

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

การวิจัยในหัวข้อเรื่องระบบการรู้จำเครื่องหมายคำตอบแบบปรนัยด้วยข้อมูลจากเครื่องสแกนเนอร์ ได้นำรูปแบบของกระดาษคำตอบจำนวน 4 รูปแบบมาเป็นตัวอย่างสำหรับการวิจัย โดยในแต่ละรูปแบบมีชนิดของเครื่องหมายที่ต่างกัน ซึ่งมีขั้นตอนการทดสอบดังต่อไปนี้

#### 4.1 ขั้นตอนการทดสอบ

ทำการเก็บข้อมูลตัวอย่างลายมือเขียนของเครื่องหมายคำตอบในแต่ละรูปแบบเครื่องหมายจำนวน 4 รูปแบบ ซึ่งประกอบไปด้วย เครื่องหมายวงกลม เครื่องหมายถูก เครื่องหมายกากบาท เครื่องหมายวงกลมทึบ โดยผู้ที่ให้ข้อมูลเป็นบุคคลทั่วไป และในแต่ละตัวอย่างมีรูปแบบเครื่องหมายที่สมบูรณ์และถูกต้องให้ดูก่อนที่จะทำการเขียนเครื่องหมายบนกระดาษเก็บตัวอย่าง เพื่อนำข้อมูลที่ได้อามาวิเคราะห์และเก็บค่าลักษณะสำคัญเป็นพจนานุกรมอ้างอิงเพื่อการรู้จำภาพเครื่องหมายคำตอบ

จากนั้นสร้างกระดาษคำตอบตัวอย่างอีก 4 รูปแบบสำหรับเครื่องหมาย 4 ชนิด เพื่อทำการทดสอบระบบการรู้จำเครื่องหมายคำตอบแบบปรนัยด้วยข้อมูลจากเครื่องสแกนเนอร์ โดยในแต่ละแบบส่งให้ผู้ทดสอบทำเครื่องหมายคำตอบตามคำสั่งที่มีในกระดาษคำตอบ ซึ่งเหมือนจริงกับการตอบคำถามของการสอบทั่วไป วิธีการวัดผลประกอบไปด้วย

1. การวัดผลการรู้จำเครื่องหมายจากกระดาษคำตอบทั้ง 4 รูปแบบ โดยในแต่ละแบบทำจากผู้ทดสอบคนเดียวทั้งหมด
2. การวัดผลการรู้จำเครื่องหมายจากกระดาษคำตอบทั้ง 4 รูปแบบ โดยในแต่ละแบบทำจากผู้ทดสอบหลายคน ทำเครื่องหมายในกระดาษคำตอบเดียวกัน
3. การวัดผลในกรณีภาพเครื่องหมายมีการบิดงอ
4. การวัดผลในกรณีภาพเครื่องหมายที่เขียนด้วยปากกา ซึ่งเป็นสีที่จางกว่าดินสอดำ
5. การวัดผลกรณีการนำกระดาษคำตอบเข้าเครื่องสแกนเนอร์แบบเอียง
6. การทดสอบเพื่อตรวจหาการกลับทิศทางของภาพกระดาษคำตอบ

การวัดผลการทดสอบได้นำเสนอในรูปแบบตารางจำนวนเครื่องหมายที่รู้จำได้ ความถูกต้อง ความผิดพลาด ค่าในรูปแบบร้อยละ และผลรวมทั้งหมด ซึ่งการวัดทำจากผลลัพธ์ที่ได้จากระบบเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ทำกรทดสอบได้ให้ไว้

#### 4.2 ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ข้อมูลตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ประกอบไปด้วย 2 กลุ่ม คือ กลุ่มข้อมูลเพื่อการเรียนรู้ และกลุ่มข้อมูลในการทดสอบ ปริมาณตัวอย่างข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้ค่าตัวเลขทางสถิติ ซึ่งประกอบไปด้วย ค่าความแปรปรวนและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็นเกณฑ์ในการเลือกตัวอย่างข้อมูล โดยเปรียบเทียบค่าทั้ง 2 ในแต่ละกลุ่มข้อมูลที่ได้มาจากการทดสอบว่ามีค่าใกล้เคียง ถือว่าข้อมูลตัวอย่างเพียงพอที่จะวัดความสามารถของระบบได้

ตัวอย่างเครื่องหมายคำตอบที่ใช้ในการเรียนรู้ ได้จากการรวบรวมจากคนทั่วไป 4 คน โดยแต่ละคนให้ข้อมูลลายมือเขียนเครื่องหมายจำนวน 100 เครื่องหมายในแต่ละชนิดรวมเป็น 400 เครื่องหมายต่อ 1 คน รวมทั้งหมด 1600 เครื่องหมาย วิธีการเก็บข้อมูลทำโดยสร้างแบบฟอร์มกระดาษเก็บตัวอย่างข้อมูล โดยมุมบนด้านขวาเป็นส่วนของตัวอย่างเครื่องหมายที่สมบูรณ์ เพื่อให้ผู้ทดสอบดูเป็นตัวอย่างข้อมูลที่รวบรวมมาได้แสดงไว้ใน ภาคผนวก ง. ซึ่งข้อมูลทั้งหมดนำมาคำนวณหาค่าลักษณะสำคัญแบ่งตามชนิดของเครื่องหมายคำตอบแต่ละชนิด ดังต่อไปนี้

