

## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

โครงการปริญญาโทฉบับนี้เสนอการทดสอบความปลอดภัยของ แคปต์ชัวร์ประเภทคณิต โดยใช้ Deep Learning โดยในบทนี้จะเป็นผลการทดลองในการประเมินประสิทธิภาพของผลลัพธ์ที่ได้จากการตัดแยกภาพ เรขาคณิตซึ่งประกอบไปด้วยภาพวงกลม สามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม ห้าเหลี่ยม หกเหลี่ยม และจำแนกออกมาอีก 12 สี่ คิดเป็นจำนวนชุดข้อมูล 60 ชุด

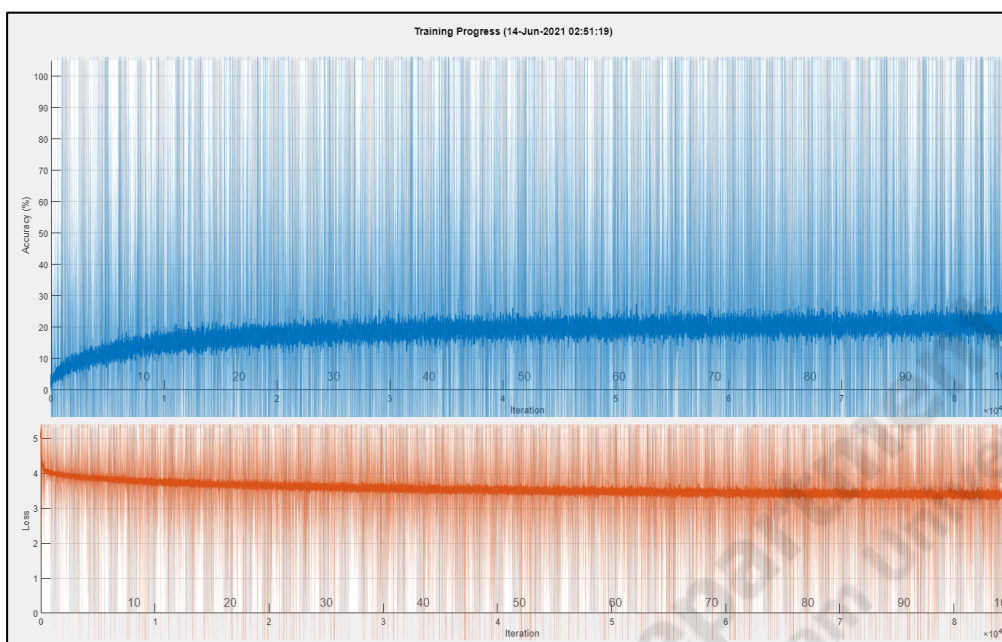
#### 4.1 ผลการทดลอง

##### 4.1.1 การสร้าง Model CNN

การสร้าง Model CNN นี้ ได้ใช้ข้อมูลในการเรียนรู้ทั้งหมด 60,000 ภาพ โดยแบ่งออกเป็น 60 ชุด ชุดละ 1000 ภาพ เป็นข้อมูลในการเรียนรู้ 60% คิดเป็น 6000 ภาพ และข้อมูลในการทดสอบ 40% คิดเป็น 4000 ภาพ รอบที่ใช้ในการเรียนรู้ 300 รอบ จะได้ ค่า Accuracy เท่ากับ 20.78% ดังภาพประกอบที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 รูปแบบของ Model CNN

imageInputLayer
Convolution2DLayer
BatchNormalizationLayer
ReLULayer
MaxPooling2DLayer
Convolution2DLayer
BatchNormalizationLayer
MaxPooling2DLayer
Convolution2DLayer
BatchNormalizationLayer
MaxPooling2DLayer
Convolution2DLayer
BatchNormalizationLayer
FullyConnectedLayer
FullyConnectedLayer
FullyConnectedLayer
SoftmaxLayer
ClassificationOutputLayer



ภาพประกอบที่ 4.1 กราฟแสดงค่า loss และ accuracy ของ model ที่สร้างขึ้น

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงผลการ Training

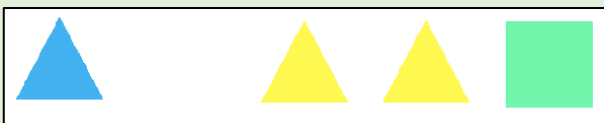





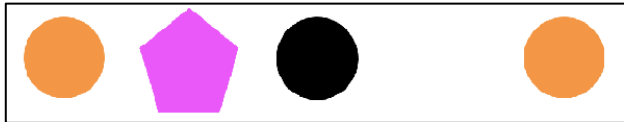






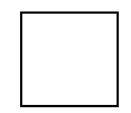




Epoch	Iteration	Time Elapsed (hh:mm:ss)	Mini-batch Accuracy	Mini-batch Loss	Base Learning Rate
1	1	00:00:04	0.78%	5.7815	1.0000e-04
50	13900	00:30:13	7.81%	3.8921	1.0000e-04
100	27850	01:03:52	20.31%	3.6199	1.0000e-04
150	41900	01:41:55	20.31%	3.56182	1.0000e-04
200	55950	02:21:23	20.31%	3.3776	1.0000e-04
250	70000	03:02:27	22.66%	3.3133	1.0000e-04
300	84300	03:53:42	23.44%	3.4733	1.0000e-04

