

## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

ในโครงการนี้พัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อควบคุมการทำงานของตัวชี้เมาส์ด้วยมือ โดยจะควบคุมตัวชี้เมาส์จำนวน 3 ฟังก์ชัน คือ คลิกซ้าย คลิกขวา และเลื่อนเมาส์ โดยขั้นตอนการทำงานจะมีการทำงาน 2 ขั้นตอนคือ การค้นหามือและการรู้จำท่าทางมือ ซึ่งประกอบด้วยท่าทางมือคลิกซ้าย คลิกขวา และเลื่อนเมาส์ วิธีการที่นำมาพัฒนาในโครงการนี้ใช้การรู้จำเชิงลึกซึ่งรายละเอียดแสดงในบทที่ 3 ในบทที่ 4 จะแสดงผลการทดลองและมีหัวข้อที่ดังนี้

1. ผลการทดลองการหาค่า thresholding
  - 1.1 ข้อมูลที่นำมาทดสอบค่า thresholding
  - 1.2 ผลการทดลอง
  - 1.3 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพค่า thresholding
2. ผลการทดลองการค้นหามือ
  - 2.1 ข้อมูลที่นำมาทดสอบโมเดล
  - 2.2 ผลการทดสอบโมเดล
  - 2.3 ผลการทดสอบการทำงานของโปรแกรม
  - 2.4 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการค้นหามือ
3. ผลการทดลองการรู้จำท่าทางมือ
  - 3.1 ข้อมูลที่นำมาทดลอง
  - 3.2 ประสิทธิภาพการรู้จำท่าทางมือ
  - 3.3 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพการรู้จำท่าทางมือ

รายละเอียดแสดงดังนี้

#### 4.1 ผลการทดลองการหาค่า thresholding

##### 4.1.1 ข้อมูลที่นำมาทดสอบค่า thresholding

ประกอบไปด้วยรูปภาพที่มีมืออยู่ในภาพ และค่า thresholding ที่ 130 ถึง 135


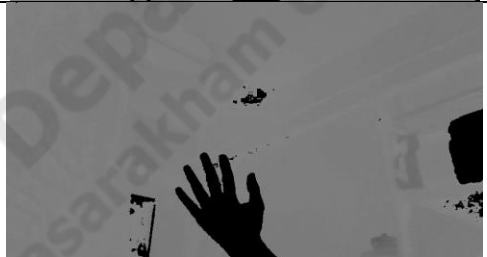





ภาพประกอบที่ 4.1 รูปภาพที่มีมือ


## 4.1.2 ผลการทดลอง

จากรูปภาพที่นำมาทดลอง ได้แบ่งค่า thresholding ออกเป็น 130, 131, 132, 133, 134 และ 135 ซึ่งผลการทดลองเป็นดัง

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองกับค่า thresholding

ค่า thresholding	ผลลัพธ์
130	
131	
132	
133	
134	

#### ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองกับค่า thresholding (ต่อ)

ค่า thresholding	ผลลัพธ์
135	

#### 4.1.3 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพค่า thresholding

จากผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลอง ค่า thresholding ค่าต่างๆ ทำให้เห็นมือที่ชัดเจนมากที่สุด และทำให้เกิดวัตถุแปลกปลอมน้อยที่สุดจะอยู่ที่ 132 ซึ่งจะทำให้การค้นหามือที่ผิดพลาดมีน้อยลงไปด้วย

