้อย	
(7)การกางนิ้วหัวแม่มือ ● การเคลื่อนไหวที่นิ้วมือกางออก แยกจากนิ้วชี้ในแนวนานกับฝ่ามือ การเคลื่อนไหวของการกางนิ้วหัวแม่มือเท่ากับ 0-50 องศา	
(8)การหมุนนิ้วหัวแม่มือ ● การเคลื่อนไหวที่นิ้วหัวแม่มือกระดกขึ้นจากแนวราบในทิศทางตั้งฉากกับฝ่ามือ และเคลื่อนเข้าหาใจกลางมือ	

1.2.2 การเคลื่อนไหวของข้อมือ

ข้อต่อข้อมือ มีชื่อเรียกว่า “เรดิโอคาร์ปัล” (Radio carpal) มีปลายกระดูกเรเดียสเป็นแอ่งเว้าต่อเข้ากับกระดูกข้อมือที่เป็นรูปไข่ ข้อต่อนี้เคลื่อนไหวรอบแกนเพียงสองแกน ซึ่งการเคลื่อนไหวทั้งสองนี้ จะทำให้มุมตั้งฉากซึ่งกันและกัน ก็คือการงอหลังมือขึ้น หรือ การงอฝ่ามือลงและการหักข้อมือ ไปทางซ้าย หรือ หักข้อมือ ไปทางขวา

ตารางที่ 2.2 คำอธิบายพร้อมภาพการเคลื่อนไหวของข้อมือ

คำอธิบาย	ภาพประกอบ
(1)การกระดูกข้อมือขึ้นและงอลง • งอลงได้ 60 องศา • กระดกขึ้นได้ 60 องศา	
(2)การเบนข้อมือไปทางนิ้วหัวแม่มือและนิ้วก้อย • เบนไปทางนิ้วหัวแม่มือได้ 20 องศา • ไปทางนิ้วก้อยได้ 30 องศา	7 

(ประทีป โภคะกุล, 2544)

1.2.3 การเคลื่อนที่ของแขน ข้อศอกและหัวไหล่

การใช้ภาษามือถึงแม้ว่าจะให้มือเป็นหลัก แต่ก็จำเป็นต้องอาศัยแขน ข้อศอก และหัวไหล่ร่วมในการทำท่าทางภาษามือด้วย ดังนั้นจึงต้องศึกษาการเคลื่อนที่ของแขน ข้อศอก และหัวไหล่ด้วย ซึ่งมีข้อมูลดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 คำอธิบายพร้อมภาพการเคลื่อนที่ของแขน ข้อศอกและหัวไหล่

คำอธิบาย	ภาพประกอบ
(1)การคว่ำและหงายมือ การคว่ำและหงายมือเป็นการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อที่แขน โดยสามารถคว่ำมือได้ 80 องศา และหงายมือได้ 80 องศา	
(2)การงอและเหยียดข้อศอก - งอได้ 140 องศา - เหยียดได้ 0 องศา	
(3)การงอและเหยียดข้อไหล่ - งอได้ 180 องศา - เหยียดได้ 50 องศา	

ตารางที่ 2.3 คำอธิบายพร้อมภาพการเคลื่อนที่ของแขน ข้อศอกและหัวไหล่ (ต่อ)

คำอธิบาย	ภาพประกอบ
(4) การกางแขนและหุบแขน • กางออกได้ 180 องศา • หุบเข้าได้ 50 องศา	
(5) การหมุนข้อไหล่เข้าในและออกนอก • เข้าในได้ 90 องศา • หมุนออกนอกได้ 90 องศา	

(ประทีป โภคะกุล, 2544)

2. ภาษามือ

2.1 ความหมายของภาษามือ

ภาษามือ คือ ภาษาสำหรับผู้พิการด้านการฟังและการออกเสียงที่ไม่สามารถสื่อสารด้วยการพูดได้ ดังนั้นภาษามือจึงเป็นภาษาที่ใช้ท่าทางการเคลื่อนไหวของมือเป็นหลัก ประกอบกับกิริยาอาการของใบหน้าและร่างกายส่วนอื่นมาช่วยประกอบกัน เพื่อการสื่อความหมายและการถ่ายทอดอารมณ์แทนการพูด ซึ่งท่าภาษามือที่แสดงออกมากจะต้องเป็นท่าที่ทำได้ง่าย สะดวก รวดเร็ว มีความหมายใกล้เคียงกับธรรมชาติและเหมาะสมกับหลักสรีรศาสตร์ ท่ามือควรจะทำอย่างมีจังหวะ คือ มีการเว้นระยะไม่ทำท่าทางรวดเร็วจนเกินไปและอยู่ในรัศมีที่สายตาสามารถมองเห็นได้ชัดเจน ภาษามือเป็นภาษาที่นักการศึกษาทางด้านการศึกษาของผู้พิการด้านการฟังตกลงและยอมรับแล้วว่าเป็นภาษาหนึ่งสำหรับติดต่อสื่อสารระหว่างผู้พิการด้านการฟังกับผู้พิการด้านการฟังและระหว่างบุคคลทั่วไปกับผู้พิการด้านการฟัง โดยจะมีโครงสร้างและรูปแบบแตกต่างกันออกไปในแต่ละชาติเช่นเดียวกับภาษาพูด ซึ่งภาษามือสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทดังนี้

2.1.1 ภาษามือธรรมชาติ

สร้างขึ้นโดยกลุ่มผู้พิการด้านการฟัง เพื่อนำมาใช้ร่วมกันภายในชุมชนหรือชาติ ซึ่งลักษณะของท่าทางจะเป็นการเลียนแบบธรรมชาติ โดยภาษามือแบบนี้จะไม่มี ความเกี่ยวข้องกับภาษาพูด

2.1.2 ภาษามือประดิษฐ์

เป็นภาษามือที่นักการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับผู้พิการด้านการฟังคิดค้นขึ้นแทน ภาษาพูดและภาษาเขียนประจำชาติ เพื่อให้เป็นมาตรฐานสำหรับใช้ในการศึกษาและการสื่อสาร ซึ่งแต่ละท่าของภาษามือแทนเสียงหรือคำของภาษาพูด โดยภาษามือที่อิงภาษาพูดนี้สามารถแบ่ง ออกเป็น 2 ประเภท คือ

- (1) ภาษามือที่มีท่ามือแทนตัวอักษรแบบตัวต่อตัวหรือการสะกดนิ้วมือ
- (2) ภาษามือที่มีท่ามือแทนคำ หรือหน่วยคำของภาษาพูด

2.2 โครงสร้างของภาษามือ

เนื่องจากภาษามือจำเป็นต้องใช้ท่าทางการเคลื่อนไหวของมือเป็นหลัก ดังนั้นจึงมีการ จำแนกโครงสร้างของภาษามือออกเป็น 4 ส่วนดังนี้

2.2.1 รูปแบบของมือ (Hand shape) เป็นการงอ การกาง หรือการจุ่มมือให้อยู่ใน รูปแบบที่แตกต่างกัน เช่น การกำมือ แบมือ กางนิ้ว เป็นต้น ซึ่งคำแต่ละคำในภาษามือจะมี ลักษณะการใช้มือที่ไม่เหมือนกัน โดยแบ่งเป็นการใช้มือข้างเดียวหรือการใช้มือสองข้าง

2.2.2 ตำแหน่งของมือ (Location) เป็นตำแหน่งของมือในแนวแกน 3 มิติ (X Y และ Z) โดยตำแหน่งของมือจะต้องอยู่ในรัศมีที่ตาสามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน ในบางกรณี ที่รูปแบบมือเหมือนกันแต่ตำแหน่งแตกต่างกันความหมายก็จะแตกต่างกันด้วย

2.2.3 ทิศทางของฝ่ามือ (Orientation) เป็นส่วนประกอบสำคัญอีกอย่างหนึ่งที่มีผล ต่อความหมายในภาษามือ เช่น การทำรูปแบบมือเหมือนกัน ตำแหน่งของมืออยู่ในตำแหน่ง เดียวกัน แต่ทิศทางของฝ่ามือแตกต่างกัน โดยการกำมือชูนิ้วชี้หันมือไปด้านหน้า หมายถึง “คุณ” ถ้าหมุนมือชี้เข้าหาตัวจะหมายถึง “ฉัน”

2.2.4 การเคลื่อนไหวของมือ (Motion) การเคลื่อนที่ของมือมีหลากหลายแบบ เช่น การเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง แนวโค้ง เป็นต้น รูปแบบมือแบบเดียวกันแต่มีทิศทางที่ไม่เหมือนกัน ความหมายก็จะแตกต่างกัน เช่น เมื่อมือทั้งสองข้างตั้งขึ้น หัวแม่มือชิดกัน แล้วเลือนมือออกจาก กัน หมายถึง “เปิด” แต่ถ้าตั้งมือทั้งสองห่างกันพอสมควรแล้วเลือนเข้าหากันจนนิ้วหัวแม่มือชิด กัน หมายถึง “ปิด”

2.3 การสะกดนิ้วมือ

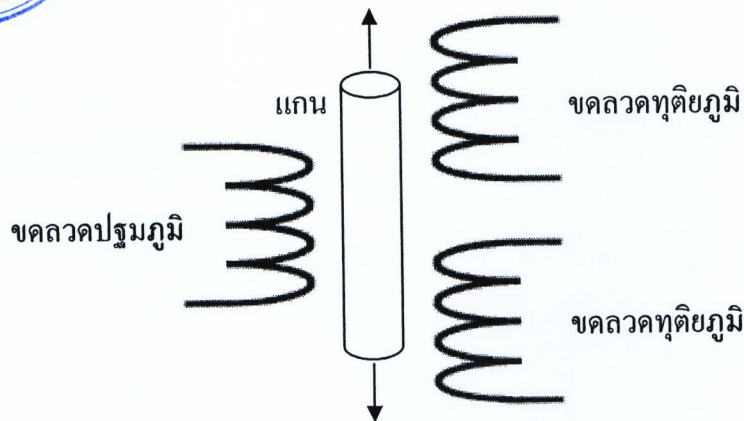
การสะกดนิ้วมือ คือ การที่บุคคลทำท่าด้วยนิ้วมือเป็นรูปต่างๆ แทนตัวพยัญชนะ สระ วรรณยุกต์ ตลอดจนสัญลักษณ์อื่นๆ เพื่อการสื่อสาร โดยทั่วไปแล้วตัวอักษรที่สะกดด้วยนิ้วมือ (Manual alphabets) จะมีจำนวนเท่ากับตัวอักษรของภาษาพูดในแต่ละภาษานั้นๆ

3. เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์

สิ่งที่สำคัญในการพัฒนาต้นแบบถุงมืออิเล็กทรอนิกส์ในงานวิจัยนี้ก็คือเซนเซอร์ เซนเซอร์หมายถึง อุปกรณ์ที่เปลี่ยนแปลงค่าทางฟิสิกส์ เช่น ความร้อน ความดัน ความเร็ว และแสงไปเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า เพื่อใช้ควบคุม หรือส่งข้อมูลแก่อุปกรณ์ไฟฟ้า หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น เซนเซอร์วัดความเข้มของแสง เป็นต้น ทรานสดิวเซอร์ หมายถึง อุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานหรือสัญญาณทางฟิสิกส์รูปแบบหนึ่งเป็นพลังงาน หรือสัญญาณทางฟิสิกส์อีกรูปแบบหนึ่ง เช่น หลอดไฟเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแสง และพลังงานความร้อน ลำโพงเปลี่ยนสัญญาณทางไฟฟ้าให้เป็นเสียง ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าเซนเซอร์ก็คือทรานสดิวเซอร์ชนิดหนึ่ง เซนเซอร์จัดเป็นอุปกรณ์สำคัญชิ้นหนึ่งสำหรับงานด้านไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ในการควบคุม ตรวจสอบ และให้ข้อมูลแก่เครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรม หุ่นยนต์ เครื่องใช้ไฟฟ้า และรถยนต์ เซนเซอร์แบ่งออกหลายประเภท หลายขนาด ขึ้นอยู่กับการงาน และลักษณะของงานที่จะนำไปใช้ ดังนั้นการเลือกใช้งานเซนเซอร์ที่เหมาะสมกับงานจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น