จากตารางที่ 4.2 จะรู้ว่าจำนวนรอบที่ใช้ในการเรียนรู้ 300 รอบ เวลาที่ใช้ในการ Train 3 ชั่วโมง 53 นาที ค่าความแม่นยำ (Accuracy) 23.44% เนื่องจากการทำนายคำตอบมีรูปเรขาคณิตกว่า 60 รูป ทำให้มีความแม่นยำน้อย

#### 4.1.2 การหาคำตอบจากรูปแบบคำถาม

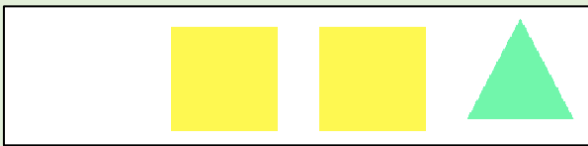

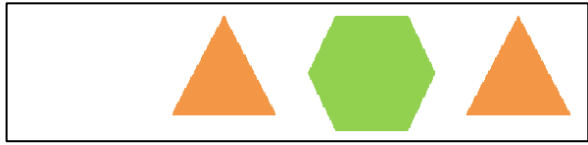


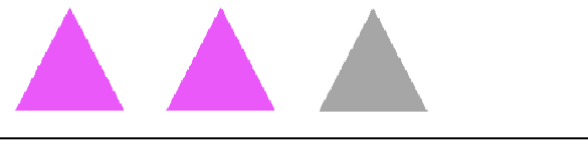







การหาคำตอบจากรูปแบบคำถาม เป็นการทำนายคำตอบ โดยใช้ Model CNN ที่สร้างขึ้น โดยนำภาพส่วนที่ 2 ที่ได้มาจากการจำลอง มาทำการทำนายคำตอบ ตามตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.3 ตัวอย่างคำทำนาย 5 รูป

รูปแบบคำถาม	รูปคำทำนาย	เวลา	คำตอบ	คะแนน
		1.653	ผิด	14.04%
		1.931	ถูก	74.14%
		1.946	ผิด	46.63%
		1.936	ถูก	45.44%
		2.264	ผิด	69.30%
		2.028	ถูก	88.41%
		2.167	ผิด	36.61%
		1.884	ผิด	25.47%
		2.157	ถูก	88.75%



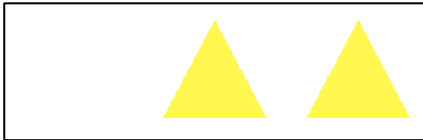







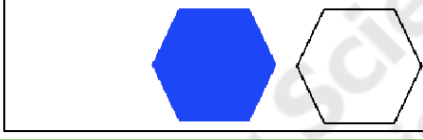
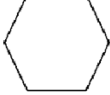





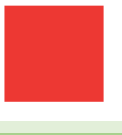
จะเห็นได้ว่าแคปซูลที่มีรูปเรขาคณิต 5 รูป มีจำนวนรอบที่คาดเดาคำตอบถูก 28 รอบ จากจำนวนรอบที่ใช้คาดเดาทั้งหมด 200 รอบ จะเป็นเปอร์เซ็นต์การคาดเดาคำตอบที่ถูกต้องอยู่ 14 % และมีเวลาเฉลี่ยในการตอบอยู่ 0.845 วินาที

ตารางที่ 4.4 ตัวอย่างคำทำนาย 4 รูป

รูปแบบคำถาม	รูปคำทำนาย	เวลา	คำตอบ	คะแนน
		2.485	ผิด	55.80%
		1.647	ถูก	43.86%
		1.674	ผิด	58.06%
		1.965	ผิด	62.92%
		1.712	ผิด	31.15%
		1.859	ผิด	32.26%
		1.693	ผิด	46.37%
		1.680	ผิด	18.08%
		2.157	ถูก	88.75%