#### 4.2 ผลการทดลองการค้นหามือ

##### 4.2.1 ข้อมูลที่นำมาทดสอบโมเดล

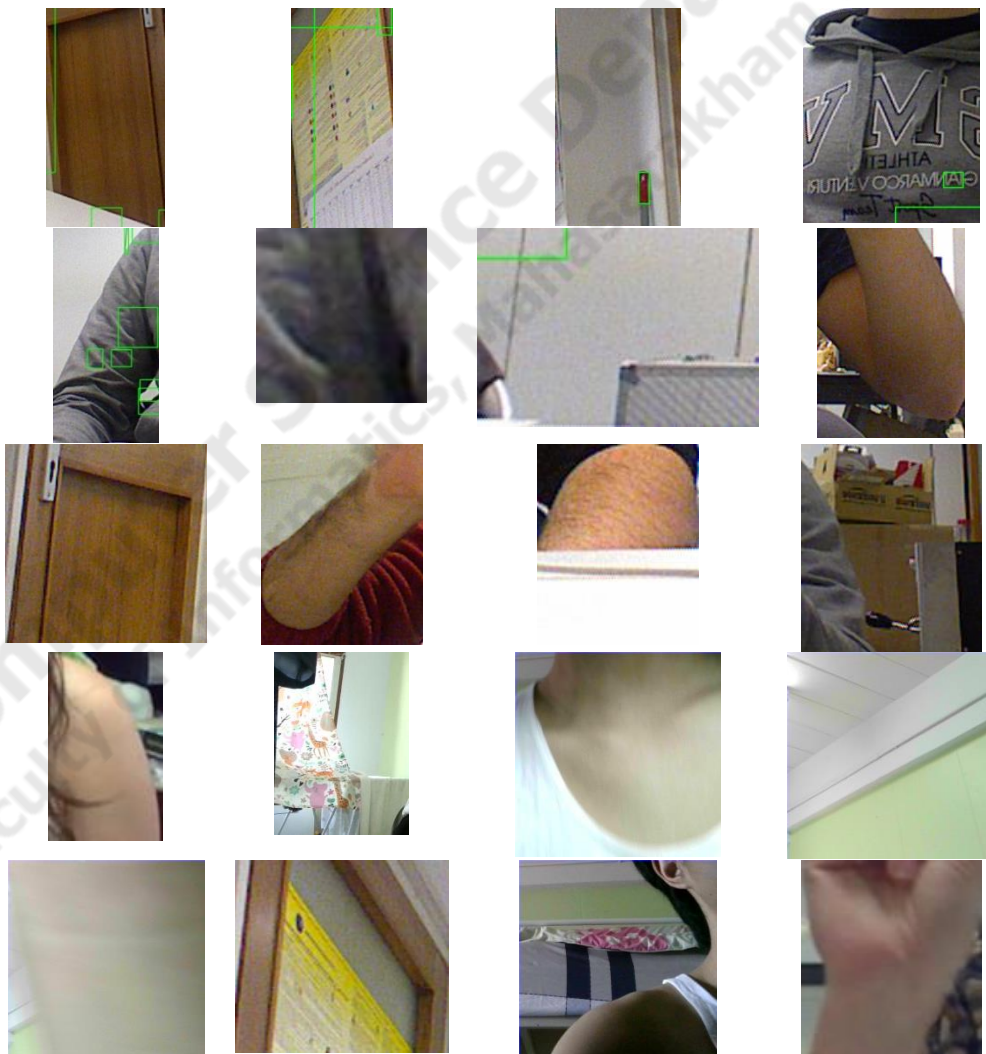
ประกอบไปด้วย ภาพมือ จำนวน 200 ภาพ ไม้ใช้มือ จำนวน 200 ภาพ รวมทั้งหมด 400 ภาพ โดยตัวอย่างภาพแสดงดังภาพที่ 4.2 และ 4.3 ตามลำดับ



ภาพประกอบที่ 4.2 ภาพมือเพื่อนำมาสร้างโมเดล



ภาพประกอบที่ 4.2 ภาพมือเพื่อนำมาสร้างโมเดล (ต่อ)



ภาพประกอบที่ 4.3 ภาพไม่ใช่มือเพื่อนำมาสร้างโมเดล

#### 4.2.2 ผลการทดลองทดสอบโมเดล

จากข้อมูลที่น่ามาทดลองได้แบ่งข้อมูลออกเพื่อนำมาสร้างโมเดลและหาโมเดลที่ดีที่สุด โดยการแบ่งข้อมูลการเรียนรู้ (Train) ต่อข้อมูลการตรวจสอบความถูกต้อง (Validation) ด้วยอัตราส่วน 80:20 และ 70:30 และทดลองกับวนรอบในการฝึกโมเดล 3 ค่า คือ 10 รอบ 20 รอบ และ 30 รอบ ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ตารางประสิทธิภาพ

