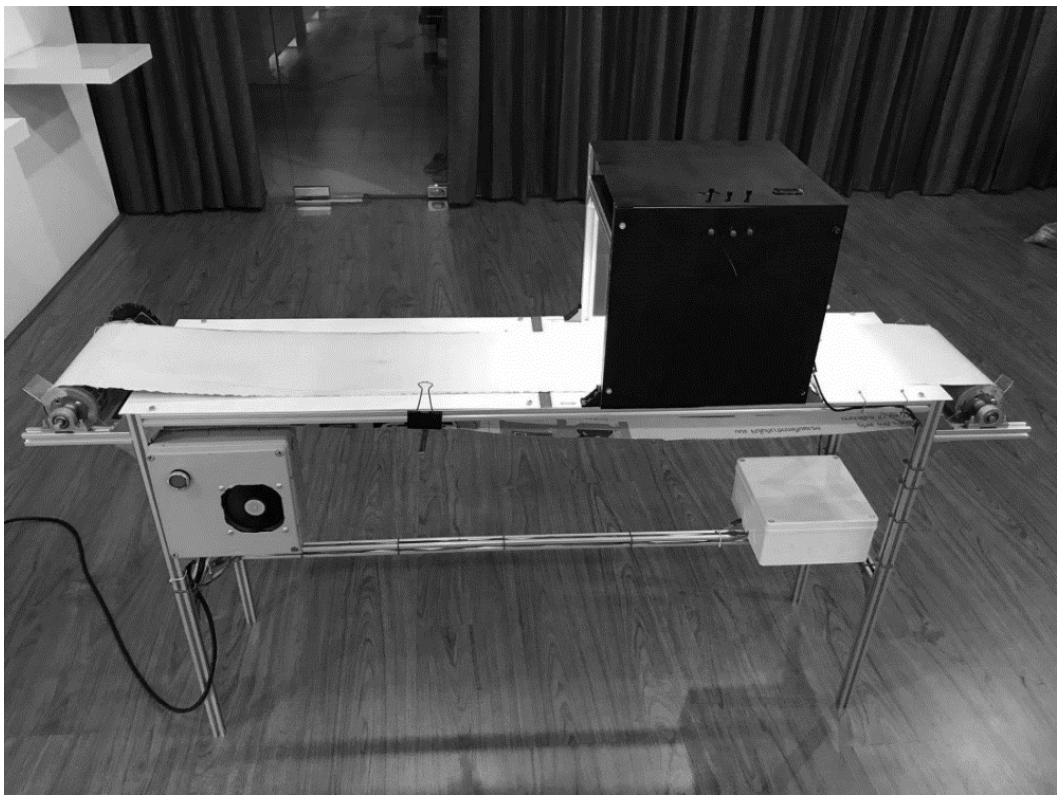
บทที่ 4
ผลการทดลอง

ในการออกแบบและพัฒนาระบบคัดแยกความสุกดิบของสับปะรดด้วยลักษณะสีของเปลือก ในบทที่ผ่านมา ซึ่งในบทนี้ได้กล่าวถึงวิธีการทดลองและผลการทดลองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของระบบคัดแยกสับปะรดด้วยสีผิวของเปลือกโดยในภาพที่ 4.1 แสดงอุปกรณ์ต้นแบบระบบคัดแยกสับปะรดด้วยสีผิวของเปลือกซึ่งมีแนวคิดในการนำเทคนิค Deep Learning โดยใช้อัลกอริทึม Convolutional Neural Networks (CNN) ระบบจะประกอบไปด้วย สายพานลำเลียง บอร์ด raspberry pi 3 b+ และหน้าจอแสดงผลขนาดเล็ก



ภาพที่ 4.1 อุปกรณ์ต้นแบบระบบคัดแยกความสุกดิบของสับปะรดด้วยลักษณะสีของเปลือก

จากระบบคัดแยกสับปะรดด้วยสีผิวของเปลือก ที่ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบดังภาพที่ 4.1 ผู้วิจัยได้ทำการทดลองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของระบบคัดแยกสับปะรดด้วยสีผิวของเปลือก โดยการทดลองแบ่งออกเป็น 4 ส่วนดังนี้

4.1 การทดลองหาค่าอัตราเร็วของสายพานลำเลียงที่เหมาะสำหรับการลำเลียงสับปะรดผ่านจุดคัดแยก

ในการทดลองหาค่าอัตราเร็วของสายพานลำเลียงที่เหมาะสมสำหรับการทดลองของระบบคัดแยกสับปะรดด้วยสีผิวของเปลือก โดยทำการทดลองเริ่มจากการหาค่าอัตราเร็วในการใช้งานตั้งแต่ 0.116 เมตร/วินาที ถึง 0.277 เมตร/วินาที จากสับปะรดทั้ง 5 ระดับ โดยแต่ละระดับจะทดลองกับอัตราเร็วที่ต่างกันแสดงตารางที่ 4.1 เพื่อทำการหาค่าอัตราเร็วเหมาะสมและแม่นยำของผลสับปะรดที่ดีที่สุด

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการหาค่าอัตราเร็วที่ดีที่สุดสำหรับการใช้งานลำเลียงสับปะรดของระบบคัดแยกสับปะรดด้วยสีผิวของเปลือก

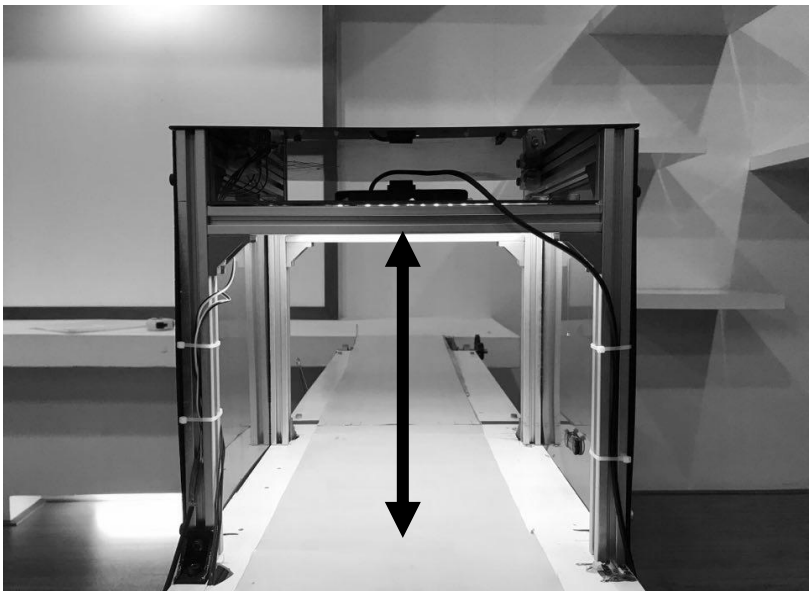
ค่าอัตราเร็วสายพานลำเลียง	ค่าความแม่นยำของสับปะรด (%)					ค่าเฉลี่ย(%)
	1	2	3	4	5	
0.116 เมตร/วินาที	74	80	94	90	92	86
0.122 เมตร/วินาที	76	85	92	86	89	85.6
0.203 เมตร/วินาที	75	82	91	89	90	85.4
0.234 เมตร/วินาที	39	47	55	32	40	42.6
0.277 เมตร/วินาที	40	38	44	50	37	41.8