**เครื่องหมายกากบาท** ทำการวัดลักษณะสำคัญที่ประกอบไปด้วย

1. จำนวนจุดภาพที่แตกต่างเมื่อเปรียบเทียบตำแหน่งของเส้นทแยงด้านขวาของเครื่องหมายกากบาทกับค่าที่ได้จากการคำนวณและทำให้อยู่ในรูปของค่าร้อยละเพื่อใช้อ้างอิงเป็นค่าชี้แจงของความสมบูรณ์ของภาพเครื่องหมาย
2. จำนวนจุดภาพที่แตกต่างเมื่อเปรียบเทียบตำแหน่งของเส้นทแยงด้านซ้ายของเครื่องหมายกากบาทกับค่าที่ได้จากการคำนวณและทำให้อยู่ในรูปของค่าร้อยละเพื่อใช้อ้างอิงเป็นค่าชี้แจงของความสมบูรณ์ของภาพเครื่องหมาย
3. จำนวนจุดภาพที่เหลือหลังจากเปรียบเทียบตำแหน่งกับเครื่องหมายกากบาทที่ได้จากการคำนวณและมีความหนาของเส้นภาพขนาด 5 จุดภาพและทำให้อยู่ในรูปค่าร้อยละเพื่อใช้อ้างอิงเป็นค่าชี้แจงของความสมบูรณ์ของภาพเครื่องหมาย

**เครื่องหมายถูก** ทำการวัดลักษณะสำคัญที่ประกอบไปด้วย

1. จำนวนจุดภาพที่แตกต่าง เมื่อเปรียบเทียบตำแหน่งของเส้นทแยงด้านขวาของเครื่องหมายถูกกับค่าที่ได้จากการคำนวณและทำให้อยู่ในรูปของค่า ร้อยละเพื่อใช้อ้างอิงเป็นค่าชี้แจงของความสมบูรณ์ของภาพเครื่องหมาย
2. จำนวนจุดภาพที่แตกต่างเมื่อเปรียบเทียบตำแหน่งของเส้นทแยงด้านซ้ายของเครื่องหมายถูกกับค่าที่ได้จากการคำนวณและทำให้อยู่ในรูปของค่าร้อยละเพื่อใช้อ้างอิงเป็นค่าชี้แจงของความสมบูรณ์ของภาพเครื่องหมาย

3. จำนวนจุดภาพที่เหลือหลังจากเปรียบเทียบตำแหน่งกับเครื่องหมายถูกที่ได้จากการคำนวณและมีความหนาของเส้นภาพขนาด 5 จุดภาพและทำให้อยู่ในรูปของคำร้อยละเพื่อใช้อ้างอิงเป็นค่าขีดแบ่งของความสมบูรณ์ของภาพเครื่องหมายวงกลม ทำการวัดลักษณะสำคัญที่ประกอบไปด้วย

1. ค่าระยะความแตกต่างต่ำสุด โดยรวมของจุดภาพของเครื่องหมายวงกลมเทียบกับตำแหน่งของวงกลมที่ได้จากการคำนวณและทำให้อยู่ในรูปของคำร้อยละเพื่อใช้อ้างอิงเป็นค่าขีดแบ่งของความสมบูรณ์ของภาพเครื่องหมาย

2. ค่าอัตราส่วนของพื้นที่ของวงกลมเทียบกับความยาวเส้นรอบวง

3. จำนวนจุดภาพที่เหลือหลังจากเปรียบเทียบตำแหน่งกับเครื่องหมายวงกลมที่ได้จากการคำนวณและมีความหนาของเส้นภาพขนาด 5 จุดภาพและทำให้อยู่ในรูปของคำร้อยละเพื่อใช้อ้างอิงเป็นค่าขีดแบ่งของความสมบูรณ์ของภาพเครื่องหมายวงกลมแบบทึบ ทำการวัดลักษณะสำคัญที่ประกอบไปด้วย

1. ค่าระยะความแตกต่างต่ำสุด โดยรวมของจุดภาพของเครื่องหมายวงกลมเทียบกับตำแหน่งของวงกลมที่ได้จากการคำนวณ