3.1 แอลวีดีที (Linear Variable Differential Transformer: LVDT)

แอลวีดีทีใช้สำหรับวัดการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงประกอบด้วยขดลวด 3 ขด คือ ขดลวดปฐมภูมิหนึ่งขด (อยู่ตรงกลาง) และขดลวดทุติยภูมิสองขด (ประกอบขดลวดปฐมภูมิหัวท้าย) มีแกนกลางเป็นแกนเหล็กมวลต่ำรูปทรงกระบอกดังภาพที่ 2.3 ช่วงของความถี่ที่นิยมใช้ อยู่ระหว่าง 1-10 kHz ซึ่งทำงานโดยอาศัยการเหนี่ยวนำสนามแม่เหล็กจากขดลวดปฐมภูมิไปยังขดลวดทุติยภูมิทำให้เกิดค่าความต่างศักย์กระแสลับ ค่าความต่างศักย์เกิดจากผลต่างของค่าความต่างศักย์ของขดลวดทุติยภูมิสองขดซึ่งจะมีเฟสตรงกันข้ามกัน ค่าความต่างศักย์ที่ได้จะมีค่าเข้าใกล้ศูนย์เมื่อแกนเหล็กอยู่ตรงกลางระหว่างขดลวดทั้งสาม



ภาพที่ 2.3 โครงสร้างของแอลวีดีที่

การปรับสภาพสัญญาณจากกระแสลัดเป็นกระแสตรงทำได้โดยการตรวจจับความไวเฟสของค่าความต่างศักย์ในขดลวดทุติยภูมิทั้งสอง ซึ่งค่าความต่างศักย์กระแสตรงจะมีความสัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของแกน ส่วนค่าบวกหรือลบของค่าความต่างศักย์จะบอกถึงทิศทางการเคลื่อนที่ของแกน การตรวจจับการเคลื่อนที่ที่สามารถให้ค่าเป็นเชิงเส้นจะอยู่ในช่วง 25 เซนติเมตร ถึง 1 มิลลิเมตร โดยมีหน่วยเป็นค่าความต่างศักย์ต่อระยะทาง คือ มิลลิโวลต์ต่อมิลลิเมตร (mV/mm) คุณสมบัติของแอลวีดีที่มีดังนี้

แหล่งจ่าย:	1-10 kHz 5 Vrms
กระแสจากแหล่งจ่าย:	5 to 10 mA
ข้อมูลออก:	Differential AC Signal
ความไม่เป็นเชิงเส้น:	0.2% ถึง 0.5% Depending on Stoke

Length and Type

Resolution:	Nearly Infinite
Operating temperature range:	-25 ถึง 85 °C

3.2 เซนเซอร์ฮอลล์เอฟเฟกต์ (Hall effect sensor)

ฮอลล์เอฟเฟกต์ใช้ในการตรวจจับความเข้มของสนามแม่เหล็ก ซึ่งอาศัยปรากฏการณ์ฮอลล์ทำให้เกิดความต่างศักย์ค่าหนึ่งที่เปลี่ยนแปลงตามความเข้มของสนามแม่เหล็ก ถ้านำขั้วเหนือเข้าใกล้ค่าความต่างศักย์จะเพิ่มขึ้นทางด้านลบ (-) แต่ถ้านำขั้วใต้เข้าใกล้ค่าความต่างศักย์จะเพิ่มขึ้นทางด้านบวก (+) ความต่างศักย์ที่เปลี่ยนไปมีความสัมพันธ์กับความเข้มของสนามแม่เหล็กหรือความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็กดังนี้

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ	
ห้องสมุดงานวิจัย	
วันที่.....	- 3 ก.ย. 2555
เลขทะเบียน.....	248521
เลขเรียกหนังสือ.....	

$$B = (V_{\text{out}}(B) - V_{\text{out}}(O)) * S - 1 \quad (2.1)$$

เมื่อ $V_{\text{out}}(O)$ คือ ความต่างศักย์ขณะไม่มีสนามแม่เหล็ก

$V_{\text{out}}(B)$ คือ ความต่างศักย์ขณะมีสนามแม่เหล็ก

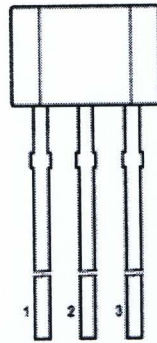
S คือ สัมประสิทธิ์ความไว มีหน่วยเป็นโวลต์ต่อเทสลา (V/T)

B คือ ความเข้มของสนามแม่เหล็ก หรือความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็ก มีหน่วยเป็นเทสลา (T)

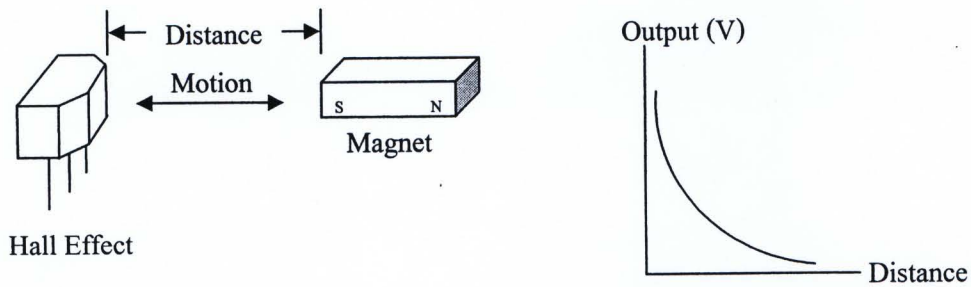
ค่าความต่างศักย์ที่เกิดขึ้นจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างสนามแม่เหล็กที่เข้าใกล้บริเวณตัวนำกระแสไฟฟ้าภายในเซนเซอร์ ถ้าอยู่ใกล้ค่าความต่างศักย์ที่ได้จะสูง แต่ถ้าอยู่ไกลค่าความต่างศักย์จะต่ำลงจนเหลือเท่ากับครึ่งหนึ่งของความต่างศักย์ที่จ่ายให้ การใช้ฮอลล์เอฟเฟกต์สำหรับการตรวจสอบตำแหน่งหรือการเคลื่อนที่ วิธีพื้นฐานที่ง่ายที่สุด คือ การวัดความเข้มของสนามแม่เหล็กแบบ Unipolar head-on mode ดังภาพที่ 2.5(ก) แต่วิธีการนี้ค่าความต่างศักย์ที่ได้มีเสถียรภาพต่ำ ไม่เป็นเชิงเส้น และการตรวจจับความเข้มสนามแม่เหล็กกระยะสั้น (ประมาณ 20 มิลลิเมตร) ส่วนวิธีแบบ Bipolar slide-by และ Push-push approach จะให้ค่าความต่างศักย์เป็นเชิงเส้นดังภาพที่ 2.5(ข) และ 2.5(ค) สำหรับค่าความต่างศักย์กับระยะห่างที่ได้จากวิธีแบบ Push-push approach จะมีเสถียรภาพดีที่สุด (Nyce, 2004; Gilbert & Dewey, 2002) คุณสมบัติของฮอลล์เอฟเฟกต์ (Nyce, 2004) มีดังนี้

ช่วงการใช้งาน:	20 mm
แหล่งจ่าย:	5 V dc
ความไว:	200 mV/mm
ความไม่เป็นเชิงเส้น:	$\pm 2.0\%$
การทำซ้ำ:	± 0.03 mm
Hysteresis:	± 0.09 mm
ขนาด:	22.0 mm * 63.0 mm

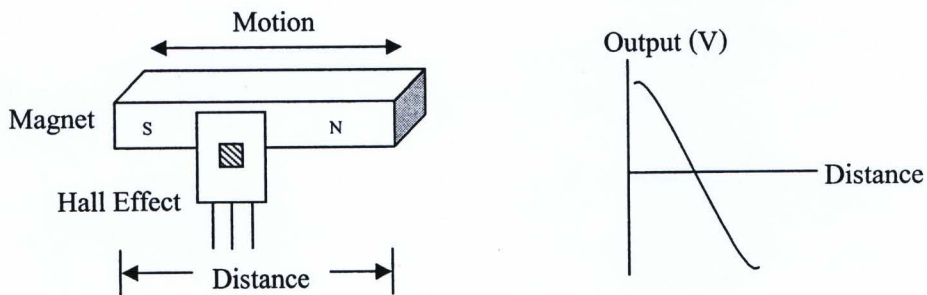
ฮอลล์เอฟเฟกต์สามารถใช้วัดสนามแม่เหล็กบริเวณใกล้แม่เหล็กถาวร สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นบริเวณปลาย โซเลนอยด์และสนามแม่เหล็กใกล้เส้นลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านได้



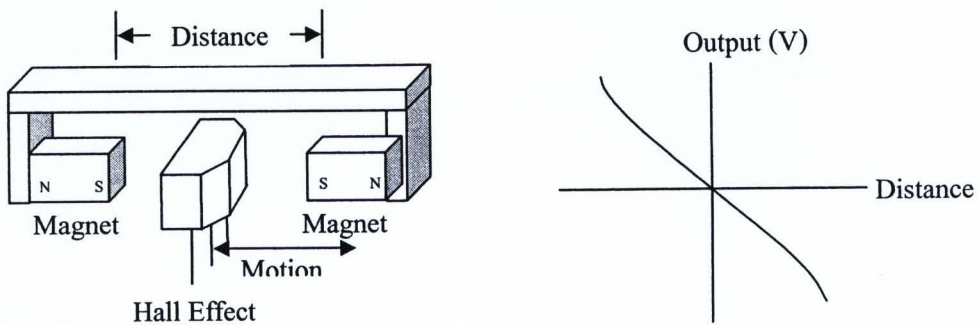
ภาพที่ 2.4 เซนเซอร์ฮอลล์เอฟเฟกต์ (ขา 1: Vcc ขา 2: GND และขา 3: Vout)



(ก) Unipolar head-on mode



(ข) Bipolar slide-by



(ค) Push-push approach

ภาพที่ 2.5 รูปแบบการใช้งานเอฟเฟกต์เซนเซอร์

3.3 เซนเซอร์วัดความเร่ง (Accelerometer)

เซนเซอร์วัดความเร่งเป็นเซนเซอร์ที่ใช้ตรวจจับความเร่ง การเคลื่อนที่ หรือการตกแบบอิสระ เป็นต้น ความเร่ง หมายถึง อัตราการเปลี่ยนแปลงความเร็วของวัตถุหรือจุดบนวัตถุมีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาทีกำลังสอง (m/s^2) โดยจะอยู่ในแบบเชิงเส้นเมื่อมีการเคลื่อนที่ในแนวตรงหรือแบบเชิงมุมเมื่อวัตถุมีการหมุน เซนเซอร์วัดความเร่งยังสามารถวัดผลจากแรงโน้มถ่วงของโลกได้ ถ้าเป็นการตกแบบอิสระภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลกจะได้ค่า 1 g (9.81 m/s^2) เซนเซอร์วัดความเร่งมีหลากหลายประเภทแต่ชนิดที่นิยมใช้กันมาก ได้แก่

3.3.1 Piezoelectric ประกอบด้วยมวลและผลึกเซรามิก ผลึกเซรามิกเป็นสารประกอบชนิดหนึ่งที่มีคุณสมบัติในการเปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยประจุไฟฟ้าที่ได้ออกมาจะเป็นสัดส่วนกับแรงที่มากระทำกับเซนเซอร์เมื่อเกิดความเร่ง