จากตารางที่ 4.1 การทดลองการหาค่าอัตราเร็วที่ดีที่สุดในการนำมาใช้กับสายพานลำเลียงสับปะรดของระบบคัดแยกสับปะรดด้วยสีผิวของเปลือก โดยการหาค่าอัตราเร็วที่ดีที่สุดในการใช้งานกับระบบคัดแยกสับปะรดด้วยสีผิวของเปลือก ในการทดลองหาค่าอัตราเร็วตั้งแต่ 0.116 เมตร/วินาที ถึง 0.277 เมตร/วินาที จากตัวอย่างสับปะรด 5 ระดับ อัตราเร็วที่สามารถให้ความแม่นยำในการจับภาพได้ดีที่สุดเมื่อนำมาเปรียบเทียบกัน พบว่าอัตราเร็ว 0.116 เมตร/วินาที สับปะรดในระดับที่ 1 ให้ความแม่นยำร้อยละ 74 สับปะรดในระดับที่ 2 ให้ความแม่นยำร้อยละ 80 สับปะรดในระดับที่ 3 ให้ความแม่นยำร้อยละ 94 สับปะรดในระดับที่ 4 ให้ความแม่นยำร้อยละ 90 สับปะรดในระดับที่ 5 ให้ความแม่นยำร้อยละ 92 และค่าความแม่นยำเฉลี่ยของอัตราเร็ว 0.116 เมตร/วินาที คือร้อยละ 86 อัตราเร็ว 0.122 เมตร/วินาที สับปะรดในระดับที่ 1 ให้ความแม่นยำร้อยละ 76 สับปะรดในระดับที่ 2 ให้ความแม่นยำร้อยละ 85สับปะรดในระดับที่ 3 ให้ความแม่นยำร้อยละ 92 สับปะรดในระดับที่ 4 ให้ความแม่นยำร้อยละ 86 สับปะรดในระดับที่ 5 ให้ความแม่นยำร้อยละ 89 และค่าความแม่นยำเฉลี่ยของอัตราเร็ว 0.122 เมตร/วินาที คือร้อยละ 85.6 อัตราเร็ว 0.203 เมตร/วินาที สับปะรดในระดับที่

1 ให้ความแม่นยำร้อยละ 75 สับปะรดในระดับที่ 2 ให้ความแม่นยำร้อยละ 82 สับปะรดในระดับที่ 3 ให้ความแม่นยำร้อยละ 91 สับปะรดในระดับที่ 4 ให้ความแม่นยำร้อยละ 89 สับปะรดในระดับที่ 5 ให้ความแม่นยำร้อยละ 90 และค่าความแม่นยำเฉลี่ยของอัตราเร็ว 0.203 เมตร/วินาที คือร้อยละ 85.4 อัตราเร็ว 0.234 เมตร/วินาที สับปะรดในระดับที่ 1 ให้ความแม่นยำร้อยละ 39 สับปะรดในระดับที่ 2 ให้ความแม่นยำร้อยละ 47 สับปะรดในระดับที่ 3 ให้ความแม่นยำร้อยละ 55 สับปะรดในระดับที่ 4 ให้ความแม่นยำร้อยละ 32 สับปะรดในระดับที่ 5 ให้ความแม่นยำร้อยละ 40 และค่าความแม่นยำเฉลี่ยของอัตราเร็ว 0.234 เมตร/วินาที คือร้อยละ 42.6 และอัตราเร็ว 0.277 เมตร/วินาที สับปะรดในระดับที่ 1 ให้ความแม่นยำร้อยละ 40 สับปะรดในระดับที่ 2 ให้ความแม่นยำร้อยละ 38 สับปะรดในระดับที่ 3 ให้ความแม่นยำร้อยละ 44 สับปะรดในระดับที่ 4 ให้ความแม่นยำร้อยละ 50 สับปะรดในระดับที่ 5 ให้ความแม่นยำร้อยละ 37 และค่าความแม่นยำเฉลี่ยของอัตราเร็ว 0.277 เมตร/วินาที คือร้อยละ 41.8

4.2 การทดลองหาระยะความห่างจากสับปะรดและกล้องจับภาพ

ในการทดลองนี้ผู้วิจัยได้ทำการทดลองจากกลุ่มสับปะรดตัวอย่างจำนวนทั้งหมด 5 ผล โดยทำการวัดระยะความห่าง เพื่อหาจุดโฟกัสของกล้องและมุมมองของระบบคัดแยกระดับสับปะรดด้วยสีผิวของเปลือกสับปะรด ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการทดลองวัดระยะความห่างจากฐานรองสายพานลำเลียงถึงจะจุดคานยึดกล้อง เริ่มจาก 15 ถึง 25 เซนติเมตร เพื่อหาจุดยึดกล้องที่ได้มุมมองและจุดโฟกัสดีที่สุด ดังภาพที่ 4.2 และผลการทดลองคือระยะ 23.5 เซนติเมตร ดังภาพ 4.3