2. ค่าอัตราส่วนของพื้นที่ของวงกลมเทียบกับความยาวเส้นรอบวง

3. จำนวนจุดภาพเฉลี่ยที่เหลือหลังจากการวิเคราะห์แบบการปิดทับด้วยภาพเครื่องหมายวงกลมทึบที่ได้จากการคำนวณ ซึ่งภาพวงกลมแบบทึบนี้ใช้วิธีการคำนวณเพื่อสร้างภาพวงกลมปกติแต่ทำการลดค่ารัศมีลงทีละ 1 จนทำให้ได้ภาพวงกลมทึบ จากนั้นทำให้อยู่ในรูปคำร้อยละเพื่อใช้อ้างอิงค่าขีดแบ่งของความสมบูรณ์ของภาพเครื่องหมาย

ตัวอย่างที่ใช้สำหรับการทดสอบระบบ รูปแบบของกระดาษคำตอบที่ใช้ในการวิจัยจะมีอยู่ 3 ลักษณะ คือ แบบกระดาษคำตอบตัวเลือก กขคง แบบกระดาษคำตอบสอบถามความคิดเห็นโดยระบบวงกลมทึบ และแบบกระดาษคำตอบโดยเลือกทำเครื่องหมายถูกหน้าข้อความ ซึ่งมีภาพตัวอย่างดังรูปที่ 3.27 แสดงตัวอย่างแบบกากบาทในกระดาษคำตอบตัวเลือก กขคง รูปที่ 3.28 แสดงตัวอย่างแบบเครื่องหมายถูกหน้าข้อความ รูปที่ 3.29 แสดงตัวอย่างแบบเครื่องหมายวงกลมล้อมรอบอักษรตัวเลือกคำตอบ และรูปที่ 3.30 แสดงตัวอย่างแบบกระดาษคำตอบสอบถามความคิดเห็นวงกลมทึบตามลำดับ โดยข้อมูลทั้งหมดทำการรวบรวมจากผู้ทำการทดสอบ 5 คน มีจำนวนเครื่องหมายที่ทำการทดสอบทั้งสิ้น 3250 เครื่องหมายตามรายละเอียดในหัวข้อ 4.3.2

การจัดสภาวะและรูปแบบในการให้ข้อมูลทดสอบที่เป็นภาพลายมือเขียนเครื่องหมายคำตอบ เพื่อให้เหมาะสมและครอบคลุมเงื่อนไขที่ได้ออกแบบไว้ในการวิจัยพัฒนาระบบ ซึ่งประกอบไปด้วย 4 ลักษณะ กล่าวคือ

1. การทดสอบเหมือนสภาวะการทำเครื่องหมายในการสอบจริง โดยให้ผู้ทำการทดสอบแต่ละคนทำเครื่องหมายในกระดาษคำตอบซึ่งรูปแบบเครื่องหมาย ประกอบด้วย เครื่องหมายกากบาท เครื่องหมายถูก เครื่องหมายวงกลม และเครื่องหมายวงกลมทึบ จนครบตามคำสั่งและจำนวนข้อ
2. การทดสอบการแปรปรวนของการทำเครื่องหมายกระทำโดย ให้ผู้ทดสอบทำเครื่องหมายในกระดาษคำตอบแผ่นเดียวกัน ทั้งนี้เพื่อลดปริมาณข้อมูลที่จะต้องนำมาทดสอบระบบ
3. การทดสอบในด้านการขีด ขำ ยกเลิกคำตอบ ทำโดยให้ผู้ทำการทดสอบหลายคนเขียนเครื่องหมายที่มีการยกเลิก ขีด ขำ ในกระดาษคำตอบแผ่นเดียวกัน เพื่อความหลากหลายของรูปแบบเครื่องหมาย
4. การทดสอบการรู้ค่าเครื่องหมายคำตอบจากการที่ทำเครื่องหมายด้วยปากกาที่มีสีจางมี การทำเช่นเดียวกันกับข้อ 3 แต่ให้ผู้ทำการทดสอบ เลือกปากกาอื่น ๆ ที่ไม่ใช่สีดามาใช้ในการทำเครื่องหมายคำตอบ ในแต่ละลักษณะของกระดาษคำตอบ
5. การทดสอบการเอียง ทำโดยวางภาพกระดาษคำตอบในเครื่องสแกนเนอร์เอียงและทำการอ่านข้อมูลเพื่อนำข้อมูลภาพที่เอียงไปทำการทดสอบระบบ

#### 4.3 ผลการวิจัย

##### 4.3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

###### 4.3.1.1 เครื่องสแกนเนอร์รุ่น HP DESK JET C

สำหรับใช้ในการนำข้อมูลภาพเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์โดยอ่านข้อมูลที่ละ 1 หน้ากระดาษคำตอบ และเก็บไว้ในแฟ้มข้อมูลเพื่อเตรียมนำไปสู่ขั้นตอนการรู้จำภาพเครื่องหมายคำตอบ เครื่องสแกนเนอร์ที่ใช้จะมีระบบโปรแกรมสนับสนุนชื่อ HP DESK SCAN ในการควบคุมและสั่งงานการอ่านข้อมูลภาพ

