บทที่ 6

สรุปและอภิปรายผล

สรุป

เมื่อได้ศึกษาและวิเคราะห์ระบบรหัสแท่งต่าง ๆ ที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบันพบว่าระบบรหัสแท่งชนิด 3 ใน 9 เป็นระบบต้นแบบที่เหมาะสมที่สุดในการสร้างระบบรหัสแท่งภาษาไทยขึ้นมา เนื่องจากระบบรหัสแท่ง 3 ใน 9 เป็นระบบที่สามารถพิมพ์รหัสแท่งได้ทั้งตัวเลขและตัวอักษร รวมทั้งเป็นระบบที่ได้รับความนิยมอย่างสูงในประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก แต่รหัสนี้ไม่สามารถเพิ่มรหัสใด ๆ ได้อีก ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ออกแบบและพัฒนาระบบรหัสแท่งภาษาไทยขึ้นมาโดยใช้งานร่วมกับการ์ดอินเตอร์เฟสของเครื่องอ่านรหัสแท่งที่พัฒนาขึ้นโดยสำนักคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ และใช้เครื่องอ่านรหัสแท่งชนิดปากกาในการทดสอบการอ่านรหัสแท่งภาษาไทย เนื่องจากเครื่องอ่านชนิดนี้ไม่มีการบรรจุโปรแกรมการถอดรหัสแท่งระบบใด ๆ ไว้ในเครื่องอ่านจึงสามารถใช้ทดสอบการอ่านรหัสแท่งระบบใหม่ที่พัฒนาขึ้นมาได้

ในการวิจัยและพัฒนางานระบบรหัสแท่งภาษาไทยนี้ ได้แบ่งงานวิจัยออกเป็น 3 ส่วน คือ

1. การกำหนดรหัสแท่งภาษาไทย เริ่มจากการศึกษาความเป็นไปได้ของรหัสเลขฐานสองจำนวนต่าง ๆ ว่าสามารถกำหนดรหัสได้กี่รูปแบบเมื่อมีการกำหนดเงื่อนไขต่าง ๆ ในการสร้างรหัสแท่งภาษาไทย และพิจารณาว่าในแต่ละรูปแบบนั้นมีจำนวนที่เหมาะสมเพียงพอสามารถที่จะนำมากำหนดเป็นรหัสเลขฐานสองของรหัสแท่งภาษาไทยได้หรือไม่ ซึ่งผลที่ได้พบว่าการใช้รหัสเลขฐานสองทั้งหมดจำนวน 11 ตัวประกอบเป็นจำนวนที่เหมาะสมที่สุดเนื่องจากสามารถกำหนดรหัสได้ทั้งสิ้นจำนวน 200 รหัส เมื่อกำหนดให้รหัสแท่งหนึ่งตัวจะต้องมีตัวประกอบที่เป็นรหัสเลขฐานสอง 1 อยู่ 5 ตัวประกอบ โดยมีบิต 1 อยู่ในแถบดำ 3 ตัวประกอบและอยู่ในแถบขาว 2 ตัวประกอบ ซึ่งในงานวิจัยนี้กำหนดให้แทนรหัสสำหรับอักขระต่าง ๆ ที่สามารถพิมพ์ได้ในตารางแอสกีจำนวน 187 รหัส ดังนั้นจะเหลือรหัสที่ยังไม่ได้กำหนดให้กับอักขระใด ๆ อีก 13 รหัส

2. การกำหนดรูปแบบการพิมพ์รหัสแท่งภาษาไทย กำหนดให้รหัสแท่งหนึ่งตัวประกอบด้วยแถบดำ 6 แถบและแถบขาว 5 แถบ ในส่วนของแถบดำจะประกอบด้วยแถบดำกว้าง 3 แถบ และแถบดำแคบ 3 แถบ ส่วนแถบขาวจะประกอบด้วยแถบขาวกว้าง 2 แถบและแถบขาวแคบ 3 แถบ ในการพิมพ์รหัสแท่งแต่ละครั้งจะใช้อักขระตัวที่ 239 ในตารางรหัสแท่งภาษาไทยเป็นตัวกำหนดจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของแถบรหัสแท่งภาษาไทย เนื่องจากเป็นอักขระที่คาดว่าจะมีการใช้พิมพ์เป็นรหัสแท่งน้อย นอกจากนี้แล้วยังกำหนดอัตราส่วนระหว่างแถบแคบกับแถบกว้างให้มีอัตราส่วนเป็น 3:2 รวมทั้งกำหนดระยะห่างระหว่างขอบซ้ายกับจุดเริ่มต้นหรือระยะห่างระหว่างขอบขวากับจุดสิ้นสุดในการพิมพ์รหัสแท่งภาษาไทย เพื่อให้มีความถูกต้องในการอ่านรหัสแท่งมากที่สุด