3.3.2 MEMS (Micro-Electrical Manufactured Systems; MEMS) เป็นเซนเซอร์วัดความเร่งประเภทที่ใช้ระบบผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก โดยใช้หลักการสั่นสะเทือนของมวลที่ตั้งอยู่บนคานขนาดเล็ก เมื่อเซนเซอร์มีการเคลื่อนที่คานจะมีการโก่งตัวตามปริมาณของความเร่ง และส่งกระแสไฟฟ้าออกมาตามปริมาณของความเร่งที่เกิดขึ้น

3.3.3 Capacitive มีโครงสร้างคล้ายกับ MEMS แต่จะใช้สปริงร่วมกับมวลแทน และใช้การเปลี่ยนแปลงระยะห่างระหว่างแผ่นของตัวเก็บประจุตามสัดส่วนของแรงที่มากระทำกับเซนเซอร์

อย่างไรก็ตามเซนเซอร์วัดความเร่งสามารถวัดความเร่งได้มากกว่าหนึ่งแกน ซึ่งการวัดความเร่งนั้นสามารถทำได้พร้อมกันทุกแกน สำหรับเซนเซอร์วัดความเร่งแบบสามมิติ (Three-dimensional) ยังสามารถนำมาใช้ร่วมกับการตรวจจับการเคลื่อนที่ส่วนต่างๆ ของร่างกายได้

4. รายละเอียดเกี่ยวกับถุงมืออิเล็กทรอนิกส์

ถุงมืออิเล็กทรอนิกส์ถือว่าเป็นอุปกรณ์สำหรับป้อนข้อมูลให้แก่คอมพิวเตอร์อีกชนิดหนึ่ง เช่นเดียวกับเมาส์หรือแป้นพิมพ์ เป็นต้น ซึ่ง Dipietro et al. (2008) ได้ให้นิยามระบบพื้นฐานของถุงมือไว้ว่าเป็นระบบที่ประกอบด้วยชุดเซนเซอร์ ชุดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับการรับค่าหรือประมวลผลและแหล่งจ่ายกระแส ซึ่งชุดเซนเซอร์จะถูกยึดติดกับถุงมือเพื่อใช้ตรวจจับท่าทางและการเคลื่อนที่ของมือผู้ใช้งานขณะสวมใส่ การพัฒนาถุงมืออิเล็กทรอนิกส์สำหรับตรวจจับท่าทางและการเคลื่อนที่ของมือ เริ่มขึ้นตั้งแต่ ค.ศ. 1970 โดยสถาบันเทคโนโลยีแมสซาชูเซตส์ และตั้งแต่นั้นมาเป็นเวลา 30 ปีก็ได้ปรากฏรูปแบบของถุงมือขึ้นมากมายทั้งในด้านงานวิจัยหรือรูปแบบสินค้า (Sturman & Zeltzer, 1994) และยังถูกนำไปใช้งานอย่างแพร่หลายในด้านต่างๆ เช่น การตรวจจับท่าทางภาษามือ ด้านการแพทย์ การสร้างโมเดลสามมิติหรือการควบคุมหุ่นยนต์ เป็นต้น จากรูปแบบของถุงมือที่มีอยู่หลากหลายจึงได้ยกตัวอย่างของถุงมือพอสังเซปต์ดังนี้ (ข้อมูลเพิ่มเติมที่ภาคผนวก ก)

4.1 CyberGlove

เป็นถุงมือดังภาพที่ 2.6(ก) ได้รับการพัฒนาโดย Jame Kramer ในปี 1992 ปัจจุบันเป็นถุงมือที่ถูกจำหน่ายในรูปแบบสินค้าและถูกนำไปใช้ในหลายด้าน (Vamplew & Adams, 1996; วุฒิชัย วิศาลคุณา, 2546) ซึ่งถุงมือประกอบด้วยเซนเซอร์วัดความโค้งงอ (Flex sensor) แบ่ง 2 แบบ คือ แบบ 18 เซนเซอร์และแบบ 20 เซนเซอร์ ใช้ควบคู่กับซอฟต์แวร์ชื่อ “VirtualHand calibration” สำหรับใช้ในการปรับแต่งค่าและตัวแปรเพื่อให้เหมาะกับการใช้งานของแต่ละบุคคล โดยมีราคาจัดจำหน่ายอยู่ที่ 9,800 ดอลลาร์สหรัฐ

4.2 5DT Data Glove

จัดจำหน่ายโดย Fifth Dimension Technologies (5DT) ใช้เซนเซอร์ตรวจวัดความโค้งงอเชิงแสง (Optical-fiber flexor sensor) หนึ่งเซนเซอร์ต่อการตรวจจับการงอและเหยียดนิ้วหนึ่งนิ้ว (Mehdi & Khan, 2002) ดังภาพที่ 2.6(ข) ซึ่งมีจัดจำหน่ายสองรุ่น คือ รุ่น 5 เซนเซอร์ และรุ่น 14 เซนเซอร์ ราคาจัดจำหน่าย 995 และ 5,495 ดอลลาร์สหรัฐ/ถุงมือหนึ่งข้างตามลำดับ

4.3 Pinch Glove

ในช่วงที่เป็นถุงมือดันแบบถูกเรียกว่า “Chord Glove” ดังภาพที่ 2.6(ค) Mapes เป็นผู้พัฒนาขึ้นที่มหาวิทยาลัย Central Florida และจัดจำหน่ายโดยห้องปฏิบัติการ Fakespace ที่ราคา 1,899 ดอลลาร์สหรัฐ การตรวจจับท่าทางของมือใช้เซนเซอร์แบบสัมผัส (Electrical contact) ติดไว้ที่ปลายนิ้วทางด้านฝ่ามือ เมื่อเซนเซอร์มากกว่าสองตัวขึ้นไปมาสัมผัสกันจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าความต่างศักย์ของเซนเซอร์ ซึ่งสามารถนำมาใช้สร้างท่าทางของมือได้

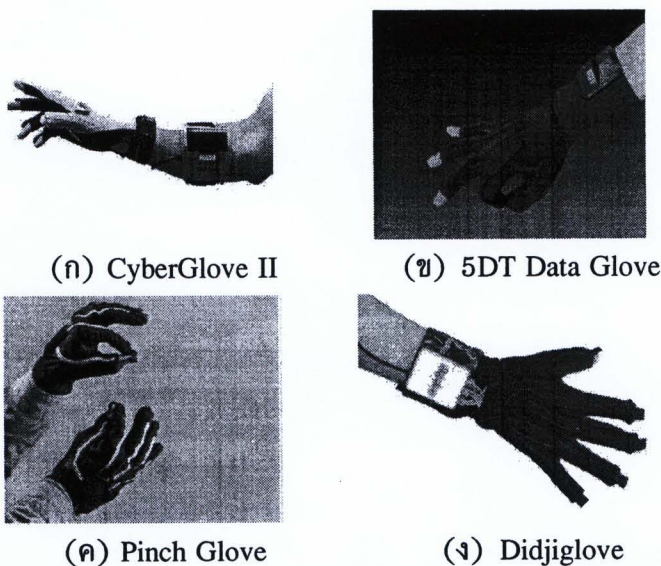
4.4 Didjiglove

ใช้เซนเซอร์ตรวจวัดความโค้งงอแบบตัวเก็บประจุ (Capacitive bend sensor) ในการตรวจจับการงอและเหยียดของนิ้วมือ เซนเซอร์ประกอบด้วยแผ่นพอลิเมอร์นำไฟฟ้า (Conductive polymer) จำนวนสองแผ่น เมื่อเกิดการงอของนิ้วมือจะส่งผลให้เกิดความเหลื่อมล้ำระหว่างขั้วไฟฟ้าของแผ่นพอลิเมอร์นำไฟฟ้าทั้งสองแผ่น ผลที่ได้คือการเปลี่ยนแปลงค่าการเก็บประจุของเซนเซอร์ ถุงมือ Didjiglove ออกแบบให้ใช้งานด้านการสร้างภาพเคลื่อนไหวบนคอมพิวเตอร์ (Computer animation) และบริษัท Didjiglove Pty เป็นผู้จัดจำหน่ายดังภาพที่ 2.6(ง) โดยราคาจัดจำหน่ายอยู่ที่ 5,000 ดอลลาร์สหรัฐ

4.5 StrinGlove

เป็นผลงานของกลุ่มวิจัยของญี่ปุ่น (Kuroda et al., 2004) ซึ่งถุงมือประกอบด้วย เซนเซอร์ 2 ชนิด คือ เซนเซอร์เหนี่ยวนำ (Inductocoder) จำนวน 24 เซนเซอร์สำหรับตรวจจับ มุมการงอของนิ้วและเซนเซอร์สัมผัสชนิดตรวจจับสนามแม่เหล็ก (Contact magnetic sensor) จำนวน 9 เซนเซอร์ติดไว้ที่นิ้วทั้งสี่จำนวน 2 เซนเซอร์และอีก 1 เซนเซอร์ที่นิ้วโป้ง ปัจจุบันบริษัท Teiken Limited ในประเทศญี่ปุ่นเป็นผู้จัดจำหน่าย

จากตัวอย่างทั้งหมดของถุงมืออิเล็กทรอนิกส์ที่ได้กล่าวมาจะเห็นได้ว่าเซนเซอร์นั้นมีบทบาท สำคัญต่อตรวจจับการงอและเหยียดของนิ้วมือ การเคลื่อนที่ ตำแหน่งและการหมุนของมือ ซึ่ง เซนเซอร์มีหน้าที่เปลี่ยนแปลงลักษณะเชิงมุมของนิ้วมือไปเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าไม่ว่าจะเป็น สัญญาณแบบอนาล็อกหรือสัญญาณแบบดิจิทัลส่งไปยังหน่วยประมวลผลหรือคอมพิวเตอร์ เพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป



ภาพที่ 2.6 ประเภทของถุงมืออิเล็กทรอนิกส์ (Dipietro et al., 2008)

5. โครงข่ายประสาทเทียม

การจัดจำรูปแบบเป็นวิธีการในการจำแนกประเภทของข้อมูลโดยอ้างอิงค่าความสำคัญ หรือ ค่าความน่าจะเป็นของข้อมูล ซึ่งข้อมูลนั้นได้มาจากวิธีการวัด การสังเกต หรือการตรวจจับ เช่น ภาพใบหน้า เสียง ลายเซ็น และวิดีโอ เป็นต้น ค่าความสำคัญ และค่าความน่าจะเป็นของข้อมูลได้ จากการคำนวณ และเปรียบเทียบกับกลุ่มของข้อมูลตัวอย่างที่สอนให้กับระบบ ทำให้ คอมพิวเตอร์สามารถแยกแยะประเภทของข้อมูลได้ด้วยตนเอง

5.1 ความหมายของโครงข่ายประสาทเทียม

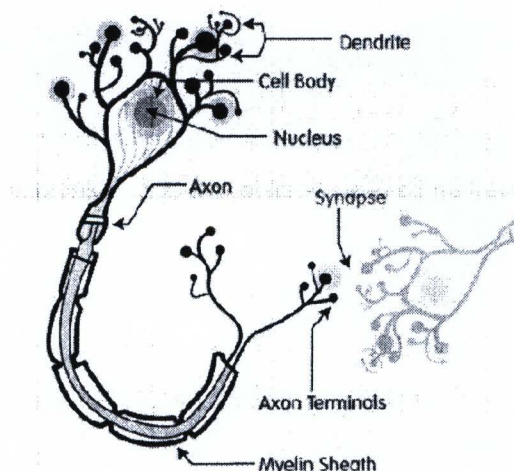
โครงข่ายประสาทเทียม (Neural network) หมายถึง แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบด้วยหน่วยประมวลผลง่าย ๆ จำนวนมาก เพื่อเลียนแบบการทำงานของระบบประสาทภายในสมองมนุษย์ เนื่องจากสมองมนุษย์สามารถจดจำ จำแนก วิเคราะห์ และเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ที่มีความซับซ้อนได้ดีกว่าคอมพิวเตอร์ แต่อย่างไรก็ตามคอมพิวเตอร์ก็มีประสิทธิภาพในการทำงานเร็วกว่าสมองมนุษย์ ดังนั้นโครงข่ายประสาทเทียมจึงเป็นแบบจำลองที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ เป็นต้น สิ่งที่ได้ คือ ลดขั้นตอนในการทดลอง ลดทรัพยากรในการทดลอง และผลการทดลองที่แม่นยำรวมถึงการพัฒนาเทคโนโลยีที่เร็วขึ้น

สมองของมนุษย์ประกอบไปด้วยเซลล์ประสาท (Neuron) ขนาดเล็กจำนวนหลายล้านเซลล์ แต่ละเซลล์เป็นหน่วยประมวลผลอย่างง่ายประกอบด้วย (ภาพที่ 2.7)

5.1.1 ตัวเซลล์ซึ่งเรียกว่า โซมา (Soma) ภายในมีนิวเคลียส (Nucleus) ทำหน้าที่เป็นหน่วยประมวลผลของเซลล์ประสาท

5.1.2 กิ่งก้านสาขา (Dendrite) เป็นเส้นใยบาง ๆ ที่เซลล์ประสาทใช้รับสัญญาณไฟฟ้าเข้าสู่เซลล์ แต่ละเซลล์ประสาทจะมีกิ่งก้านสาขามากกระจายตัวกันลักษณะเหมือนกิ่งไม้

5.1.3 เส้นประสาทหลัก (Axon) มีหน้าที่เป็นทางส่งสัญญาณไฟฟ้าไปยังเซลล์ประสาทอื่น ๆ โดยส่วนปลายของเส้นประสาทหลักจะแตกออกเป็นกิ่งก้านย่อย ๆ ซึ่งส่วนปลายของแต่ละกิ่งก้านเหล่านี้มีลักษณะเป็นปม และเชื่อมต่อกับปลายของกิ่งก้านสาขาของเซลล์ประสาทอื่น บริเวณที่เป็นรอยต่อระหว่างปลายเส้นประสาทหลักกับกิ่งก้านสาขาเรียกว่า “จุดประสานประสาท” (Synapse) สัญญาณไฟฟ้าที่ถูกส่งมาถึงปลายของเส้นประสาทหลักจะกระตุ้นให้เกิดการส่งผ่านสัญญาณเชิงเคมีผ่านจุดประสานประสาท สัญญาณเชิงเคมีดังกล่าวจะถูกกิ่งก้านสาขาแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้าวิ่งเข้าสู่เซลล์ประสาท

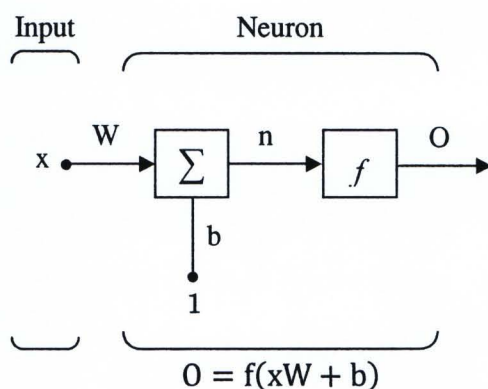


ภาพที่ 2.7 เซลล์ประสาท (Sparknotes, 2009)

เซลล์ประสาทเหล่านี้ทำงานด้วยปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมี เมื่อมีสิ่งเร้าจากภายนอก หรือการกระตุ้นจากเซลล์ประสาทด้วยกัน สัญญาณไฟฟ้าจะผ่านกึ่งก้านสาขาเข้าสู่ตัวเซลล์ โดยมีนิวเคลียสทำหน้าที่ในการตรวจสอบแรงกระตุ้นจากสัญญาณไฟฟ้าว่าจะมีการกระตุ้นเซลล์ประสาทอื่นต่อหรือไม่ ถ้าสัญญาณไฟฟ้าที่ได้รับแรงพอนิวเคลียสจะส่งผ่านสัญญาณไฟฟ้าต่อไปยังเซลล์ประสาทอื่นผ่านทางเส้นประสาทหลัก ด้วยกระบวนการนี้ทำให้เกิดการเชื่อมต่อกันระหว่างเซลล์ประสาทจนเป็นเครือข่ายขนาดใหญ่ที่ทำงานร่วมกัน

5.2 โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียม

การทำงานของโครงข่ายประสาทเทียมอาศัยหน่วยประมวลผลขนาดเล็กที่เรียกว่า นิวรอน (Neuron) ที่เชื่อมต่อกันเป็นเครือข่ายดังภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.8 นิวรอน

เมื่อ x คือ ข้อมูลนำเข้า

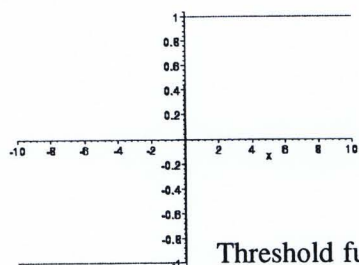
W คือ ค่าน้ำหนักที่ใช้ในการปรับปรุงข้อมูลนำเข้า

b คือ ค่าความลำเอียง (Bias) ที่ให้แก่วิธีการมีค่าเท่ากับ 1

f คือ ฟังก์ชันสำหรับการปรับค่าผลลัพธ์ (Activation function)

O คือ ค่าผลลัพธ์ที่ได้จากนิวรอน

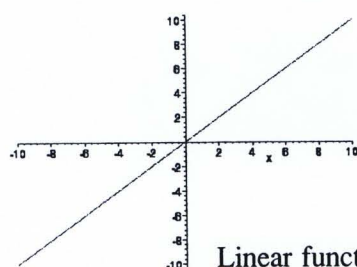
ฟังก์ชันปรับค่าผลลัพธ์ (Activation function) เป็นฟังก์ชันแบบเชิงเส้นและแบบไม่เป็นเชิงเส้น โดยทำหน้าที่แปลงข้อมูลให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมเพื่อต่อการตรวจสอบ ฟังก์ชันปรับค่าผลลัพธ์มีอยู่หลายรูปแบบและที่นิยมใช้กันมากมีอยู่ 3 แบบ คือ ฟังก์ชันทำนบ (Threshold function) ฟังก์ชันเชิงเส้น (Linear function) และฟังก์ชันซิกมอยด์ (Sigmoid function) ดังแสดงในภาพที่ 2.9 การใช้งานฟังก์ชันจะต้องเลือกให้เหมาะสมกับค่าของผลลัพธ์ที่ต้องการ



Threshold function

$$f(x) = \begin{cases} 1 & ; x \geq a \\ -1 & ; x < a \end{cases}$$

a คือ ค่าคงที่ใดๆ

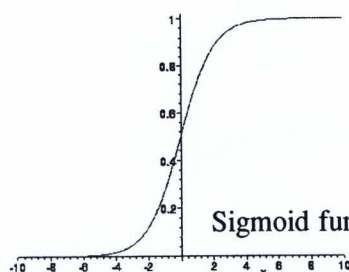


Linear function

$$f(x) = mx + c$$

m คือ ความชัน

c คือ ค่าคงที่ใดๆ



Sigmoid function

$$f(x) = \frac{1}{1 + e^{-ax}}$$

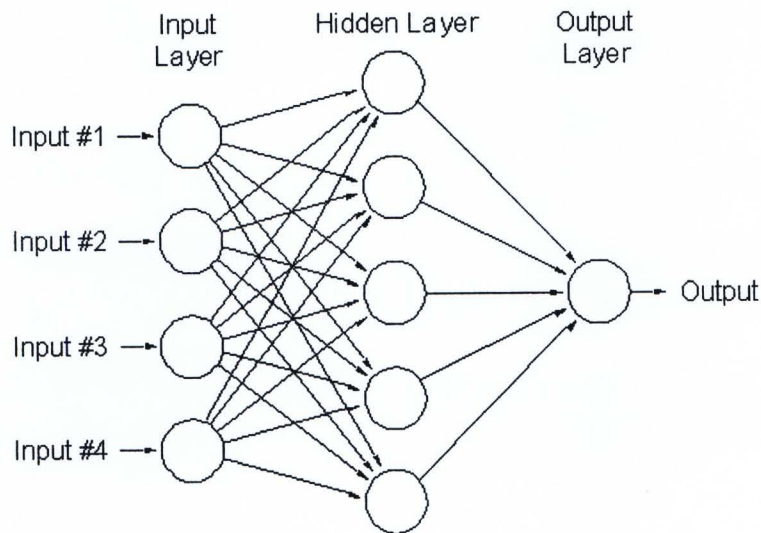
a คือ ค่าสัมประสิทธิ์การ

เติบโตของฟังก์ชัน

ภาพที่ 2.9 ฟังก์ชันปรับค่าผลลัพธ์ (Genevieve, n.d.)

โครงข่ายประสาทเทียมสามารถสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่จำลองการทำงานของสมองมนุษย์ ได้โดยการนำเอานิวรอลมาหลายๆ ตัวมาเชื่อมต่อกัน ซึ่งจะมีโครงสร้างแบบหลายชั้นดังภาพที่ 2.10 โครงสร้างโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น (Multi-layer perceptron network) เป็นโครงสร้างที่ถูกใช้งานอย่างแพร่หลายและประกอบด้วยชั้นอินพุต (Input layer) ทำหน้าที่รับค่าอินพุตแล้วส่งไปยังแต่ละโหนด (Node) ในชั้นถัดไปโดยไม่มีการประมวลผล ชั้นเอาต์พุต (Output layer) เป็นชั้นสุดท้ายทำหน้าที่ประมวลผลและแสดงค่าผลลัพธ์ของโครงข่าย ชั้นซ่อนเร้น (Hidden layer) เป็นชั้นที่อยู่ระหว่างชั้นอินพุตและชั้นเอาต์พุตสามารถมีได้มากกว่า 1 ชั้น โดยทำหน้าที่ประมวลผลค่าอินพุตที่ได้จากเอาต์พุตของชั้นก่อนหน้าและส่งผลลัพธ์ไปยังอินพุตของชั้นถัดไป ซึ่งแต่ละชั้นประกอบด้วยโหนดอย่างน้อย 1 โหนดและจะมีจำนวนโหนดเท่าไรก็ได้ขึ้นกับการออกแบบและความเหมาะสมในการแก้ไขปัญหา โหนดแต่ละโหนดในชั้นต่างๆ จะมีการเชื่อมต่อกันโดยกำหนดค่าไว้ค่าหนึ่งเรียกว่า “น้ำหนัก” (Weight) ซึ่งกระบวนการเรียนรู้ (Learning) ของโครงข่ายประสาทเทียมจะมีการเปลี่ยนแปลงค่าน้ำหนักให้มีความเหมาะสมกับข้อมูลอินพุตและเอาต์พุตของข้อมูลตัวอย่างที่ได้รับเข้ามา โดย

การปรับค่าน้ำหนักที่ลดลงจากการเรียนรู้ในแต่ละครั้ง เมื่อมีการเรียนรู้มากขึ้นค่าความผิดพลาด (Learning error) ก็จะลดลง



ภาพที่ 2.10 โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น (Stewart A. R., n.d.)

