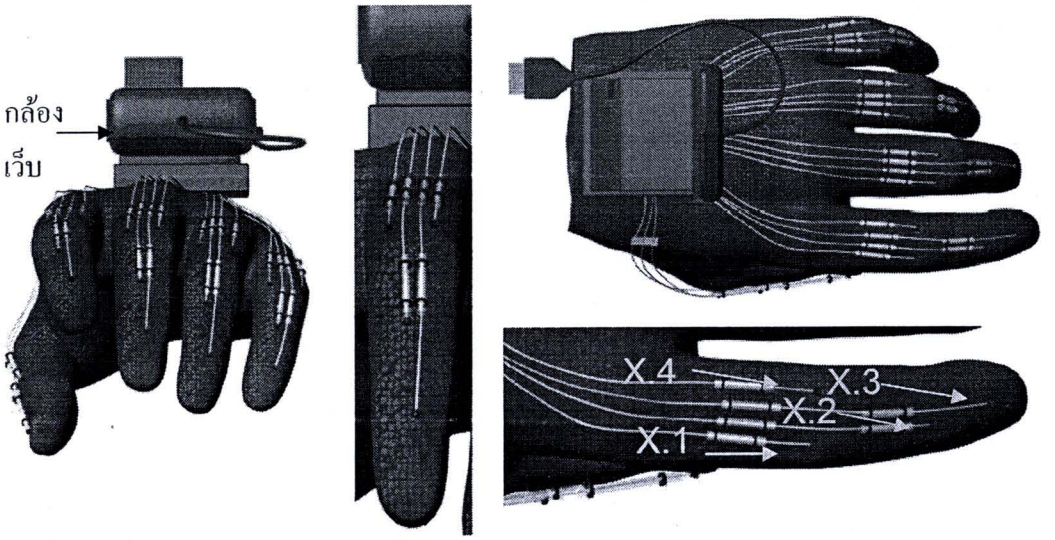
# บทที่ 3
# วิธีดำเนินการศึกษา

## 1. ขั้นตอนการดำเนินงาน

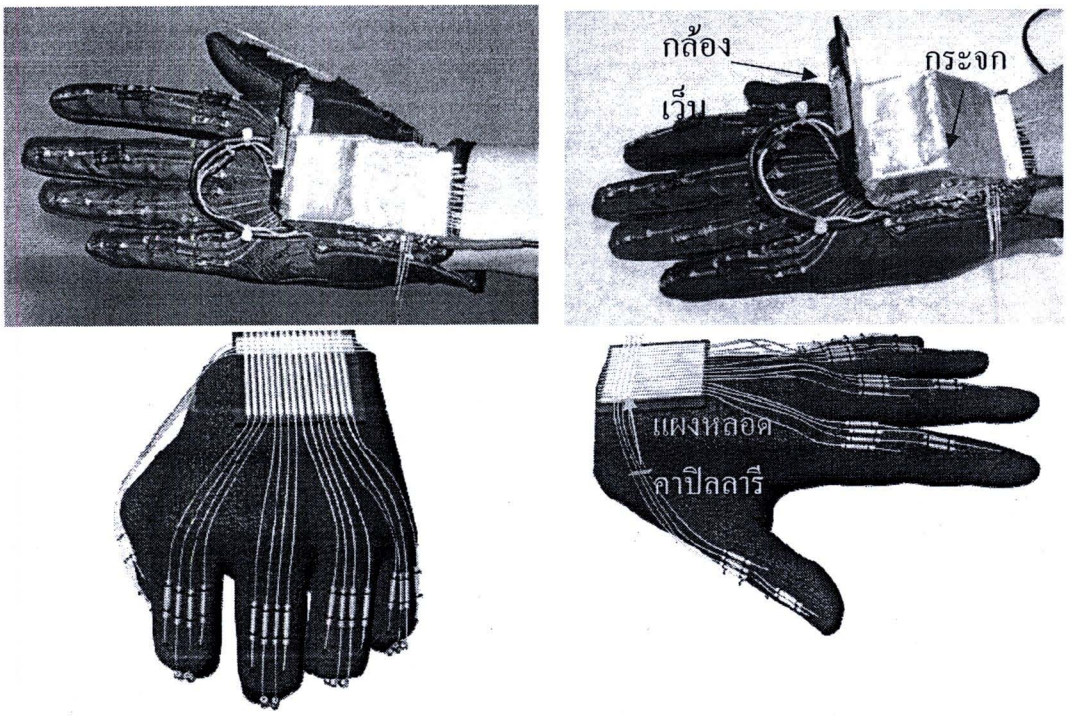
### 1.1 การออกแบบและพัฒนาถุงมือข้อมูลเชิงแสง