###### 4.3.1.2 เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมและจัดการเกี่ยวกับการทำงานและประมวลผลของระบบการรู้จำเครื่องหมายคำตอบแบบปรนัยด้วยข้อมูลจากเครื่องสแกนเนอร์ทั้งหมด รวมถึงการควบคุมและรับข้อมูลจากเครื่องสแกนเนอร์มาบันทึกไว้ในหน่วยความจำเพื่อการวิเคราะห์ ซึ่งการค้นคว้า

และวิจัยครั้งนี้ได้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ รุ่น 486DX4 100 ขนาดหน่วยความจำ 8 MB ในการทำการทดสอบและประเมินผล

#### 4.3.2 จำนวนภาพเครื่องหมายที่ใช้ในการวิจัย

จำนวนภาพเครื่องหมายที่นำมาใช้เพื่อการเก็บข้อมูลลักษณะสำคัญ และนำมาเป็นค่าอ้างอิงในพจนานุกรม มีจำนวนเครื่องหมายตามรายละเอียด ดังตารางที่ 4.1 ซึ่งข้อมูลทั้งหมดได้มาจากผู้ทดสอบ 4 คน โดยมีภาพเครื่องหมายตัวอย่างที่ได้ทำการรวบรวมมาในภาคผนวก ง.

ตารางที่ 4.1 แสดงจำนวนเครื่องหมายตัวอย่างที่ใช้ในการเรียนรู้

ชนิดของเครื่องหมาย	จำนวน
เครื่องหมายกากบาท	400
เครื่องหมายถูก	400
เครื่องหมายวงกลม	400
เครื่องหมายวงกลมทึบ	400
รวม	1600

#### 4.3.3 ค่าลักษณะสำคัญที่วัดได้จากข้อมูลตัวอย่าง

ในการเก็บข้อมูลตัวอย่างเพื่อมาเรียนรู้และเก็บเป็นข้อมูลอ้างอิงสามารถวัดค่าลักษณะสำคัญของเครื่องหมายคำตอบชนิดต่าง ๆ ดังที่แสดงค่าในตารางที่ 4.3 4.4 4.5 และ 4.6 โดยในแต่ละตารางจะมีการอธิบายความหมายและรายละเอียดของข้อมูลในแต่ละสคริปต์

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าลักษณะสำคัญของเครื่องหมายกากบาท

ชุดที่ของข้อมูลตัวอย่างของ เครื่องหมายกากบาท	จำนวน	ลักษณะสำคัญ ที่ 1	ลักษณะสำคัญ ที่ 2	ลักษณะสำคัญ ที่ 3
1	100	80.79%	85.22%	4.31%
2	100	87.78%	84.37%	5.12%
3	100	92.58%	95.64%	6.00%
4	100	93.23%	89.02%	1.55%
ค่าเฉลี่ย		88.59%	88.56%	4.24%

ความหมายของข้อมูลในแต่ละสดมภ์

- ชุดที่ของข้อมูลตัวอย่างของเครื่องหมายกากบาทคือ หมายเลขของชุดข้อมูลที่ได้ทำการเก็บรวบรวมมาจากแต่ละคนที่ทำการให้ข้อมูล
- จำนวนคือ จำนวนตัวอย่างเครื่องหมายที่ทำการรวบรวม
- ลักษณะสำคัญที่ 1 คือ จำนวนจุดภาพที่แตกต่างเมื่อเปรียบเทียบตำแหน่งที่ได้จากการคำนวณกับตำแหน่งจุดภาพของเส้นทแยงด้านขวาของเครื่องหมายกากบาทและทำให้ค่าตัวเลขอยู่ในรูปค่าร้อยละเพื่อใช้อ้างอิงเป็นขีดแบ่งความสมบูรณ์ของเครื่องหมาย
- ลักษณะสำคัญที่ 2 คือ จำนวนจุดภาพที่แตกต่างเมื่อเปรียบเทียบตำแหน่งที่ได้จากการคำนวณกับตำแหน่งจุดภาพของเส้นทแยงด้านซ้ายของเครื่องหมายกากบาทและทำให้ค่าตัวเลขอยู่ในรูปค่าร้อยละเพื่อใช้อ้างอิงเป็นขีดแบ่งความสมบูรณ์ของเครื่องหมาย
- ลักษณะสำคัญที่ 3 คือ จำนวนจุดภาพเฉลี่ยที่เหลือหลังจากเปรียบเทียบตำแหน่งกับเครื่องหมายกากบาทที่ได้จากการคำนวณที่มีความหนาของเส้นภาพขนาด 5 จุดภาพและทำให้อยู่ในรูปของค่าร้อยละเพื่อใช้อ้างอิงเป็นขีดแบ่งความสมบูรณ์ของเครื่องหมาย

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าลักษณะสำคัญของเครื่องหมายถูก