5.3 กระบวนการของโครงข่ายประสาทเทียม

เป็นกระบวนการของโครงข่ายประสาทเทียมที่ใช้ในการปรับค่าน้ำหนักของโครงข่ายให้มีความเหมาะสม ซึ่งสามารถทำงานตามลักษณะพิเศษของกลุ่มข้อมูลตัวอย่างของอินพุตและเอาต์พุตที่ป้อนให้กับโครงข่าย ดังนั้นปัจจัยที่มีผลกับประสิทธิภาพการทำงานของโครงข่ายประสาทเทียมจึงขึ้นอยู่กับ การปรับค่าน้ำหนักด้วย

5.3.1 การเรียนรู้แบบกำหนดเป้าหมาย (Supervised learning) เป็นการเรียนรู้ที่มีการปรับค่าน้ำหนักของโครงข่าย เพื่อให้ได้ชุดคำตอบที่มีค่าถูกต้อง หรือใกล้เคียงกับชุดข้อมูลเอาต์พุตของกลุ่มเป้าหมายที่ป้อนให้กับโครงข่าย ซึ่งการเรียนรู้แบบนี้เปรียบได้กับการสอนนักเรียนโดยมีครูเป็นผู้สอน

5.3.2 การเรียนรู้แบบไม่กำหนดเป้าหมาย (Unsupervised learning) เป็นการเรียนรู้แบบไม่มีการป้อนข้อมูลกลุ่มเป้าหมาย ดังนั้นโครงข่ายประสาทเทียมจะทำการปรับค่าน้ำหนักและจัดเรียงโครงสร้างตามลักษณะของข้อมูล โดยผลลัพธ์จะอยู่ในรูปแบบการจัดหมวดหมู่ของข้อมูล ซึ่งเปรียบได้กับการแยกแยะพันธุ์พืช หรือพันธุ์สัตว์ตามลักษณะรูปร่างโดยไม่มีผู้สอน

5.4 กระบวนการเรียนรู้แบบแพร่ย้อนกลับ (Back propagation algorithm)

กระบวนการเรียนรู้แบบแพร่ย้อนกลับเป็นการเรียนรู้แบบกำหนดเป้าหมาย เพื่อทำการปรับค่าน้ำหนักของแต่ละโหนดในแต่ละชั้นให้ได้ชุดคำตอบที่ดีที่สุด โดยการปรับค่าน้ำหนักจะขึ้นอยู่กับค่าความผิดพลาดระหว่างค่าเอาต์พุตเป้าหมายกับค่าเอาต์พุตที่คำนวณจากโครงข่าย

สำหรับโครงสร้างของกระบวนการเรียนรู้แบบย้อนกลับเป็นแบบหลายชั้นดังภาพที่ 2.10 มีขั้นตอนของการเรียนรู้แบบแพร่ย้อนกลับมีดังภาพที่ 2.11

กำหนดจำนวนโหนดในแต่ละชั้นของโครงข่ายประสาทเทียม โดยให้ชั้นอินพุตมีจำนวนโหนด n โหนด ชั้นซ่อนเล้นมีจำนวน m โหนด และชั้นเอาต์พุตมีโหนดทั้งหมด k โหนด จากนั้นกำหนดจำนวนรอบการเรียนรู้ (Iteration) และค่าความผิดพลาด (Learning error)

$$u_i = \sum_{i=1}^n x_i W_{ij} + \text{bias}_j \quad (2.2)$$

โดยที่

$$H_j = f(u_j) \quad (2.3)$$

กำหนดให้

u_j คือ ค่าอินพุตชั้นซ่อนเล้นโหนดที่ j

u_k คือ ค่าอินพุตชั้นเอาต์พุตโหนดที่ k

X_i คือ ค่าเอาต์พุตชั้นอินพุตโหนดที่ i มีค่าเท่ากับค่าอินพุตของชั้นอินพุต

H_j คือ ค่าเอาต์พุตชั้นซ่อนเล้นโหนดที่ j

O_k คือ ค่าเอาต์พุตชั้นเอาต์พุตโหนดที่ k

W_{ij} คือ ค่าน้ำหนักที่เชื่อมต่อระหว่างโหนดที่ i ในชั้นอินพุตกับโหนดที่ j ในชั้น

ซ่อนเล้น

W_{jk} คือ ค่าน้ำหนักที่เชื่อมต่อระหว่างโหนดที่ j ในชั้นซ่อนเล้นกับโหนดที่ j ใน

ชั้นเอาต์พุต

bias_j คือ ค่าความลำเอียงโหนด j ของชั้นซ่อนเล้น

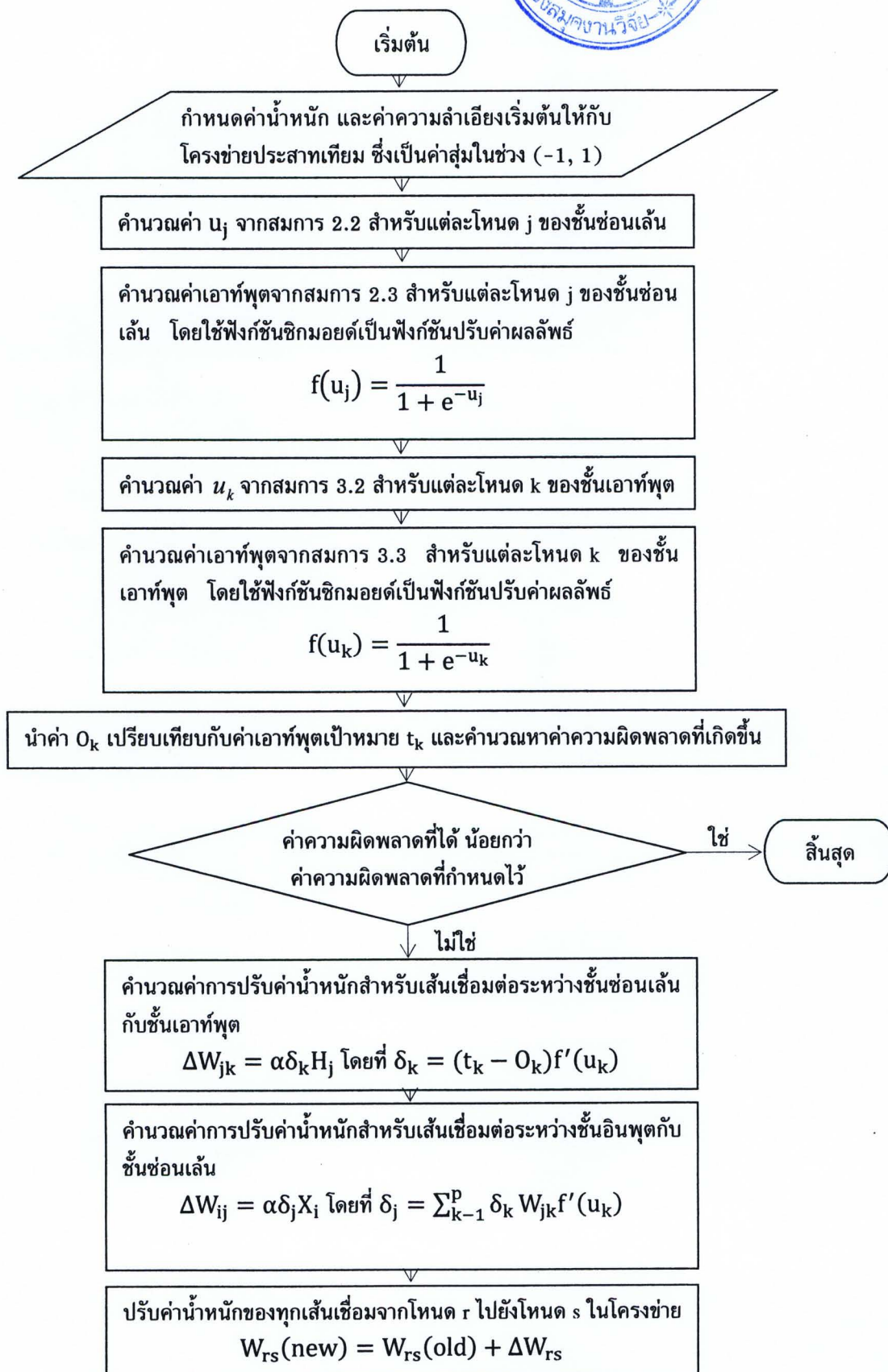
bias_k คือ ค่าความลำเอียงโหนด k ของชั้นเอาต์พุต

t_k คือ ค่าเอาต์พุตเป้าหมายที่โหนด k

α คือ อัตราการเรียนรู้ (Learning rate) มีค่าอยู่ในช่วง $(0, 1)$

δ คือ ค่าความไว (Sensitivity) ของค่าความผิดพลาดเทียบกับค่า u ที่โหนด j

และ k $(0, 1)$



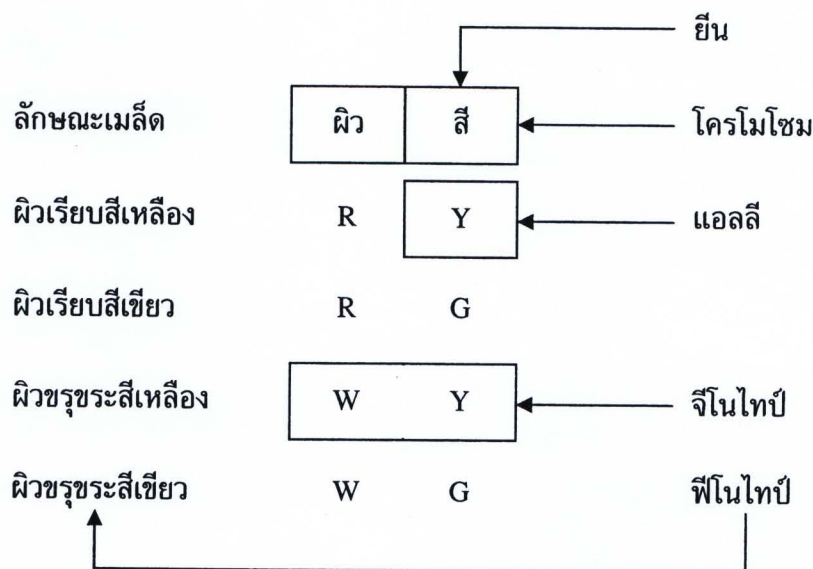
ภาพที่ 2.11 ขั้นตอนการเรียนรู้แบบย้อนกลับ

6. วิธีเชิงพันธุกรรม

6.1 ความหมายของวิธีเชิงพันธุกรรม

วิธีการเชิงพันธุกรรม (Genetic algorithm) เป็นวิธีการค้นหาคำตอบที่ดีที่สุดแบบสุ่ม (Stochastic search) ในปริภูมิที่ไม่ต่อเนื่อง (Discontinuous search space) และไม่ต้องทราบข้อมูลเกี่ยวกับอนุพันธ์ของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective function) ของปัญหา ซึ่งได้รับแนวความคิดมาจากการคัดเลือกทางพันธุกรรมตามธรรมชาติ (Natural selection) โดยตามธรรมชาติพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดจะคัดสรรสายพันธุ์ที่ดีที่สุด สำหรับเป็นต้นแบบในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมแก่รุ่นถัดไปเพื่อให้ได้สายพันธุ์ที่ดีขึ้นและอยู่รอดต่อไป

สิ่งมีชีวิตทุกชนิดจะมีโครงสร้างและลักษณะที่แตกต่างกันออกไปตามโครโมโซม (Chromosome) โดยมีหน่วยที่ใช้ในการเก็บลักษณะต่างๆ อยู่ภายในโครโมโซมเรียกว่า “ยีน” (Genes) ซึ่งค่าที่ใช้แทนลักษณะต่างๆ ของยีนเรียกว่า “แอลลีล” (Allele) และมีจีโนไทป์ (Genotype) เป็นชุดของลักษณะต่างๆ ของยีน ส่วนการแสดงลักษณะภายนอก เช่น ผิวสีดำ ผมหยิก เป็นต้น เรียกว่า “ฟีโนไทป์” (Phenotype) ดังภาพที่ 2.12 สำหรับตารางที่ 2.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างวิธีเชิงพันธุกรรมกับพันธุศาสตร์



ภาพที่ 2.12 ลักษณะทางพันธุกรรมของโครโมโซมของเมล็ดถั่ว ดัดแปลงจาก (ณวัฒน์ นันทะเสน, 2547)

ตารางที่ 2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างวิธีเชิงพันธุกรรมกับพันธุศาสตร์

พันธุศาสตร์	วิธีเชิงพันธุกรรม
โครโมโซม (Chromosome)	สตริง (String)
ยีน (Genes)	บิต (Character, Bit)
แอลลีล (Allele)	ค่าของบิต (Character Value, Bit Value)
โลกัส (Locus)	ตำแหน่ง (String Position)
จีโนไทป์ (Genotype)	โครงสร้าง (Structure)
ฟีโนไทป์ (Phenotype)	โครงสร้างคำตอบ (A decode structure)