ถุงมือข้อมูลโดยทั่วไปที่มีวางจำหน่ายจะใช้เซนเซอร์ชนิด Membrane potentiometer ที่ตรวจจับการงอของนิ้วมือ ซึ่งมีราคาแพงและต้องการวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อวัดค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทาน โดยหลักการตรวจจับการงอของนิ้วโดยใช้ Membrane potentiometer ทำได้โดยการติดตั้ง Membrane potentiometer ไว้บริเวณข้อนิ้วมือ เมื่อมีการงอของนิ้วมือเกิดขึ้นจะทำให้ Membrane potentiometer งอไปด้วย ค่าความต้านทานของ Membrane potentiometer ที่เปลี่ยนแปลงไปแสดงถึงตำแหน่งการงอของนิ้วมือ แต่ในงานวิจัยนี้ได้เลือกทางเลือกใหม่ในการตรวจจับตำแหน่งการงอของนิ้วมือโดยใช้ระบบเส้นเอ็นและกล้องเว็บ โดยได้กำหนดให้เส้นเอ็นหมายเลข 1.1 - 1.4, 2.1 - 2.4, 3.1 - 3.4, 4.1 - 4.4 และ 5.1-5.4 เป็นเส้นเอ็นที่ยึดกับนิ้วหัวแม่มือ นิ้วชี้ นิ้วกลาง นิ้วนาง และนิ้วก้อยตามลำดับ (ภาพที่ 3.1) โดยเส้นเอ็นหมายเลข X.1 และ X.4 จะยึดติดกับส่วนข้อโคนนิ้ว เส้นเอ็นหมายเลข X.2 จะยึดติดกับส่วนข้อกลางของนิ้ว และเส้นเอ็นหมายเลข X.3 จะยึดติดกับส่วนปลายของนิ้ว ดังนั้นเมื่อส่วนข้อโคนนิ้วมีการขยับเส้นเอ็นทุกเส้นในนิ้วนั้นจะมีการเคลื่อนไหว แต่ถ้าข้อนิ้วส่วนกลางขยับเพียงส่วนเดียว เส้นเอ็นเส้นที่ X.2 และ X.3 เท่านั้นที่จะเคลื่อนไหว และถ้าข้อปลายนิ้วมีการขยับเพียงส่วนเดียว เส้นเอ็นที่ X.3 เท่านั้นที่จะเคลื่อนไหว ดังนั้นในการนำระยะทางที่เส้นเอ็น X.2 และ X.3 เคลื่อนที่ได้ไปใช้งาน จะต้องมีการชดเชยระยะทางที่เกิดจากการงอของนิ้วข้อก่อนหน้าด้วย ในส่วนของการวัดการกางของนิ้วมือในระนาบของฝ่ามือนั้นใช้ตำแหน่งเส้นเอ็นสองเส้นคือเส้นเอ็นที่ X.1 และ X.4 เปรียบเทียบกัน โดยหากมีการขยับนิ้วในระนาบของฝ่ามือ เส้นเอ็นที่ X.1 และ X.4 จะเคลื่อนที่ไปในระยะทางที่แตกต่างกัน ดังนั้นความแตกต่างของระยะทางที่เส้นเอ็นที่ X.1 และ X.4 เคลื่อนที่ไปได้สามารถบ่งบอกถึงองศาการกางของนิ้วในระนาบของฝ่ามือได้ ในการจับภาพการเคลื่อนไหวของเส้นเอ็นในการวิจัยนี้ใช้กล้องเว็บขนาดเล็กติดตั้งอยู่เหนือแผงหลอดคาปิลลารี โดยมีกระจกสะท้อนภาพแผงเส้นเอ็นเข้าสู่เลนส์ของกล้อง ดังแสดงในภาพที่ 3.2 กล้องเว็บที่ใช้มีความละเอียดของภาพเป็น 320x240 พิกเซล