ชุดที่ของข้อมูลตัวอย่าง ของเครื่องหมายถูก	จำนวน	ลักษณะสำคัญ ที่ 1	ลักษณะสำคัญ ที่ 2	ลักษณะสำคัญ ที่ 3
1	100	83.33%	92.88%	0.76%
2	100	85.71%	77.78%	4.84%
3	100	80.00%	88.24%	1.96%
4	100	90.91%	86.67%	5.83%
ค่าเฉลี่ย		84.98%	86.39%	3.34%

ความหมายของข้อมูลในแต่ละสดมภ์

- ชุดที่ของข้อมูลตัวอย่างของเครื่องหมายถูกคือ หมายเลขของชุดข้อมูลที่ได้ทำการเก็บรวบรวมมาจากแต่ละคนที่ทำการให้ข้อมูล
- จำนวนคือ จำนวนตัวอย่างเครื่องหมายที่ทำการรวบรวม
- ลักษณะสำคัญที่ 1 คือ จำนวนจุดภาพที่แตกต่าง เมื่อเปรียบเทียบตำแหน่งของเส้นทแยงด้าน

ขาวของเครื่องหมายถูกกับค่าที่ได้จากการคำนวณและทำให้อยู่ในรูปค่าร้อยละเพื่อใช้อ้างอิงเป็นขีดแบ่งความสมบูรณ์ของเครื่องหมาย

- ลักษณะสำคัญที่ 2 คือ จำนวนจุดภาพที่แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบตำแหน่งของเส้นทแยงด้านซ้ายของเครื่องหมายถูกกับค่าที่ได้จากการคำนวณและทำให้อยู่ในรูปค่าร้อยละเพื่อใช้อ้างอิงเป็นขีดแบ่งความสมบูรณ์ของเครื่องหมาย
- ลักษณะสำคัญที่ 3 คือ จำนวนจุดภาพที่เหลือหลังจากเปรียบเทียบตำแหน่งกับเครื่องหมายถูกที่ได้จากการคำนวณที่มีความหนาของเส้นภาพขนาด 5 จุดภาพและทำให้อยู่ในรูปของค่าร้อยละเพื่อใช้อ้างอิงเป็นค่าขีดแบ่ง

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าลักษณะสำคัญของเครื่องหมายวงกลม

ชุดที่ของข้อมูลตัวอย่างของเครื่องหมายวงกลม	จำนวน	ลักษณะสำคัญที่ 1	ลักษณะสำคัญที่ 2	ลักษณะสำคัญที่ 3	ลักษณะสำคัญที่ 4
1	100	30	0.99	1.20	4.28%
2	100	25	0.96	1.05	7.14%
3	100	17	0.98	1.06	5.61%
4	100	27	0.98	1.01	5.49%
ค่าเฉลี่ย		24.75	0.97	1.08	5.63%

#### ความหมายของข้อมูลในแต่ละสดมภ์

- ชุดที่ของข้อมูลตัวอย่างของเครื่องหมายวงกลมคือ หมายเลขของชุดข้อมูลที่ได้ทำการเก็บรวบรวมมาจากแต่ละคนที่ทำการให้ข้อมูล
- จำนวนคือ จำนวนตัวอย่างเครื่องหมายที่ทำการรวบรวม
- ลักษณะสำคัญที่ 1 คือ ค่าระยะความแตกต่างต่ำสุดโดยรวมของจุดภาพของเครื่องหมายวงกลมเปรียบเทียบกับตำแหน่งของวงกลมที่ได้จากการคำนวณและทำให้อยู่ในรูปค่าร้อยละเพื่อใช้อ้างอิงเป็นค่าขีดแบ่ง
- ลักษณะสำคัญที่ 2 คือ ค่าอัตราส่วนของพื้นที่ของวงกลมเปรียบเทียบกับความยาวเส้นรอบวงในด้านที่มีค่าต่ำกว่า 1
- ลักษณะสำคัญที่ 3 คือ ค่าอัตราส่วนของพื้นที่ของวงกลมเปรียบเทียบกับความยาวเส้นรอบวงในด้านที่มีค่าสูงกว่า 1

- ลักษณะสำคัญที่ 4 คือ จำนวนจุดภาพเฉลี่ยที่เหลือหลังจากเปรียบเทียบตำแหน่งกับเครื่องหมายวงกลมที่ได้จากการคำนวณและมีความหนาของเส้นภาพขนาด 5 จุดภาพและทำให้อยู่ในรูปค่าร้อยละเพื่อใช้อ้างอิงเป็นค่าชี้แจง

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าลักษณะสำคัญของเครื่องหมายวงกลมทึบ

ชุดที่ของข้อมูลตัวอย่างของเครื่องหมายวงกลมทึบ	จำนวน	ลักษณะสำคัญที่ 1	ลักษณะสำคัญที่ 2	ลักษณะสำคัญที่ 3	ลักษณะสำคัญที่ 4
1	100	14	0.88	1.03	6.63%
2	100	25	0.97	1.03	3.13%
3	100	18	0.99	1.00	6.66%
4	100	20	0.86	1.01	7.14%
ค่าเฉลี่ย		19.25	0.92	1.01	5.89