(ณวัฒน์ นันทะเสน, 2547)

6.2 ขั้นตอนการทำงานของวิธีเชิงพันธุกรรม

6.2.1 กำหนดฟังก์ชันความเหมาะสม (Fitness function) การกำหนดฟังก์ชันความเหมาะสมสำหรับแต่ละปัญหา เพื่อวัดค่าความเหมาะสมสูงสุดหรือวัดค่าความเหมาะสมต่ำสุด

6.2.2 สุ่มค่าเพื่อสร้างประชากร (Population) ประชากร คือ ชุดของโครโมโซมที่สร้างขึ้นประกอบด้วย n โครโมโซม โดยรูปแบบของโครโมโซมจะต้องกำหนดให้มีความเหมาะสมกับปัญหาที่ต้องการหาคำตอบ

6.2.3 สร้างประชากรรุ่นใหม่ (New population) จำเป็นต้องอาศัยกระบวนการในการคัดเลือก การแลกเปลี่ยนพันธุกรรม การกลายพันธุ์และการแทนที่ โดยกระบวนการนี้จะกระทำซ้ำเรื่อยๆ จนกระทั่งได้ประชากรรุ่นใหม่ที่ดีที่สุด

(1) การคัดเลือก (Selection) ทำการคัดเลือกประชากรที่มีความเหมาะสมที่สุด เพื่อใช้ถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม

(2) การแลกเปลี่ยนพันธุกรรม (Crossover) คือ การนำเอาโครโมโซมของประชากรรุ่นก่อนหน้าจำนวน 2 โครโมโซมมาผสมกันเพื่อให้ได้ประชากรรุ่นใหม่

(3) การกลายพันธุ์ (Mutation) เป็นการนำเอาโครโมโซมของประชากรรุ่นเก่ามาทำการสุ่มแก้ไขค่าบางส่วนของโครโมโซม จากนั้นทำการวัดค่าความเหมาะสมของโครโมโซม หากโครโมโซมใหม่มีค่าความเหมาะสมต่ำ แสดงว่าโครโมโซมที่ได้ไม่เหมาะสมต่อการสืบทอดพันธุกรรม โครโมโซมนี้จะถูกคัดออกในขั้นตอนการคัดเลือก

(4) การแทนที่ (Reinsertion) คือ เป็นการแทนที่ประชากรรุ่นใหม่ที่เกิดขึ้นแทนประชากรรุ่นก่อนหน้า

6.3 การคัดเลือก (Selection)

การคัดเลือกเป็นขั้นตอนการเลือกประชากรที่ดีที่สุด เพื่อนำมาให้กำเนิดประชากรรุ่นใหม่ โดยการคัดเลือกจะพิจารณาจากค่าความเหมาะสม (Fitness value) ที่ดีที่สุดของปัญหา

การคัดเลือกมีเทคนิคที่นิยม 2 วิธี (พัฒนะ พงศ์จริยา 2545; ชัยวัฒน์ เลิศวิริยะนันท์กุล, 2549) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

6.3.1 Roulette-wheel selection

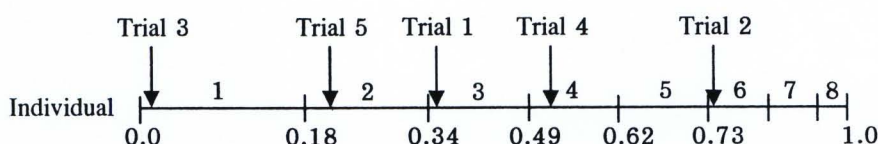
เป็นกระบวนการคัดเลือกแบบ Stochastic sampling ซึ่งมีกระบวนการดังนี้

(1) นำประชากรแต่ละตัวมาเรียงต่อกันเป็นเส้นตรงตามความยาวที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ดังภาพที่ 2.13 โดยช่วงความยาวของเส้นตรงหาได้จากอัตราส่วนของค่าความเหมาะสมของประชากรแต่ละตัวกับค่าความเหมาะสมรวมของประชากรทุกตัว ถ้าประชากรมีค่าความเหมาะสมมากก็就会有ความยาวมากแต่ถ้ามีค่าความเหมาะสมน้อยก็就会有ความยาวน้อย

(2) ทำการสุ่มตัวเลขขึ้นมาเพื่อใช้เป็นตัวชี้ไปยังตำแหน่งบนเส้นตรง

(3) ถ้าตัวชี้ชี้ไปยังประชากรตัวใดถือว่าประชากรตัวนั้นถูกเลือกใช้ให้กำเนิดประชากรรุ่นใหม่

(4) ทำซ้ำขั้นตอนที่ (1) ถึง (3) จนกระทั่งได้ประชากรครบจำนวน



ภาพที่ 2.13 ขั้นตอนการคัดเลือกประชากรแบบ Roulette-wheel selection ดัดแปลงจาก (พัฒนะ พงศ์จริยา, 2545)

6.3.2 Stochastic universal sampling

Stochastic universal sampling มีวิธีการคัดเลือกประชากรคล้ายกับวิธี Roulette-wheel selection แตกต่างที่ขั้นตอนการสร้างตัวชี้ ซึ่งวิธีนี้จะให้ระยะห่างระหว่างตัวชี้คงที่

(1) นำประชากรแต่ละตัวมาเรียงต่อกันเป็นเส้นตรงตามความยาวดังภาพที่

2.14

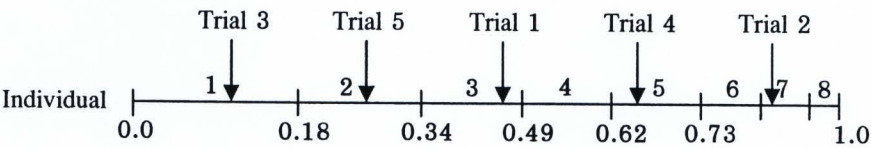
(2) สร้างตัวชี้ให้มีจำนวนตัวชี้เท่ากับจำนวนประชากรที่ต้องการใช้ให้กำเนิดประชากรรุ่นใหม่

(3) ถ้าตัวชี้ชี้ไปยังประชากรตัวใดถือว่าประชากรตัวนั้นถูกเลือกใช้ให้กำเนิดประชากรรุ่นใหม่

$$\frac{1}{N_{\text{point}}} \times \text{order} \quad (3.4)$$

เมื่อ N_{point} คือ จำนวนตัวชี้ ซึ่งเท่ากับจำนวนประชากรรุ่นเก่าที่ใช้ในการให้กำเนิดประชากรรุ่นใหม่

order คือ ลำดับตัวชี้มีค่าตั้งแต่ 1 ถึง N_{point}



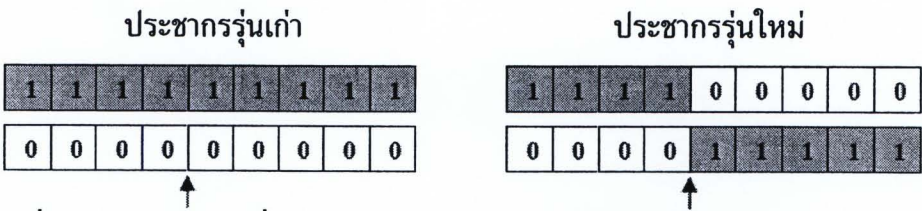
ภาพที่ 2.14 ขั้นตอนการเลือกสรรประชากรแบบ Stochastic universal sampling ดัดแปลงจาก (พัฒนะ พงศ์จริยา, 2545)

6.4 การแลกเปลี่ยนพันธุกรรม (Crossover)

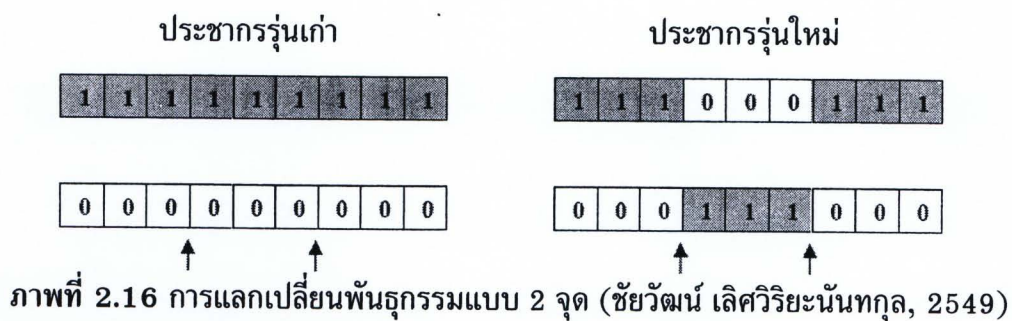
การแลกเปลี่ยนพันธุกรรมเป็นขั้นตอนสร้างประชากรรุ่นใหม่ จากการแลกเปลี่ยนยีน (Crossing-over) ระหว่างคูโครโมโซมของประชากรรุ่นเก่าที่ได้รับการคัดเลือก กระบวนการนี้จะทำการแลกเปลี่ยนยีนจนกระทั่งได้จำนวนของโครโมโซมของประชากรรุ่นใหม่เท่ากับจำนวนโครโมโซมของประชากรรุ่นเก่า ซึ่งการแลกเปลี่ยนยีนไม่จำเป็นต้องเกิดขึ้นกับทุกคูโครโมโซมแต่จะขึ้นอยู่กับค่าความน่าจะเป็นในการแลกเปลี่ยนยีน (Crossing-over probability) มีค่าระหว่าง 0.7 ถึง 0.9 ซึ่งขั้นตอนการแลกเปลี่ยนพันธุกรรมสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ

6.4.1 N-point crossover

จะทำการสุ่มตัวเลขที่ใช้แทนตำแหน่งในการตัดต่อคูโครโมโซมระหว่างประชากรรุ่นเก่า โดยการแลกเปลี่ยนยีนนั้นจะเกิดขึ้นที่ด้านใดด้านหนึ่งของตำแหน่งที่สุ่มตัวเลขมา ซึ่งจำนวนจุดในการแลกเปลี่ยนยีนของโครโมโซมมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 1 ดังภาพที่ 2.15 และ 2.16

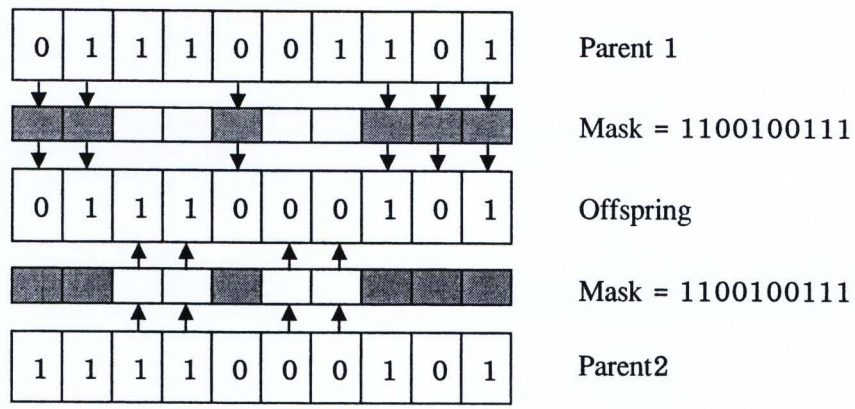


ภาพที่ 2.15 การแลกเปลี่ยนพันธุกรรมแบบ 1 จุด (ชัยวัฒน์ เลิศวิริยะนันท์กุล, 2549)