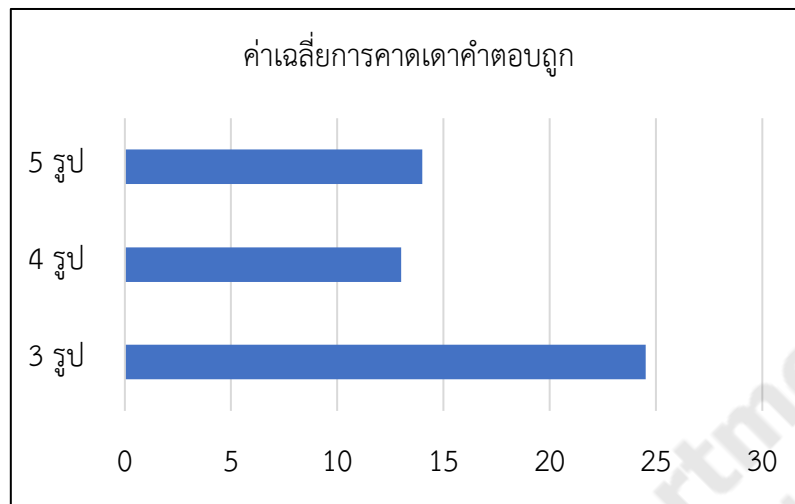
จะเห็นได้ว่าแคปท์ซ่าที่มีรูปเรขาคณิต 4 รูป มีจำนวนรอบที่คาดเดาคำตอบถูก 26 รอบ จากจำนวนรอบที่ใช้คาดเดาทั้งหมด 200 รอบ จะเป็นเปอร์เซ็นต์การคาดเดาคำตอบที่ถูกต้องอยู่ 13 % และมีเวลาเฉลี่ยในการตอบอยู่ 0.864 วินาที

ตารางที่ 4.5 ตัวอย่างคำทำนาย 3 รูป

รูปแบบคำถาม	รูปคำทำนาย	เวลา	คำตอบ	คะแนน
		2.774	ผิด	31.99%
		1.949	ผิด	77.08%
		1.744	ผิด	13.55%
		1.745	ถูก	60.02%
		1.798	ผิด	13.04%
		1.759	ถูก	30.58%
		1.734	ผิด	26.01%
		1.740	ผิด	19.45%
		2.157	ถูก	85.30%

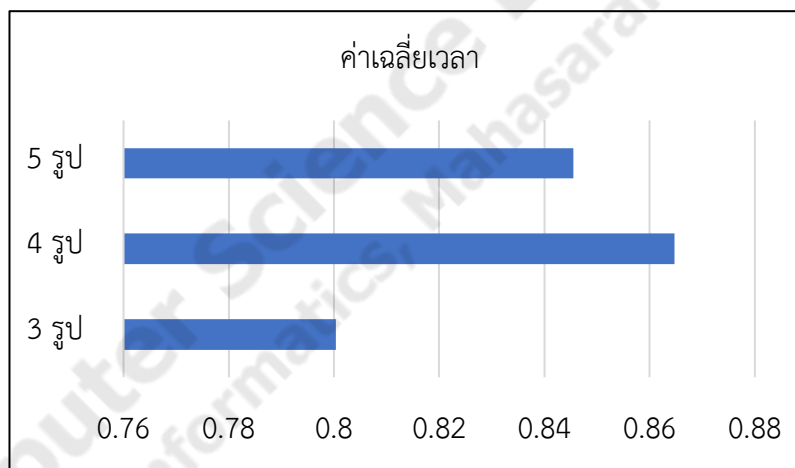
จะเห็นได้ว่าแคปซูลที่มีรูปเรขาคณิต 3 รูป มีจำนวนรอบที่คาดเดาคำตอบถูก 49 รอบ จากจำนวนรอบที่ใช้คาดเดาทั้งหมด 200 รอบ จะเป็นเปอร์เซ็นต์การคาดเดาคำตอบที่ถูกต้องอยู่ 24.5 % และมีเวลาเฉลี่ยในการตอบอยู่ 0.8 วินาที

## 4.2 สรุปผลการทดลอง



ภาพประกอบที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยการคาดเดาคำตอบ

จากภาพประกอบที่ 4.2 จะแสดงได้ว่า แคปต์ที่มีรูป 3 รูป มีโอกาสคาดเดาคำตอบที่ถูกได้มากกว่า แคปต์ที่มีรูป 4 รูป และแคปต์ที่มีรูป 5 รูป ค่าเฉลี่ยการคาดเดาคำตอบถูก ได้มาจาก



ภาพประกอบที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยเวลา

จากภาพประกอบที่ 4.3 จะแสดงได้ว่า แคปต์ที่มีรูป 3 รูป ใช้เวลาในการคาดเดาคำตอบได้น้อยกว่า แคปต์ที่มีรูป 4 รูป และแคปต์ที่มีรูป 5 รูป

จากการทดลองประมวลผลภาพ 60,000 ภาพ พบว่า Model CNN ที่สร้างขึ้น มีค่า Accuracy เท่ากับ 21.07% มีค่าการทำนายรูปเรขาคณิตเป็นร้อยละของการทดลองทั้งหมด เท่ากับ 31.67% และเวลาเฉลี่ยของการทำนายคำตอบทั้งหมด คือ 0.83 วินาที