ภาพที่ 4.2 ระยะความห่างของกล้องเพื่อหาจุดโฟกัสและมุมมองที่ดีที่สุด

ภาพที่ 4.3 ภาพการทดลองระบบคัดแยกสับปะรดด้วยสีผิวของเปลือกจากระยะที่ติดตั้งกล้อง

4.3 การทดลองหาค่าแม่นยำของระบบ

ในการดำเนินการทดลองผู้วิจัยเลือกค่าอัตราเร็วสายพานลำเลียงที่อัตราเร็ว 0.203 เมตร/วินาที จากการทดลองหาค่าอัตราเร็วของสายพานลำเลียงที่เหมาะสำหรับการลำเลียงสับปะรดผ่านจุดคัดแยกและนำตัวอย่างสับปะรดระดับละ 5 ผล ทำการทดลองกับระบบคัดแยกสับปะรดด้วยสีผิวของเปลือกจำนวน 20 ครั้ง ต่อระดับสับปะรด 1 ระดับ ทำการอ่านผลลัพธ์ที่ได้จากการการประมวลผลของระบบคัดแยกความสุกดิบของสับปะรดด้วยลักษณะสีของเปลือกผ่านจอแสดงผลขนาดเล็กดังภาพที่ 4.5 และบันทึกผลการทดลองกาคัดแยกสับปะรดทั้ง 5 ระดับ ระดับละ 5 ผล ทดลองระดับละ 20 ครั้ง

ภาพที่ 4.4 ภาพแสดงผลหน้าจอขนาดเล็กของระบบคัดแยกสับปะรดด้วยสีผิวของเปลือกของตัวอย่างสับปะรด

ตารางที่ 4.2 การทดลองหาความแม่นยำในการคัดแยกสับปะรดระดับที่ 1 โดยใช้ความเร็วที่ 0.203 เมตร/วินาทีซึ่งเป็นความเร็วที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการนำมาทดลองโดยทดลองทั้งหมด 20 ครั้ง

ครั้งที่	**อัตราเร็ว 0.203 เมตร/วินาที**	**ครั้งที่**	**อัตราเร็ว 0.203 เมตร/วินาที**
1	ถูกต้อง	11	ถูกต้อง
2	ถูกต้อง	12	ผิดพลาด
3	ถูกต้อง	13	ถูกต้อง
4	ถูกต้อง	14	ถูกต้อง
5	ถูกต้อง	15	ถูกต้อง
6	ถูกต้อง	16	ผิดพลาด
7	ถูกต้อง	17	ผิดพลาด
8	ถูกต้อง	18	ถูกต้อง
9	ถูกต้อง	19	ถูกต้อง
10	ถูกต้อง	20	ถูกต้อง
เฉลี่ย (%)		85	

จากตารางที่ 4.2 การทดลองหาความแม่นยำในการคัดแยกสับปะรดระดับที่ 1 โดยใช้ความเร็วที่ 0.203 เมตร/วินาทีซึ่งเป็นความเร็วที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการนำมาทดลองโดยทดลองทั้งหมด 20 ครั้งพบว่ามีความถูกต้องในการคัดแยกสับปะรด 17 ครั้ง และความผิดพลาด 3 ครั้ง ค่าความแม่นยำคิดเป็นร้อยละ 85

ตารางที่ 4.3 การทดลองหาความแม่นยำในการคัดแยกสับปะรดระดับที่ 2 โดยใช้ความเร็วที่ 0.203 เมตร/วินาทีซึ่งเป็นความเร็วที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการนำมาทดลองโดยทดลองทั้งหมด 20 ครั้ง

ครั้งที่	**อัตราเร็ว 0.203 เมตร/วินาที**	**ครั้งที่**	**อัตราเร็ว 0.203 เมตร/วินาที**
1	ถูกต้อง	12	ถูกต้อง
2	ถูกต้อง	13	ถูกต้อง
3	ถูกต้อง	14	ถูกต้อง
4	ถูกต้อง	15	ถูกต้อง
5	ถูกต้อง	16	ถูกต้อง

6	ถูกต้อง	17	ถูกต้อง
7	ถูกต้อง	18	ถูกต้อง
8	ถูกต้อง	19	ถูกต้อง
9	ถูกต้อง	20	ถูกต้อง
10	ถูกต้อง	12	ถูกต้อง
เฉลี่ย (%)		100	

จากตารางที่ 4.3 การทดลองหาความแม่นยำในการคัดแยกสับปะรดระดับที่ 2 โดยใช้ความเร็วที่ 0.203 เมตร/วินาทีซึ่งเป็นความเร็วที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการนำมาทดลองโดยทดลองทั้งหมด 20 ครั้งพบว่ามีความถูกต้องในการคัดแยกสับปะรด 20 ครั้ง และความผิดพลาด 0 ครั้ง ค่าความแม่นยำคิดเป็นร้อยละ 100

ตารางที่ 4.4 การทดลองหาความแม่นยำในการคัดแยกสับปะรดระดับที่ 3 โดยใช้ความเร็วที่ 0.203 เมตร/วินาทีซึ่งเป็นความเร็วที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการนำมาทดลองโดยทดลองทั้งหมด 20 ครั้ง

ครั้งที่	**อัตราเร็ว 0.203 เมตร/วินาที**	**ครั้งที่**	**อัตราเร็ว 0.203 เมตร/วินาที**
1	ถูกต้อง	11	ถูกต้อง
2	ถูกต้อง	12	ถูกต้อง
3	ถูกต้อง	13	ถูกต้อง
4	ถูกต้อง	14	ถูกต้อง
5	ถูกต้อง	15	ถูกต้อง
6	ถูกต้อง	16	ถูกต้อง
7	ผิดพลาด	17	ถูกต้อง
8	ถูกต้อง	18	ถูกต้อง
9	ถูกต้อง	19	ถูกต้อง
10	ถูกต้อง	20	ถูกต้อง
เฉลี่ย (%)		95	

จากตารางที่ 4.4 การทดลองหาความแม่นยำในการคัดแยกสับปะรดระดับที่ 3 โดยใช้ความเร็วที่ 0.203 เมตร/วินาทีซึ่งเป็นความเร็วที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการนำมาทดลองโดยทดลอง

ทั้งหมด 20 ครั้งพบว่ามีความถูกต้องในการคัดแยกสับปะรด 19 ครั้ง และความผิดพลาด 1 ครั้ง ค่าความแม่นยำคิดเป็นร้อยละ 95

ตารางที่ 4.5 การทดลองหาความแม่นยำในการคัดแยกสับปะรดระดับที่ 4 โดยใช้ความเร็วที่ 0.203 เมตร/วินาทีซึ่งเป็นความเร็วที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการนำมาทดลองโดยทดลองทั้งหมด 20 ครั้ง