6.4.2 Uniform crossover

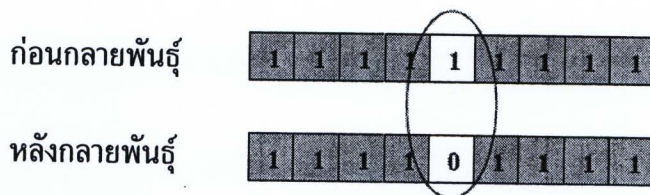
เป็นวิธีการแลกเปลี่ยนพันธุกรรมแบบหลายจุดที่ไม่กำหนดจำนวนจุดตัด สำหรับใช้ตัดต่อยีนของประชากรรุ่นเก่า การตัดต่อจะพิจารณาการแลกเปลี่ยนยีนระหว่างประชากรรุ่นเก่าที่ละแอลลีหรือค่าของบิต เพื่อทำการตัดต่อแต่ละบิตของโครโมโซมดังแสดงในภาพที่ 2.17



ภาพที่ 2.17 การแลกเปลี่ยนพันธุกรรมแบบ Uniform crossover ดัดแปลงจาก (พัฒนา พงศ์จริยา, 2545)

6.5 การกลายพันธุ์ (Mutation)

ขั้นตอนนี้จะเปรียบเหมือนการกลายพันธุ์ของสิ่งมีชีวิต ซึ่งวิธีนี้จะใช้กับประชากรรุ่นใหม่เท่านั้น ถ้าหากเปรียบเทียบกับ การแก้ปัญหาการหาค่าความเหมาะสมที่ดีที่สุด ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่จะทำให้มีโอกาสได้คำตอบเข้าสู่จุดที่ดีที่สุดจากหลายช่วงๆ คำตอบ เพราะปัญหาหนึ่งสามารถมีจุดคำตอบได้มากกว่าหนึ่งจุด (Sub-optimum) การกลายพันธุ์จะเป็นการเปลี่ยนค่าบิตจาก 0 ไป 1 หรือจาก 1 ไป 0 ภายในแอลลี การกลายพันธุ์ของข้อมูลสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 2.18



ภาพที่ 2.18 ตัวอย่างแสดงการกลายพันธุ์ (ชัยวัฒน์ เลิศวิริยะนันท์กุล, 2549)

6.6 การแทนที่ (Reinsertion)

เป็นการแทนที่ประชากรรุ่นใหม่ที่เกิดขึ้นแทนประชากรรุ่นก่อนหน้า ซึ่งแบ่งวิธีการแทนที่ได้ดังนี้

6.6.1 Pure reinsertion คือ การแทนที่ประชากรรุ่นก่อนหน้าทั้งหมดด้วยประชากรรุ่นใหม่

6.6.2 Uniform reinsertion คือ การแทนที่ประชากรรุ่นก่อนหน้าบางส่วนด้วยประชากรรุ่นใหม่ที่เกิดขึ้นจากการสุ่ม วิธีการนี้ในบางครั้งทำให้ประชากรรุ่นก่อนหน้าที่มีความเหมาะสมที่สุดถูกแทนที่ด้วยประชากรรุ่นใหม่ ซึ่งเป็นผลให้ข้อมูลบางส่วนหายไป

6.6.3 Elitist reinsertion คือ การแทนที่ด้วยการเรียงประชากรรุ่นก่อนหน้าตามค่าความเหมาะสม จากนั้นจึงแทนประชากรรุ่นใหม่ลงไปยังตำแหน่งที่มีความเหมาะสมน้อยที่สุดไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งประชากรรุ่นใหม่ที่สร้างขึ้นถูกใช้จนหมด

6.6.4 Fitness-based reinsertion คือ การแทนที่ประชากรรุ่นก่อนหน้าบางส่วน หรือทั้งหมดด้วยประชากรรุ่นใหม่ที่มีความเหมาะสมที่ดี นั่นคือประชากรรุ่นใหม่ที่เกิดขึ้นมีเฉพาะส่วนที่มีความเหมาะสมเท่านั้นจึงจะมีสิทธิเข้าแทนที่ประชากรรุ่นเก่า

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เป็นการแสดงข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจดจำและจำแนกภาษามือ โดยใช้อุปกรณ์ทางด้านฮาร์ดแวร์ในการตรวจจับท่าทางการเคลื่อนไหวของมือ เพื่อส่งไปให้ระบบเรียนรู้ไว้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการแปลท่าทางภาษามือให้เป็นตัวอักษรหรือคำที่เป็นประโยค

7.1 ระบบจดจำภาษามือด้วยโครงข่ายประสาทเทียม (Recognition of sign language gestures using neural networks)

Vamplaw & Adams (1996) เสนองานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาระบบจดจำและแปลภาษามือในภาษาออสเตรเลีย อุปกรณ์ที่ใช้ในการส่งค่าเข้าสู่ระบบ คือ ถุงมือ Cyber Glove และ Polhemus IsoTak Cyber Glove ทำหน้าที่ในการตรวจจับการยึดของนิ้วมือ ข้อมือ ส่วน Polhemus IsoTak ทำหน้าที่บอกตำแหน่งของมือในแนว X Y และ Z โดยทำการส่งค่าที่ได้ไปยังระบบโครงข่ายประสาทเทียมและแยกการพิจารณาข้อมูลที่ได้ออกเป็น 4 ระบบ ได้แก่

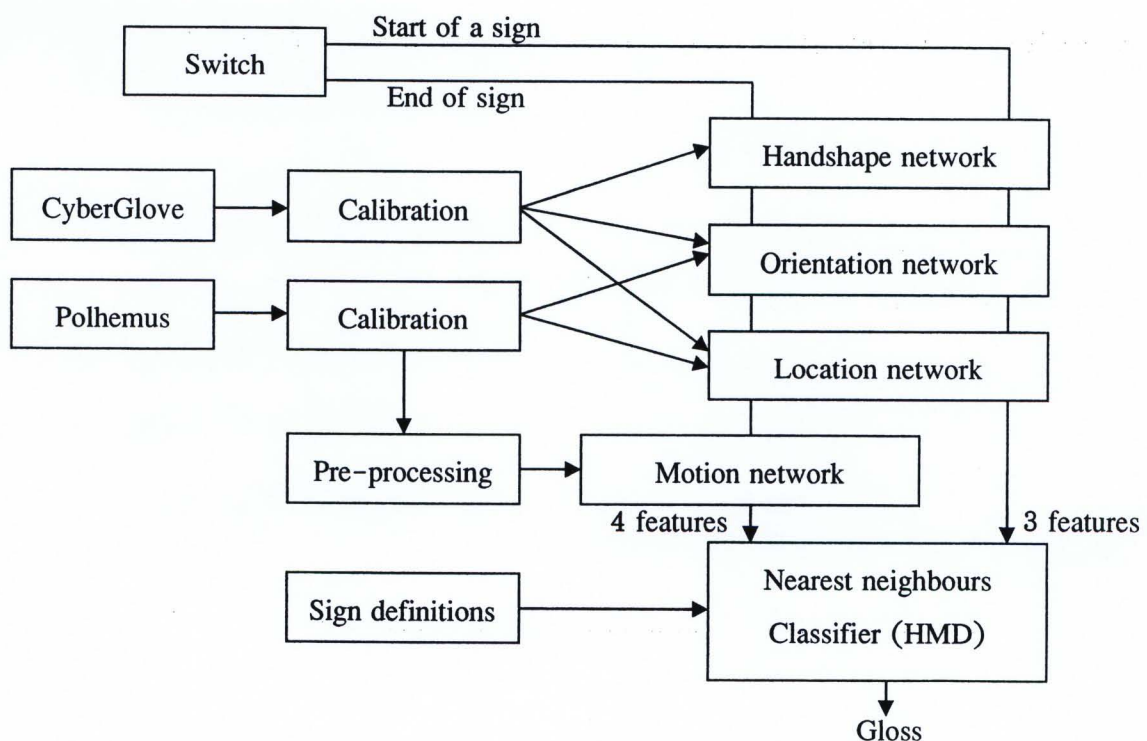
(1) Handshape recognition network วิเคราะห์รูปแบบของมือโดยมีรูปแบบหลักอยู่ทั้งหมด 30 แบบที่ใช้ในออสเตรเลียและแบ่งออกเป็นรูปแบบย่อยได้ 61 แบบ ซึ่งระบบจะมีโครงสร้างเป็น 18:40:30

(2) Orientation recognition network ทำหน้าที่แยกแยะการพลิกของมือโดยรับค่าเข้า 3 ค่า ซึ่งได้จาก Polhemus IsoTak จำนวน 1 ค่า และจากเซนเซอร์ที่ข้อมือจากถุงมือ CyberGlove จำนวน 2 ค่า โดยมีโครงสร้างของโครงข่ายเป็น 8:14:15

(3) Location recognition network ชุดของการวิเคราะห์ตำแหน่งซึ่งในภาษาออสเตรเลียสามารถแบ่งตำแหน่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ ได้แก่ ตำแหน่งที่อยู่หน้าตัวบุคคล ตำแหน่งบริเวณตัวหรือศีรษะและตำแหน่งบริเวณมือ ระบบมีโครงสร้างเป็น 11:19:19

(4) Motion recognition network ส่วนของการวิเคราะห์การเคลื่อนที่จะพิจารณาในแนวแกน 3 มิติ โดยประกอบด้วยการเคลื่อนที่ทั่วไปของมือ 6 ท่า การเคลื่อนที่ Back-and-forth 3 ท่า การหมุนมือในแนวตั้ง 3 ท่า และมีมืออยู่กับที่ 1 ท่า ซึ่งมีโครงสร้างของระบบ คือ 8:8:13

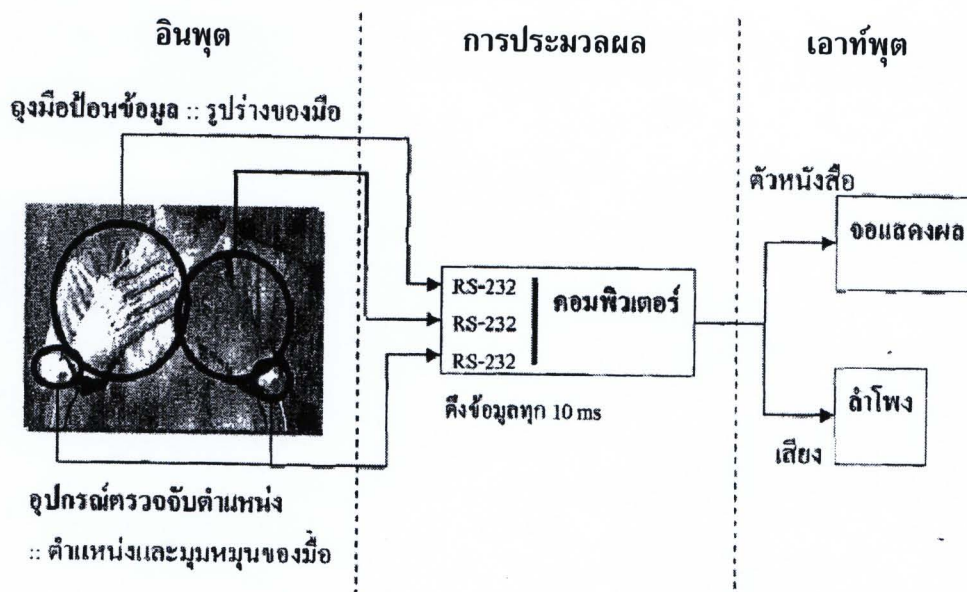
การแยกการทำงานของระบบโครงข่ายประสาทเทียมออกจากกัน ทำให้ระบบทำการจดจำ จำแนกและวิเคราะห์ข้อมูลได้เร็วขึ้น ทั้งยังสามารถทำการแก้ไขระบบได้ง่ายขึ้นซึ่งระบบการทำงานของงานวิจัยเป็นดังแสดงในภาพที่ 2.19



ภาพที่ 2.19 โครงสร้างระบบของระบบจดจำภาษามือด้วยโครงข่ายประสาทเทียม (Sign Language Recognition: SLARTI) (Vamplew & Adams, 1996)

7.2 ระบบจดจำภาษามือไทยโดยใช้ฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์โมเดล