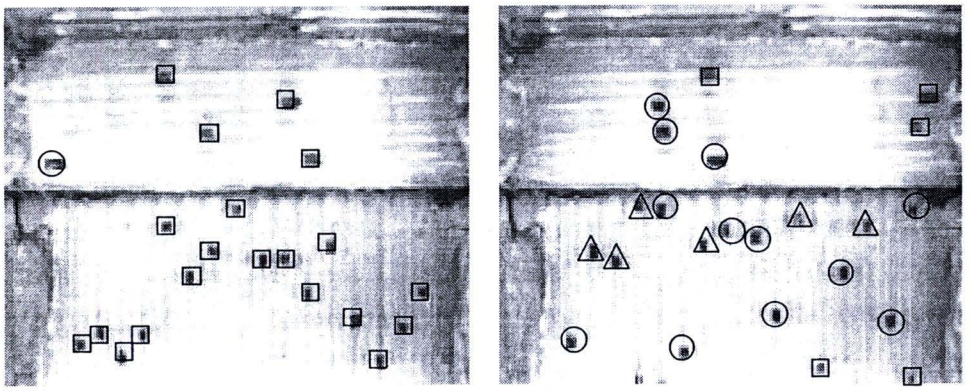
ตัวอย่างถุงมือ Optical Data Glove ที่พัฒนาเสร็จแล้ว (ภาพที่ 3.2) ซึ่งเห็นว่าที่บริเวณกล่องที่ใช้วางกล้องเว็บนั้นได้ทำให้มีลักษณะทึบเพื่อป้องกันการรบกวนจากแสงภายนอกซึ่งอาจทำให้สีของภาพที่ได้เพี้ยน ภายในกล่องที่ใช้วางกล้องเว็บมีแหล่งกำเนิดแสงที่ประกอบด้วยหลอด LED สีขาวติดตั้งอยู่เพื่อทำให้ภาพที่มีความสว่างสม่ำเสมอ




**ภาพที่ 3.1** ภาพจำลองแสดงการติดตั้งเส้นเอ็นบนถุงมือข้อมูลเชิงแสง



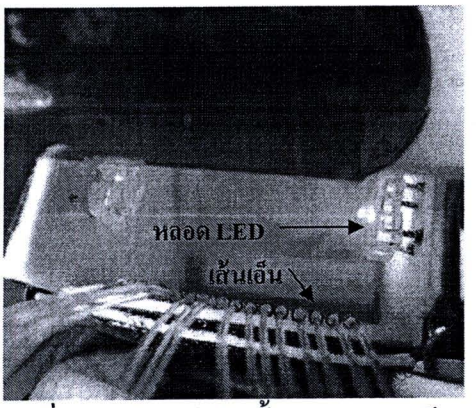

**ภาพที่ 3.2** ตัวอย่างถุงมือข้อมูลเชิงแสงที่พัฒนาขึ้น



(a) (b)

**ภาพที่ 3.3** จุดสีบนเส้นเอ็นภายในแผงหลอดคาปิลลารีเมื่อมืออยู่ในท่าแบ (a) และกำ (b) [สีแดงแทนด้วย '□', สีดำแทนด้วย '○', สีน้ำเงินแทนด้วย '△']

ภาพที่ 3.3 เป็นตัวอย่างภาพตำแหน่งของจุดสีบนเส้นเอ็นภายในแผงหลอดคาปิลลารีเมื่อมืออยู่ในท่ากำและแบ บริเวณภายในกล่องที่ใช้ติดตั้งกล้องเว็บ เป็นบริเวณที่ต้องควบคุมแสงสว่างให้คงที่ ฝากล่องมีลักษณะทึบเพื่อป้องกันการรบกวนจากแสงภายนอกซึ่งอาจจะทำให้ภาพที่ได้มีสีผิดเพี้ยนไป และภายในกล่องมีการติดตั้งแหล่งกำเนิดแสงโดยใช้หลอด LED สีขาวดังภาพที่ 3.4 เพื่อทำให้ภาพที่ มีความสว่างของแสงสม่ำเสมอไม่ว่าจะใช้ในสภาพแวดล้อมแบบใดก็ตาม