ครั้งที่	**อัตราเร็ว 0.203 เมตร/วินาที**	**ครั้งที่**	**อัตราเร็ว 0.203 เมตร/วินาที**
1	ผิดพลาด	11	ถูกต้อง
2	ถูกต้อง	12	ถูกต้อง
3	ถูกต้อง	13	ถูกต้อง
4	ถูกต้อง	14	ถูกต้อง
5	ผิดพลาด	15	ผิดพลาด
6	ถูกต้อง	16	ถูกต้อง
7	ถูกต้อง	17	ผิดพลาด
8	ถูกต้อง	18	ถูกต้อง
9	ถูกต้อง	19	ถูกต้อง
10	ถูกต้อง	20	ถูกต้อง
เฉลี่ย (%)		80	

จากตารางที่ 4.5 การทดลองหาความแม่นยำในการคัดแยกสับปะรดระดับที่ 4 โดยใช้ความเร็วที่ 0.203 เมตร/วินาทีซึ่งเป็นความเร็วที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการนำมาทดลองโดยทดลองทั้งหมด 20 ครั้งพบว่ามีความถูกต้องในการคัดแยกสับปะรด 16 ครั้ง และความผิดพลาด 4 ครั้ง ค่าความแม่นยำคิดเป็นร้อยละ 80

ตารางที่ 4.6 การทดลองหาความแม่นยำในการคัดแยกสับปะรดระดับที่ 5 โดยใช้ความเร็วที่ 0.203 เมตร/วินาทีซึ่งเป็นความเร็วที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการนำมาทดลองโดยทดลองทั้งหมด 20 ครั้ง

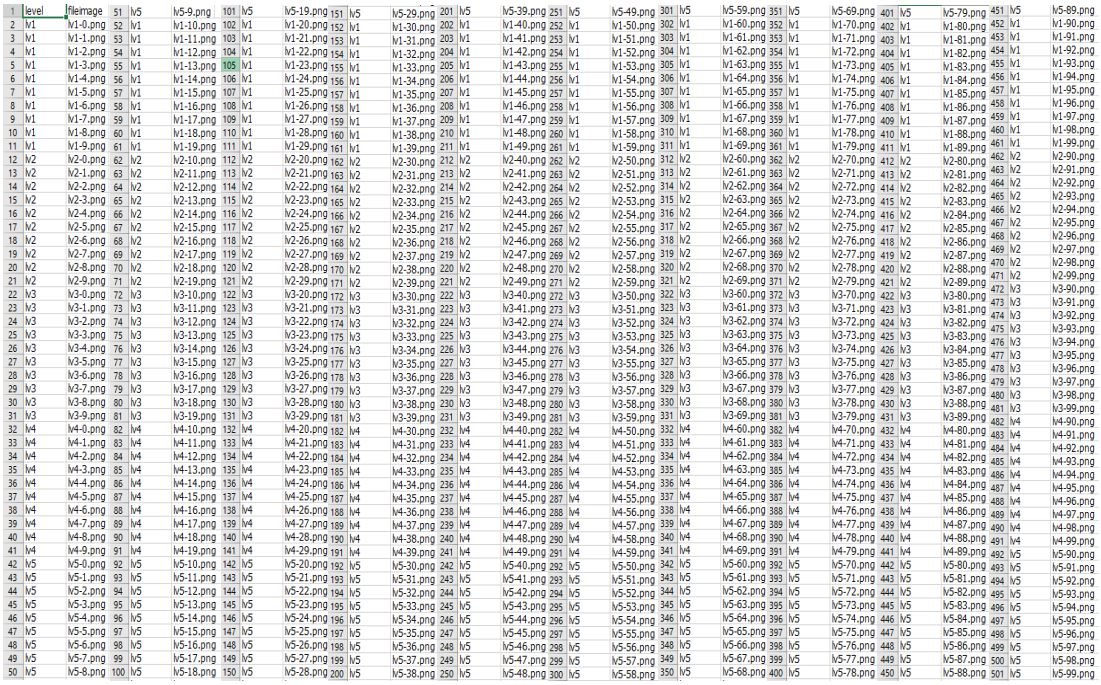
ครั้งที่	**อัตราเร็ว 0.203 เมตร/วินาที**	**ครั้งที่**	**อัตราเร็ว 0.203 เมตร/วินาที**
1	ถูกต้อง	11	ถูกต้อง
2	ถูกต้อง	12	ผิดพลาด

3	ถูกต้อง	13	ผิดพลาด
4	ถูกต้อง	14	ถูกต้อง
5	ถูกต้อง	15	ถูกต้อง
6	ถูกต้อง	16	ถูกต้อง
7	ถูกต้อง	17	ถูกต้อง
8	ผิดพลาด	18	ถูกต้อง
9	ถูกต้อง	19	ผิดพลาด
10	ผิดพลาด	20	ถูกต้อง
เฉลี่ย (%)		75	

จากตารางที่ 4.6 การทดลองหาความแม่นยำในการคัดแยกสับปะรดระดับที่ 5 โดยใช้ความเร็วที่ 0.203 เมตร/วินาทีซึ่งเป็นความเร็วที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการนำมาทดลองโดยทดลองทั้งหมด 20 ครั้งพบว่ามีความถูกต้องในการคัดแยกสับปะรด 15 ครั้ง และความผิดพลาด 5 ครั้ง ค่าความแม่นยำคิดเป็นร้อยละ 75

4.4 การทดลองหาค่าแม่นยำด้วยวิธี 10-fold cross-validation

ในการดำเนินการทดลองหาค่าแม่นยำด้วยวิธี 10-fold cross-validation เป็นการทดสอบหาค่าความแม่นยำจำนวน 10 รอบ โดยแต่ละรอบจะแบ่งชุดทดสอบและชุดเรียนรู้ไม่เหมือนกันการจำแนกประเภทข้อมูลจะถูกแบ่งออกเป็นส่วนย่อยๆ โดยที่แต่ละครั้งในส่วนย่อยจะใช้เป็นชุดทดสอบโดยการเตรียมข้อมูลชุดทดสอบในแต่ละครั้งต้องไม่เหมือนกันและให้มีระดับสับปะรดแต่ละครั้งเท่าๆ กันซึ่งได้ทำการจำแนกดังภาพที่ 4.5