3. การอ่านและถอดรหัสแท่งภาษาไทย ใช้การ์ดอินเตอร์เฟสต้นแบบของเครื่องอ่านรหัสแท่งร่วมกับโปรแกรมการถอดรหัส โดยในการลากหัวอ่านผ่านรหัสแท่งจะได้ข้อมูลเป็นกลุ่มของบิต 1 เมื่อลากผ่านแถบดำและเป็นกลุ่มของบิต 0 เมื่อลากผ่านแถบขาว จากนั้นทำการนับจำนวนของบิต 1 และบิต 0 แต่ละกลุ่ม แล้วเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของข้อมูลแต่ละชุดว่าจำนวนของบิต 1 หรือบิต 0 แต่ละกลุ่มนั้นได้มาจากการแทนรหัสของแถบกว้างหรือแถบแคบ โดยถ้าจำนวนของบิตมากกว่าหรือเท่ากับค่าเฉลี่ยหมายถึงแถบกว้าง ดังนั้นจะถูกแทนที่ด้วยบิต 1 แต่ถ้าจำนวนของบิตน้อยกว่าค่าเฉลี่ยหมายถึงแถบแคบจะถูกแทนที่ด้วยบิต 0 เมื่อข้อมูลทั้งหมดถูกแทนที่ด้วยบิต 1 และหรือบิต 0 แล้ว นำรหัสเลขฐานสองครั้งละ 11 บิตไปหาค่ารหัสแอสกีจากตารางรหัสแท่งภาษาไทยแล้วแปลงให้เป็นอักขระต่อไป

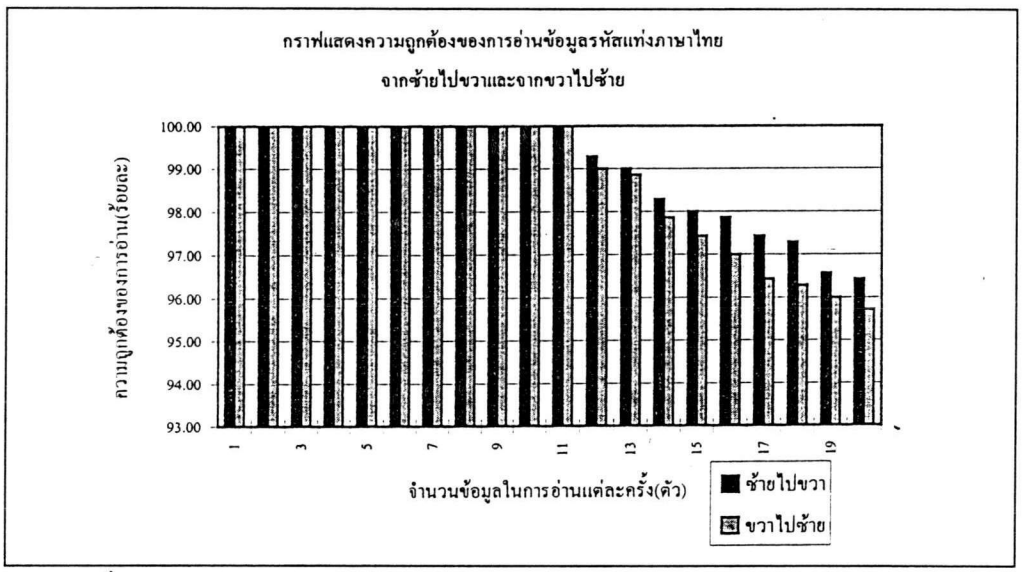
ในการพัฒนาโปรแกรมสำหรับการพิมพ์ การอ่าน และการถอดรหัสแท่งภาษาไทย สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม Borland Delphi Developer Version 2.0 ในการพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการพิมพ์ การอ่าน และการถอดรหัสแท่งภาษาไทย เนื่องจากการใช้โปรแกรมนี้ร่วมกับภาษาแอสแซมบลี้เพื่อควบคุมการทำงานของการ์ดอินเตอร์เฟสกับหัวอ่านรหัสแท่งสะดวกและมีประสิทธิภาพมาก รวมทั้งการสร้างระบบที่ใช้ในการติดต่อกับผู้ใช้ (Graphic User Interface) สามารถทำได้อย่างสวยงาม และมีความเร็วในการทำงานสูง