**ภาพที่ 3.4** ตำแหน่งติดตั้งหลอด LED สีขาว

**1.2 การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมที่ใช้งานร่วมกับถุงมือข้อมูลเชิงแสง เพื่อประโยชน์ในการตีความหมายรูปแบบท่าทางของมือ**

ในส่วนของซอฟต์แวร์นั้น โปรแกรมที่ประยุกต์ใช้งานถุงมือข้อมูลเชิงแสงทำหน้าที่รับภาพจากกล้องเว็บประมวลผลเพื่อคำนวณตำแหน่งของจุดสีที่อยู่บนเส้นเอ็นแต่ละเส้นโดยใช้วิธีการประมวลผลภาพเชิงดิจิตอล โดยเส้นเอ็นหนึ่งเส้นจะมีจุดสี 3 สี ได้แก่ สีแดง สีดำ และสีน้ำเงิน เรียงตามลำดับเพื่อบอกตำแหน่งว่าเส้นเอ็นเคลื่อนที่จากน้อยไปมาก วิธีการที่

ใช้ประกอบด้วยการแยกจุดที่มีสีที่ต้องการที่อยู่ในแถวหรือสดมภ์ที่ตรงกับตำแหน่งของเส้นเอ็นในภาพ จากนั้นทำการคำนวณพิกัดของจุดสีเพื่อทำการหาตำแหน่งของเส้นเอ็นในขณะนั้น

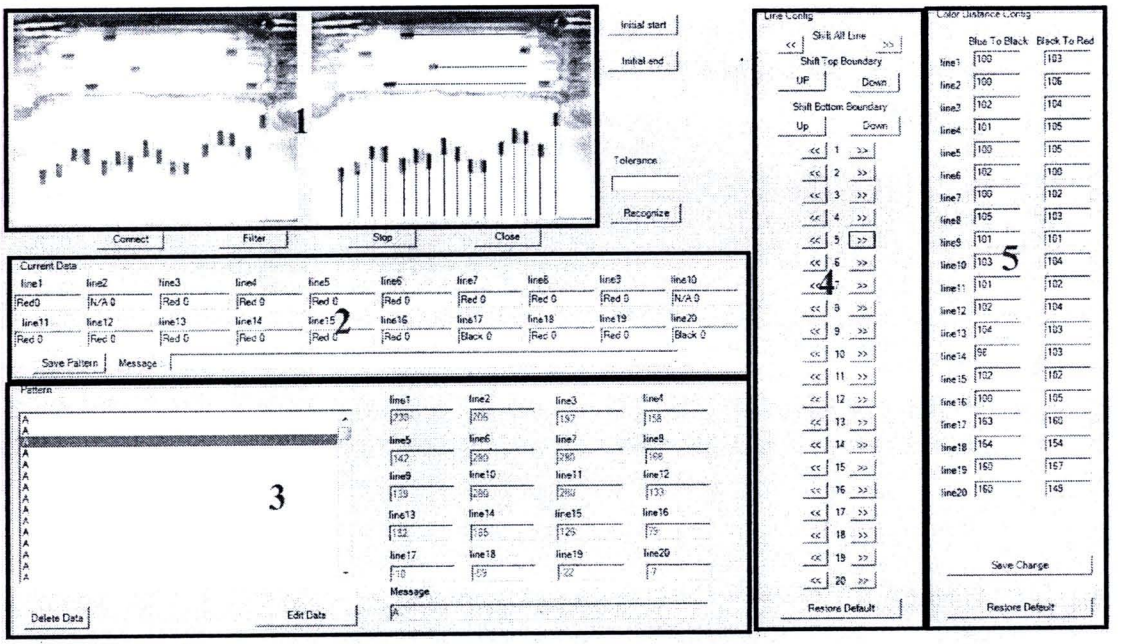
1.2.1 Input/Output specification

- Input

ข้อมูล Input ของโปรแกรมเป็นภาพเคลื่อนไหวตามเวลาจริงของจุดสีบนเส้นเอ็นที่ถ่ายโดยรับจากกล้องเว็บ ซึ่งภาพจุดสีนี้สะท้อนถึงรูปแบบท่าทางของมือของผู้สวมถุงมือข้อมูลในขณะนั้น