level	fileimage																													
lv1	lv1-0.png	52	lv1	lv1-10.png	102	lv1	lv1-20.png	152	lv1	lv1-30.png	202	lv1	lv1-40.png	252	lv1	lv1-50.png	302	lv1	lv1-60.png	352	lv1	lv1-70.png	402	lv1	lv1-80.png	452	lv1	lv1-90.png		
lv1	lv1-1.png	53	lv1	lv1-11.png	103	lv1	lv1-21.png	153	lv1	lv1-31.png	203	lv1	lv1-41.png	253	lv1	lv1-51.png	303	lv1	lv1-61.png	353	lv1	lv1-71.png	403	lv1	lv1-81.png	453	lv1	lv1-91.png		
lv1	lv1-2.png	54	lv1	lv1-12.png	104	lv1	lv1-22.png	154	lv1	lv1-32.png	204	lv1	lv1-42.png	254	lv1	lv1-52.png	304	lv1	lv1-62.png	354	lv1	lv1-72.png	404	lv1	lv1-82.png	454	lv1	lv1-92.png		
lv1	lv1-3.png	55	lv1	lv1-13.png	105	lv1	lv1-23.png	155	lv1	lv1-33.png	205	lv1	lv1-43.png	255	lv1	lv1-53.png	305	lv1	lv1-63.png	355	lv1	lv1-73.png	405	lv1	lv1-83.png	455	lv1	lv1-93.png		
lv1	lv1-4.png	56	lv1	lv1-14.png	106	lv1	lv1-24.png	156	lv1	lv1-34.png	206	lv1	lv1-44.png	256	lv1	lv1-54.png	306	lv1	lv1-64.png	356	lv1	lv1-74.png	406	lv1	lv1-84.png	456	lv1	lv1-94.png		
lv1	lv1-5.png	57	lv1	lv1-15.png	107	lv1	lv1-25.png	157	lv1	lv1-35.png	207	lv1	lv1-45.png	257	lv1	lv1-55.png	307	lv1	lv1-65.png	357	lv1	lv1-75.png	407	lv1	lv1-85.png	457	lv1	lv1-95.png		
lv1	lv1-6.png	58	lv1	lv1-16.png	108	lv1	lv1-26.png	158	lv1	lv1-36.png	208	lv1	lv1-46.png	258	lv1	lv1-56.png	308	lv1	lv1-66.png	358	lv1	lv1-76.png	408	lv1	lv1-86.png	458	lv1	lv1-96.png		
lv1	lv1-7.png	59	lv1	lv1-17.png	109	lv1	lv1-27.png	159	lv1	lv1-37.png	209	lv1	lv1-47.png	259	lv1	lv1-57.png	309	lv1	lv1-67.png	359	lv1	lv1-77.png	409	lv1	lv1-87.png	459	lv1	lv1-97.png		
lv1	lv1-8.png	60	lv1	lv1-18.png	110	lv1	lv1-28.png	160	lv1	lv1-38.png	210	lv1	lv1-48.png	260	lv1	lv1-58.png	310	lv1	lv1-68.png	360	lv1	lv1-78.png	410	lv1	lv1-88.png	460	lv1	lv1-98.png		
lv1	lv1-9.png	61	lv1	lv1-19.png	111	lv1	lv1-29.png	161	lv1	lv1-39.png	211	lv1	lv1-49.png	261	lv1	lv1-59.png	311	lv1	lv1-69.png	361	lv1	lv1-79.png	411	lv1	lv1-89.png	461	lv1	lv1-99.png		
lv2	lv2-0.png	62	lv2	lv2-10.png	112	lv2	lv2-20.png	162	lv2	lv2-30.png	212	lv2	lv2-40.png	262	lv2	lv2-50.png	312	lv2	lv2-60.png	362	lv2	lv2-70.png	412	lv2	lv2-80.png	462	lv2	lv2-90.png		
lv2	lv2-1.png	63	lv2	lv2-11.png	113	lv2	lv2-21.png	163	lv2	lv2-31.png	213	lv2	lv2-41.png	263	lv2	lv2-51.png	313	lv2	lv2-61.png	363	lv2	lv2-71.png	413	lv2	lv2-81.png	463	lv2	lv2-91.png		
lv2	lv2-2.png	64	lv2	lv2-12.png	114	lv2	lv2-22.png	164	lv2	lv2-32.png	214	lv2	lv2-42.png	264	lv2	lv2-52.png	314	lv2	lv2-62.png	364	lv2	lv2-72.png	414	lv2	lv2-82.png	464	lv2	lv2-92.png		
lv2	lv2-3.png	65	lv2	lv2-13.png	115	lv2	lv2-23.png	165	lv2	lv2-33.png	215	lv2	lv2-43.png	265	lv2	lv2-53.png	315	lv2	lv2-63.png	365	lv2	lv2-73.png	415	lv2	lv2-83.png	465	lv2	lv2-93.png		
lv2	lv2-4.png	66	lv2	lv2-14.png	116	lv2	lv2-24.png	166	lv2	lv2-34.png	216	lv2	lv2-44.png	266	lv2	lv2-54.png	316	lv2	lv2-64.png	366	lv2	lv2-74.png	416	lv2	lv2-84.png	466	lv2	lv2-94.png		
lv2	lv2-5.png	67	lv2	lv2-15.png	117	lv2	lv2-25.png	167	lv2	lv2-35.png	217	lv2	lv2-45.png	267	lv2	lv2-55.png	317	lv2	lv2-65.png	367	lv2	lv2-75.png	417	lv2	lv2-85.png	467	lv2	lv2-95.png		
lv2	lv2-6.png	68	lv2	lv2-16.png	118	lv2	lv2-26.png	168	lv2	lv2-36.png	218	lv2	lv2-46.png	268	lv2	lv2-56.png	318	lv2	lv2-66.png	368	lv2	lv2-76.png	418	lv2	lv2-86.png	468	lv2	lv2-96.png		
lv2	lv2-7.png	69	lv2	lv2-17.png	119	lv2	lv2-27.png	169	lv2	lv2-37.png	219	lv2	lv2-47.png	269	lv2	lv2-57.png	319	lv2	lv2-67.png	369	lv2	lv2-77.png	419	lv2	lv2-87.png	469	lv2	lv2-97.png		
lv2	lv2-8.png	70	lv2	lv2-18.png	120	lv2	lv2-28.png	170	lv2	lv2-38.png	220	lv2	lv2-48.png	270	lv2	lv2-58.png	320	lv2	lv2-68.png	370	lv2	lv2-78.png	420	lv2	lv2-88.png	470	lv2	lv2-98.png		
lv2	lv2-9.png	71	lv2	lv2-19.png	121	lv2	lv2-29.png	171	lv2	lv2-39.png	221	lv2	lv2-49.png	271	lv2	lv2-59.png	321	lv2	lv2-69.png	371	lv2	lv2-79.png	421	lv2	lv2-89.png	471	lv2	lv2-99.png		
lv3	lv3-0.png	72	lv3	lv3-10.png	122	lv3	lv3-20.png	172	lv3	lv3-30.png	222	lv3	lv3-40.png	272	lv3	lv3-50.png	322	lv3	lv3-60.png	372	lv3	lv3-70.png	422	lv3	lv3-80.png	472	lv3	lv3-90.png		
lv3	lv3-1.png	73	lv3	lv3-11.png	123	lv3	lv3-21.png	173	lv3	lv3-31.png	223	lv3	lv3-41.png	273	lv3	lv3-51.png	323	lv3	lv3-61.png	373	lv3	lv3-71.png	423	lv3	lv3-81.png	473	lv3	lv3-91.png		
lv3	lv3-2.png	74	lv3	lv3-12.png	124	lv3	lv3-22.png	174	lv3	lv3-32.png	224	lv3	lv3-42.png	274	lv3	lv3-52.png	324	lv3	lv3-62.png	374	lv3	lv3-72.png	424	lv3	lv3-82.png	474	lv3	lv3-92.png		
lv3	lv3-3.png	75	lv3	lv3-13.png	125	lv3	lv3-23.png	175	lv3	lv3-33.png	225	lv3	lv3-43.png	275	lv3	lv3-53.png	325	lv3	lv3-63.png	375	lv3	lv3-73.png	425	lv3	lv3-83.png	475	lv3	lv3-93.png		
lv3	lv3-4.png	76	lv3	lv3-14.png	126	lv3	lv3-24.png	176	lv3	lv3-34.png	226	lv3	lv3-44.png	276	lv3	lv3-54.png	326	lv3	lv3-64.png	376	lv3	lv3-74.png	426	lv3	lv3-84.png	476	lv3	lv3-94.png		