จำนวนรอบ	Train:Validation	Train accuracy (%)	Test accuracy (%)
10	80:20	99.68	94.81
	70:30	99.08	94.37
20	80:20	100	97.4
	70:30	99.82	95.67
30	80:20	100	97.4
	70:30	100	95.24

จากตารางที่ 4.2 อัตราข้อมูลการเรียนรู้ต่อข้อมูลตรวจสอบความถูกต้อง 80:20 มีความถูกต้องสูงสุดเมื่อเรียนรู้ในจำนวนรอบ 20 และ 30 รอบ ดังนั้นในโครงการนี้ได้ใช้โมเดลจาก 80:20 จำนวนรอบในการเรียนรู้ 20 รอบ

##### 1.1 ผลการทดสอบการทำงานของโปรแกรม

ข้อมูลที่น่ามาทดสอบโปรแกรมแบ่งเป็น 4 ประเภทดังนี้

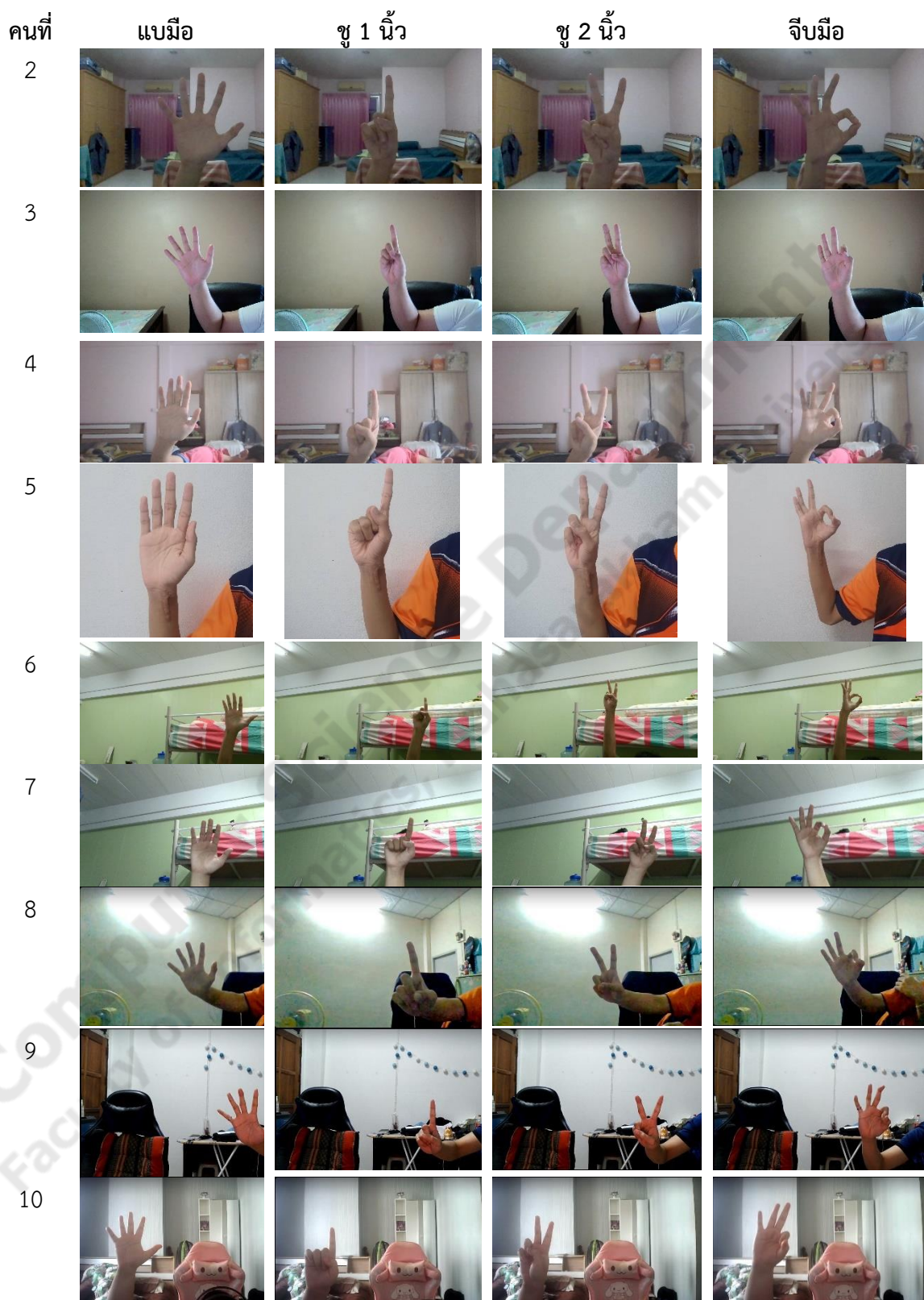
- ข้อมูลภาพมือที่มีพื้นหลังแตกต่างกัน ห่างจากกล้อง 50 เซนติเมตร จำนวน 10 คน
- ข้อมูลภาพมือที่มีพื้นหลังแตกต่างกัน ห่างจากกล้อง 100 เซนติเมตร จำนวน 10 คน
- ข้อมูลภาพมือและใบหน้าที่มีพื้นหลังแตกต่างกัน ห่างจากกล้อง 50 เซนติเมตร จำนวน 10 คน
- ข้อมูลภาพมือและใบหน้าที่มีพื้นหลังแตกต่างกัน ห่างจากกล้อง 100 เซนติเมตร จำนวน 10 คน

ภาพที่น่ามาทดลองแสดงดังภาพที่ 4.4, 4.5, 4.6 และ 4.7 ตามลำดับ



ภาพประกอบที่ 4.4 ภาพมือที่ห่างจากกล้อง 50 เซนติเมตร





ภาพประกอบที่ 4.4 ภาพมือที่ห่างจากกล้อง 50 เซนติเมตร (ต่อ)



ภาพประกอบที่ 4.5 ภาพมือที่ห่างจากกล้อง 100 เซนติเมตร





ภาพประกอบที่ 4.6 ภาพมือพร้อมใบหน้าทีห่างจากกล้อง 50 เซนติเมตร





ภาพประกอบที่ 4.7 ภาพมือพร้อมใบหน้าที่ทำห่างจากกล้อง 100 เซนติเมตร

จากภาพมือในภาพที่ 4.4, 4.5, 4.6 และ 4.7 นำมาค้นหามือ ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.3 4.4 4.5 และ 4.6 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองการค้นหามือ 50 เซนติเมตร ปรากฏเฉพาะมือ

คนที่	จำนวนภาพมือ	จำนวนภาพไม่ใช่มือ	จำนวนมือที่ค้นหาได้ (TP)	จำนวนมือที่ตอบว่าไม่ใช่มือ (FP)	จำนวนภาพไม่ใช่มือตอบว่าไม่ใช่มือ (TN)	จำนวนภาพไม่ใช่มือตอบว่าเป็นมือ (FN)
1	2	198	2	0	196	2
2	3	197	2	1	196	1
3	1	199	0	1	199	0
4	2	198	1	1	197	1
5	2	198	0	2	194	4
6	1	199	1	0	195	4
7	1	199	1	0	196	3
8	5	195	0	5	182	13
9	5	195	2	3	176	19
10	2	198	2	0	167	31
ค่าเฉลี่ย	2.4	197.6	1.1	1.3	189.8	7.8

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองการค้นหามือ 100 เซนติเมตร ปรากฏเฉพาะมือ

คนที่	จำนวนภาพมือ	จำนวนภาพไม่ใช่มือ	จำนวนมือที่ค้นหาได้ (TP)	จำนวนมือที่ตอบว่าไม่ใช่มือ (FP)	จำนวนภาพไม่ใช่มือตอบว่าไม่ใช่มือ (TN)	จำนวนภาพไม่ใช่มือตอบว่าเป็นมือ (FN)
1	7	193	0	7	180	13
2	0	200	0	0	200	0
3	2	198	2	0	196	2
4	0	200	0	0	200	0
5	8	192	3	5	191	1
6	1	199	1	0	194	5
7	1	199	0	1	196	3
8	7	193	0	7	181	12
9	0	200	0	0	174	26

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองการค้นหามือ 100 เซนติเมตร ประสิทธิภาพมือ (ต่อ)

คนที่	จำนวนภาพมือ	จำนวนภาพไม่ใช่มือ	จำนวนมือที่ค้นหาได้ (TP)	จำนวนมือที่ตอบว่าไม่ใช่มือ (FP)	จำนวนภาพไม่ใช่มือตอบว่าไม่ใช่มือ (TN)	จำนวนภาพไม่ใช่มือตอบว่าเป็นมือ (FN)
10	6	194	1	5	185	9
ค่าเฉลี่ย	3.2	196.8	0.7	2.5	189.7	7.1

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองการค้นหามือ 50 เซนติเมตร ปรากฏมือและใบหน้า

คนที่	จำนวนภาพมือ	จำนวนภาพไม่ใช่มือ	จำนวนมือที่ค้นหาได้ (TP)	จำนวนมือที่ตอบว่าไม่ใช่มือ (FP)	จำนวนภาพไม่ใช่มือตอบว่าไม่ใช่มือ (TN)	จำนวนภาพไม่ใช่มือตอบว่าเป็นมือ (FN)
1	1	199	1	0	186	13
2	0	200	0	0	200	0
3	1	199	0	1	195	4
4	1	199	0	1	198	1
5	2	198	0	2	193	5
6	2	198	2	0	191	7
7	4	196	2	2	185	11
8	12	188	6	6	175	13
9	5	195	5	0	152	43
10	2	198	2	0	177	21
ค่าเฉลี่ย	3	197	1.8	1.2	185.2	11.8

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองการค้นหามือ 100 เซนติเมตร ปรากฏมือและใบหน้า

คนที่	จำนวนภาพมือ	จำนวนภาพไม่ใช่มือ	จำนวนมือที่ค้นหาได้ (TP)	จำนวนมือที่ตอบว่าไม่ใช่มือ (FP)	จำนวนภาพไม่ใช่มือตอบว่าไม่ใช่มือ (TN)	จำนวนภาพไม่ใช่มือตอบว่าเป็นมือ (FN)
1	2	198	0	2	188	10
2	1	199	0	1	195	4
3	0	200	0	0	196	4
4	4	196	0	4	194	2
5	1	199	1	0	191	8



ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองการค้นหามือ 100 เซนติเมตร ปรากฏมือและใบหน้า (ต่อ)

คนที่	จำนวนภาพมือ	จำนวนภาพไม่ใช่มือ	จำนวนมือที่ค้นหาได้ (TP)	จำนวนมือที่ตอบว่าไม่ใช่มือ (FP)	จำนวนภาพไม่ใช่มือตอบว่าไม่ใช่มือ (TN)	จำนวนภาพไม่ใช่มือตอบว่าเป็นมือ (FN)
6	1	199	1	0	191	8
7	1	199	0	1	195	4
8	2	198	1	1	176	22
9	3	197	1	2	174	23
10	6	194	2	4	169	25
ค่าเฉลี่ย	2.1	197.9	0.6	1.5	186.9	11

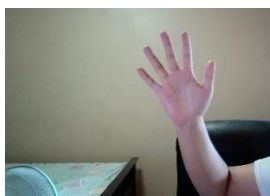
ตารางที่ 4.7 ตารางประสิทธิภาพการค้นหามือ

ระยะทาง	TPR	FPR	Accuracy
50 ซม. ปรากฏเฉพาะมือ	0.1236	0.0068	0.9545
100 ซม. ปรากฏเฉพาะมือ	0.0897	0.0130	0.9520
50 ซม. ปรากฏมือและใบหน้า	0.1324	0.0096	0.9350
100 ซม. ปรากฏมือและใบหน้า	0.0517	0.0080	0.9375

จากตารางที่ 4.3 ระยะทาง 50 เซนติเมตรปรากฏเฉพาะมือ มีค่า FPR 0.0068 ซึ่งเป็นค่าที่น้อยที่สุด และมีค่าความถูกต้อง 0.9545 มีค่าสูงสุด แสดงให้เห็นว่าควรใช้ระยะทาง 50 ซม. ปรากฏเฉพาะมือ

#### 4.2.3 การวิเคราะห์ผลการทดลองการค้นหามือ

ภาพที่นำมาทดลองการค้นหามือ แล้วผลการวิเคราะห์ผลการทดลองการค้นหามือมีประสิทธิภาพสูงสุด มีลักษณะคือ ปรากฏเฉพาะมือที่มีระยะห่างระหว่างมือกับกล้องที่ 50 เซนติเมตร พื้นหลังมีลักษณะเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน ดังภาพ



ภาพประกอบที่ 4.8 ภาพมือที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

และผลการทดลองการค้นหามือมีประสิทธิภาพต่ำสุด มีลักษณะคือ คุณภาพของภาพที่นำมาทดลองการค้นหามือต่ำ พื้นหลังมีลักษณะ หรือสีเดียวกับกับมือ ดังภาพ

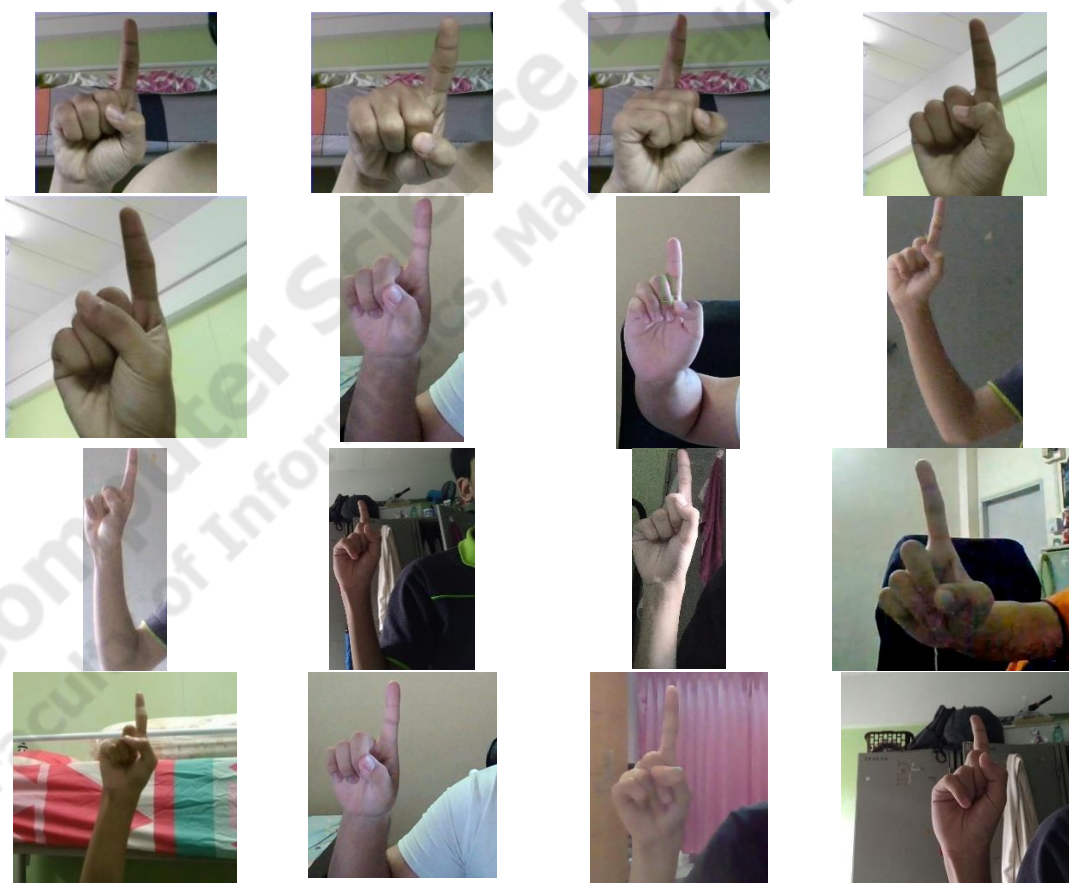


ภาพประกอบที่ 4.9 ภาพมือที่มีประสิทธิภาพต่ำสุด

### 4.3 ผลการทดลองการรู้จำท่าทางมือ

#### 4.3.1 ข้อมูลที่นำมาทดลอง

ประกอบไปด้วยท่าทางคลิกซ้ายจำนวน 10 ภาพ คลิกขวาจำนวน 10 ภาพ และเลื่อนเมาส์จำนวน 10 ภาพ ตัวอย่างภาพที่นำมาทดลอง



ภาพประกอบที่ 4.10 ตัวอย่างท่าทางคลิกซ้าย



ภาพประกอบที่ 4.11 ตัวอย่างท่าทางคลิกขวา



ภาพประกอบที่ 4.12 ตัวอย่างท่าทางการเลื่อนเมาส์





ภาพประกอบที่ 4.12 ตัวอย่างท่าทางการเลือนเมาส์ (ต่อ)

#### 4.3.2 ประสิทธิภาพการรู้จำท่าทางมือของโมเดล

การรู้จำท่าทางมือแบ่งข้อมูลการเรียนรู้ (Train) ต่อการตรวจสอบความถูกต้อง (Validation) เป็น 80:20 แสดงดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ตารางประสิทธิภาพ

จำนวนรอบ	Train:Validation	Train accuracy (%)	Test accuracy (%)
10	80:20	100	94.70
20	80:20	100	95.58
30	80:20	100	95.58

จากตารางที่ 4.8 อัตราข้อมูลการเรียนรู้ต่อข้อมูลการตรวจสอบความถูกต้อง 80:20 มีความถูกต้องสูงสุดเมื่อเรียนรู้ในจำนวนรอบ 20 รอบและ 30 รอบ

ตารางที่ 4.9 ประสิทธิภาพการรู้จำท่าทางมือคลิกซ้ายของโมเดล

ท่าทางมือ	จำนวนภาพมือ	จำนวนภาพที่ตอบถูก	จำนวนภาพที่ตอบคลิกขวา	จำนวนภาพที่ตอบเลือนเมาส์	ร้อยละความถูกต้อง
คลิกซ้าย	10	7	1	1	0.7

ตารางที่ 4.10 ประสิทธิภาพการรู้จำท่าทางมือคลิกขวาของโมเดล

ท่าทางมือ	จำนวนภาพมือ	จำนวนภาพที่ตอบถูก	จำนวนภาพที่ตอบคลิกซ้าย	จำนวนภาพที่ตอบเลือนเมาส์	ร้อยละความถูกต้อง
คลิกขวา	10	7	0	3	0.7

ตารางที่ 4.11 ประสิทธิภาพการรู้จำท่าทางมือเลื่อนเมาส์ของโมเดล

ท่าทางมือ	จำนวนภาพมือ	จำนวนภาพที่ตอบถูก	จำนวนภาพที่ตอบคลิกซ้าย	จำนวนภาพที่ตอบคลิกขวา	ร้อยละความถูกต้อง
เลื่อนเมาส์	10	9	0	1	0.9

ตารางที่ 4.12 ประสิทธิภาพการรู้จำท่าทางมือ

ท่าทางมือ	TPR	FPR	Accruacy
คลิกซ้าย	1	0.15	0.7
คลิกขวา	0.7777	0.1666	0.7
เลื่อนเมาส์	0.6923	0.3076	0.9

จากตารางที่ 4.11 ประสิทธิภาพการรู้จำท่าทางมือในท่าทางการเลื่อนเมาส์มีโอกาสถูกต้องสูงกว่าท่าทางคลิกซ้ายและคลิกขวา ซึ่งโอกาสที่จะตอบถูกว่าเป็นท่าทางเลื่อนเมาส์นั้นมีค่าร้อยละ 0.9

และอีกรูปแบบหนึ่งของโมเดลการรู้จำท่าทางมือที่ถูกเพิ่มขึ้นมาใหม่นั้น จะถูกเพิ่มลักษณะการทำงานอีกท่าทางหนึ่งคือ ท่าทางมือที่จะไม่เรียกการทำงานใดๆของเมาส์เลย ลักษณะท่าทางมือมีลักษณะเป็นมือที่นิ้วมือทั้ง 5 ถูกแบออก ซึ่งประสิทธิภาพการทำงานโมเดลการรู้จำท่าทางมือใหม่นี้เป็นดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 ประสิทธิภาพการรู้จำท่าทางมือโมเดลใหม่

ประเภทชุดข้อมูล	Train : Validation	รอบการเรียนรู้	Train accuracy (%)	Validation accuracy (%)
ท่าทางมือ 4 ท่าทาง ในระยะ 50 เซนติเมตร	80:20	10	86.62	81.69
		20	100	88.73