#### ความหมายของข้อมูลในแต่ละสดมภ์

- ชุดที่ของข้อมูลตัวอย่างของเครื่องหมายวงกลมทึบคือ หมายเลขของชุดข้อมูลที่ได้ทำการเก็บรวบรวมมาจากแต่ละคนที่ทำการให้ข้อมูล
- จำนวนคือ จำนวนตัวอย่างเครื่องหมายที่ทำการรวบรวม
- ลักษณะสำคัญที่ 1 คือ ค่าระยะความแตกต่างต่ำสุดโดยรวมของจุดภาพของเครื่องหมายวงกลมเปรียบเทียบกับตำแหน่งของวงกลมที่ได้จากการคำนวณ
- ลักษณะสำคัญที่ 2 คือ ค่าอัตราส่วนของพื้นที่ของวงกลมเปรียบเทียบกับความยาวเส้นรอบวงในด้านที่มีค่าต่ำกว่า 1
- ลักษณะสำคัญที่ 3 คือ ค่าอัตราส่วนของพื้นที่ของวงกลมเปรียบเทียบกับความยาวเส้นรอบวงในด้านที่มีค่าสูงกว่า 1
- ลักษณะสำคัญที่ 4 คือ จำนวนจุดภาพเฉลี่ยที่เหลือหลังจากการวิเคราะห์แบบการปิดทับด้วยภาพเครื่องหมายวงกลมทึบที่ได้จากการคำนวณ ซึ่งภาพวงกลมแบบทึบนี้ใช้วิธีการคำนวณเพื่อสร้างภาพวงกลมปกติแต่ทำการลดค่ารัศมีลงทีละ 1 จนทำให้ได้ภาพวงกลมทึบ จากนั้นทำให้อยู่ในรูปค่าร้อยละเพื่อใช้อ้างอิงเป็นค่าช่วงการยอมรับ

การใช้ข้อมูลภาพเครื่องหมายตัวอย่างเพื่อทำการทดสอบระบบการรู้จำเครื่องหมายคำตอบแบบปรนัยด้วยข้อมูลจากเครื่องสแกนเนอร์มีรายละเอียดจำนวนภาพเครื่องหมายต่าง ๆ ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 แสดงจำนวนเครื่องหมายตัวอย่างที่ใช้ทดสอบผลการวิจัย

ลักษณะของเครื่องหมาย คำตอบที่ทำการทดสอบ	จำนวนเครื่องหมายคำตอบแบ่งตามชนิดของเครื่องหมาย			
	กากบาท	ถูก	วงกลม	วงกลมทึบ
เขียนโดยแต่ละคน	500	91	500	125
เขียนรวมภายในกระดาษตอบเดียวกัน	100	10	100	25
เขียนแล้วมีการขีดฆ่า	100	20	50	25
เขียนโดยปากกาซึ่งมีสีจางกว่าดินสอ	100	21	100	25
มีการนำเข้าแบบเอียง	100	25	100	25
รวม	900	167	850	225

#### 4.3.4 ผลการรู้จำภาพเครื่องหมาย

ในการทำวิจัยสามารถได้ผลการรู้จำภาพเครื่องหมายคำตอบในแบบต่าง ๆ ได้เป็นค่าจำนวนที่ทำการรู้จำได้ ดังตารางที่ 4.7 แสดงผลการรู้จำภาพเครื่องหมายคำตอบแบบกากบาท ตารางที่ 4.8 แสดงผลการรู้จำภาพเครื่องหมายคำตอบแบบเครื่องหมายถูก ตารางที่ 4.9 แสดงผลการรู้จำภาพเครื่องหมายคำตอบแบบเครื่องหมายวงกลมล้อมรอบอักษรตัวเลือกคำตอบ ตารางที่ 4.10 แสดงผลการรู้จำภาพเครื่องหมายคำตอบแบบเครื่องหมายวงกลมทึบ และตารางที่ 4.11 ซึ่งเป็นผลการรู้จำแบบเฉลี่ยทั้งระบบในรูปแบบร้อยละ

ตารางที่ 4.7 แสดงผลการรู้จำภาพเครื่องหมายคำตอบแบบกากบาท

ลักษณะของเครื่องหมาย คำตอบที่ทำการทดสอบ	จำนวน เครื่องหมาย ที่ทดสอบ	จำนวนที่ทำ การรู้จำได้	จำนวนที่ทำ การรู้จำ ผิดพลาด	ผลการรู้จำ รูปแบบร้อยละ
เขียนโดยผู้ทดสอบคนที่ 1	100	100	0	100%
เขียนโดยผู้ทดสอบคนที่ 2	100	98	2	98%
เขียนโดยผู้ทดสอบคนที่ 3	100	99	1	99%
เขียนโดยผู้ทดสอบคนที่ 4	100	99	1	99%
เขียนโดยผู้ทดสอบคนที่ 5	100	97	3	97%
เขียนรวมภายในกระดาษตอบเดียวกัน	100	98	2	98%
เขียนแล้วมีการขีดฆ่า	100	90	10	90%
เขียนโดยปากกาซึ่งมีสีจางกว่าดินสอ	100	97	3	97%
มีการนำเข้าแบบเอียง	100	99	1	99%
รวม	900	877	23	97.44%