จากการทดสอบการทำงานของโปรแกรม โดยใช้ข้อมูลรหัสแท่งในการทดสอบ 20 ชุด ๆ ละ 10 ตัวอย่าง โดยข้อมูลชุดที่ 1 จะประกอบไปด้วยข้อมูลตัวอย่างที่พิมพ์รหัสแท่งจำนวน 1 อักขระ ข้อมูลชุดที่ 2 ประกอบไปด้วยข้อมูลตัวอย่างที่พิมพ์รหัสแท่งจำนวน 2 อักขระ ดังนี้ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งถึงข้อมูลชุดที่ 20 ประกอบไปด้วยข้อมูลตัวอย่างที่พิมพ์รหัสแท่งจำนวน 20 อักขระ ในการอ่านข้อมูลแต่ละชุดโดยการลากจากซ้ายไปขวา 700 ครั้ง ได้ผลการถอดรหัสถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 99.01 และลากจากขวาไปซ้าย 700 ครั้ง ได้ผลการถอดรหัสถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 98.73 ดังนั้นผลความถูกต้องของการถอดรหัสเฉลี่ยคือ 98.87 ดังแสดงในตารางที่ 6.1

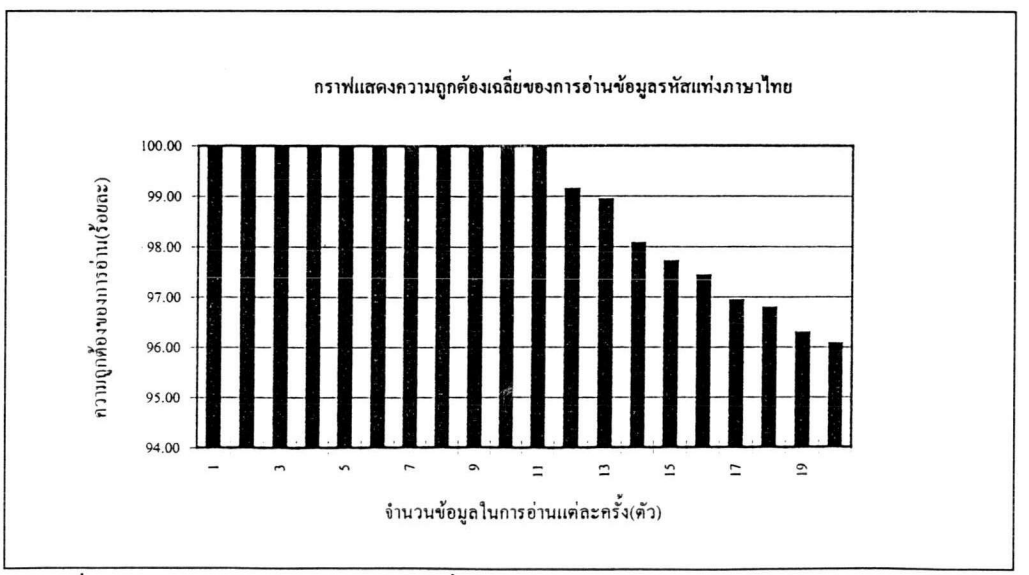
ตารางที่ 6.1 ผลการทดสอบความถูกต้องของการอ่านข้อมูลชุดต่าง ๆ