lv3	lv3-5.png	77	lv3	lv3-15.png	127	lv3	lv3-25.png	177	lv3	lv3-35.png	227	lv3	lv3-45.png	277	lv3	lv3-55.png	327	lv3	lv3-65.png	377	lv3	lv3-75.png	427	lv3	lv3-85.png	477	lv3	lv3-95.png		
lv3	lv3-6.png	78	lv3	lv3-16.png	128	lv3	lv3-26.png	178	lv3	lv3-36.png	228	lv3	lv3-46.png	278	lv3	lv3-56.png	328	lv3	lv3-66.png	378	lv3	lv3-76.png	428	lv3	lv3-86.png	478	lv3	lv3-96.png		
lv3	lv3-7.png	79	lv3	lv3-17.png	129	lv3	lv3-27.png	179	lv3	lv3-37.png	229	lv3	lv3-47.png	279	lv3	lv3-57.png	329	lv3	lv3-67.png	379	lv3	lv3-77.png	429	lv3	lv3-87.png	479	lv3	lv3-97.png		
lv3	lv3-8.png	80	lv3	lv3-18.png	130	lv3	lv3-28.png	180	lv3	lv3-38.png	230	lv3	lv3-48.png	280	lv3	lv3-58.png	330	lv3	lv3-68.png	380	lv3	lv3-78.png	430	lv3	lv3-88.png	480	lv3	lv3-98.png		
lv3	lv3-9.png	81	lv3	lv3-19.png	131	lv3	lv3-29.png	181	lv3	lv3-39.png	231	lv3	lv3-49.png	281	lv3	lv3-59.png	331	lv3	lv3-69.png	381	lv3	lv3-79.png	431	lv3	lv3-89.png	481	lv3	lv3-99.png		
lv4	lv4-0.png	82	lv4	lv4-10.png	132	lv4	lv4-20.png	182	lv4	lv4-30.png	232	lv4	lv4-40.png	282	lv4	lv4-50.png	332	lv4	lv4-60.png	382	lv4	lv4-70.png	432	lv4	lv4-80.png	482	lv4	lv4-90.png		
lv4	lv4-1.png	83	lv4	lv4-11.png	133	lv4	lv4-21.png	183	lv4	lv4-31.png	233	lv4	lv4-41.png	283	lv4	lv4-51.png	333	lv4	lv4-61.png	383	lv4	lv4-71.png	433	lv4	lv4-81.png	483	lv4	lv4-91.png		
lv4	lv4-2.png	84	lv4	lv4-12.png	134	lv4	lv4-22.png	184	lv4	lv4-32.png	234	lv4	lv4-42.png	284	lv4	lv4-52.png	334	lv4	lv4-62.png	384	lv4	lv4-72.png	434	lv4	lv4-82.png	484	lv4	lv4-92.png		
lv4	lv4-3.png	85	lv4	lv4-13.png	135	lv4	lv4-23.png	185	lv4	lv4-33.png	235	lv4	lv4-43.png	285	lv4	lv4-53.png	335	lv4	lv4-63.png	385	lv4	lv4-73.png	435	lv4	lv4-83.png	485	lv4	lv4-93.png		
lv4	lv4-4.png	86	lv4	lv4-14.png	136	lv4	lv4-24.png	186	lv4	lv4-34.png	236	lv4	lv4-44.png	286	lv4	lv4-54.png	336	lv4	lv4-64.png	386	lv4	lv4-74.png	436	lv4	lv4-84.png	486	lv4	lv4-94.png		
lv4	lv4-5.png	87	lv4	lv4-15.png	137	lv4	lv4-25.png	187	lv4	lv4-35.png	237	lv4	lv4-45.png	287	lv4	lv4-55.png	337	lv4	lv4-65.png	387	lv4	lv4-75.png	437	lv4	lv4-85.png	487	lv4	lv4-95.png		
lv4	lv4-6.png	88	lv4	lv4-16.png	138	lv4	lv4-26.png	188	lv4	lv4-36.png	238	lv4	lv4-46.png	288	lv4	lv4-56.png	338	lv4	lv4-66.png	388	lv4	lv4-76.png	438	lv4	lv4-86.png	488	lv4	lv4-96.png		
lv4	lv4-7.png	89	lv4	lv4-17.png	139	lv4	lv4-27.png	189	lv4	lv4-37.png	239	lv4	lv4-47.png	289	lv4	lv4-57.png	339	lv4	lv4-67.png	389	lv4	lv4-77.png	439	lv4	lv4-87.png	489	lv4	lv4-97.png		
lv4	lv4-8.png	90	lv4	lv4-18.png	140	lv4	lv4-28.png	190	lv4	lv4-38.png	240	lv4	lv4-48.png	290	lv4	lv4-58.png	340	lv4	lv4-68.png	390	lv4	lv4-78.png	440	lv4	lv4-88.png	490	lv4	lv4-98.png		
lv4	lv4-9.png	91	lv4	lv4-19.png	141	lv4	lv4-29.png	191	lv4	lv4-39.png	241	lv4	lv4-49.png	291	lv4	lv4-59.png	341	lv4	lv4-69.png	391	lv4	lv4-79.png	441	lv4	lv4-89.png	491	lv4	lv4-99.png		
lv5	lv5-0.png	92	lv5	lv5-10.png	142	lv5	lv5-20.png	192	lv5	lv5-30.png	242	lv5	lv5-40.png	292	lv5	lv5-50.png	342	lv5	lv5-60.png	392	lv5	lv5-70.png	442	lv5	lv5-80.png	492	lv5	lv5-90.png		
lv5	lv5-1.png	93	lv5	lv5-11.png	143	lv5	lv5-21.png	193	lv5	lv5-31.png	243	lv5	lv5-41.png	293	lv5	lv5-51.png	343	lv5	lv5-61.png	393	lv5	lv5-71.png	443	lv5	lv5-81.png	493	lv5	lv5-91.png		
lv5	lv5-2.png	94	lv5	lv5-12.png	144	lv5	lv5-22.png	194	lv5	lv5-32.png	244	lv5	lv5-42.png	294	lv5	lv5-52.png	344	lv5	lv5-62.png	394	lv5	lv5-72.png	444	lv5	lv5-82.png	494	lv5	lv5-92.png		
lv5	lv5-3.png	95	lv5	lv5-13.png	145	lv5	lv5-23.png	195	lv5	lv5-33.png	245	lv5	lv5-43.png	295	lv5	lv5-53.png	345	lv5	lv5-63.png	395	lv5	lv5-73.png	445	lv5	lv5-83.png	495	lv5	lv5-93.png		
lv5	lv5-4.png	96	lv5	lv5-14.png	146	lv5	lv5-24.png	196	lv5	lv5-34.png	246	lv5	lv5-44.png	296	lv5	lv5-54.png	346	lv5	lv5-64.png	396	lv5	lv5-74.png	446	lv5	lv5-84.png	496	lv5	lv5-94.png		
lv5	lv5-5.png	97	lv5	lv5-15.png	147	lv5	lv5-25.png	197	lv5	lv5-35.png	247	lv5	lv5-45.png	297	lv5	lv5-55.png	347	lv5	lv5-65.png	397	lv5	lv5-75.png	447	lv5	lv5-85.png	497	lv5	lv5-95.png		
lv5	lv5-6.png	98	lv5	lv5-16.png	148	lv5	lv5-26.png	198	lv5	lv5-36.png	248	lv5	lv5-46.png	298	lv5	lv5-56.png	348	lv5	lv5-66.png	398	lv5	lv5-76.png	448	lv5	lv5-86.png	498	lv5	lv5-96.png		
lv5	lv5-7.png	99	lv5	lv5-17.png	149	lv5	lv5-27.png	199	lv5	lv5-37.png	249	lv5	lv5-47.png	299	lv5	lv5-57.png	349	lv5	lv5-67.png	399	lv5	lv5-77.png	449	lv5	lv5-87.png	499	lv5	lv5-97.png		
lv5	lv5-8.png	100	lv5	lv5-18.png	150	lv5	lv5-28.png	200	lv5	lv5-38.png	250	lv5	lv5-48.png	300	lv5	lv5-58.png	350	lv5	lv5-68.png	400	lv5	lv5-78.png	450	lv5	lv5-88.png	500	lv5	lv5-98.png		
																										501	lv5	lv5-99.png		