ตารางที่ 4.8 แสดงผลการรู้จำภาพเครื่องหมายคำตอบแบบเครื่องหมายถูก

ลักษณะของเครื่องหมาย คำตอบที่ทำการทดสอบ	จำนวน เครื่องหมาย ที่ทดสอบ	จำนวนที่ทำ การรู้จำได้	จำนวนที่ทำ การรู้จำ ผิดพลาด	ผลการรู้จำ รูปแบบร้อยละ
เขียนโดยผู้ทดสอบคนที่ 1	25	25	0	100%
เขียนโดยผู้ทดสอบคนที่ 2	16	16	0	100%
เขียนโดยผู้ทดสอบคนที่ 3	12	4	8	33.33%
เขียนโดยผู้ทดสอบคนที่ 4	13	11	2	84.61%
เขียนโดยผู้ทดสอบคนที่ 5	25	25	0	100%
เขียนรวมภายในกระดาษตอบเดียวกัน	10	9	1	90.00%
เขียนแล้วมีการขีดฆ่า	20	16	4	80.00%
เขียนโดยปากกาซึ่งมีสีจางกว่าดินสอ	21	19	2	90.47%
มีการนำเข้าแบบเอียง	25	24	1	96.00%
รวม	167	149	18	89.22%

ตารางที่ 4.9 แสดงผลการรู้จำภาพเครื่องหมายคำตอบแบบเครื่องหมายวงกลม

ลักษณะของเครื่องหมาย คำตอบที่ทำการทดสอบ	จำนวน เครื่องหมาย ที่ทดสอบ	จำนวนที่ทำ การรู้จำได้	จำนวนที่ทำ การรู้จำ ผิดพลาด	ผลการรู้จำใจ รูปแบบร้อยละ
เขียนโดยผู้ทดสอบคนที่ 1	100	92	8	92%
เขียนโดยผู้ทดสอบคนที่ 2	100	96	4	96%
เขียนโดยผู้ทดสอบคนที่ 3	100	98	2	98%
เขียนโดยผู้ทดสอบคนที่ 4	100	97	3	97%
เขียนโดยผู้ทดสอบคนที่ 5	100	99	1	99%
เขียนรวมภายในกระดาษตอบเดียวกัน	100	92	8	92%
เขียนแล้วมีการขีดฆ่า	50	40	10	80%
เขียนโดยปากกาซึ่งมีสีจางกว่าดินสอ	100	84	16	84%
มีการนำเข้าแบบเอียง	100	95	5	95%
รวม	850	793	57	93.29%

ตารางที่ 4.10 แสดงผลการรู้จำภาพเครื่องหมายคำตอบแบบเครื่องหมายวงกลมทึบ

ลักษณะของเครื่องหมาย คำตอบที่ทำการทดสอบ	จำนวน เครื่องหมาย ที่ทดสอบ	จำนวนที่ทำ การรู้จำได้	จำนวนที่ทำ การรู้จำ ผิดพลาด	ผลการรู้จำใจ รูปแบบร้อยละ
เขียนโดยผู้ทดสอบคนที่ 1	25	25	0	100%
เขียนโดยผู้ทดสอบคนที่ 2	25	25	0	100%
เขียนโดยผู้ทดสอบคนที่ 3	25	25	0	100%
เขียนโดยผู้ทดสอบคนที่ 4	25	25	0	100%
เขียนโดยผู้ทดสอบคนที่ 5	25	25	0	100%
เขียนรวมภายในกระดาษตอบเดียวกัน	25	25	0	100%
เขียนแล้วมีการขีดฆ่า	25	23	2	92%
เขียนโดยปากกาซึ่งมีสีจางกว่าดินสอ	25	25	0	100%
มีการนำเข้าแบบเอียง	25	25	0	100%
รวม	225	223	2	99.11%

ตารางที่ 4.11 แสดงผลสรุปการรู้จำภาพเครื่องหมายในรูปแบบอัตราร้อยละ

รูปแบบเครื่องหมาย	ผลของการรู้จำภาพเครื่องหมายแบบร้อยละ	
	ถูกต้อง	ผิดพลาด
เครื่องหมายกากบาท	97.44%	2.56%
เครื่องหมายถูก	89.22%	10.78%
เครื่องหมายวงกลมรอบตัวเลือก	93.29%	6.71%
เครื่องหมายวงกลมทึบ	99.11%	0.89%
จำนวนผลร้อยละ เฉลี่ย	95.33%	4.67%

#### 4.4 วิเคราะห์ผลการวิจัย

จากการวิจัยที่ได้ทำมาทั้งหมด โดยใช้เทคนิคต่างๆที่ได้กล่าวไปในข้างต้นแล้วนั้นผลของการวิจัยที่ได้มีความถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 95.33 และมีความผิดพลาดอยู่ร้อยละ 4.67 ในผลการผิดพลาดนี้ส่วนใหญ่เกิดจากการรู้จำภาพเครื่องหมายถูก ทั้งนี้เหตุผลในการผิดพลาดเกิดจากสาเหตุหลักอยู่ 3 ประการ กล่าวคือ ประการแรกรูปแบบภาพเครื่องหมายคำตอบนั้นมีการเขียนแบบหวัดซึ่งมีลักษณะปลายเรียวและโค้งทำให้ระบบทำการวิเคราะห์ผิดพลาด อันเนื่องมาจากในการวิจัยนี้วิธีการที่นำมาคำนวณเพื่อเปรียบเทียบตำแหน่งจุดภาพของเครื่องหมายถูกนั้นเป็นแบบการวิเคราะห์เส้นตรง และประการที่สองเนื่องจากขนาดของภาพเครื่องหมายค่อนข้างเล็กทำให้ผลการวัดความแตกต่างได้ค่าที่ไม่ละเอียดเพียงพอจึงทำให้เกิดค่าช่วงความผิดพลาดเท่ากับค่าช่วงยอมรับได้ที่กำหนดไว้ ประการที่สามมีสาเหตุมาจาก การทำเครื่องหมายที่เกินเลยไปเชื่อมต่อกับเครื่องหมายหรืออักษรตัวเลือกที่อยู่รอบข้างทำให้เกิดการวิเคราะห์แบบรวมกันและได้ผลลัพธ์ที่ผิดพลาด

ผลการทดสอบการรู้จำภาพเครื่องหมายคำตอบแบบเครื่องหมายกากบาทโดยทั่วไประบบสามารถทำการรู้จำได้ร้อยละ 97.44 ซึ่งมีความผิดพลาดในกรณีที่มีการขีดฆ่าเครื่องหมายเพื่อยกเลิกแต่ระบบยังให้ผลว่าเป็นเครื่องหมายที่สมบูรณ์ทั้งนี้ เนื่องจากค่าส่วนแตกต่างที่วัดได้นั้นอยู่ในช่วงค่ายอมรับได้

ผลการทดสอบการรู้จำภาพเครื่องหมายคำตอบแบบเครื่องหมายถูกมีผลลัพธ์ของการรู้จำได้ต่ำ ที่ตัวอย่างข้อมูลที่ทำโดยผู้ทดสอบคนที่ 3 ทั้งนี้เนื่องจากผู้ทดสอบได้ทำเครื่องหมายแบบหวัด ซึ่ง

ผลการวิเคราะห์ที่วัดได้คือ จำนวนตัวอย่าง 12 เครื่องหมายระบบที่ทำการวิจัยนี้สามารถรู้จำได้เพียง 4 เครื่องหมาย

ผลการทดสอบการรู้จำภาพเครื่องหมายคำตอบแบบเครื่องหมายวงกลมล้อมรอบอักษรตัวเลือกคำตอบยังพบข้อผิดพลาดที่กรณีมีการขีดฆ่าเพื่อยกเลิกซึ่งเป็นกรณีเดียวกันกับเครื่องหมายกากบาท โดยที่จำนวนที่ใช้ทดสอบความผิดพลาด 50 ตัวอย่างระบบสามารถวิเคราะห์ได้ถูกต้อง 40 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 20

ผลการทดสอบการรู้จำภาพเครื่องหมายคำตอบแบบเครื่องหมายวงกลมทึบเป็นเครื่องหมายที่มีความถูกต้องในการรู้จำสูงสุดในการวิจัยครั้งนี้ ส่วนหนึ่งที่ทำให้ได้ผลลัพธ์สูงเนื่องมาจากการออกแบบกระดาษคำตอบ โดยที่กระดาษคำตอบมีแนวกรอบให้กับผู้ทำเครื่องหมายได้รู้ขอบเขตในการระบายเครื่องหมายวงกลมทึบ และรูปเครื่องหมายมีขนาดค่อนข้างใหญ่จึงมีข้อผิดพลาดน้อย แต่ข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นยังเป็นกรณีเดียวกับเครื่องหมายชนิดอื่น คือในบางขนาดของเครื่องหมายวงกลมทึบวิธีการสร้างภาพเครื่องหมายจากการคำนวณไม่สามารถสร้างภาพเครื่องหมายที่สมบูรณ์ที่สุดได้และมีค่าผิดพลาดในด้านตำแหน่งของจุดภาพอยู่ทำให้มีผลต่อความถูกต้องในการรู้จำ

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย