



บทที่ 5

การทดลองระบบจดจำที่พัฒนาขึ้น

5.1 บทนำ

ในบทนี้จะได้กล่าวถึงขั้นตอนและวิธีการในการทดลองระบบจดจำที่สร้างขึ้น โดยจะทำการทดลองกับตัวเลขอารบิกตัวพิมพ์ และตัวเลขอารบิกลายมือ เขียนเพื่อหาเปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง ซึ่งจะได้กล่าววิธีการเก็บตัวอย่าง ขั้นตอนการใช้งานโปรแกรม พร้อมทั้งชี้แจงปัญหาที่เกิดขึ้น รวมทั้งการแก้ไข

5.2 วิธีการเก็บตัวอย่าง

ในการเก็บตัวอย่างตัวเลขอารบิกจะแบ่งข้อมูลได้เป็น 2 ชุด

1. ตัวเลขอารบิกตัวพิมพ์ติด ทาได้จากการสุ่มตัวเลขจากเครื่องพิมพ์ดีด ซึ่งในวิทยานิพนธ์นี้ได้เก็บตัวอย่างจากเครื่องพิมพ์ดีดมีรายการดังนี้

- ตัวเลขอารบิกจากหัวพิมพ์ เครื่อง IBM 5 แบบ
- ตัวเลขอารบิกจากหัวพิมพ์ เครื่อง OLYMPIA 3 แบบ
- ตัวเลขอารบิกจากพิมพ์ดีด เครื่อง OLIVETTI 1 แบบ

แบบตัวพิมพ์ที่กล่าวมาแสดงอยู่ในรูปที่ 5.1

IBM 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
IBM 2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
IBM 3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
IBM 4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
IBM 5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
OLYMPIA 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
OLYMPIA 2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
OLYMPIA 3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
OLIVETTI 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0

รูปที่ 5.1 แสดงแบบตัวพิมพ์เลขอารบิกที่ใช้ในการทดสอบ

2. ตัวเลขอารบิกลายมือเขียน โดยทำการสร้างแบบฟอร์มในการเขียนตัวเลข ซึ่งมีแบบฟอร์มดังแสดงในรูปที่ 5.2 โดยให้มีการบังคับเขียนอยู่ภายในกรอบ และใช้ปากกาเมจิกสีน้ำเงิน HORSE marking PEN.M -30 เพื่อให้เส้นตัวเลขมีขนาดใหญ่พอในการอ่านด้วย OCR ที่สร้าง ในการเขียนจะบังคับให้เขียนในลักษณะแบบตัวพิมพ์ดังแสดงเหนือกรอบชุด A ในรูปที่ 5.2 ในการสุ่มข้อมูลจะให้คนไทยทั้งเด็กและผู้ใหญ่ ผู้หญิงและผู้ชายเขียนประมาณ 100 คน ซึ่งจะประกอบด้วยคนอายุต่าง ๆ ดังนี้

- อายุน้อยกว่า 12 ปี มี 30 คน
- อายุอยู่ระหว่าง 12 ปี ถึง 30 ปี มี 50 คน
- อายุมากกว่า 30 ปี ประมาณ 20 คน

การเลือกใช้ข้อมูลจะเลือกจากชุดใดชุดหนึ่งจาก A และ B บนแบบฟอร์ม

เลขที่ _____

ชื่อ ป:บุร ไร่หวัด ไร่หวัด อายุ 37 ปี เพศ ชาย

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

0 1 2 3 4

ชุด A

5 6 7 8 9

0 1 2 3 4

ชุด B

5 6 7 8 9

รูปที่ 5.2 แสดงแบบฟอร์มในการทดสอบการจำแนกตัวเลขลายมือเขียน



5.3 ขั้นตอนการใช้โปรแกรม

โปรแกรมที่เขียนขึ้นจะแบ่งออกเป็น 3 โปรแกรมย่อยได้แก่

- MAIN.OBJ
- PREP.OBJ
- REC.OBJ

การทำงานของโปรแกรมย่อยจะถูกเรียกมาทำงานแบบ overlay ที่ละโปรแกรม เมื่อขบวนการจำแนกสิ้นสุด โปรแกรม MAIN.OBJ จะถูกเรียกวนกลับมาใหม่พร้อมที่จะประมวลตัวเลขตัวต่อไป การทดลองอ่านตัวเลขสามารถเขียนเป็นขั้นตอนได้ดังจะกล่าวรายละเอียดตามหัวข้อต่อไปนี้

5.3.1 การติดตั้งอินเตอร์เฟสบอร์ด

เริ่มต้นก่อนเปิดเครื่องจะทำการเสียบอินเตอร์เฟสบอร์ดลงในสล็อตของเครื่องไมโคร APPLE II ให้จำตำแหน่งสล็อตที่เสียบด้วย จากนั้นทำการต่อขั้วสัญญาณอินพุตของอินเตอร์เฟสบอร์ดกับขั้วสัญญาณวิดีโอของกล่องวิติคอน ซึ่งที่จุดต่อจะเสียบกับอินพุตมอนิเตอร์ด้วย ดังแสดงการต่อในรูปที่ 3.6 จากนั้นให้ทำการเปิดเครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมกับเปิดสวิทช์กล่องวิติคอน รอเป็นเวลา 1 นาที เพื่ออุ่นหลอดภาพกล่องวิติคอนก่อนใช้งาน หลังจากนั้น จึงจะเริ่มการทำงานโดยในจอภาพ

จะมีการถามให้เติมตัวเลขตำแหน่งสล็อตที่เสียบอินเทอร์เฟซบอร์ดหลังจากนั้นจะแสดงโมดคีย์ควบคุมดังแสดงในรูปที่ 5.3

```

JRUN
INPUT THE SLOT NUMBER 3

```

CONTROL KEY:

```

(F) FREEZE
(L) LOAD IMAGE
(S) SAVE IMAGE
(P) PRINT IMAGE
(R) RECOGNITION
(Q) QUIT

```

รูปที่ 5.3 แสดงโมดคีย์ควบคุม

5.3.2 คีย์ควบคุมการทำงาน

จากรูปที่ 5.3 คีย์ต่าง ๆ มีหน้าที่ดังนี้

- (F) FREEZE ทำการหยุดภาพที่อ่านจากกล้องให้ค้างข้อมูลอยู่บนจอ
- (L) LOAD IMAGE ทำการโหลดไฟล์ข้อมูล RAW DATA จากแผ่นดิสก์
- (S) SAVE IMAGE สั่งบันทึกไฟล์ข้อมูล RAW DATA ลงในแผ่นดิสก์
- (P) PRINT IMAGE สั่งพิมพ์ภาพตัวเลขที่อ่านจากกล้องออกใน โมดกราฟิก

- (R) RECOGNITION จะทำการประมวลผลจำแนกตัวเลข โดยไหลดโปรแกรม PREP.OBJ ตามด้วย REC.OBJ มาประมวลข้อมูลให้ผลพิมพ์ออกทางจอว่าจำแนกเป็นตัวเลขอะไร
- (Q) QUIT สั่งเลิกการทำงานของโปรแกรม

5.3.3 การป้อนข้อมูลภาพตัวเลข

ทำการวางกระดาษที่มีตัวเลขต้องการอ่านลงบนฐานคิดกลิ้งหลังจากนั้นขยับตำแหน่งกระดาษจนกว่าภาพตัวเลขปรากฏชัดขอบจอด้านซ้าย (ดูจากจออินพุทมอนิเตอร์) ซึ่งจะ เป็นตำแหน่งที่ใช้อ่านภาพตัวเลขที่อ่าน เข้าไปเก็บในหน่วยความจำชิดด้านซ้ายเช่นกัน (ในการทดลองอ่านข้อมูลจะสั่งให้อ่านภาพข้อมูลเพียง 20 บล็อกเท่านั้น เพื่อเป็นการง่ายในการแยกตัวเลขแต่ละตัวออกจากกัน) หลังจากอ่านภาพปรากฏบนจอเรียบร้อยแล้วถ้าต้องการ เก็บภาพลงดิสก์หรือพิมพ์ออกก็ เพียงแค่กดคีย์ควบคุมตามที่กล่าวในหัวข้อที่ 5.3.2

5.3.4 การใช้โปรแกรมทำงานแบบ Batch file

จากการทดลองจำแนกตัวเลขข้อมูลภาพ เวลาทั้งสิ้นในการตัดสินใจว่าภาพตัวเลขที่อ่าน เป็นตัวเลขอะไรที่ ขนาดข้อมูล 78 x 73 จุดกินเวลา 5.5นาที่ ต่อตัวเลข 1 ตัว ดังนั้น ถ้าคิดเวลาไปเรเชสกับข้อมูลตัวเลขทั้งหมด 1,000 ตัวเลข (เขียน 100 คน เลือกตัวอย่างคนละ 10 ตัว) จะกินเวลาอย่างน้อย 91.1 ชั่วโมง ซึ่งจะเห็นได้ว่าเป็นเวลาไม่น้อยเลย ดังนั้นถ้าต้องการให้ประมวลผลขนาดเดิมในช่วงเวลานี้น้อยลง เราจะเขียนโปรแกรมใหม่ในลักษณะ Batch file โดยทำการอ่านตัวเลขเข้ามาเก็บในแผ่นดิสก์เสียก่อน หลังจากนั้นจะนำไปประมวลบนเครื่องคอมพิวเตอร์ APPLE II พร้อมกันที่หลายเครื่อง ผลลัพธ์การจำแนกให้เก็บลงบนแผ่นดิสก์เดิม จากการทำงานในลักษณะนี้ จะลดเวลาในการไปเรเชสข้อมูล 1,000 ตัว ได้มากน้อยแค่ไหน ก็ขึ้นอยู่กับว่าเราใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ในการประมวลก็เครื่อง

5.4 ผลการทดลอง

1. ตัวเลขอารบิกตัวพิมพ์ สามารถจำแนกได้ 100 % ซึ่งจะเห็นได้ว่าจะมีความสามารถในการจำแนกได้ดี เนื่องจากแบบตัวพิมพ์มีลักษณะต่างกันเพียงเล็กน้อย ในแต่ละแบบตัวพิมพ์

ดังจะเห็นได้จากรูปที่ 5.1

2. ตัวเลขอารบิกลายมือเขียน มีความแปรปรวนมากจากการทดสอบในครั้งแรกมี ความถูกต้อง 89.8 % โดยแยกออกได้เป็นเปอร์เซ็นต์ ความผิดพลาดที่เกิดในตัวเลขแต่ละตัว ดังรูปที่ 5.4

ตัวเลข	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
เปอร์เซ็นต์										
ข้อผิดพลาด	0	9.5	12.7	18.2	18.2	10.7	3.2	15.2	6.4	7.5

รูปที่ 5.4 แสดงการแจกแจง เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในแต่ละตัวเลขในการทดสอบครั้งแรก

จากการวิเคราะห์ตัวเลขที่จำแนกผิดสามารถแบ่งเป็นหัวข้อมีได้ดังต่อไปนี้

- เลข 1 กับเลข 7 มักมีการจำแนกผิดซึ่งกันและกัน โดยพบว่า ความผิดพลาดเกิดประมาณ 1% ของข้อมูลตัวเลขทั้งสอง
- ตัวเลขเขียนติดกรอบ ทำให้ผลจากกระบวนการหาขอบเขตเกิดการผิดพลาด ดังที่เคยกล่าวแล้วในหัวข้อ 4.4.1 โดยมีความผิดพลาด 0.85 % ของข้อมูลทั้งหมด
- ตัวเลขเขียนลายเส้นติดกัน ทำให้ผลการอ่านภาพเสมือนเส้นทับเส้นเดียวเนื่องจากระบบ OCR มีระดับสัญญาณแค่ 2 ระดับ โดยพบว่ามีผิดพลาด 1.6 % ของข้อมูลทั้งหมด
- ตัวเลขเขียนหวัดไป ทำให้ลายเส้นตัวเลขเกิดการซ้อนกันดังเช่น เลข 3 และเลข 7 ทำให้รูปร่างไปเหมือนตัวเลขตัวอื่น ๆ โดยพบว่ามีผิดพลาด 2.57 % ของข้อมูลทั้งหมด
- ตัวเลขมีรูปแบบนอก เนื่องจากการออกแบบทำให้การจำแนกผิดพลาด โดยพบว่ามีผิดพลาด 4.6 % ของข้อมูลทั้งหมด
- ตัวเลขเขียนเล็กไป ทำให้ผลจากกระบวนการ split and merge เกิดข้อผิดพลาด โดยพบว่ามีผิดพลาด 0.54 % ของข้อมูลทั้งหมด

รูปแบบตัวเลขที่อ่านผิดพลาดเนื่องจากปัญหาตัวเลข เขียนหวัดไป และตัวเลขมีรูปแบบนอกเหนือจากการออกแบบ แสดงในรูปที่ 5.5 ผลการจำแนกตัวเลขลายมือเขียนแสดงในตารางที่ 6.1 หน้า 85

1	2	3	4	5	6	7	8	9
7	②	③	④	5	0	7	8	9
1	②	③	4	5		7	8	9
7	②	3	4			7		4

รูปที่ 5.5 แสดงรูปแบบที่จำแนกผิดในแต่ละ class ของตัวเลข

5.5 การปรับปรุงแก้ไข

ได้ทำการปรับปรุงแก้ไขเพื่อทดสอบในครั้งที่สองดังต่อไปนี้

- แก้ไขโครงสร้าง tree ในการจำแนก เลข 1 และเลข 7 เสียใหม่
- เพิ่มเต็มโนดใน tree เพื่อเพิ่มสมาชิกในแต่ละ class ตัวเลขซึ่งรูปแบบตัวเลขที่สามารถจำแนกเพิ่มขึ้นแสดงด้วยตัวเลขที่มีวงกลมล้อมรอบในรูปที่ 5.5
- ลดค่าในการเกลาเส้นโค้งลงเหลือ $E_{max} = 10$ เพื่อแก้ปัญหาตัวเลขเขียนเล็กไป

จากผลการปรับปรุงดังกล่าว แสดงเปอร์เซ็นต์ ความผิดพลาดที่เกิดในตัวเลขแต่ละตัว

ได้ในรูปที่ 5.6 โดยมีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง 91.8 %

ตัวเลข	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
เปอร์เซ็นต์										
ข้อผิดพลาด	0	10.63	6.38	12.63	11.7	8.6	2.15	11.95	4.3	7.53

รูปที่ 5.6 แสดงการแจกแจง เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดหลังจากได้แก้ไขปรับปรุง