- Output

ข้อมูล Output ของโปรแกรมเป็นระยะทางที่เส้นเอ็นแต่ละเส้นเคลื่อนที่ไปได้เมื่อเทียบกับตำแหน่งอ้างอิงดังแสดงในภาพที่ 3.5 ข้อมูลระยะทางที่เส้นเอ็นแต่ละเส้นเคลื่อนที่ไปได้นี้จะถูกนำไปคำนวณเป็นรูปแบบท่าทางของมือในขณะนั้น




**ภาพที่ 3.5** Output ของโปรแกรม

รายละเอียดส่วนต่าง ๆ ของหน้าต่างโปรแกรม

1 คือ ส่วนแสดงภาพจากกล้องเว็บ ณ ขณะนั้น

2 คือ ส่วนแสดงสี และระยะทางการเคลื่อนที่ของเส้นเอ็น ณ ขณะนั้น

3 คือ ส่วนแสดงค่าระยะทางของเส้นเอ็น ของท่าที่เก็บไว้

4 คือ ส่วนที่ใช้ปรับค่าสดมส์ของเส้นเอ็นแต่ละเส้น

5 คือ ส่วนที่ใช้กำหนดค่าระยะห่างของจุดสีในเส้นเอ็นแต่ละเส้น

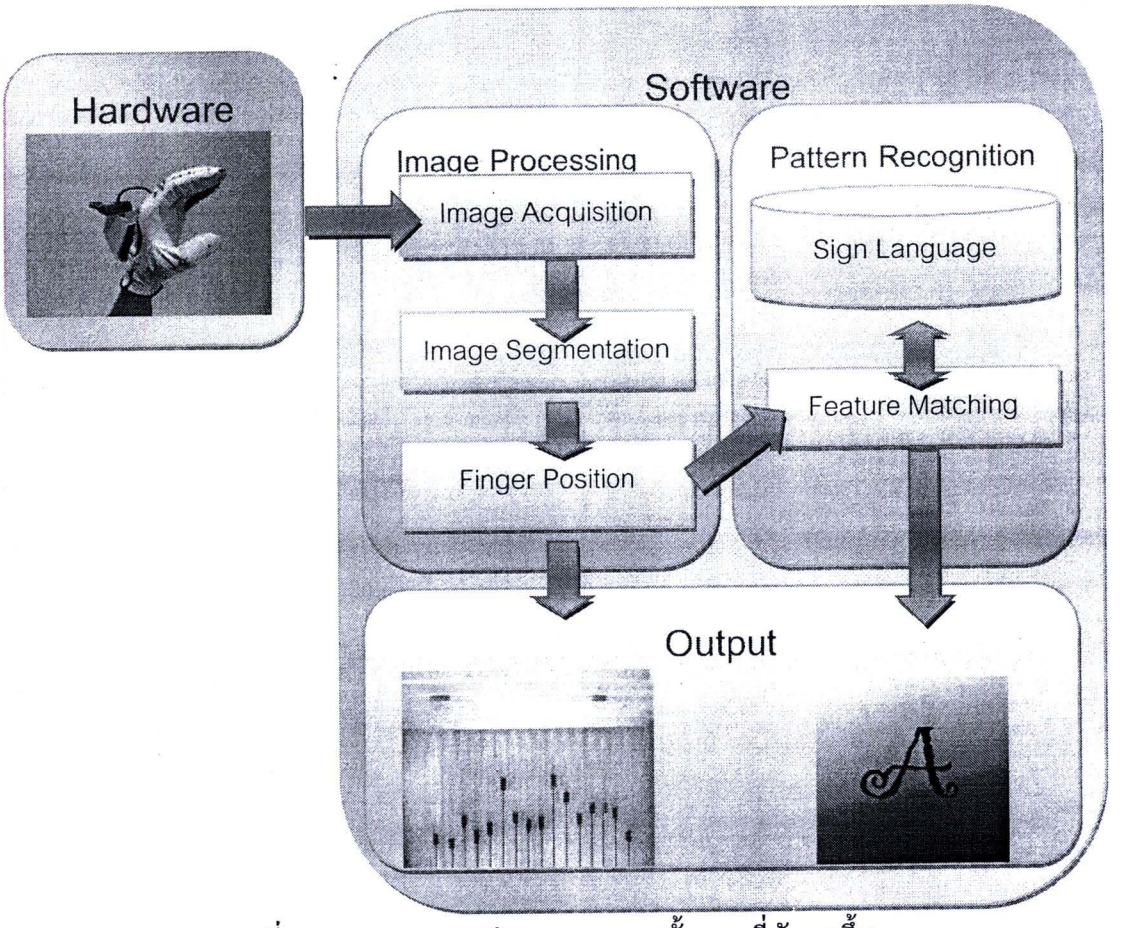
1.2.2 Functional specification

- ส่วนในการรับค่าจากกล้องเว็บ
- ส่วนในการประมวลผลภาพดิจิตอล
- ส่วนในการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของนิ้วมือ
- ส่วนในการแสดงผล