ภาพที่ 4.5 การเรียงข้อมูลรูปภาพสับปะรดทั้ง 5 ระดับ

จากภาพที่ 4.5 การเรียงข้อมูลรูปภาพสับปะรดทั้ง 5 ระดับในการดำเนินการทดลองผู้วิจัยจำแนกภาพสับปะรดด้วยชุดการเรียนรู้ (Training set) ชุดทดสอบ (Test data) โดยใช้วิธีการตรวจสอบไขว้ (K-fold cross-validation) กำหนดค่า k เป็น 10 10-fold cross-validation เป็นการแบ่งข้อมูลออกเป็น 10 กลุ่ม มีการทดสอบจำนวน 10 รอบ การแบ่งข้อมูลการทดลองนี้ชุดการเรียนรู้มี 450 ข้อมูลและชุดทดสอบมี 50 ข้อมูล เรียงข้อมูลภาพสับปะรดทั้ง 5 ระดับในไฟล์ csv รูปแบบข้อมูลที่เรียงคือ 1 ถึง 10 คือสับปะรดระดับที่ 1 และ 11 ถึง 20 คือสับปะรดระดับที่ 2 คละกันไปจนครับ 500 ข้อมูล

ตารางที่ 4.7 การแบ่งข้อมูลทั้ง 10 รอบ ของชุดข้อมูลฝึกสอนและทดสอบ

รอบที่	ระดับที่ 1	ระดับที่ 2	ระดับที่ 3	ระดับที่ 4	ระดับที่ 5	รวม
	#Train/Test	#Train/Test	#Train/Test	#Train/Test	#Train/Test	#Train/Test
1	90/10	90/10	90/10	90/10	90/10	450/50
2	90/10	90/10	90/10	90/10	90/10	450/50
3	90/10	90/10	90/10	90/10	90/10	450/50
4	90/10	90/10	90/10	90/10	90/10	450/50

5	90/10	90/10	90/10	90/10	90/10	450/50
6	90/10	90/10	90/10	90/10	90/10	450/50
7	90/10	90/10	90/10	90/10	90/10	450/50
8	90/10	90/10	90/10	90/10	90/10	450/50
9	90/10	90/10	90/10	90/10	90/10	450/50
10	90/10	90/10	90/10	90/10	90/10	450/50

จากตารางที่ 4.7 การแบ่งข้อมูลทั้ง 10 รอบ ของชุดข้อมูลฝึกสอนและทดสอบ รอบที่ 1 กำหนดข้อมูลทดสอบตั้งแต่ข้อมูลที่ 1 ถึง 50 เพื่อใช้ในการทดสอบและกำหนดข้อมูลที่51 ถึง 500 เป็นข้อมูลที่ใช้ในการสอน รอบที่ 2 กำหนดข้อมูลทดสอบตั้งแต่ข้อมูลที่ 51 ถึง 100 เพื่อใช้ในการทดสอบ และกำหนดข้อมูลที่ 1 ถึง 50 และข้อมูลที่ 101 ถึง 500 เป็นข้อมูลที่ใช้ในการสอน รอบที่ 3 กำหนดข้อมูลทดสอบตั้งแต่ข้อมูลที่ 101 ถึง 150 เพื่อใช้ในการทดสอบ และกำหนดข้อมูลที่ 1 ถึง 100 และข้อมูลที่ 151 ถึง 500 เป็นข้อมูลที่ใช้ในการสอน รอบที่ 4 กำหนดข้อมูลทดสอบตั้งแต่ข้อมูลที่ 151 ถึง 200 เพื่อใช้ในการทดสอบ และกำหนดข้อมูลที่ 1 ถึง 150 และข้อมูลที่ 201 ถึง 500 เป็นข้อมูลที่ใช้ในการสอน รอบที่ 5 กำหนดข้อมูลทดสอบตั้งแต่ข้อมูลที่ 201 ถึง 250 เพื่อใช้ในการทดสอบ และกำหนดข้อมูลที่ 1 ถึง 200 และข้อมูลที่ 251 ถึง 500 เป็นข้อมูลที่ใช้ในการสอน รอบที่ 6 กำหนดข้อมูลทดสอบตั้งแต่ข้อมูลที่ 251 ถึง 300 เพื่อใช้ในการทดสอบ และกำหนดข้อมูลที่ 1 ถึง 250 และข้อมูลที่ 301 ถึง 500 เป็นข้อมูลที่ใช้ในการสอน รอบที่ 7 กำหนดข้อมูลทดสอบตั้งแต่ข้อมูลที่ 301 ถึง 350 เพื่อใช้ในการทดสอบ และกำหนดข้อมูลที่ 1 ถึง 300 และข้อมูลที่ 351 ถึง 500 เป็นข้อมูลที่ใช้ในการสอน รอบที่ 8กำหนดข้อมูลทดสอบตั้งแต่ข้อมูลที่ 351 ถึง 400 เพื่อใช้ในการทดสอบ และกำหนดข้อมูลที่ 1 ถึง 350 และข้อมูลที่ 401 ถึง 500 เป็นข้อมูลที่ใช้ในการสอน รอบที่ 9 กำหนดข้อมูลทดสอบตั้งแต่ข้อมูลที่ 401 ถึง 450 เพื่อใช้ในการทดสอบ และกำหนดข้อมูลที่ 1 ถึง 400 และข้อมูลที่ 451 ถึง 500 เป็นข้อมูลที่ใช้ในการสอน รอบที่ 10 กำหนดข้อมูลทดสอบตั้งแต่ข้อมูลที่ 451 ถึง 500 เพื่อใช้ในการทดสอบ และกำหนดข้อมูลที่ 1 ถึง 450 เป็นข้อมูลที่ใช้ในการสอน ในแต่ละรอบจะแบ่งข้อมูลให้แต่ละระดับเป็นข้อมูลทดสอบ 10 ข้อมูลและข้อมูลสอย 90 เท่าๆ กัน

```
------------------------------------------------------------------------
Score per fold
------------------------------------------------------------------------
> Fold 1 - Loss: 0.9532910585403442 - Accuracy: 63.999998569488525%
------------------------------------------------------------------------
> Fold 2 - Loss: 0.8457717299461365 - Accuracy: 62.00000047683716%
------------------------------------------------------------------------
> Fold 3 - Loss: 0.3113982528448105 - Accuracy: 87.99999952316284%
------------------------------------------------------------------------
> Fold 4 - Loss: 0.6228411644697189 - Accuracy: 72.00000286102295%
------------------------------------------------------------------------
> Fold 5 - Loss: 0.18428493291139603 - Accuracy: 95.99999785423279%
------------------------------------------------------------------------
> Fold 6 - Loss: 0.4027904123067856 - Accuracy: 87.99999952316284%
------------------------------------------------------------------------
> Fold 7 - Loss: 0.08208740875124931 - Accuracy: 98.00000190734863%
------------------------------------------------------------------------
> Fold 8 - Loss: 0.505474179983139 - Accuracy: 74.00000095367432%
------------------------------------------------------------------------
> Fold 9 - Loss: 0.3777340427041054 - Accuracy: 86.00000143051147%
------------------------------------------------------------------------
> Fold 10 - Loss: 0.5374387800693512 - Accuracy: 80.0000011920929%
------------------------------------------------------------------------
------------------------------------------------------------------------
Average scores for all folds:
> Accuracy: 80.80000042915344 (+- 11.906300711936877)
> Loss: 0.4823111962527037
------------------------------------------------------------------------
```

ภาพที่4.6 ผลการทดลองหาค่าความแม่นยำทั้ง 10 รอบ

จากภาพที่ 4.8 ผลการทดลองหาค่าความแม่นยำทั้ง 10 รอบ นำข้อมูลภาพสับปะรดทั้ง 500 ข้อมูลไปทำการเรียนรู้และหาค่าความแม่นยำทั้ง 10 รอบ ผลที่ได้คือ รอบที่ 1 มีค่า loss คือ 0.953 และ Accuracy คือ 63.999 รอบที่ 2 มีค่า loss คือ 0.845 และ Accuracy คือ 62.000 รอบที่ 3 มีค่า loss คือ 0.311 และ Accuracy คือ 87.999 รอบที่ 4 มีค่า loss คือ 0.62 และ Accuracy คือ 72.000 รอบที่ 5 มีค่า loss คือ 0.184 และ Accuracy คือ 95.999 รอบที่ 6 มีค่า loss คือ 0.402 และ Accuracy คือ 87.999 รอบที่ 7 มีค่า loss คือ 0.082 และ Accuracy คือ 98.000 รอบที่ 8 มีค่า loss คือ 0.505 และ Accuracy คือ 74.000 รอบที่ 9 มีค่า loss คือ 0.377 และ Accuracy คือ 86.000 รอบที่ 10 มีค่า loss คือ 0.537 และ Accuracy คือ 80.000 สรุปมีค่าเฉลี่ย loss คือ 0.482 และ Accuracy คือ 80.800 ค่าความคลาดเคลื่อน 11.906