ระบบการจดจำภาษามือไทยงานวิจัยโดย วุฒิชัย วิศาลคุณา (2546) ใช้ถุงมือ Cyber Glove ร่วมกับเซนเซอร์บอกตำแหน่งแบบสามมิติเพื่อใช้ในการส่งข้อมูลท่าทางภาษามือ โดยข้อมูลที่รับเป็นการยัดของนิ้ว ตำแหน่งของมือในแนว (X Y และ Z) และการหมุนของมือเทียบกับตำแหน่งอ้างอิงกับผู้ใช้งานดังภาพที่ 2.20 จากนั้นนำข้อมูลไปผ่านขั้นตอนประมวลผลเบื้องต้นเพื่อแบ่งข้อมูลออกเป็นชุด คือ รูปแบบของมือ ตำแหน่งของมือ การหมุนของมือและการเคลื่อนที่ของมือ เพื่อทำการหาจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของภาษามือนั้น ซึ่งจะสามารถทำให้แบ่งแยกภาษามือที่เป็นท่าหนึ่งและท่าเคลื่อนไหวได้ สำหรับการจำแนก จดจำและเรียนรู้ภาษามือนั้นอาศัยระบบฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์โมเดลเป็นหลัก หลังจากทำการสอนให้ระบบจดจำภาษามือแล้ว เมื่อผู้ใช้ทำท่าทางภาษามือลักษณะเดียวกันระบบจะสามารถแปลและสร้างประโยคที่ถูกต้องตามหลักไวยากรณ์พร้อมกับเสียงออกทางลำโพง



ภาพที่ 2.20 องค์ประกอบของจดจำภาษามือไทยโดยใช้ฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์โมเดล (วุฒิชัย วิศาลคุณา, 2546)

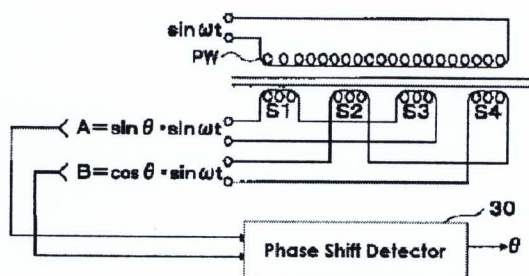
7.3 การจดจำภาษามือด้วยถุงมือติดเซนเซอร์ (Sign Language Recognition Using Sensor Gloves)

งานวิจัยของ Mehdi & Khan (2002) ได้ใช้ถุงมือ 7-Sensor Glove ที่พัฒนาโดยบริษัท 5DT สำหรับตรวจจับการเคลื่อนไหวของมือ โดยเซนเซอร์ 5 ตัวแรกตรวจจับการยืดและการงอของนิ้วมือทั้งห้า อีกหนึ่งตัวใช้ตรวจจับการเอียงของมือและตัวสุดท้ายตรวจจับการหมุนของมือ เมื่อทำท่าทางภาษามือถุงมือจะทำการส่งค่าที่ได้ไปยังระบบโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อทำการจำแนก จดจำและวิเคราะห์ว่าเป็นอักขระใดในภาษาอังกฤษ ซึ่งระบบโครงข่ายประสาทเทียมมีอยู่สามระดับ คือ ชั้นอินพุต ชั้นซ่อนและชั้นเอาต์พุต โดยมีค่าจำนวนโหนด

เท่ากับ 7:56:26 ผลที่ได้ระบบสามารถทำการจำแนกตัวอักษรภาษามืออเมริกันได้ 24 อักษร ยกเว้นตัว J และ Z เนื่องจากระบบไม่สามารถจำแนก จดจำและวิเคราะห์ตัวอักษรภาษามืออเมริกันที่มีการเคลื่อนไหวได้

7.4 ถุงมือราคาย่อยเยาสำหรับจดจำภาษามือ (Consumer price data-glove for sign language recognition)

การพัฒนาถุงมือ Strin Glove ที่มีการติดตั้งเซนเซอร์เหนี่ยวนำ (Induct coder) 24 ตัว และเซนเซอร์แบบสัมผัส (Contact sensor) 9 ตัว เป็นผลงานวิจัยของ Kuroda et al. (2004) ซึ่งใช้ถุงมือสำหรับตรวจจับท่าทางการเคลื่อนไหวของมือและข้อมือ เพื่อลดต้นทุนที่จะต้องซื้อถุงมือจากต่างประเทศที่มีราคาสูง เซนเซอร์เหนี่ยวนำทำหน้าที่ตรวจจับการยืดการงอของนิ้วและข้อมือ โดยอาศัยการหลักทำงานของแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้เกิดสัญญาณแบบเชิงเส้นและอยู่ในรูปของ $\sin(\Theta) \cdot \sin(\Omega t)$ และ $\cos(\Theta) \cdot \sin(\Omega t)$ ดังภาพที่ 2.21



ภาพที่ 2.21 วงจรของเซนเซอร์เหนี่ยวนำ (Kuroda et al., 2004)

Kuroda และคณะกล่าวว่าได้ทำการศึกษารูปแบบภาษามือทั่วโลกและสรุปได้ว่าต้องมีการติดตั้ง เซนเซอร์แบบสัมผัสทั้ง 9 ตัวดังภาพที่ 2.22(ก) นอกจากนี้การติดเซนเซอร์แบบสัมผัสยังสามารถที่จะใช้ในการตรวจสอบการไขว้กันของนิ้วมือที่แสดงถึงอักษร “ra” ในภาษาญี่ปุ่นดังภาพที่ 2.22(ข) ส่วนการวิเคราะห์ท่าทางภาษามือได้มีการกำหนดรูปแบบการเข้ารหัสเอาไว้ เพื่อเป็นการลดการทำงานของซีพียู (CPU) ลงดังตารางที่ 2.5



(ก)



(ข)

ภาพที่ 2.22 (ก) ตำแหน่งการติดตั้งเซนเซอร์แบบสัมผัส (ข) ตัวอักษรญี่ปุ่นคำว่า “ra”:

Yohei (Kuroda et al., 2004)

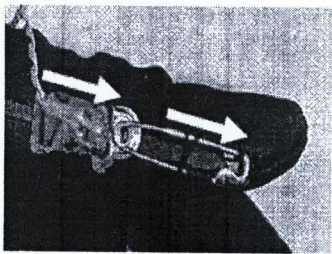
ตารางที่ 2.5 ตัวอย่างการเข้ารหัส

รหัส	สถานะของนิ้วมือ
H	Full stretches of all fingers
B	Full bending of all fingers
b	Bending of all fingers
F	Bending of first and second joints
A	Abduction between fingers
G	Abduction of first joint in thumb, bending of second and third joints in thumb
I	Adduction of first joint in thumb, stretch of second and third joints in thumb
T	Touch between fingertips

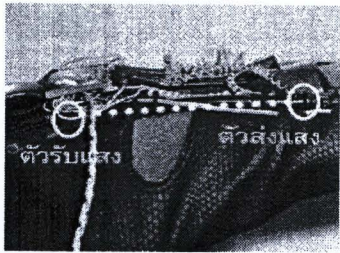
(Kuroda et al., 2004)

7.5 โปรแกรมแปลและช่วยสอนภาษามือ

การพัฒนาโปรแกรมการแปลและช่วยสอนภาษามือ (ธเนศ อุไรเรืองพันธ์ & ดารณี หอมดี, 2549) ได้พัฒนาถุงมือที่ติดเซนเซอร์ปรับค่าได้และเซนเซอร์แสงที่ดัดแปลงขึ้นดังแสดงในภาพที่ 2.23 เพื่อใช้ในการตรวจสอบการงอของนิ้วตามข้อทั้งหมด 9 จุด โปรแกรมพัฒนาจากภาษา VB.Net ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของฮาร์ดแวร์ จำแนก จดจำภาษามือและแสดงผลการแปลภาษามือเป็นตัวอักษรภาษาไทยหรืออังกฤษ



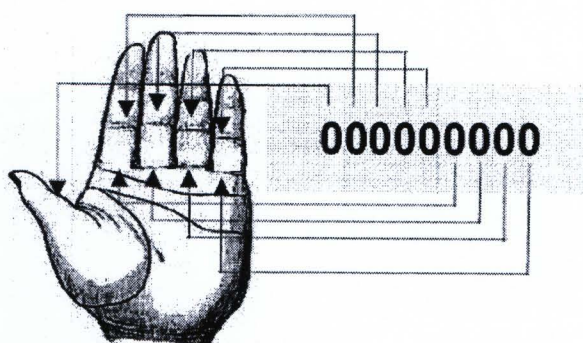
(ก)



(ข)

ภาพที่ 2.23 (ก) เซนเซอร์ปรับค่าได้ (ข) เซนเซอร์แสงพร้อมตัวรับแสง (ดารณี หอมดี และคณะ, 2549)

การวิเคราะห์หาค่าศัพท์และภาพที่ตรงกับท่าทางภาษามือจะใช้วิธีกำหนดช่วงของการงอของนิ้วมืองดภาพที่ 2.24 โดยมีค่าเท่ากับ 0 เมื่อนิ้วเหยียดตรง มีค่าเท่ากับ 1 เมื่อมีการกำมือ และถ่างอนิ้วมีค่าเท่ากับ 2 จากนั้นนำข้อมูลที่ได้เซนเซอร์ทั้ง 9 ตัวมาต่อกันเป็นรูปแบบข้อมูลใหม่เพื่อทำการตรวจหาค่าที่ตรงกันในฐานข้อมูล โดยฐานข้อมูลจะจัดเก็บรูปแบบข้อมูลอักษรภาษาไทย ภาษาอังกฤษและตำแหน่งที่จัดเก็บภาพ



ภาพที่ 2.24 การกำหนดรูปแบบข้อมูล (ธเนศ อุไรเรืองพันธ์ & ดารณี หอมดี, 2549)

ระบบนี้สามารถที่จะทำการแปลภาษามือที่เป็นตัวอักษรภาษาไทย 10 ตัว และภาษาอังกฤษ 15 ตัว นอกจากนี้โปรแกรมนี้ยังประกอบด้วย เกมเพื่อความบันเทิงและการฝึกทักษะเพื่อช่วยสอนภาษามือ

อย่างไรก็ตามถุงมืออิเล็กทรอนิกส์ที่ถูกนำมาใช้ตรวจจับท่าทางของมือสำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในหัวข้อที่ 7.1 ถึง 7.3 รวมถึงถุงมืออิเล็กทรอนิกส์ในหัวข้อที่ 7.4 ซึ่งได้มีการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานและถูกจัดจำหน่ายเป็นผลิตภัณฑ์ในปัจจุบัน ถุงมือที่กล่าวมาทั้งหมดนี้มีราคาค่อนข้างสูง โดยงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยที่ต่อยอดการพัฒนาจากหัวข้อที่ 7.5 ซึ่งได้ทำการเปลี่ยนแปลงเซนเซอร์ที่ใช้ในการตรวจจับการงอและเหยียดนิ้วมือใหม่ เนื่องจากเซนเซอร์วัดความต้านทานเป็นเซนเซอร์ที่เสียหายได้ง่ายและมีเสถียรภาพระดับปานกลาง ส่วนเซนเซอร์วัดแสงสามารถให้ข้อมูลเพียง 0 กับ 1 เท่านั้นซึ่งมีระดับการตรวจจับที่น้อย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะพัฒนาต้นแบบถุงมืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีประสิทธิภาพเหมาะสำหรับการตรวจจับท่าทางของมือที่มีต้นทุนต่ำและมีความคงทนต่อการใช้งาน ร่วมกับการพัฒนาต้นแบบซอฟต์แวร์การเรียนรู้และจดจำภาษามือไทยด้วยวิธีเชิงพันธุกรรม จากนั้นจึงนำต้นแบบถุงมืออิเล็กทรอนิกส์และต้นแบบซอฟต์แวร์รวมกันเป็นระบบจดจำภาษามือไทย เพื่อช่วยลดช่องว่างการสื่อสารระหว่างบุคคลทั่วไปกับผู้พิการด้านการฟัง