**2. ขั้นตอนการทำงานของถุงมือข้อมูลเชิงแสง**

ระบบที่พัฒนาขึ้นแบ่งการทำงานออกได้เป็น 2 ส่วนหลัก คือ ส่วนของ Hardware และ Software ดังแสดงในภาพที่ 3.6

โดยการทำงานส่วนของ Hardware มีหลักการ คือ เมื่อข้อนิ้วใด ๆ มีการเปลี่ยนท่าทางจะทำให้จุดสีของเส้นเอ็นที่ถูกยึดกับข้อนิ้วนั้นมีการเคลื่อนที่ เมื่อทำท่าทางตามที่กำหนดจะได้ชุดภาพของจุดสี ซึ่งเป็นตัวบอกสถานะของข้อนิ้วแต่ละข้อว่ามีการงอไปมากน้อยเท่าใด




**ภาพที่ 3.6** กระบวนการทำงานของระบบทั้งหมดที่พัฒนาขึ้น

การทำงานส่วนของ Software เริ่มจากคอมพิวเตอร์รับภาพจากกล้องเว็บ เพื่อมาคำนวณหาตำแหน่งของจุดสีโดยใช้วิธีการ Image segmentation จากนั้นข้อมูลของตำแหน่งจุดสีที่ได้จะถูกนำไปประมวลผลเพื่อรู้จำรูปแบบท่ามือต่อไป

**3. ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพของถุงมือข้อมูลเชิงแสง**

การทดสอบการใช้งานถุงมือข้อมูลเชิงแสงที่พัฒนาขึ้น มี 2 ส่วน คือการทดสอบความละเอียดในการวัดการงอของนิ้ว (Bending) และการทดสอบความละเอียดในการวัดการกางของนิ้วในระนาบของฝ่ามือ (Abduction) โดยใช้ผู้ทดลองเพศชายทำการทดลองวัด 5 ครั้งแล้วนำค่าเฉลี่ยมาใช้ในการคำนวณหาความละเอียด

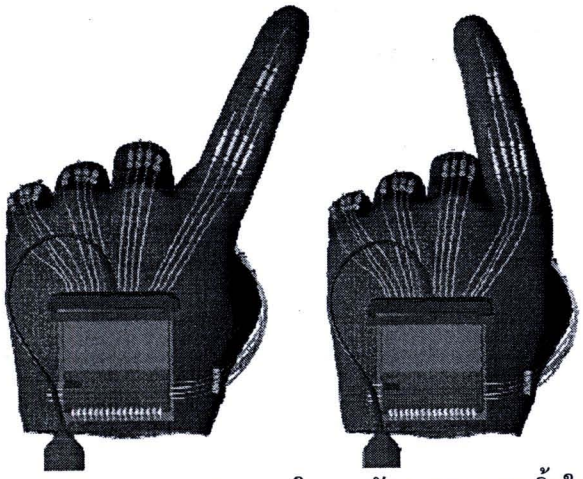
**3.1 การทดสอบความสามารถในการวัดการงอของนิ้วโดยใช้ถุงมือข้อมูลเชิงแสง**

การทดลองในส่วนนี้เป็นการทดสอบความละเอียดของอุปกรณ์ในการวัดการงอของนิ้ว โดยให้ผู้ทดสอบสวมถุงมือที่พัฒนาขึ้นและใช้ตำแหน่งของเส้นเอ็นเมื่อแบมือเต็มที่เป็นตำแหน่งอ้างอิง จากนั้นจึงกำมือจนสุดและทำการวัดองศาของข้อนิ้วแต่ละข้อด้วยที่วัดองศาพร้อมกับการบันทึกค่าระยะทางของเส้นเอ็นแต่ละเส้นที่เคลื่อนไปจากตำแหน่งเริ่มต้น

**ภาพที่ 3.7** ท่าที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการวัดการงอของนิ้วโดยใช้ถุงมือข้อมูลเชิงแสง

**3.2 การทดสอบความสามารถในการวัดการกางของนิ้วในระนาบของฝ่ามือโดยใช้ถุงมือข้อมูลเชิงแสง**

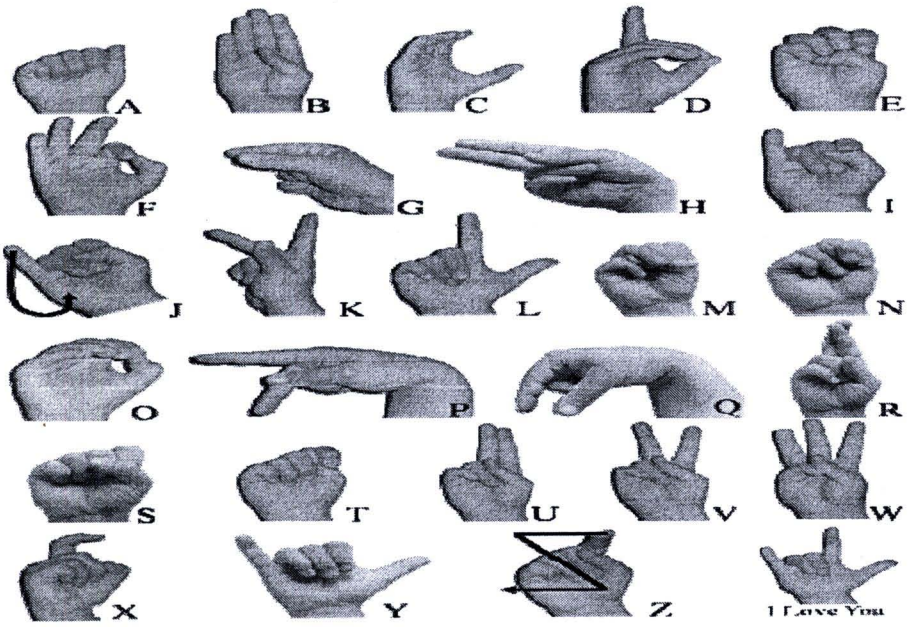
ในการทดลองนี้ได้ทำการทดสอบการกางของนิ้วในระนาบของฝ่ามือของนิ้วมือแต่ละนิ้ว โดยใช้ถุงมือข้อมูลเชิงแสง ข้อมูลที่ได้อ่านจากค่าของตัวตรวจจับข้อโคนของทุกนิ้ว เทียบกับองศาของการกางของนิ้วในระนาบของฝ่ามือไปด้านซ้ายและขวาของนิ้วมือในระนาบของฝ่ามือ



**ภาพที่ 3.8** ท่าที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการวัดการกางของนิ้วในระนาบของฝ่ามือโดยใช้ถุงมือข้อมูลเชิงแสง

**4. การทดสอบประสิทธิภาพของถุงมือข้อมูลเชิงแสงในการรู้จำรูปแบบท่ามือ**

ในงานวิจัยนี้การทดสอบประสิทธิภาพของถุงมือข้อมูลเชิงแสงในการรู้จำรูปแบบท่ามือ ทำได้โดยการนำถุงมือไปใช้กับผู้ใช้หลายคน เพื่อบันทึกค่าตำแหน่งของนิ้วมือในท่าภาษามือท่าต่าง ๆ ที่แทนถึงตัวอักษรในภาษาอังกฤษ (ภาพที่ 3.9) ได้แก่ A, B, C, D, E, F, G, H, I, K, L, M, N, O, R, S, T, V, W, X และ Y โดยเป็นท่ามือที่ไม่มีการเคลื่อนที่และไม่ใช้ข้อมือมาเกี่ยวข้อง จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้มาทดสอบการรู้จำท่าทางของมือโดยใช้วิธีการเปรียบเทียบระยะทางแบบยูคลิเดียนและวิธีการรู้จำรูปแบบโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม




**ภาพที่ 3.9** ท่าภาษามือสำหรับแทนตัวอักษรในภาษาอังกฤษ [15]