ความถูกต้องในการอ่าน (ร้อยละ)			
ชุดข้อมูลและจำนวนข้อมูลที่อ่านต่อครั้ง	**อ่านจากซ้ายไปขวา**	**อ่านจากขวาไปซ้าย**	**ความถูกต้องเฉลี่ย**
ชุดที่ 1. 1 ตัว	100	100	100
ชุดที่ 2. 2 ตัว	100	100	100
ชุดที่ 3. 3 ตัว	100	100	100
ชุดที่ 4. 4 ตัว	100	100	100
ชุดที่ 5. 5 ตัว	100	100	100
ชุดที่ 6. 6 ตัว	100	100	100
ชุดที่ 7. 7 ตัว	100	100	100
ชุดที่ 8. 8 ตัว	100	100	100
ชุดที่ 9. 9 ตัว	100	100	100
ชุดที่ 10. 10 ตัว	100	100	100
ชุดที่ 11. 11 ตัว	100	100	100
ชุดที่ 12. 12 ตัว	99.29	99.00	99.14
ชุดที่ 13. 13 ตัว	99.00	98.86	98.93
ชุดที่ 14. 14 ตัว	98.29	97.86	98.07
ชุดที่ 15. 15 ตัว	98.00	97.43	97.71
ชุดที่ 16. 16 ตัว	97.86	97.00	97.43
ชุดที่ 17. 17 ตัว	97.43	96.43	96.93
ชุดที่ 18. 18 ตัว	97.29	96.29	96.79
ชุดที่ 19. 19 ตัว	96.57	96.00	96.29
ชุดที่ 20. 20 ตัว	96.43	95.71	96.07
ค่าเฉลี่ย	99.01	98.73	98.87
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	1.26	1.60	1.43
ค่าต่ำสุด	96.43	95.71	96.07
ค่าสูงสุด	100	100	100
พิสัย	3.57	4.29	3.93

จากข้อมูลในตารางที่ 6.1 สามารถสร้างกราฟเพื่อเปรียบเทียบความถูกต้องในการอ่านรหัสแท่งจากซ้ายไปขวาและจากขวาไปซ้ายของข้อมูลแต่ละชุดได้ดังรูปที่ 6.1 และสร้างกราฟเพื่อแสดงความถูกต้องเฉลี่ยของการอ่านรหัสแท่งได้ดังรูปที่ 6.2



รูปที่ 6.1 กราฟแสดงความถูกต้องของการอ่านข้อมูลรหัสแท่งภาษาไทย
โดยเปรียบเทียบการอ่านจากซ้ายไปขวาและจากขวาไปซ้าย



รูปที่ 6.2 กราฟแสดงความถูกต้องเฉลี่ยของการอ่านข้อมูลรหัสแท่งภาษาไทย

จากผลการทดสอบการอ่านรหัสแท่งสามารถสรุปประเด็นสำคัญได้ ดังนี้

1. เนื่องจากในงานวิจัยนี้ใช้หัวอ่านชนิดปากกา ดังนั้นจำนวนข้อมูลที่ใช้ในการถอดรหัสจึงขึ้นอยู่กับความเร็วที่ใช้ในการลากหัวอ่าน ดังนั้นในการลากหัวอ่านผ่านรหัสแท่งควรลากช้า ๆ และใช้ความเร็วที่คงที่ที่สุด เพื่อให้ได้ค่าความถูกต้องในการอ่านรหัสแท่งมากที่สุด ซึ่งถ้าลากหัวอ่านเร็วเกินไปหรือลากด้วยความเร็วที่ไม่คงที่จะทำให้หัวอ่านไม่สามารถอ่านข้อมูลได้ทั้งหมดหรือจำนวนข้อมูลที่ได้มีค่าที่สูงหรือต่ำเกินไป และทำให้เกิดความผิดพลาดในการถอดรหัส

2. การอ่านรหัสแท่งที่ประกอบไปด้วยข้อมูลที่น้อยกว่า 12 ตัวจะมีความถูกต้องมากกว่า เนื่องจากสามารถควบคุมความเร็วที่ใช้ในการลากได้คงที่มากกว่า และโอกาสที่หัวอ่านจะสะดุดเนื่องจากการอ่านมีได้น้อยกว่า ดังนั้นในการพิมพ์รหัสแท่งถ้าต้องการให้ได้ผลการอ่านที่ถูกต้องร้อยเปอร์เซ็นต์ควรจะพิมพ์รหัสแท่งไม่เกิน 11 ตัวอักษรแต่ถ้าหากต้องการพิมพ์รหัสแท่งตั้งแต่ 12 ตัวอักษรขึ้นไปจะต้องพยายามลากหัวอ่านช้า ๆ และใช้ความเร็วในการลากผ่านรหัสแท่งที่คงที่ที่สุด

3. การวางมุมเพื่อลากหัวอ่านผ่านรหัสแท่งมีผลต่อความถูกต้องของการอ่านข้อมูล ควรวางมุมหัวอ่านให้แสงสัมผัสกับรหัสแท่งให้ได้มากที่สุดเพื่อให้อ่านข้อมูลได้ครบถ้วน

4. การลากหัวอ่านจากขวาไปซ้าย (ลากถอยหลัง) ให้ผลความผิดพลาดมากกว่าเนื่องจากความถนัดของผู้ทดลองในการลากหัวอ่านจากขวาไปซ้ายน้อยกว่าการลากหัวอ่านจากซ้ายไปขวา (ลากแบบปกติ)

5. ปัญหาที่เกิดขึ้นในการถอดรหัส บางครั้งเนื่องมากจากหลักการทำงานในการอ่านรหัสแท่งของโปรแกรมต้นแบบนี้ใช้การถอดรหัสและการประมวลผลต่าง ๆ ภายในคอมพิวเตอร์ ทำให้เกิดความล่าช้าในการตรวจสอบข้อมูลและเมื่อกลับไปอ่านข้อมูลอีกครั้งอาจจะทำให้ข้อมูลบางส่วนหายไปเป็นผลให้เกิดความผิดพลาดในการถอดรหัสได้ แนวทางการแก้ไขปัญหานี้ คือ ควรจะสร้างชุดควบคุมและโปรแกรมการถอดรหัสบรรจุลง EPROM และต่อเชื่อมผ่าน RS-232C หรือ Keyboard Emulator รวมกับรหัสแท่งชนิดอื่น ๆ ที่นิยมใช้ในปัจจุบัน

อภิปรายผล

จากผลของการพัฒนาระบบรหัสแท่งภาษาไทย ทำให้เราสามารถสั่งพิมพ์รหัสแท่งโดยใช้ภาษาไทย ภาษาอังกฤษ ตัวเลขไทย ตัวเลขอังกฤษ และตัวอักษรพิเศษได้โดยตรง ทำให้มีความคล่องตัวในการใช้งานที่จำเป็นต้องใช้ภาษาไทยมากยิ่งขึ้น เช่น ใช้ในการพิมพ์รหัสแท่งเพื่อติดบนวัสดุหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบงานครุภัณฑ์ หรือติดบนเอกสารที่ไม่ต้องการเปิดเผยข้อมูลโดยตรง ซึ่งช่วยให้สามารถบันทึกข้อมูลที่ต้องใช้ภาษาไทยได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว สำหรับโปรแกรมการ

อ่านและถอดรหัสแท่งภาษาไทยนั้น จากการทดลองอ่านรหัสแท่งของข้อมูลหลาย ๆ ชุด ปรากฏว่ามีความถูกต้องและเชื่อถือได้สูง ซึ่งถ้าใช้อุปกรณ์ในการอ่านรหัสแท่งที่มีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้หัวอ่านชนิดปากกาจะทำให้มีความถูกต้องในการอ่านและถอดรหัสมากยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. สำหรับงานวิจัยนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อการจัดเก็บข้อมูลที่จำเป็นต้องบันทึกข้อมูลภาษาไทยโดยตรงได้โดยการใช้รหัสแท่งภาษาไทยนี้ ซึ่งผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องใช้แป้นพิมพ์ในการบันทึกข้อมูล ทำให้การบันทึกข้อมูลมีความผิดพลาดน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับการป้อนข้อมูลผ่านแป้นพิมพ์โดยตรง เช่น การบันทึกทะเบียนรถยนต์ที่ผ่านทางด่วนเพื่อหักค่าผ่านทางด่วนโดยอัตโนมัติ

2. ผลที่ได้จากงานวิจัยนี้ สามารถนำไปพัฒนาเป็นชุดอุปกรณ์ที่มีโปรแกรมการพิมพ์ การอ่านและการถอดรหัสแท่งภาษาไทย ที่จะสามารถติดตั้งไว้ใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ชนิดอื่น ๆ ได้ต่อไป

3. แนวทางต่อไปในการพัฒนาระบบรหัสแท่งภาษาไทย ควรจะบรรจุโปรแกรมการอ่านและถอดรหัสแท่งนี้ไว้ในอุปกรณ์การอ่านและถอดรหัสแท่งรวมกับรหัสแท่งชนิดอื่น ๆ ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน