การวิเคราะห์และออกแบบตำแหน่งอักขระภาษาไทยบนแผงแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์

นายนพปฎล เหลืองรุ่งโรจน์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2542

ISBN 974-333-424-6

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ANALYSIS AND DESIGN OF THAI COMPUTER KEYBOARD LAYOUT

Mr. Nopphapadol Leaungrungroj

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Computer Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 1999

ISBN 974-333-424-6

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การวิเคราะห์และออกแบบตำแหน่งอักขระภาษาไทยบนแผงแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์
โดย	นายนพปฏล เหลืองรุ่งโรจน์
ภาควิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ชัยศิริ ปัณฑิตานนท์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. ธัชชัย สุมิตร)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. วันชัย ริ้วไพบูลย์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ชัยศิริ ปัณฑิตานนท์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประภาส จงสถิตย์วัฒนา)

..... กรรมการ
(อาจารย์กิตติ์ เธียรธโนปจัย)

นพปฎล เหลืองรุ่งโรจน์ : การวิเคราะห์และออกแบบตำแหน่งอักขระภาษาไทยบนแผงแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์ (ANALYSIS AND DESIGN OF THAI COMPUTER KEYBAORD LAYOUT) อาจารย์ที่ปรึกษา อ.ชัยศิริ ปัณฑิตานนท์; 90 หน้า. ISBN 974-333-424-6

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้กล่าวถึงการวิเคราะห์และออกแบบตำแหน่งอักขระภาษาไทยบนแผงแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์ โดยมีจุดประสงค์เพื่อเวลาที่ใช้ในการป้อนข้อมูลอักขระภาษาไทยเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ทางแผงแป้นพิมพ์ จากการศึกษาวิธีการออกแบบตำแหน่งอักขระของแผงแป้นพิมพ์ภาษาต่างประเทศซึ่งใช้กฎศึกษาสำนึก นำมาสร้างโปรแกรมเพื่อให้เครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ หลังจากนั้นการเก็บค่าความถี่ของอักขระและคู่อักขระภาษาไทยจากข้อมูลจำนวน 200,000 อักขระเพื่อใช้เป็นข้อมูลป้อนให้แก่โปรแกรมใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบตำแหน่งอักขระภาษาไทยบนแผงแป้นพิมพ์ จากผลการออกแบบที่ได้นำมาเปรียบเทียบผลการออกแบบโดยใช้การวัด 2 แบบ คือเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ จากการวัดผลเชิงปริมาณพบว่า ตำแหน่งอักขระที่ออกแบบใหม่เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับแผงแป้นพิมพ์แบบมาตรฐาน (แบบเกษมณี) โดยการคำนวณจากข้อมูลอัตราเร็วในการพิมพ์ของอาสาสมัครจำนวน 30 คนสามารถลดเวลาในการป้อนข้อมูลเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ทางแผงแป้นพิมพ์ได้คิดเป็นร้อยละ 10.64 ด้วยความเชื่อมั่นทางสถิติร้อยละ 85 และสามารถลดระยะทางการเคลื่อนที่ของปลายนิ้วได้ถึงร้อยละ 27.84

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์	ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....
ปีการศึกษา	2542	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

NOPPHAPADOL LEAUNGRUNGROJ: ANALYSIS AND DESIGN OF THAI COMPUTER KEYBAORD LAYOUT. THESIS ADVISOR: CHAISIRI PANTITANON. 100 pp.
ISBN 974-333-424-6

This thesis presents an alternative Thai computer keyboard layout with the aim of reducing the keying time. In this study heuristic rules of foreign keyboard layout design were applied using a computer program. Thai character and digraph frequencies from a database of 200,000 characters were the input of the program to design a Thai computer keyboard layout. The resulting layout was analysed in 2 ways quanlitatively and quantitatively. The quantitative analysis consisted of typists' responses when comparing the new layout with the Kesmanee standard layout. In the test, the keying speed of 30 volunteers were collected; the new layout showing a 10.64% reduction in typing time with 85% significance and a 27.84% reduction in finger travelling distance.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์	ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....
ปีการศึกษา	2542	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์สำเร็จได้ด้วยความกรุณาของอาจารย์ชัยศิริ ปัณฑิตานนท์ ที่ให้แนะนำอันมีคุณค่าและเป็นผู้ให้กำลังใจข้าพเจ้า จนสามารถทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ อาจารย์เฉลารัตน์ เย็นใจ และอาจารย์วิภา บุญห่อ ผู้สอนวิชาพิมพ์ดีดให้แก่ข้าพเจ้าและเป็นผู้ให้ข้อมูลที่สำคัญในการทำวิทยานิพนธ์นี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ประภาส จงสถิตย์วัฒนาและอาจารย์ชัชวาล วงศิริประเสริฐ ผู้เป็นผู้ให้ความหวังและกำลังในยามข้าพเจ้าท้อถอย

ขอขอบพระคุณคุณป้าสุชาดา ผู้เป็นผู้ให้ที่พักอาศัยและดูแลข้าพเจ้าในระหว่างที่ข้าพเจ้าศึกษาและเขียนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณรุ่นพี่ และเพื่อน ๆ ทุก ๆ คนที่เป็นเพื่อนและเป็นที่ปรึกษาในเรื่องต่าง ๆ รวมทั้งผู้ที่ข้าพเจ้าอาจหลงลืมไปที่ให้ความกรุณาช่วยเหลือข้าพเจ้าจนสามารถบรรลุถึงเป้าหมายของชีวิต

ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อและคุณแม่ ผู้ที่คอยให้การสนับสนุนทุกสิ่งทุกอย่าง รวมทั้งกำลังกายและกำลังใจที่ข้าพเจ้ามีในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

นายนพปฏล เหลืองรุ่งโรจน์

17 ธันวาคม 2542 .

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญรูปภาพ ..... ญ

1. บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ 2

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 2

1.4 ขั้นตอนการทำงานวิจัย 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย 3

1.6 เนื้อหาของวิทยานิพนธ์ 3

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 The Yuad-Thai Three-Layer PC-Keyboard for Optimal Thai Typing 4

2.2 Intelligent Keyboard Layout Process 5

2.3 Typing Speed, Keying Rates, and Optimal Keyboard Layout 7

3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 11

3.1 แผงแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์และการพิมพ์แบบสัมผัส 11

3.2 กฎในการออกแบบตำแหน่งอักขระภาษาไทยบนแผงแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์ 12

3.3 การหาค่าระยะทางรวมในการพิมพ์ 13

3.4 การวัดความเร็วในการพิมพ์ 16

3.5 การวัดประสิทธิภาพของตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์ 16

3.6 สรุป 18

หน้า

4. การออกแบบตำแหน่งอักขระภาษาไทยบนแผงแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์ 19
4.1 การเก็บรวบรวมค่าความถี่ของอักขระและคู่อักขระ 19
4.2 ขั้นตอนการออกแบบตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์ 21
4.3 การออกแบบตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์ 23
4.4 สรุป 25

5. การทดลองวัดประสิทธิภาพตำแหน่งอักขระภาษาไทยบนแผงแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์. 26
5.1 การวัดประสิทธิภาพเชิงคุณภาพ 26
5.1.1 การเปรียบเทียบน้ำหนักงานของแต่ละมือ 26
5.1.2 การเปรียบเทียบน้ำหนักงานของแต่ละนิ้วมือ 27
5.1.3 การเปรียบเทียบน้ำหนักของงานของแถวแป้นพิมพ์แต่ละแถว 27
5.1.4 การเปรียบเทียบความถี่ของการพิมพ์แบบสลับมือและการก้าวกระโดดของนิ้วมือ 28
5.2 การวัดประสิทธิภาพเชิงปริมาณ 29
5.2.1 การเปรียบเทียบระยะทางการเคลื่อนที่ของนิ้วมือ 30
5.2.2 การเปรียบเทียบเวลาในการพิมพ์ 31
5.3 การเปรียบเทียบระยะเวลาในการพิมพ์ทางสถิติ 34
5.3.1 การเปรียบเทียบทางสถิติผลของแป้นแบบเกษมณีกับแบบปัตตะโชติ 34
5.3.2 การเปรียบเทียบทางสถิติผลของแป้นแบบเกษมณีกับแบบที่ออกแบบในงานวิจัยนี้ 35
5.4 สรุป 35

6. สรุป 36
6.1 สรุป 36
6.2 ข้อสังเกตและข้อเสนอแนะ 37

รายการอ้างอิง 40

ภาคผนวก 41
ภาคผนวก ก. 42
ภาคผนวก ข. 43
ภาคผนวก ค. 45
ภาคผนวก ง. 85

ประวัติผู้วิจัย 90

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 คะแนนเปรียบเทียบ ของ Yuad-Thai กับ Dvorak, Weurop และ Qwerty..... 5
ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบความเร็วในการพิมพ์โดยใช้แผงแป้นพิมพ์ภาษาจีนระหว่าง
แบบที่ออกแบบใหม่กับแบบเดิม..... 6
ตารางที่ 2.3.1 ความเร็วในการพิมพ์ของนิ้วแต่ละนิ้วในแผงแป้นพิมพ์แถวที่ 1 8
ตารางที่ 2.3.2 ความเร็วในการพิมพ์ของนิ้วแต่ละนิ้วในแผงแป้นพิมพ์แถวที่ 2 9
ตารางที่ 2.3.3 ความเร็วในการพิมพ์ของนิ้วแต่ละนิ้วในแผงแป้นพิมพ์แถวที่ 3 9
ตารางที่ 4.1 ตัวอย่างค่าความถี่ของอักขระภาษาไทย 20
ตารางที่ 4.2 ตัวอย่างค่าความถี่ของคู่อักขระ..... 21
ตารางที่ 4.3 ตัวอย่างข้อมูลอักขระที่ได้รับการจัดกลุ่มเรียบร้อยแล้ว 22
ตารางที่ 5.4 เปรียบเทียบความถี่ของการพิมพ์แบบสลับมือและการก้าวกระโดดของนิ้วมือ... 29
ตารางที่ 5.6 ระยะทางในการพิมพ์ของแป้นแบบต่าง ๆ จากคลังอักขระเดิม 31
ตารางที่ 5.7 เวลาในการพิมพ์ของแป้นแบบต่าง ๆ..... 33

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปภาพที่ 3.1 ตำแหน่งแป้นพิมพ์อักขระต่าง ๆ และแป้นยกแคร่ 11

รูปภาพที่ 3.2 ตำแหน่งแป้นเหยียบ และตำแหน่งแป้นที่ใช้นิ้วต่าง ๆ ก้าวไปกด 12

รูปภาพที่ 3.3 การวัดระยะทางจากแป้นเหยียบไปยังแป้นต่าง ๆ 14

รูปภาพที่ 3.4 การวัดระยะทางจากแป้นเหยียบไปยังแป้นยกแคร่ 15

รูปภาพที่ 4.3 ระยะทางจากแป้นเหยียบไปยังแป้นต่าง ๆ 23

รูปภาพที่ 4.4 ตำแหน่งอักขระภาษาไทยบนแผงแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์ที่ออกแบบ
โดยโปรแกรม 24

รูปภาพที่ 5.1 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบน้ำหนักงานของมือทั้งสองข้าง 26

รูปภาพที่ 5.2 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบน้ำหนักงานของนิ้วมือแต่ละนิ้ว 27

รูปภาพที่ 5.3 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบน้ำหนักของงานของแถวแป้นพิมพ์แต่ละแถว 28

รูปภาพที่ 5.5 ระยะทางจากแป้นเหยียบไปยังแป้นต่าง ๆ 30

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1
บทนำ

การนำคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้งานในด้านการจัดทำและจัดเก็บเอกสารนับวันจะมีความสำคัญมากยิ่งขึ้น ไม่ว่าจะในหน่วยงานราชการหรือวงการธุรกิจ ซึ่งการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันก็มีการพัฒนาเพื่อเพิ่มศักยภาพในการทำงานให้สูงขึ้น แต่การทำงานนั้นแม้ว่าเครื่องคอมพิวเตอร์จะทำงานได้รวดเร็วเพียงใดก็ยังคงมีปัจจัยที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งที่มีผลต่อความเร็วในการทำงาน นั่นก็คือผู้ใช้ หรือมนุษย์นั้นเอง

ปัจจุบันการคำนึงถึงความเข้ากันได้ระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับมนุษย์มีมากขึ้น ทั้งนี้ก็เพื่อจุดประสงค์ในการลดข้อผิดพลาดอันจะเกิดจากมนุษย์ และช่วยให้มนุษย์ทำงานได้รวดเร็วยิ่งขึ้น ในยุคที่การพัฒนาเทคโนโลยีเป็นไปอย่างรวดเร็ว อุปกรณ์อย่างหนึ่งที่สำคัญในการป้อนข้อมูลเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ก็คือแผงแป้นพิมพ์อักขระ (keyboard) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ได้รับการออกแบบและพัฒนารูปแบบมามากมาย แต่สิ่งที่ยังคงอยู่เหมือนกับที่ถูกออกแบบไว้เมื่อกว่า 70 ปีที่ผ่านมาก็คือ แบบตำแหน่งอักขระภาษาไทยบนแผงแป้นพิมพ์ และยังคงเป็นมาตรฐาน [1] สำหรับแผงแป้นพิมพ์ภาษาไทยของเครื่องคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันด้วย

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ถึงแม้ว่าจะมีการพัฒนาโปรแกรมประเภทรู้จำอักขระ (Optical Character Recognition) และโปรแกรมประเภทรู้จำเสียง (Voice Recognition) ขึ้นมาเพื่อใช้ในการช่วยป้อนเข้ามูลเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ก็ตาม แต่สำหรับภาษาไทยแล้วโปรแกมประเภทรู้จำนี้ปัจจุบันยังไม่สามารถนำมาใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพเท่าที่ควรเนื่องจากยังมีข้อผิดพลาดในการรู้จำอยู่มาก ดังนั้นในการป้อนข้อมูลประเภทอักขระเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ก็ยังคงต้องอาศัยแผงแป้นพิมพ์อักขระกับบุคลากรที่มีทักษะในการพิมพ์สัมผัสเป็นหลัก งานวิจัยนี้ทำขึ้นโดยมีจุดประสงค์ที่จะออกแบบแบบตำแหน่งอักขระภาษาไทยสำหรับแผงแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์ โดยใช้กฎศึกษาสำนึก (Heuristic Rule) เพื่อให้ได้แบบตำแหน่งอักขระภาษาไทยเพื่อช่วยให้การป้อนข้อมูลประเภทอักขระเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์โดยการพิมพ์สัมผัสได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

แบบตำแหน่งอักขระภาษาไทยสำหรับแผงแป้นพิมพ์ (keyboard) คอมพิวเตอร์ที่มีใช้อยู่ในปัจจุบันมีอยู่ 2 แบบ คือ แบบเกษมณี และแบบปัตตะโชติ ซึ่งแบบเกษมณีนั้นได้รับการออกแบบไว้เป็นเวลานานมาแล้ว เมื่อ พ.ศ. 2474 [2] แบบเกษมณีเป็นแบบมีการจัดวางตำแหน่งอักขระที่ไม่เหมาะสม เนื่องจากมือทั้งสองข้างมีน้ำหนักในการทำงานไม่ได้สัดส่วนที่ถูกต้อง โดยมือซ้ายจะทำงานประมาณ 30% [3] และโดยเฉพาะ นิ้วก้อยข้างขวาซึ่งเป็นนิ้วที่มีกำลังน้อยกลับได้รับน้ำหนักงานประมาณ 17.5% [3] สำหรับแบบปัตตะโชติซึ่งเป็นแบบที่ได้รับการออกแบบเมื่อประมาณ 30 กว่าปีก่อน เป็นการวิจัยเพื่อหาแบบตำแหน่งอักขระภาษาไทยบนแผงแป้นพิมพ์ดีดที่เหมาะสมกว่าแบบเกษมณี ทั้งสองแบบต่างก็ได้รับการยอมรับให้เป็นแบบตำแหน่งอักขระภาษาไทยสำหรับแผงแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน แต่อย่างไรก็ดีแบบที่ใช้แพร่หลายอยู่ก็คือแบบเกษมณีซึ่งมีประสิทธิภาพด้อยกว่าแบบปัตตะโชติ จากการทดสอบแบบปัตตะโชติมีประ

สิทธิภาพสูงกว่าประมาณ 26.8% [3] แต่เหตุที่ผู้ใช้ยังคงนิยมใช้แบบเกษมณีอยู่ก็เนื่องจากเป็นแบบซึ่งมีมาก่อน และแบบปัตตะโชติก็ไม่มีประสิทธิภาพสูงพอที่จะดึงดูดให้ผู้ใช้หันมาใช้ได้ จุดอ่อนของการออกแบบแบบปัตตะโชตินั้นคือยังไม่มีการคำนึงถึงค่าความถี่ของคู่อักขระ ถึงแม้ว่าในการออกแบบจะมีการเฉลี่ยน้ำหนักงานลงบนมือทั้งสองให้เท่า ๆ กัน (คือประมาณข้างละ 50%) แต่ก็ไม่ได้ทำให้เกิดลักษณะของการทำงานที่ใช้มือทั้งสองข้างสลับกัน ซึ่งการทำงานในลักษณะที่มือทั้งสองข้างทำงานสลับกันทำย่อมจะทำงานได้รวดเร็วกว่าการที่ใช้มือข้างเดียวทำงานต่อเนื่องกัน

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อวิเคราะห์และออกแบบ การจัดวางตำแหน่งอักขระภาษาไทยสำหรับแผงแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์ เพื่อเพิ่มความเร็วในการป้อนข้อมูลอักขระภาษาไทยเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ทางแผงแป้นพิมพ์

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. หาแบบตำแหน่งของอักขระภาษาไทยสำหรับแผงแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์ โดยทดลองกับแผงแป้นพิมพ์มาตรฐานสำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (personal computer) เฉพาะบนแป้นกลุ่มอักขระเท่านั้น มิได้รวมถึงแป้นที่มีหน้าที่พิเศษเช่น F1 - F12, Esc, Arrow Keys, Enter, Space -Bar, Back Space , Shift เป็นต้น
2. งานวิจัยนี้ไม่ได้ครอบคลุมถึงการออกแบบ รูปร่าง หรือวงจรไฟฟ้า ต่าง ๆ ของแผงแป้นพิมพ์
3. การออกแบบตำแหน่งอักขระสำหรับแผงแป้นพิมพ์จากงานวิจัยนี้ จะสามารถหาความถี่ของอักขระและความถี่ของคู่อักขระ (digraph) ของอักขระต่างๆ ได้ โดยต้องการข้อมูลจากแฟ้มข้อมูลอักขระ (text file) ซึ่งเก็บข้อมูลอยู่ในรูปรหัส ASCII เป็นตัวแทนของประชากรอักขระทั้งหมดที่ถูกใช้

1.4 ขั้นตอนการทำงานวิจัย

1. ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อศึกษากฎที่ใช้ในการออกแบบตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์
2. วิเคราะห์เพื่อหากฎการออกแบบที่เหมาะสมกับการออกแบบตำแหน่งอักขระภาษาไทยบนแผงแป้นพิมพ์
3. ออกแบบตำแหน่งอักขระบนแป้นพิมพ์ ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังนี้
    3.1 ทำการเก็บตัวอย่าง เพื่อหาความถี่ของอักขระและคู่อักขระของภาษาไทย
    3.2 ออกแบบตำแหน่งอักขระบนแป้นพิมพ์ตามกฎและของข้อมูลที่ได้มา
    3.3 ได้ผลลัพธ์เป็นแบบตำแหน่งอักขระสำหรับแผงแป้นพิมพ์

4. นำแบบที่ได้มาไปทดสอบประสิทธิภาพเปรียบเทียบกับแบบที่มีอยู่ใช้ในปัจจุบัน (ได้แก่ แบบเกษมณีและแบบปัตตะโชติ) โดยทำการทดสอบกับตัวอย่างข้อมูลที่สุ่มมาเพื่อหาค่า ต่าง ๆ ได้ แก่
    4.1 โอกาสในการพิมพ์สลับมือ (Alternate hand)
    4.2 โอกาสในการพิมพ์กระโดดเข้าแถวด้วยนิ้วมือเดียวกัน (same finger hurdles)
    4.3 โอกาสในการพิมพ์การกระโดดด้วยมือข้างเดียวกัน (same hand hurdles)
    4.4 ระยะทางที่ปลายนิ้วเคลื่อนที่
5. วิเคราะห์ผลที่ได้จากการทดสอบ โดยการทดสอบค่าทางสถิติ
6. สรุปข้อมูลที่ได้ทั้งหมดจัดทำเป็นวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

1. ได้แบบตำแหน่งของอักขระภาษาไทยสำหรับแผงแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์แบบใหม่
2. สามารถนำแบบตำแหน่งของอักขระภาษาไทยสำหรับแผงแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์ที่ออกแบบ ไปใช้งานเพื่อลดเวลาในการพิมพ์ของผู้ใช้
3. สามารถนำหลักการ การออกแบบไปประยุกต์ใช้กับการออกแบบตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์ของภาษาอื่น ๆ ได้
4. สามารถนำแบบตำแหน่งของอักขระภาษาไทยสำหรับแผงแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์ที่ออกแบบ ไปประยุกต์ใช้งานกับเครื่องพิมพ์ดีดได้ เพื่อลดเวลาในการทำงานพิมพ์ดีดของผู้ใช้

1.6 เนื้อหาของวิทยานิพนธ์

เนื้อหาของวิทยานิพนธ์เล่มนี้จะถูกแบ่งออกเป็น 6 บท ซึ่งนอกจากบนที่ 1 ซึ่งเป็นบทนำแล้วบทที่ 2 จะกล่าวถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและมีผลกระทบในการทำวิจัย ในส่วนของบทที่ 3 จะกล่าวถึงทฤษฎีที่ใช้ในงานวิจัย ต่อจากนั้นบทที่ 4 จะเป็นขั้นตอนในการออกแบบตำแหน่งอักขระภาษาไทยบนแผงแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์ ตามมาด้วยบทที่ 5 เป็นผลเปลี่ยบเทียบระหว่างแบบตำแหน่งอักขระภาษาไทยที่มีใช้อยู่ในปัจจุบันกับแบบตำแหน่งอักขระที่ออกแบบจากงานวิจัยนี้ บทสุดท้ายบทที่ 6 เป็นบทสรุปซึ่งเป็นการสรุปผลที่ได้จากงานวิจัย ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นและข้อเสนอแนะในการที่จะปรับปรุงแก้ไขในการทำวิจัยต่อไป

บทที่ 2
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงการศึกษางานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการค้นคว้าและการพัฒนาการออกแบบตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์

2.1 The Yuad-Thai Three-Layer PC-Keyboard for Optimal Thai Typing [4]

T. Angchuan , A. Laorsuwan and S. Hempenius (1997) ได้เสนองานวิจัยเรื่อง "The Yuad-Thai Three-Layer PC-Keyboard for Optimal Thai Typing" ซึ่งเป็นการออกแบบตำแหน่งอักขระภาษาไทยบนแผงแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์ใหม่ โดยมีการเปลี่ยนลักษณะของการพิมพ์ใหม่โดยกำหนดให้มีแป้นวรรคเป็นยกแคร่ (Shift) อีกแป้นหนึ่ง ซึ่งจะทำให้แป้นพิมพ์อักขระ 1 แป้นบรรจุอักขระได้ 3 ตัว โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อรักษาตำแหน่งของอักขระที่ภาษาอังกฤษกับภาษาไทยใช้ร่วมกัน เมื่อมีการเปลี่ยนแป้นพิมพ์จากภาษาไทยเป็นภาษาอังกฤษ และได้มีการใช้กฎจำนวน 10 ในการออกแบบตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์ดังนี้

1. ให้เกิดการทำงานสลับมือมากที่สุด
2. ให้น้ำหนักงานอยู่บนแถวแป้นเหย้า (Home row) มากที่สุด
3. ให้น้ำหนักงานมือซ้ายเป็นประมาณ 47±2%
4. ให้แป้นเหย้า (Home key) ของนิ้วกลางรับน้ำหนักงานมากที่สุด
5. ให้แป้นตัว V และ N รับน้ำหนักงานเป็นอันดับที่ 6 ของมือข้างนั้น*
6. น้ำหนักงานของแต่ละนิ้ว (คิดเป็นร้อยละ) จากซ้ายไปขวาคือ (7, 10, 13, 18)...(20, 13, 11, 8)
7. ให้เกิดการทำงานที่ใช้นิ้วเดียวต่อเนื่องกันน้อยที่สุด
8. ให้เกิดการพิมพ์แบบกระโดดข้ามในมือข้างเดียวกัน (Same hand hurdles) น้อยที่สุด
9. ให้เกิดการพิมพ์แบบกระโดดข้ามในนิ้วเดียวกัน (Same finger hurdles) น้อยที่สุด
10. ให้น้ำหนักของงานบนแถวบน (Top row) มากกว่าแถวล่าง (Bottom row)

และมีการใช้วิธีการคิดแบบทราเวลลิ่งเซลแมน (Traveling Salesman Algorithm) ในการออกแบบตำแหน่งอักขระภาษาไทยใหม่ ซึ่งการออกแบบโดยวิธีทราเวลลิ่งเซลแมนนี้ ถ้าออกแบบโดยคิดจากจำนวนแป้นทั้งหมด 24 แป้นนั้นถึงแม้จะใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่เร็วที่สุดในปัจจุบันก็ใช้เวลาในการคำนวณนานมากจนไม่สามารถทำให้เสร็จได้ในเวลาอันเหมาะสมดังนั้นผู้วิจัยจึงได้แบ่งแป้นออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนที่พิมพ์ด้วยมือ

---

* แป้น V และ N เป็นตำแหน่งแป้นบนแผงแป้นพิมพ์แบบ QWERTY

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้างซ้ายจำนวน 11 แป้นและส่วนที่พิมพ์ด้วยมือขวาจำนวน 13 แป้น ทำให้ใช้เวลาการคำนวณไม่นานนัก และทำให้ได้แบบที่มีความเหมาะสม เพื่อให้ผู้ใช้แผงแป้นพิมพ์สามารถพิมพ์ได้เร็วกว่าแผงแป้นพิมพ์ที่ใช้แบบตำแหน่งอักขระแบบเดิม โดยทำการวัดผลเปรียบเทียบค่าความเหมาะสมกับแผงแป้นพิมพ์ภาษาอังกฤษและภาษาทางตะวันตกอื่น ๆ ได้ผลดังตารางที่ 2.1

Rule	Layer I Thai	Layer II Thai	Layer III Thai	I+II+III Thai	Devorak English	Weurop English	Weurop F+E+G	Qwerty English
1 2-hands	68.5	66.8	?	67.5	70.3	71.1	70.5	52.6
2 home-r	60.6	58.1	66.3	60.2	69.8	71.5	74.2	32.5
8 hurdles	0.514	0.023	?	0.550	1.104	0.152	0.153	12.033
3 lh. Load	46.4	41.2	5.6	46.4	45.4	45.9	45.7	58.7
6 f. loads	good	fair	n.a.	Good	good	good +	good +	poor
1+2+4	39.1	29.6	?	40	35.07	46.66	48.07	n.a.

ตารางที่ 2.1 คะแนนเปรียบเทียบ ของ Yuad-Thai กับ Dvorak, Weurop และ Qwerty (%)

จากผลการทดลองของงานวิจัยนี้จะเห็นว่ายังคงมีการวัดผลที่ไม่ชัดเจน ดังจะเห็นได้จากการวัดผลเป็นในแง่ของคุณภาพซึ่งไม่สามารถบอกออกมาเป็นตัวเลขได้ว่าแตกต่างกันมาน้อยเพียงใด รวมทั้งวิธีการวัดผลก็ไม่ได้ระบุว่าวัดอย่างไร และไม่ได้มีการเปรียบเทียบกันแป้นพิมพ์ที่เป็นภาษาไทยด้วยทั้งที่วัตถุประสงค์หลักในงานวิจัยนี้คือการออกแบบแผงแป้นพิมพ์ภาษาไทยสำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

อย่างไรก็ตามจากการงานวิจัยนี้ได้แสดงให้เห็นการประยุกต์เอากฎที่ได้รับการออกแบบมาอย่างถูกต้อง รวมทั้งการใช้เทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์มาช่วยในการออกแบบตำแหน่งอักขระภาษาบนแผงแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์ เพื่อให้ได้การพิมพ์ความรวดเร็วมากยิ่งขึ้นและลดข้อผิดพลาดในการพิมพ์ให้น้อยลง

2.2 Intelligent Keyboard Layout Process [5]

Chin-Chuang Lin, Tzai-Zang Lee และ Fu-Shing Chou (1993) ได้เสนองานวิจับเรื่อง "Intelligent Keyboard Layout Process" ซึ่งเป็นงานวิจัยที่มีจุดประสงค์ที่จะสร้างกรรมวิธีการออกแบบตำแหน่งอักขระราก (Word root) ของอักขระภาษาจีนบนแผงแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์รวมทั้งมีการทดสอบการใช้สีสำหรับแป้นพิมพ์ เพื่อจะทดสอบว่าการใช้สีที่ต่างกันกับแป้นที่พิมพ์ด้วยนิ้วมือคนละนิ้วจะมีผลต่อความเร็วในการพิมพ์หรือไม่

การออกแบบตำแหน่งอักขระรากบนแผงแป้นพิมพ์ของงานวิจัยนี้มีหลักการจำนวน 12 ข้อและการสุ่มตัวอย่างประชากรของอักขระจำนวน 170,000 ตัวเพื่อเป็นข้อมูลในการออกแบบ

ในกรรมวิธีการออกแบบมีหลักการในการออกแบบดังนี้

1. การวางอักขระรากบนแป้นต่าง ๆ จะวางตามความถี่ของอักขระ โดยอักขระที่มีความถี่ในการใช้มากจะวางบนแป้นเหย้า แป้นแถวล่าง แป้นแถวบน และแป้นตัวเลขตามลำดับ
2. อักขระรากที่มีความถี่ของความสัมพันธ์แบบคู่ (coupling relationship)มากวางบนแป้นเหย้า
3. อักขระรากที่มีความถี่ของความสัมพันธ์แบบคู่ควรวางให้แยกจากกันบนแป้นทั้งสองฝั่งเพื่อให้ได้ประโยชน์จากการทำงานแบบสลับมือมากขึ้น
4. ให้เกิดการเคลื่อนที่ของนิ้วและมือน้อยที่สุด
5. ให้การทำงานที่ใช้นิ้วเดียวต่อเนื่องกัน (Same finger tapping) เกิดขึ้นน้อยที่สุด
6. อักขระรากที่มีความถี่ในการใช้งานมากควรวางบนแป้นที่ถูกกดโดยนิ้วที่มีความคล่องมากกว่า
7. อัตราส่วนในอุดมคติของน้ำหนักงานมือซ้ายต่อมือขวาคือ 100 / 88.87 = 1.125
8. อัตราส่วนของน้ำหนักงานของนิ้วทั้ง 8 คือ 7.7%, 9.1%, 10.0%, 21.0%, 22.6%, 11.0%, 9.8%, 8.8% (เรียงตามลำดับจากซ้ายไปขวา)
9. การวางอักขระรากบนตำแหน่งแป้นต่าง ๆ เริ่มวางที่ตำแหน่งแป้นเหย้าของนิ้วชี้ข้างขวา
10. จากการพิจารณาลำดับของความถี่ของอักขระรากและความสัมพันธ์แบบคู่ อัตราการพิมพ์จะมีความสัมพันธ์ตาม
11. จากความสัมพันธ์แบบคู่ของอักขระราก ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์เพื่อเป็นตัวอ้างอิงในการออกแบบตำแหน่งอักขระรากบนแผงแป้นพิมพ์
12. การรวมกันระหว่างความจำและการหาด้วยสายตาอาจมีประสิทธิ์ภาพน้อยกว่าการหาด้วยสายตาเพียงอย่างเดียว จากการวิจัยเรื่องกลุ่มของอักขระ แต่ในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบตำแหน่งอักขระตามหลักการของการทำงานของนิ้วมือ ซึ่งขัดกับการออกแบบเพื่อใช้สายตาในการค้นหาอักขระ

ในการวัดผลการทดลองทดลองได้มีการทดสอบโดยใช้อาสาสมัครจำนวน 24 คนแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มโดยสุ่ม กลุ่มละ 8 คือ แต่ละกลุ่มฝึกพิมพ์กับแผงแป้นพิมพ์ที่แตกต่างกัน 3 แบบ คือ แบบที่ออกแบบใหม่และมีการระบายสีแป้นพิมพ์ที่ใช้แต่ละนิ้วพิมพ์ให้มีสีแตกต่างกัน แบบที่ออกแบใหม่แต่ไม่มีการระบายสีและแบบที่มีใช้อยู่เดิมในปัจจุบัน การฝึกพิมพ์จะฝึกเป็นเวลา 20 วัน วันละ 10 นาที หลังจากนั้นให้ผู้พิมพ์แต่ละคนทดสอบเพื่อวัดความเร็วในการพิมพ์ซึ่งให้ผลการวัดผลตามตาราง

Group	key - in speed	Keyboard
A	96.51	Redesigned
A	95.39	Coloring
B	86.25	Current

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบความเร็วในการพิมพ์โดยใช้แผงแป้นพิมพ์ภาษาจีนระหว่างแบบที่ออกแบบใหม่กับแบบเดิม

จากการเปรียบเทียบผลการทดลอง ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ค่าความเร็วในการพิมพ์ด้วยการวิเคราะห์ค่าเบี่ยงแบน (An analysis of variance) เพื่อหาว่าความแตกต่างที่เกิดขึ้นของความเร็วผู้ทดสอบในแต่ละกลุ่มมีนัยสำคัญหรือไม่ จากการวิเคราะห์ผลการทดลองจะได้ว่าความแตกต่างระหว่างกลุ่ม A และกลุ่ม B มีความแตกต่างที่มีนัยสำคัญ แต่ระหว่างกลุ่ม A ที่พิมพ์ด้วยแผงแป้นพิมพ์ไม่ระบายสีกับกลุ่มที่ใช้แผงแป้นพิมพ์ระบายสีมีความแตกต่างที่ไม่มีนัยสำคัญ ทำให้สรุปได้ว่าแผงแป้นพิมพ์ที่ออกแบบใหม่ทำให้การพิมพ์เป็นไปได้รวดเร็วขึ้น แต่การใช้สีกับแผงแป้นพิมพ์ไม่มีผลกับการพิมพ์

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยอีกงานหนึ่งที่ออกแบบตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์โดยการใช้กฎในการออกแบบตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์ ซึ่งได้มีการทดลองโดยใช้อาสาสมัครมาฝึกหัดพิมพ์กับแป้นพิมพ์ทั้งแบบเก่าและแบบใหม่เพื่อแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการออกแบบตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์ใหม่

2.3 Typing Speed, Keying Rates, and Optimal Keyboard Layout [6]

การออกแบบตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์ เป็นการออกแบบบนแผงแป้นพิมพ์ภาษาอังกฤษ ซึ่งก่อนที่จะมีงานวิจัยนี้ได้มีความพยายามออกแบบตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์ เพื่อลดการเคลื่อนที่ของนิ้วมือในระหว่างการพิมพ์ให้เหลือน้อยที่สุด และเพื่อเพิ่มความเร็วในการพิมพ์ โดยในงานวิจัยได้ทำการเปรียบเทียบระหว่างแบบตำแหน่งอักขระของ โซล (Sholes) หรือ QWERTY กับ ดีโวลาค (Dvorak) และแบบที่ได้จากผลงานวิจัยนี้

ในการวิจัยผู้วิจัยได้เสนอวิธีการวัดคุณภาพของแผงแป้นพิมพ์ภาษาอังกฤษโดยไม่ต้องใช้การฝึกหัดคนกับแบบตำแหน่งอักขระที่แตกต่างกันเพื่อการเปรียบทียบ ซึ่งจะทำให้การออกแบบตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์ใหม่สามารถวัดคุณภาพเพื่อเปรียบเทียบกันแบบที่มีอยู่เดิมได้ง่าย อันจะทำให้การออกแบบตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์สามารถพัฒนาได้รวดเร็วต่อไป

การวัดใช้การทดสอบหาค่าเวลาที่ใช้ในการพิมพ์แป้นแต่ละแป้นทุก ๆ ตำแหน่งของแผงแป้นพิมพ์ประกอบกับความถี่คู่ของอักขระในการหาคุณภาพของแผงแป้นพิมพ์ซึ่งสามารถคำนวนได้จากสมการ

$$\text{Cost} = \sum_{\alpha=A}^{Z}\sum_{\beta=A}^{Z} F_{\alpha\beta} T_{pos(\alpha),pos(\beta)}$$

เมื่อ $F_{\alpha\beta}$ = ค่าความถี่ของคู่อักขระ $\alpha\beta$ (α และ β มีค่าอยู่ในช่วง A ถึง Z)

$T_{pos(\alpha),pos(\beta)}$ = ค่าเวลาระหว่างการพิมพ์แป้นพิมพ์ 2 แป้นใด ๆ คือตำแหน่ง pos(α) และตำแหน่ง pos(β)

ซึ่งการวัดคุณภาพด้วยวิธีนี้ถ้าค่า Cost มีค่าน้อยกว่าในการเปรียบเทียบแสดงว่าเป็นแบบตำแหน่งอักขระแป้นพิมพ์ที่ได้ดีกว่า

การหาค่าเวลาระหว่างการพิมพ์แป้นพิมพ์ 2 แป้นนี้ผู้วิจัยได้หานักพิมพ์ดีดมาจำนวน 22 คน พิมพ์อักขระรวมจำนวน 115,000 ตัว ทำการจับเวลาระหว่างการพิมพ์แป้น 2 แป้นใด ๆ นั้นจำนวนรูปแบบที่จะเกิดขึ้นจาการจัดคู่ตำแหน่งทุกตำแหน่งเข้าด้วยกันจะมีจำนวนถึง 26 × 26 = 676 รูปแบบ ซึ่งทำให้การเก็บค่าเหล่านี้ทั้งหมดทำได้ยาก ผู้วิจัยจึงแบ่งค่าเวลาในการพิมพ์แป้นแต่ละแป้นตามลักษณะของการพิมพ์ออกเป็น 4 ประเภทได้แก่

1. เวลาจากการพิมพ์แป้นด้วยมือข้างหนึ่งมายังแป้นต่อมาซึ่งพิมพ์ด้วยมืออีกข้างหนึ่ง
2. เวลาจากการพิมพ์แป้นก่อนหน้าเป็นนิ้วหนึ่งมายังแป้นต่อมาซึ่งพิมพ์ด้วยนิ้วอื่นด้วยมือข้างเดียวกัน
3. เวลาจากการพิมพ์แป้นก่อนหน้าและแป้นต่อมาใช้นิ้วเดียวกันแต่ไม่ใช่แป้นเดียวกัน
4. เวลาจากการพิมพ์แป้นก่อนหน้าและแป้นต่อมาเป็นแป้นเดียวกัน

ซึ่งจะทำให้รู้แบบของการจับคู่ลดลงเหลือเพียง 26 × 4 = 104 รูปแบบ ทำให้ง่ายต่อการเก็บค่าเวลามากยิ่งขึ้น ซึ่งการทดสอบให้ผลดังนี้

	The Top Row							
	Left Hand				Right Hand			
	Little	Ring	Middle	Index	Index	Middle	Ring	Little
Other*	188	149	128	136	140	129	124	156
Same H.*	213	186	162	149	164	155	151	181
Same F.*	-	244	208	215	229	204	223	-
Repeat*	-	-	185	172	-	-	160	191
Key/%Use	Q/0.01	W/1.5	E1/0.3	R,T/12.7	Y,U/4.1	I/6.0	O/6.3	P/1.7

ตารางที่ 2.3.1 ความเร็วในการพิมพ์ของนิ้วแต่ละนิ้วในแผงแป้นพิมพ์แถวที่ 1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

---

1. * Other = Opposite hand keystroke.
2. * Same H. = Same hand (different finger) keystroke.
3. * Same F. = Same finger (different key) keystroke.
4. * Repeat = Same key (repeating).

	The Home Row							
	Left Hand				Right Hand			
	Little	Ring	Middle	Index	Index	Middle	Ring	Little
Other*	140	147	138	135	120	133	141	-
Same H.*	180	196	222	201	175	162	194	-
Same F.*	-	271	218	-	-	-	-	-
Repeat*	-	182	-	-	-	-	233	-
Key/%Use	A/6.6	S/5.4	D/3.3	F,G/3.5	H,J/4.6	K/0.54	L/3.4	-

ตารางที่ 2.3.2 ความเร็วในการพิมพ์ของนิ้วแต่ละนิ้วในแผงแป้นพิมพ์แถวที่ 2

	The Bottom Row							
	Left Hand				Right Hand			
	Little	Ring	Middle	Index	Index	Middle	Ring	Little
Other*	162	-	153	160	132	164	159	-
Same H.*	-	241	238	197	157	249	235	-
Same F.*	-	-	-	241	221	-	239	-
Repeat*	-	-	-	-	147	-	-	-
Key/%Use	Z/0.8	X/0.16	C/2.6	V,B/2.1	B/7.9	, /1.0	. / 1.0	-

ตารางที่ 2.3.3 ความเร็วในการพิมพ์ของนิ้วแต่ละนิ้วในแผงแป้นพิมพ์แถวที่ 3

หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ทำการคำนวณว่าแป้นแบบ Dvorak นั้นสามารถเพิ่มความเร็วในการพิมพ์มากน้อยเพียงใด โดยการคำนวณนั้นได้ผลการคำนวณดังในตารางที่ 2.3.4

Type of Keystroke	Mean Time (ms)	Sholes		Dvorak		Optimal	
		Freq.	Time / Keystroke	Freq.	Time / Keystroke	Freq.	Time / Keystroke
Alternate Hand	136	0.60		0.74		0.76	
Same Hand	168	0.35	151	0.24	146	0.23	144
Same Key	183	0.01		0.01		0.01	
Same Finger	218	0.04		0.01		0.00	

ตารางที่ 2.3.4 ความถี่ของอักขระออกมาเป็นเวลาต่อดีดของแป้นพิมพ์แต่ละแบบ

Type of Keystroke	Mean Time (ms)	Sholes		Dvorak		Optimal	
		Freq.	Time / Keystroke	Freq.	Time / Keystroke	Freq.	Time / Keystroke
Index Finger	146	0.35		0.27		0.50	
Middle Finger	153	0.24		0.23		0.19	
Ring Finger	159	0.18	152	0.19	153	0.07	150
Little Finger	156	0.18		0.16		0.09	
Thumb Finger	155	0.15		0.15		0.15	
Top Row	147	0.43		0.20		0.60	
Middle Row	153	0.27	152	0.58	153	0.20	150
Bottom Row	160	0.15		0.07		0.05	
Space Bar	155	0.15		0.15		0.15	
Right Hand	149	0.37		0.48		0.50	
Left Hand	154	0.48	152	0.37	152	0.35	152
Thumb	155	0.15		0.15		0.15	

ตารางที่ 2.3.4 (ต่อ)

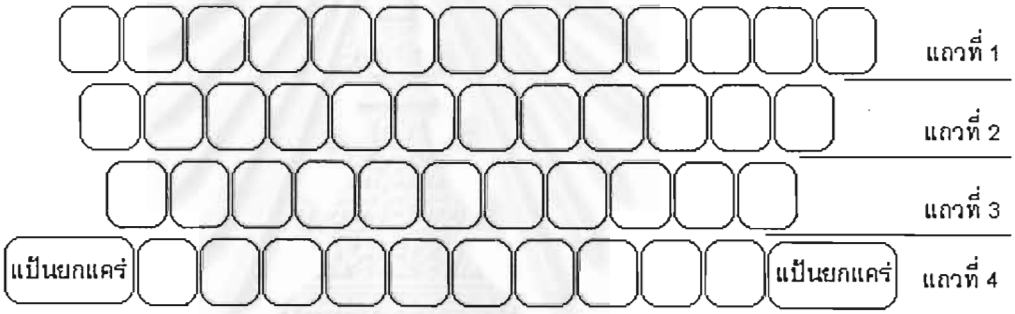
ผลการออกแบบตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้สรุปว่า ความเป็นไปได้ในการที่จะลดเวลาในการพิมพ์ดีดด้วยแผงแป้นพิมพ์แบบ Dvorak เปรียบเทียบกับแบบ QWERTY นั้นสามารถลดเวลาได้เพียง 3.5 มิลิวินาทีต่อ 1 ดีด หรือประมาณร้อยละ 2.3 เท่านั้น และแบบแผงแป้นพิมพ์ที่ดีที่สุดก็สามารถลดเวลาได้เพียง 11.5 มิลิวินาทีต่อดีด หรือประมาณร้อยละ 7.6 เท่านั้น ซึ่งทำให้การออกแบบแผงแป้นพิมพ์ใหม่ขึ้นมาใช้ ไม่คุ้มค่ากับการที่จะต้องให้ผู้ใช้มาทำการฝึกฝนกับแผงแป้นพิมพ์แบบใหม่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1 แผงแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์และการพิมพ์แบบสัมผัส

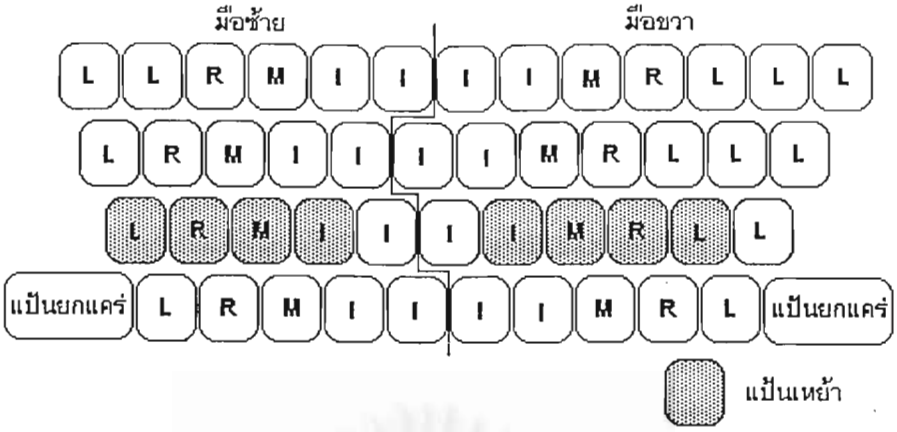
ในการออกแบบตำแหน่งอักขระภาษาไทยบนแผงแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์ในงานวิจัยนี้จะออกแบบเฉพาะแป้นที่ใช้พิมพ์อักขระเท่านั้น มิได้รวมถึงแป้นพิมพ์ที่มีหน้าที่พิเศษเช่น แป้นคอนโทล (Ctrl) แป้นอัลทิเนต (Alt) เป็นต้น แต่เนื่องจากอักขระของภาษาไทยมีอยู่จำนวนมากการใช้แป้นยกแคร่ของภาษาไทยจึงมีความสำคัญที่จะทำให้แป้นที่จะกดได้อักขระอีกตัวหนึ่งที่ต่างออกไป ไม่เหมือนกับแผงแป้นพิมพ์ของภาษาอังกฤษที่การใช้แป้นยกแคร่ส่วนใหญ่เป็นเพียงการเปลี่ยนจากอักษรตัวเล็กเป็นตัวใหญ่เท่านั้น ดังนั้นในการพิมพ์อักขระภาษาไทยจึงต้องมีการพิจารณาการใช้แป้นยกแคร่ (Shift) ซึ่งตำแหน่งของแป้นต่าง ๆ บนแผงแป้นพิมพ์แสดงดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ตำแหน่งแป้นพิมพ์อักขระต่าง ๆ และแป้นยกแคร่

การพิมพ์สัมผัสคือการพิมพ์ที่ไม่ต้องอาศัยตามองแป้นเพื่อหาอักขระที่ต้องการพิมพ์แต่ใช้ความจำและการสัมผัสเพื่อกดแป้นพิมพ์ซึ่งสามารถพิมพ์ได้รวดเร็วกว่าการใช้ตามองหาอักขระที่จะพิมพ์ สิ่งสำคัญในการพิมพ์แบบสัมผัสอย่างหนึ่งคือตำแหน่งแป้นที่ใช้พักนิ้ว (แป้นเหย้า) ซึ่งเป็นแป้นที่มีความสำคัญเพราะในการพิมพ์สัมผัสทุกครั้งที่มีการกดแป้นใด ๆ นิ้วจะต้องกลับมาวางยังตำแหน่งแป้นเหย้าเหมือนเดิม ซึ่งจะทำให้การก้าวนิ้วไปกดแป้นใด ๆ จะต้องก้าวออกจากแป้นเหย้าเสมอ รูปที่ 3.2 แสดงตำแหน่งของแป้นเหย้าและตำแหน่งที่จะใช้นิ้วก้าวไปกดแป้น โดยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ปรากฏบนแป้นแต่ละแป้นเป็นตัวบอกว่าแป้นนั้นจะใช้นิ้วใดกดในการพิมพ์สัมผัส อักขระดังกล่าวมีความหมายดังนี้

I	Index finger	คือตำแหน่งที่ใช้นิ้วชี้กด
M	Middle finger	คือตำแหน่งที่ใช้นิ้วกลางกด
R	Ring finger	คือตำแหน่งที่ใช้นิ้วนางกด
L	Little finger	คือตำแหน่งที่ใช้นิ้วก้อยกด



รูปที่ 3.2 ตำแหน่งแป้นเหย้า และตำแหน่งแป้นที่ใช้นิ้วต่าง ๆ ก้าวไปกด

3.2 กฎในการออกแบบตำแหน่งอักขระภาษาไทยบนแผงแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์

การออกแบบตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์ได้มีการศึกษามาเป็นเวลานานแล้ว โดยผู้ที่มีความสำคัญในการศึกษากฎการออกแบบ คือ ดอกเตอร์ออกัส ดีโวเรค (Dr. August Dvorak) เป็นผู้ซึ่งศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับสรีระและธรรมชาติของการเคลื่อนไหวของนิ้วมือมนุษย์ และได้กำหนดกฎในการออกแบบตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์ซึ่งเป็นกฎที่ใช้อย่างแพร่หลายในเวลาต่อมาในการออกแบบตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์ของแผงแป้นพิมพ์ภาษาต่าง ๆ นอกจากนั้น ดอกเตอร์ออกัส ดีโวแรค ยังได้ออกแบบตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์ชื่อว่า ดีโวแรค (Dvorak) ขึ้น ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่าสามารถทำในผู้พิมพ์ พิมพ์ได้เร็วกว่าการใช้ตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์แบบเก่าที่ชื่อว่า คิวเวอร์ตี้ (QWERTY) ตั้งชื่อตามอักขระ 5 ตัวแรกของแผงแป้นพิมพ์แถวบน ซึ่งถูกออกแบบไว้เมื่อพร้อม ๆ กับการออกแบบเครื่องพิมพ์ดีดที่มีแป้นยกแคร่ ในสมัยนั้นเครื่องมือและการประดิษฐ์กลไกต่าง ๆ ยังไม่มีการพัฒนาเท่าที่ความทำให้เครื่องพิมพ์ดีดไม่สามารถรับการพิมพ์ดีดที่รวดเร็วได้มากนัก จุดประสงค์ของผู้ที่ออกแบบตำแหน่งอักขระแบบคิวเวอร์ตี้ก็เพื่อให้ผู้ใช้หรือผู้พิมพ์ดีดพิมพ์ได้ด้วยความเร็วไม่สูงมากนัก

กฎในการออกแบบตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์มีดังนี้ [4]

1. เกิดการพิมพ์แบบสลับมือให้มากที่สุด ในระหว่างการพิมพ์นั้นถ้าหากสามารถที่จะทำการพิมพ์สลับมือไปมาหรือเมื่อพิมพ์อักขระตัวแรกแล้วอักขระตัวถัดไปพิมพ์ด้วยมืออีกข้างหนึ่ง ซึ่งการพิมพ์ในลักษณะนี้จะทำให้พิมพ์ได้รวดเร็วกว่าการพิมพ์อักขระด้วยมือข้างเดียวติดต่อกัน
2. แผงแป้นเหย้า (Home row) ควรเป็นแถวที่มีน้ำหนักในการทำงานมากที่สุด เนื่องจากแป้นเหย้าเป็นแป้นสำหรับพักนิ้ว การพิมพ์แต่ละครั้งนิ้วที่ไม่ได้พิมพ์จะว่างอยู่บนแป้นเหย้า ดังนั้นการให้แป้นเหย้าเป็นแป้นของอักขระที่มีความถี่ในการใช้งานมากจะทำให้การพิมพ์ไม่ต้องยกนิ้วออกจากแป้นเหย้าบ่อยครั้ง ซึ่งนอกจากจะทำให้การพิมพ์เป็นไปด้วยความรวดเร็วกว่าการที่อักขระความถี่มากไม่อยู่บนแป้นเหย้าแล้ว ยังจะทำให้เกิดความผิดพลาดน้อยเพราะการที่นิ้วไม่ต้องขยับมากทำในโอกาสกดผิดแป้นน้อยลง

3. น้ำหนักของงานบนแป้นแต่ละแถวควรเรียงลำดับมากไปหาน้อยดังนี้ แผงแป้นแถวที่ 3 (แป้นเหย้า), แผงแป้นแถวที่ 2 (Bottom row) , แผงแป้นแถวที่ 4 (Top row) และแผงแป้นแถวที่ 1 (Numeric row) ตามลำดับการให้ความสำคัญกับแป้นแต่ละแถวไม่เท่ากันก็เนื่องจากระยะห่างของแถวต่าง ๆ จากแป้นเหย้าไม่เท่ากัน แป้นที่อยู่ในแถวที่ 1 จะอยู่ห่างจากแถวของแป้นเหย้ามากที่สุดทำให้นิ้วจะต้องเคลื่อนที่เป็นระยะทางที่ไกล สำหรับแถวที่ 2 และแถวที่ 4 นั้นห่างจากแป้นเหย้ามีเท่ากัน จากการศึกษาของดอกเตอร์ออกัส ดีโวแรค [8] การกดแป้นอักขระในแถวที่ 2 จะรวดเร็วกว่าการกดแป้นอักขระในแถวที่ 4
4. นิ้วที่ไม่มีความคล่องตัวควรได้รับน้ำหนักงานน้อย ได้แก่ นิ้วก้อย และนิ้วนาง [6] การใช้แผงแป้นพิมพ์อักขระนั้นนิ้วแต่ละนิ้วจะมีความคล่องตัวในการเคลื่อนที่ไม่เท่ากัน นิ้วนางและนิ้วก้อยจะมีความคล่องตัวน้อยกว่านิ้วกลางและนิ้วชี้ ดังนั้นการออกแบบตำแหน่งอักขระจึงควรให้นิ้วชี้และนิ้วกลางมีโอกาสได้ทำงานมากกว่าโดยจัดให้อักขระที่มีความถี่ในการใช้งานมากอยู่บนแป้นที่ใช้นิ้วกลางหรือนิ้วชี้เป็นนิ้วที่กด เนื่องจากการที่นิ้วชี้และนิ้วกลางมีความคล่องตัวมากกว่าทำให้การพิมพ์เป็นไปได้อย่างรวดเร็ว
5. ควรให้นิ้วมีการเคลื่อนที่ให้น้อยที่สุด การให้นิ้วมีการเคลื่อนที่ให้น้อยในที่นี้ไม่ได้หมายถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพทางกายภาพของแผงแป้นพิมพ์แต่เป็นการจัดตำแหน่งของอักขระให้เหมาะสมเพื่อให้มีการเคลื่อนที่ของนิ้วให้น้อยที่สุด การออกแบบทำได้โดยอาศัยการหาระยะทางการเคลื่อนที่ของนิ้วจะกล่าวถึงในหัวต่อไป

กฎทั้ง 5 ข้อนี้ยังอยู่ในข่ายของกฎการศึกษาสำนึก (Heuristic Rule) ทำให้การออกแบบไม่มีกฎเกณฑ์ที่ชัดเจนว่าจะต้องทำอย่างไรจึงจะดีที่สุด ทั้งนี้เพราะหากพิจารณากฎทั้ง 5 ข้อนี้จะเห็นได้ว่าจะมีรูปแบบของแบบตำแหน่งอักขระมากมายที่เป็นไปตามกฎเหล่านี้ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้มุ่งเน้นพัฒนารูปแบบการออกแบบที่มีความแน่นอนสามารถเขียนเป็นระเบียบวิธีในการออกแบบได้ อันจะเป็นผลให้สามารถใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น

3.3 การหาค่าระยะทางรวมในการพิมพ์

การออกแบบตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์เพื่อให้ได้แบบแป้นพิมพ์ที่ทำให้การพิมพ์มีการเคลื่อนที่ของนิ้วน้อยนั้นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงคือระยะทางที่นิ้วจะก้าวไปเพื่อจะพิมพ์อักขระใด ๆ สำหรับระยะทางทางกายภาพนั้นก็คงจะขึ้นอยู่กับผู้ผลิตแผงแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์ว่ามีการจัดให้แป้นแต่ละแป้นอยู่ห่างกันมากน้อยเพียงใด หรือมีขนาดของแป้นเท่าใด แต่สำหรับในงานวิจัยนี้ได้เสนอวิธีการที่จะลดระยะทางในการเคลื่อนที่ของนิ้วในการพิมพ์ โดยการวางตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์ใหม่ตามความถี่ของอักขระนั้น ๆ ซึ่งถ้าอักขระใดมีความถี่ในการใช้มากหรือมีโอกาสที่จะได้ใช้มากก็ควรอยู่บนตำแหน่งที่นิ้วไม่ต้องเคลื่อนที่ไปไกล และในทางกลับกันอักขระที่มีโอกาสจะได้ใช้น้อยก็ควรอยู่แป้นที่ห่างออกไปตามลำดับ เนื่องจากการหาระยะทางการเคลื่อนที่ของนิ้วจริงนั้นเป็นเรื่องที่ยุ่งยากมากเพราะจะต้องคำนวณระยะทางจาก

การยกนิ้วจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งซึ่งไม่ว่าจะเป็นความสูงหรือมุมการเคลื่อนที่ของนิ้วย่อมขึ้นอยู่กับแต่ละบุคคลว่าจะมีค่าเป็นเท่าไรและแน่นอนว่าแต่ละบุคคลย่อมจะไม่เท่ากัน การที่จะหาระยะทางให้ได้จริงนั้นจะต้องคำนึงถึงสรีระของผู้ใช้แผงแป้นพิมพ์เช่น ความยาวของมือ นิ้วตลอดจนพฤติกรรมในการใช้งานแผงแป้นพิมพ์ด้วย ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้เสนอแนวคิดในการหาค่าระยะทางการเคลื่อนที่ของนิ้วโดยประมาณเพื่อใช้ในการออกแบบซึ่งจะสามารถบอกค่าออกมาเป็นค่าประมาณที่ใช้ในการเปรียบเทียบว่าการเคลื่อนที่ใกล้หรือไกลกว่ากันเท่านั้นแต่ไม่อาจจะหาระยะทางการเคลื่อนที่จริงได้

การหาระยะการเคลื่อนที่ของนิ้วในการพิมพ์ก็คือระยะหางจากแป้นเหย้าของนิ้วที่จะพิมพ์อักขระนั้นกับแป้นที่อักขระนั้นอยู่ แต่ในการพิมพ์ภาษาไทยนั้นอักขระครึ่งหนึ่งต้องกดร่วมกับเป็นยกแคร่ดังนั้นระยะทางที่นิ้วเคลื่อนที่ในการพิมพ์อักขระใด ๆ จะได้ดังสมการ

ระยะทางที่นิ้วเครื่องที่ในการพิมพ์อักขระ 1 ตัว = D + DS

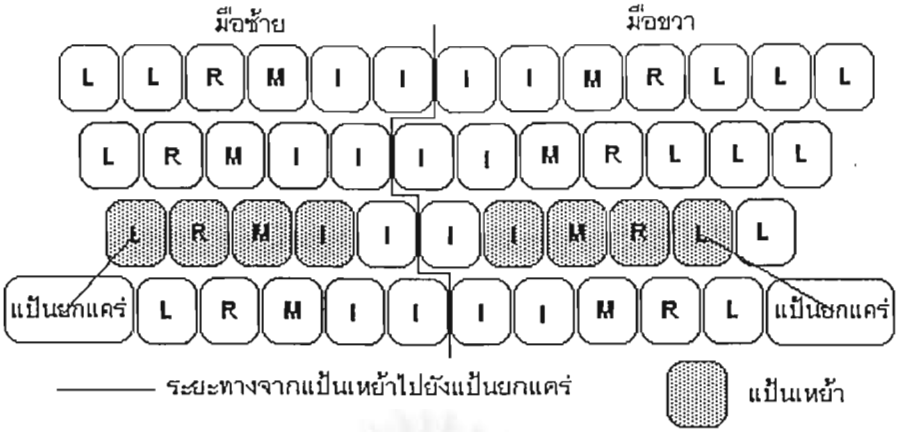
เมื่อ

D = ระยะห่างจากแป้นเหย้าไปยังแป้นที่ต้องการกด (ดังรูปที่ 2.3)

DS= ระยะห่างจากแป้นเหย้าไปยังแป้นยกแคร่ (ดังรูปที่ 2.4)

รูปที่ 3.3* การวัดระยะทางจากแป้นเหย้าไปยังแป้นต่าง ๆ

* สัดส่วนของรูปไม่ตรงกับแผงแป้นพิมพ์จริง



รูปที่ 3.4 การวัดระยะทางจากแป้นเหย้าไปยังแป้นยกแคร่

ดังนั้นในจากสมการข้างต้นจะสามารถออกแบบตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์ให้มีการเคลื่อนที่ของปลายนิ้วให้น้อยที่สุดได้ โดยการวางอักขระที่มีความถี่ในการใช้มากบนแป้นที่มีระยะห่างจากแป้นเหย้า และอักขระที่มีความถี่ในการใช้น้อยกว่าวางบนแป้นที่ห่างออกไปตามลำดับ

การวัดระยะห่างจากแป้นเหย้าไปยังแป้นอักขระต่าง ๆ นอกจากจะสามารถใช้ในการออกแบบตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์ได้แล้ว ยังสามารถนำไปใช้ในการวัดประสิทธิภาพของรูปแบบตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์ได้ว่าแผงแป้นพิมพ์แบบใดที่ทำให้การพิมพ์มีการเคลื่อนที่ของนิ้วมากน้อยเพียงใด โดยการหาผลรวมของระยะทางที่นิ้วเคลื่อนที่ในการพิมพ์ข้อความหรืออักขระชุดหนึ่ง ๆ ซึ่งสามารถหาได้จากผลรวมของผลคูณระหว่างระยะห่างจากแป้นเหย้าไปยังแป้นที่อักขระนั้นอยู่กับความถี่ที่อยู่ในข้อความของอักขระนั้นซึ่งสามารถเขียนออกมาเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$\text{ระยะทางรวมการเคลื่อนที่ของนิ้วในการพิมพ์ข้อความใด ๆ} = \sum_{\alpha=1}^{z} F_\alpha D_\alpha$$

เมื่อ

α = อักขระทุกตัวที่มีบนแผงแป้นพิมพ์ภาษาไทย

F_α = ความถี่ของอักขระ α ในข้อความ

D_α = ระยะห่างจากแป้นเหย้าที่อักขระ α อยู่

จากสมการข้างต้นเราสามารถที่จะหาได้ว่าการพิมพ์ข้อความใด ๆ ด้วยตำแหน่งอักขระแบบหนึ่งนิ้วจะเคลื่อนที่เป็นระยะทางเท่าใด ซึ่งสามารถใช้เป็นข้อเปรียบเทียบระหว่างตำแหน่งอักขระแบบต่าง ๆ ได้ว่าแบบใดทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของนิ้วมากกว่าหรือน้อยกว่ากัน แบบที่ทำให้มีการเคลื่อนที่ของนิ้วน้อยควรจะทำให้การพิมพ์เป็นไปด้วยความรวดเร็วมากกว่าแบบที่ทำให้มีกาเคลื่อนที่ของนิ้วมาก

3.4 การวัดความเร็วในการพิมพ์

ในการวัดความเร็วในการพิมพ์ดีดหน่วยที่ใช้เป็นมาตรฐานในการวัดคือวัดเป็นคำต่อนาที ซึ่งการวัดความเร็วนั้นจะวัดจากการจับเวลาในการพิมพ์ข้อความข้อความหนึ่งในเวลาที่กำหนด เมื่อหมดเวลาก็นำข้อความที่พิมพ์ได้ไปตรวจสอบกับต้นฉบับที่ใช้พิมพ์เพื่อนับจำนวนอักขระที่พิมพ์ได้ถูกต้องและจำนวนอักขระที่พิมพ์ผิดหลังจากนั้นนำมาคำนวณเพื่อหาความเร็วในการพิมพ์ สำหรับการคำนวณความเร็วในการพิมพ์ภาษาไทยเป็นไปตามสมการดังนี้

$$\text{ความเร็วในการพิมพ์ (คำต่อนาที)} = \frac{(N-(E\times 10))/4}{T}$$

เมื่อ

N = จำนวนอักขระที่พิมพ์ถูกตามต้นฉบับ

E = จำนวนอักขระที่พิมพ์ผิด

T = เวลาที่ใช้ในการพิมพ์เป็นนาที

3.5 การวัดประสิทธิภาพของตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์

การออกแบบตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์ได้มีการทำมาเป็นเวลานานแล้ว ตั้งแต่สมัยที่ยังมีแต่เครื่องพิมพ์ดีดที่ใช้ก้านดีดในการตีลงบนกระดาษผ่านผ้าหมึกให้เกิดตัวอักษรบนกระดาษที่อยู่ด้านหลัง ปัญหาหลัก ๆ ที่มีในการออกแบบนอกจากการที่ไม่อาจทราบได้ว่าโดยทั่วไปมนุษย์มีความถนัดอย่างไรเพื่อที่จะให้ทราบว่าควรวางอักขระใดบนแป้นใดให้พิมพ์ได้รวดเร็วที่สุดแล้ว ปัญหาที่เกิดติดตามมาก็คือการวัดเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตำแหน่งอักขระที่ได้ออกแบบมาใหม่กับแบบตำแหน่งอักขระเดิมที่มีอยู่ เพราะถ้าหากไม่สามารถวัดประสิทธิภาพเพื่อเปรียบเทียบให้ได้ว่าตำแหน่งอักขระที่ออกแบบใหม่ดีกว่าแบบเดิมแล้วก็ทำให้การเปลี่ยนไปใช้ตำแหน่งอักขระที่ออกแบบใหม่เป็นการเสี่ยงที่จะทำเพราะไม่อาจทราบได้ว่าหลังจากการเปลี่ยนแปลงซึ่งจะต้องมีการใช้ทุนและต้องฝึกหัดผู้ใช้ใหม่แล้วจะได้ผลดีขึ้นหรือเลวลงกว่าตำแหน่งอักขระแบบเดิม นอกจากนี้การที่ไม่สามารถเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตำแหน่งอักขระสองแบบได้ทำให้การออกแบบตำแหน่งอักขระไม่มีการพัฒนาดังจะเห็นได้ว่าการออกแบบตำแหน่งอักขระถึงแม้จะมีมานานแล้ว แต่ก็ไม่ได้มีผู้ที่จะออกแบบใหม่มากมายนัก เช่นการออกแบบตำแหน่งอักขระภาษาไทยหลังจากการออกแบบครั้งแรกของนายสุวรรณประเสริฐ เกษมณี [2] เมื่อปี พ.ศ. 2474 ซึ่งได้ออกแบบตำแหน่งอักขระที่มีชื่อว่าเกษมณีแล้ว จากนั้นมากกว่า 30 ปีจึงได้มีการออกแบบใหม่โดยนายสฤษดิ์ บัตตะโชติ ซึ่งได้ออกแบบตำแหน่งอักขระอีกครั้งซึ่งการเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างตำแหน่งอักขระทั้ง 2 แบบหลังจากการออกแบบแบบปัตตะโชตินั้น [3] ใช้วิธีการนำบุคคลซึ่งไม่มีทักษะในการพิมพ์ดีดมาจำนวน 40 คน แล้วแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มเพื่อฝึกหัดการพิมพ์ดีดแบบพิมพ์สัมผัสโดยใช้แป้นกลุ่มละแบบ หลังจากการฝึกหัด

ระยะหนึ่งจึงนำคนทั้งสองกลุ่มมาทดสอบเพื่อวัดความเร็วในการพิมพ์แล้วหาค่าเฉลี่ยในมาเป็นตัวเปรียบเทียบ ซึ่งการเปรียบเทียบในครั้งนั้นปรากฏว่าแบบปัตตะโชติดีทำให้ผู้พิมพ์พิมพ์ได้เร็วขึ้นประมาณร้อยละ 26 แต่การเปรียบเทียบนั้นยังมีปัญหาอยู่มากเพราะในขณะทำการฝึกหัดมีการตรวจสอบพบว่ากลุ่มตัวอย่างผู้ฝึกหัดบางคนมีประสบการณ์ในการพิมพ์ดีดด้วยแป้นที่เรียงอักขระแบบเดิมมาก่อนจึงต้องตัดข้อมูลของคนเหล่านั้นทิ้งไปและการวัดด้วยวิธีการวัดแบบนี้ก็ไม่สามารถบอกได้ว่าเมื่อผู้ฝึกหัดฝึกการใช้แผงแป้นพิมพ์จนชำนาญแล้วจะมีข้อแตกต่างกันมากน้องเพียงใด นอกจากนี้การวัดโดยการฝึกหัดสามารถวัดได้เฉพาะกับแบบตำแหน่งอักขระที่ใช้ในการทดสอบเท่านั้น เมื่อมีการออกแบบใหม่อีกครั้งก็จะต้องทำการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบอีกครั้งหนึ่งซึ่งในแต่ละครั้งการทดสอบก็ต้องคน อุปกรณ์ และเวลาเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้การทดลองยังต้องการการควบคุมตัวแปรหลายตัวเพื่อจะให้การทดลองเป็นที่ยอมรับ

ในปี ค.ศ. 1975 โรบิน คินคีด (Robin Kinkead) [9] ได้เสนอวิธีการวัดประสิทธิภาพของตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์โดยการหาผลรวมของเวลาในการเคลื่อนที่ของนิ้วในการพิมพ์อักขระแต่ละตัว ซึ่งเป็นวิธีการที่สามารถใช้ข้อมูลเดิมในการวัดกับแบบตำแหน่งอักขระทุกแบบ เพียงแต่ตำแหน่งแป้นในแผงแป้นพิมพ์ต้องเหมือนกัน สำหรับการวัดแบบนี้จะได้ผลการวัดออกมาเป็นความเร็ว (คำต่อนาที) ในการพิมพ์ข้อความหนึ่ง การวัดจะใช้หลักการที่ว่าระยะเวลาที่ใช้ในการพิมพ์ข้อความ ๆ หนึ่ง จะมีค่าเท่ากับผลรวมของการพิมพ์อักขระแต่ละตัวในข้อความนั้น ๆ เขียนได้ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{ระยะเวลาในพิมพ์อักขระจำนวน n ตัว} = \sum_{i=1}^{n} T_i$$

เมื่อ

T_i = ระยะเวลาที่ใช้ในการพิมพ์อักขระตัวที่ i

ระยะเวลาในการพิมพ์อักขระตัวหนึ่งก็คือเวลาเริ่มจากการพิมพ์อักขระตัวก่อนหน้าเสร็จและสิ้นสุดที่การพิมพ์อักขระตัวนั้นเสร็จสิ้นลง ดังนั้นการที่จะให้การวัดไม่ขึ้นอยู่กับตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์ในการหาระยะเวลาในการพิมพ์ข้อความ ๆ หนึ่งจึงต้องคำนึงถึงการกดตำแหน่งของแป้นพิมพ์มากกว่าการพิมพ์อักขระ ซึ่งระยะเวลาในการพิมพ์ข้อความหนึ่งสามารถหาได้จากผลรวมของผลคูณระหว่างความถี่ของคู่อักขระกับระยะเวลาในการพิมพ์แป้นดังสมการต่อไปนี้

$$\text{ระยะเวลาในการพิมพ์อักขระ} = \sum_{\alpha=1}^{z}\sum_{\beta=1}^{z} F_{\alpha\beta} T_{pos(\alpha),pos(\beta)}$$

เมื่อ

$\alpha\beta$ = คู่ของอักขระภาษาไทยบนแผงแป้นพิมพ์ทุกคู่

$F_{\alpha\beta}$ = ความถี่ของคู่อักขระ $\alpha\beta$

$T_{pos(\alpha),pos(\beta)}$ = ระยะเวลาระหว่างการพิมพ์แป้นตำแหน่งของอักขระ α กับอักขระ β

3.6 สรุป

ทฤษฎีที่กล่าวในบทนี้จะถูกนำไปใช้ในการออกแบบตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์ซึ่งจะกล่าวถึงในบทต่อไปซึ่งจะเป็นการประยุกต์เพื่อให้ได้รูปแบบตำแหน่งอักขระที่ช่วยเพิ่มความเร็วในการพิมพ์ให้มากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามในการพิมพ์นั้นนอกจากจะเพิ่มความเร็วแล้วสิ่งที่ต้องพิจารณาอีกสิ่งหนึ่งก็คือลดโอกาสที่จะพิมพ์ผิดลง ซึ่งในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะเพิ่มความเร็วในการพิมพ์เป็นหลัก สำหรับการลดโอกาสในการพิมพ์ผิดนั้นถึงแม้ว่าจะเป็นเรื่องในการออกแบบตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์เหมือนกัน แต่ในการศึกษาแล้ว มีสิ่งที่แตกต่างกันอยู่มากทั้งนี้เพราะในการศึกษาการพิมพ์ผิดจำเป็นที่จะต้องมีการศึกษาพฤติกรรมของมนุษย์บางอย่างที่ไม่เกี่ยวข้องกับการพิมพ์เพื่อให้ได้ความเร็วซึ่งบางอย่างก็ไม่ได้เกี่ยวข้องการตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์ [8] เช่น การพิมพ์ผิดในลักษณะที่พิมพ์โดยมือที่ผิดข้างเช่นถ้าอักขระที่ต้องการพิมพ์อยู่ที่ตำแหน่งของนิ้วชี้ข้างขวาแต่กลับใช้นิ้วชี้ข้างซ้ายไปพิมพ์ หรือการพิมพ์ผิดที่เกิดจากความเคยชินเช่นการพิมพ์ลำดับอักขระบางลำดับที่จะพิมพ์ผิดอยู่เสมอ ๆ เป็นต้น แต่ในการศึกษาเพื่อให้พิมพ์ได้เร็วขึ้นนั้นจะเป็นการศึกษาในแง่ของความคล่องตัวของการใช้นิ้วมือของมนุษย์ ทั้งนี้ก็ไม่ได้หมายความว่าการที่ออกแบบตำแหน่งเพื่อเพิ่มความเร็วในการพิมพ์แล้วจะทำให้มีโอกาสพิมพ์เพิ่มขึ้นหรือลดลงแต่อย่างใดเพราะการที่จะบอกว่าตำแหน่งอักขระที่ออกแบบมาจะทำให้การพิมพ์มีโอกาสผิดพลาดได้มากขึ้นหรือน้องลงนั้นจะต้องมีการศึกษาให้ละเอียด อย่างไรก็ตามแบบตำแหน่งอักขระที่ได้จากงานวิจัยนี้ก็คาดหวังว่าจะสามารถลดโอกาสในการพิมพ์ผิดพลาดลงด้วย ทั้งนี้เนื่องจากการก้าวนิ้วที่ไกลมากและการให้น้ำหนักงานบนแป้นที่มากเกินไปจะทำให้การพิมพ์มีโอกาสผิดพลาดได้สูงขึ้น [8] ซึ่งการออกแบบในงานวิจัยนี้ก็มีการคำนึงถึงระยะการก้าวของนิ้วและน้ำหนักของงานที่ให้ในแต่ละนิ้วด้วย

ในบทนี้กล่าวถึงกฎและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์ ซึ่งเป็นกฎโดยทั่ว ๆ ไป กล่าวคือเป็นกฎที่ไม่ได้เจาะจงว่าใช้สำหรับออกแบบตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์ภาษาใดภาษาหนึ่งโดยเฉพาะ ในบทต่อไปจะเป็นการนำเอากฎที่ได้อธิบายไว้ในบทนี้ไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์ "ภาษาไทย"

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4
การออกแบบตำแหน่งอักขระภาษาไทยบนแผงแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์

ในบทจะได้กล่าวถึงขั้นตอนการออกแบบตำแหน่งอักขระภาษาไทยบนแผงแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์ ในการออกแบบตำแหน่งอักขระสำหรับแผงแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์นี้จะเลือกเอาอักขระที่ระบุไว้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม [1] ซึ่งประกอบด้วยอักขระต่าง ๆ ดังนี้

1. พยัญชนะจำนวน 44 ตัว ได้แก่ ก ข ฃ ค ฅ ฆ ง จ ฉ ช ซ ฌ ญ ฎ ฏ ฐ ฑ ฒ ณ ด ต ถ ท ธ น บ ป ผ ฝ พ ฟ ภ ม ย ร ล ว ศ ษ ส ห ฬ อ ฮ
2. สระจำนวน 21 ตัวได้แก่ -ะ -ั -็ -า -ำ -ิ -ี -ึ -ื -ุ -ู เ- แ- โ- ใ- ไ- -ๅ ฤ ฤๅ -ๆ -ฺ
3. วรรณยุกต์และทัณฑฆาต ได้แก่ -่ -้ -๊ -๋ -์
4. เลขไทยได้แก่ ๐ ๑ ๒ ๓ ๔ ๕ ๖ ๗ ๘ ๙
5. เครื่องหมายพิเศษจำนวน 12 ตัว ได้แก่ ฯ (ไปยาลน้อย) ฿ (บาท) ๆ (ไม้ยมก) ((วงเล็บเปิด)) (วงเล็บปิด) " (ฟันหนู) ? (ปรัศนี) . (มหัพภาค) , (จุลภาค) / (ทับ) - (ยติภังค์) ๎ (ยามักการ)

การทำงานของโปรแกรมออกแบบตำแหน่งอักขระแบ่งออกเป็นขั้นตอนหลัก ๆ ได้ 2 ขั้นตอนดังนี้

1. การเก็บรวบรวมค่าความถี่ของอักขระและคู่อักขระ
2. การออกแบบตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์

ซึ่งในแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 การเก็บรวบรวมค่าความถี่ของอักขระและคู่อักขระ

การออกแบบตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์ต้องทราบถึงความถี่ในการใช้อักขระแต่ละตัวว่าอักขระแต่ละตัวมีความถี่ในการใช้สูงมากน้อยเพียงใด เพราะในการออกแบบนั้นอักขระที่มีความถี่ในการใช้งานมากควรอยู่ในตำแหน่งที่สามารถใช้นิ้วกดแป้นนั้นได้สะดวก ส่วนอักขระที่มีความถี่ในการใช้งานน้อยก็อยู่ในตำแหน่งที่สะดวกน้อยลงลดหลั่นกันไป นอกจากความถี่ของอักขระแต่ละตัวแล้ว ความถี่ของคู่อักขระก็เป็นข้อมูลที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งที่ใช้ในการออกแบบ จากกฎการออกแบบตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์การทำงานแบบสลับมือที่มากกว่าจะทำให้การทำงานเร็วกว่าแป้นที่มีการทำงานแบบสลับมือน้อย ซึ่งความถี่คู่อักขระมีความสำคัญในการออกแบบ ตำแหน่งอักขระเพื่อให้เป็นไปตามกฎข้อนี้

---

* ดูเพิ่มเติมที่ภาคผนวก ก., หน้า 40

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลความถี่ของอักขระและคู่อักขระ โดยสุ่มหยิบหนังสือจากหอสมุดกลางจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จากหมวดหนังสือจำนวน 10 หมวด ๆ ละ 5 เล่มรวมเป็น 50 เล่ม* ในแต่ละเล่มเลือกสุ่มคัดลอกเฉพาะอักขระภาษาไทยตอนใดตอนหนึ่งในหนังสือความยาว 4,000 อักขระออกมาในรูปของรหัสแอสกี (ASCII code) จะได้อักขระภาษาไทยทั้งหมดจำนวน 200,000 ตัว ซึ่งอักขระทั้ง 200,000 ตัวนี้จะถูกนับความถี่ของอักขระและคู่อักขระเพื่อจะใช้ในการออกแบบ

ขั้นตอนการนับความถี่ของอักขระและคู่อักขระผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการนับ โดยโปรแกรมเริ่มการทำงานจากการอ่านข้อมูลที่เป็นแฟ้มข้อความ (text file) ซึ่งคัดลอกมาอยู่ในรูปรหัสแอสกีเพื่อเป็นตัวแทนของประชากรอักขระ (corpus) แล้วทำการเก็บค่าความถี่ของอักขระนั้น ๆ ซึ่งการเก็บค่าความถี่มีค่าความถี่ที่ต้องใช้ในการออกแบบ 2 ค่า คือ

1. ค่าความถี่ของอักขระแต่ละตัว การเก็บความถี่ทำได้โดยสร้างตัวแปรการเก็บค่าความถี่ของอักขระแต่ละตัว เมื่อพบอ่านข้อมูลเป็นอักขระตัวใดก็เพิ่มค่าให้แก่ตัวแปรที่เก็บค่าความถี่ของอักขระตัวนั้นไป 1 ทำซ้ำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งหมดข้อมูล ดังตัวอย่างการนับค่าความถี่ของอักขระที่เก็บมาจากกลุ่มตัวอย่างอักขระจำนวน 200,000 ตัวจะได้ความถี่ของอักขระเรียงตามความถี่จากมากไปน้อยดังตารางที่ 4.1

รหัสแอสกี	อักขระ	ความถี่	คิดเป็นร้อยละ
210	า	14300	7.1500
185	น	12537	6.2685
:	:	:	:
229	ๅ	0	0.0000
238	๎	0	0.0000

ตารางที่ 4.1 ตัวอย่างค่าความถี่ของอักขระภาษาไทย (ดูเพิ่มเติมภาคผนวก ข.)

2. ค่าความถี่ของคู่อักขระ (Digraph) การนับจะนับอักขระทีละคู่โดยจะจับคู่อักขระที่อยู่ติดกัน 2 ตัวเป็น 1 คู่ เช่น อักขระตัวแรกก็จะจับคู่กับอักขระตัวที่ 2 อักขระตัวที่ 2 ก็จะจับคู่กับอักขระตัวที่ 3 อักขระตัวที่ 3 ก็จะจับคู่กับอักขระตัวที่ 4 เรื่อยไปจนกระทั่งหมดทั้งข้อมูล การนับความถี่ของคู่อักขระทำได้โดยสร้างตัวแปรสำหรับเก็บความถี่ของอักขระแต่ละคู่ เมื่ออ่านพบอักขระคู่ใดก็เพิ่มค่าให้แต่ตัวแปรที่เก็บความถี่ของอักขระคู่นั้นไป 1 ดังตัวอย่างการนับค่าความถี่ของอักขระที่เก็บมาจากอักขระจำนวน 200,000 ตัวจะได้ความถี่ของคู่อักขระเรียงตามความถี่จากมากไปน้อยดังตารางที่ 4.2

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รหัสแอสกี	อักขระ	ความถี่	คิดเป็นร้อยละ
232 – 210	่ – า	2389	1.1945
205 - 167	อ – ง	2253	1.1265
:	:	:	:
228 – 184	ไ – ธ	2	0.0010
:	:	:	:
249 – 244	๙ - ๔	1	0.0005
249 – 246	๙ - ๖	1	0.0005

ตารางที่ 4.2 ตัวอย่างค่าความถี่ของคู่อักขระ (ดูเพิ่มเติมภาคผนวก ค.)

4.2 ขั้นตอนการออกแบบตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์

จุดประสงค์สำคัญของการออกแบบตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์ภาษาไทยในงานวิจัยนี้ก็คือใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการออกแบบตำแหน่งอักขระให้ได้ตำแหน่งอักขระที่มีลักษณะตามหรือใกล้เคียงกับกฎศึกษาสำนึกของการออกแบบตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์ให้มากที่สุด กฎศึกษาสำนึกที่ใช้ในการออกแบบตำแหน่งอักขระภาษาไทยบนแผงแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์ในงานวิจัยนี้ใช้กฎ 5 ข้อดังนี้

1. เกิดการพิมพ์แบบสลับมือให้มากที่สุด
2. แผงแป้นเหย้าควรเป็นแถวที่มีน้ำหนักในการทำงานมากที่สุด
3. น้ำหนักของงานบนแป้นแต่ละแถวควรเรียงลำดับมากไปหาน้อยดังนี้ แผงแป้นแถวที่ 3 แผงแป้นแถวที่ 2 แผงแป้นแถวที่ 4 และแผงแป้นแถวที่ 1 ตามลำดับ
4. นิ้วที่ไม่มีความคล่องตัวควรได้รับน้ำหนักงานน้อย
5. ควรให้นิ้วมีการเคลื่อนที่ให้น้อยที่สุด

จากกฎข้อที่ 1 ให้เกิดการทำงานสลับมือมากที่สุด สิ่งที่จะใช้ในการออกแบบให้เป็นไปตามกฎข้อนี้ก็คือพิจารณาความถี่ของคู่อักขระ โดยการจัดคู่อักขระที่มีความถี่มากให้อักขระแต่ละตัวอยู่ในกลุ่มแป้นที่พิมพ์ด้วยมือคนละข้าง เหตุที่ต้องพิจารณาคู่ที่มีความถี่มากก็เนื่องมากจาคู่ของอักขระมีอยู่เป็นจำนวนมากจนไม่สามารถที่จะจัดให้ทุกคู่อักขระแยกอยู่คนละข้างได้เช่นในกรณีที่มีคู่อักขระ ก – น น – อ และ อ – ก จะเห็นว่าถ้าจัดให้ ก. อยู่คนละข้างกับ น. แล้ว อ. ก็จะต้องอยู่ข้างเดียวกับ ก. หรือไม่ก็ น. ซึ่งจะขัดกับคู่ น – อ หรือ คู่ อ – ก ที่ อ. จะต้องอยู่คนละข้างกับ น. และ ก. ดังนั้นในการเลือกว่าการแบ่งคู่จะให้เป็นไปตามคู่ใดจึงต้องพิจารณาว่าคู่อักขระใดมีความถี่มากกว่า

ดังนั้นในการออกแบบตามกฎข้อที่ 1 จึงจะต้องแบบกลุ่มของอักขระออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่จะอยู่ในกลุ่มแป้นที่พิมพ์ด้วยมีมือข้างขวาซึ่งมีอยู่จำนวน 25 แป้นหรือเป็นอักขระจำนวน 50 ตัว และกลุ่มข้างซ้ายจำนวน 21 แป้นหรือเป็นอักขระจำนวน 42 ตัว

การจัดกลุ่มอักขระมีขั้นตอนดังนี้

1. เรียงลำดับคู่ของอักขระด้วยค่าความถี่จากมากไปหาน้อย
2. ทำการแบ่งกลุ่มของอักขระโดยจะทำการพิจารณาที่คู่อักขระที่มีความถี่สูงที่สุด เช่นในตัวอย่างข้อมูลตารางที่ 4.2 คู่อักขระที่มีความถี่สูงสุดคือ คู่ไม้เอกกับสระอา จากนั้นจะเปรียบเทียบความถี่ของอักขระระหว่างไม้เอกกับสระอา ว่าตัวใดมีความถี่มากกว่าโดยพิจารณาจากตารางค่าความถี่อักขระที่เรียงลำดับเอาไว้ดังตัวอย่างในตารางที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าค่าความถี่ของสระอามีค่าความถี่มากกว่าไม้เอก ดังนั้นจะได้ว่าสระอาอยู่กลุ่มมือขวาและไม้เอกอยู่กลุ่มมือซ้าย ทำการพิจารณาเช่นเดียวกันกับคู่อักขระที่มีค่าความถี่รองลงมา เช่นคู่ อ. กับ ง.
3. แต่ในกรณีที่มีอักขระตัวใดตัวหนึ่งในคู่อักขระได้ถูกจัดกลุ่มไปแล้ว เช่นถ้าพิจารณาคู่อักขระลำดับที่ 3 คือคู่ของ -ั (สระอีกับไม้เอก) จะเห็นได้ว่าจากการพิจารณาคู่อักขระลำดับที่ 1 ในตาราง ไม้เอกได้ถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มข้างมือซ้ายแล้ว ในกรณีเช่นนี้จะไม่พิจารณาความถี่ของอักขระแต่จะจัดให้สระอีอยู่ในกลุ่มมือซ้ายในทันที
4. การจัดกลุ่มจะทำการพิจารณาเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งอักขระทุกตัวได้ถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง เมื่อจัดมีอักขระกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งจนครบแล้วคือ กลุ่มมือซ้ายเท่ากับ 42 ตัว หรือกลุ่มมือขวา 50 ตัว อักขระที่เหลือที่ยังไม่ได้รับการจัดกลุ่มก็จะอยู่ในกลุ่มที่ยังไม่เต็ม
5. จากนั้นโปรแกรมจะเลือกอักขระขึ้นมาจากกลุ่มข้างขวา 1 ตัวแล้วลองสลับกลุ่มกับอักขระในกลุ่มข้างซ้ายที่ละตัวจนครบทุกตัวในกลุ่มข้างซ้าย แล้ถ้ามีการเปลี่ยนครั้งใดทำให้ค่าการสลับมือเพิ่มขึ้นมากที่สุดและเพิ่มจากการที่ไม่ได้สลับ ก็จะทำการสลับอักขระ 2 ตัวนั้น จะทำเช่นนี้จนครบอักขระในกลุ่มข้างขวาทุกตัว
6. ข้อมูลในการแบ่งกลุ่มจะเก็บไว้ในตารางลำดับความถี่อักขระเพื่อใช้ในการออกแบบตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์ต่อไป ดังตัวอย่างตารางที่ 3.5

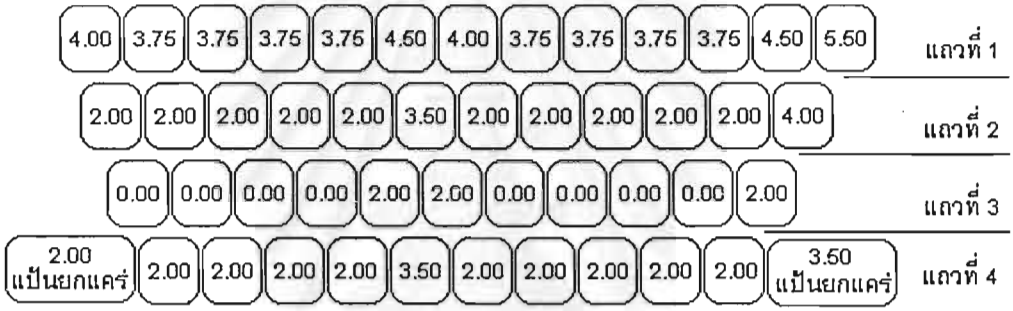
ลำดับที่	คู่อักขระ	ความถี่	กลุ่ม
1	า	14300	ขวา
2	น	12537	ขวา
3	◌ั	9780	ซ้าย
:	:	:	:
91	ๅ	0	ซ้าย
92	◌์	0	ซ้าย

ตารางที่ 4.3 ตัวอย่างข้อมูลอักขระที่ได้รับการจัดกลุ่มเรียบร้อยแล้ว

4.3 การออกแบบตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์

จะเห็นว่ากฎศึกษาสำนึกในการออกแบบตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์ เป็นกฎที่ไม่ได้มีการกำหนดที่แน่นอนว่าการจัดตำแหน่งอักขระจะต้องเป็นอย่างไร เพียงแต่ให้เป็นข้อกำหนดกว้าง ๆ ว่าการออกแบบตำแหน่งอักขระที่ดีควรเป็นอย่างไร ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอวิธีการจัดตำแหน่งอักขระภาษาไทยบนแผงแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์ที่มีความชัดเจน สามารถประยุกต์เพื่อนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาใช้ในการจัดตำแหน่งอักขระได้ ขั้นตอนในการจัดตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. อักขระที่มีความถี่มากที่สุดจะได้รับการพิจารณาก่อน โดยอักขระที่มีความถี่มากที่สุดจะวางที่ตำแหน่งที่ห่างจากเป็นเหย้าน้อยที่สุด (ที่น้อยที่สุดก็คือแป้นเหย้าเอง) และอักขระที่มีความถี่น้อยลงไปก็จะพิจารณาวางที่ตำแหน่งที่ห่างจากแป้นเหย้ามากขึ้นเรื่อย ๆ ระยะห่างจากแป้นเหย้าไปยังแป้นพิมพ์ต่าง ๆ แสดงได้ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 ระยะทางจากแป้นเหย้าไปยังแป้นต่าง ๆ

ในการพิจารณาตำแหน่งบนแผงแป้นพิมพ์ที่ต้องใช้การกดแป้นยกแคร่ จากหัวข้อที่ 3.3* ตำแหน่งเหล่านี้จะบวกด้วยระยะทางที่ห่างจากแป้นเหย้าของแป้นยกแคร่ จึงเป็นระยะทางที่จะนำไปใช้เปรียบเทียบในการจัดตำแหน่งอักขระ จากรูปที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าระยะทางจากแป้นเหย้าไปยังแป้นต่าง ๆ มีระยะเท่ากันอยู่เป็นจำนวนมาก ดังนั้นการจะเลือกว่าอักขระใดบนแป้นใดโดยการใช้ระยะทางเป็นตัวตัดสินจึงไม่เพียงพอ จึงยังต้องอาศัยตัวแปรอื่นช่วยในการจัดด้วย

2. ถ้าระยะทางมีค่าเท่ากัน จะทำการพิจารณาค่าความถี่ของคู่ของอักขระว่าควรเลือกวางอักขระนั้นลงบนแป้นของมือข้างซ้ายหรือขวา โดยอาศัยการแบบกลุ่มของอักขระออกเป็น 2 กลุ่มดังแสดงในตารางที่ 4.3

---

* ดูเพิ่มเติมที่บทที่ 3, หน้า 13

3. ถ้าการพิจารณาในข้อที่สอง ยังมีแป้นที่มีระยะทางมีค่าเท่ากัน เลือกวางอักขระบนแป้นที่กดด้วยนิ้วที่คล่องตัวกว่าก่อน ซึ่งก็คือ แป้นของนิ้วชี้เป็นอันดับแรก ตามด้วย นิ้วกลาง นิ้วนาง และนิ้วก้อย ตามลำดับ
4. ถ้าการพิจารณาในข้อที่สาม ยังมีแป้นที่มีระยะทางมีค่าเท่ากัน เลือกวางอักขระบนแถวแป้นที่นิ้วสามารถเข้าถึงได้ง่ายกว่าก่อนซึ่งก็คือ ในแถวที่ 3 ก่อน แล้วตามด้วย แถวที่ 2 แถวที่ 4 และแถวที่ 1 ตามลำดับ
5. เลขไทยถูกวางบนแป้นที่กำหนดไว้แล้ว เนื่องจากตัวเลขไทยมีความถี่ค่อนข้างน้อย ทำให้ไม่มีนัยสำคัญต่อการจัดมากนัก รวมทั้งความถี่ของเลขแต่ละตัวก็ไม่มีความแตกต่างกันจนเห็นได้ชัด ดังนั้นเพื่อความสะดวกในการจำ จึงจัดว่างตัวเลขไทยในตำแหน่งเดิมตามแป้นเดิม (แบบเกษมณี)

หลังจากใช้โปรแกรมจัดตำแหน่งอักขระภาษาไทยบนแผงแป้นพิมพ์ตามขั้นตอนต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วทั้ง 5 ข้อด้วยข้อมูลอักขระจำนวน 200,000 ตัว* จะได้รูปแบบของตำแหน่งอักขระภาษาไทยแบบใหม่ดังแสดงในรูปที่ 4.4

รูปที่ 4.4 ตำแหน่งอักขระภาษาไทยบนแผงแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์ที่ออกแบบโดยโปรแกรม

---

* ดูเพิ่มเติมที่ภาคผนวก ข., หน้า 41

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.4 สรุป

จากรูปที่ 4.4 เป็นตำแหน่งอักขระภาษาไทยบนแผงแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์ที่ได้จากงานวิจัยนี้ ซึ่งขั้นตอนการออกแบบดังที่กล่าวมาแล้วในบทนี้เป็นการประยุกต์เอากฎในการออกแบบตำแหน่งอักขระออกมาเป็นขั้นในการออกแบบที่ชัดเจน ทำให้การออกแบบซึ่งต้องอาศัยความถี่ของอักขระและคู่อักขระสามารถใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบได้ ซึ่งทำให้สะดวกในการที่จะพัฒนาตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์ขึ้นมาใหม่ รวมทั้งถ้าหากในอนาคตมีงานวิจัยหรือข้อมูลใหม่ก็จะทำให้การพัฒนาเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว

ในบทต่อไปจะเป็นการวัดประสิทธิภาพตำแหน่งอักขระแบบที่ได้จากงานวิจัยนี้เปรียบเทียบกับตำแหน่งอักขระที่มีอยู่เดิม เพื่อแสดงให้เห็นประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นของตำแหน่งอักขระแบบใหม่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5
การทดลองวัดประสิทธิภาพแบบตำแหน่งอักขระภาษาไทยบนแผงแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์

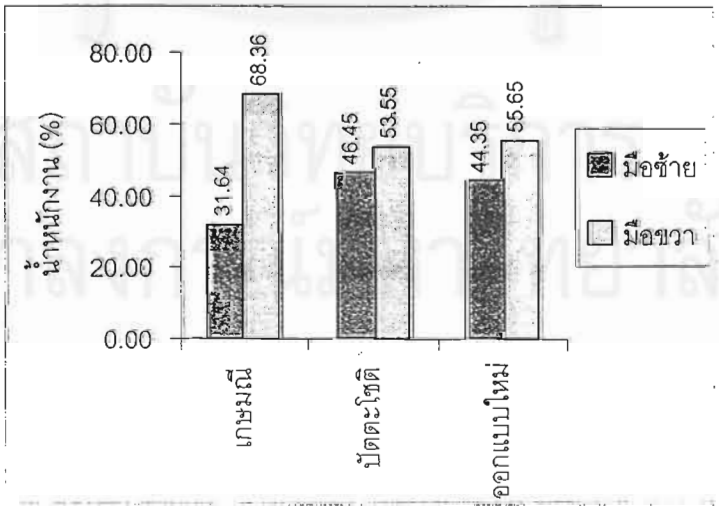
ในบทนี้จะนำเสนอการวัดประสิทธิภาพแบบตำแหน่งอักขระภาษาไทยบนแผงแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์ เพื่อเปรียบเทียบระหว่างตำแหน่งอักขระที่ออกแบบโดยหลักการดังที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 4 กับแบบตำแหน่งอักขระที่มีใช้อยู่ในปัจจุบันคือ แบบเกษมณีและแบบปัตตะโชติ ในการวัดประสิทธิภาพจะแบ่งการวัดออกเป็น 2 แบบคือ การวัดประสิทธิภาพในเชิงคุณภาพและการวัดประสิทธิภาพในเชิงปริมาณ

5.1 การวัดประสิทธิภาพเชิงคุณภาพ

การวัดประสิทธิภาพเชิงคุณภาพจะเป็นการวัดความเหมาะสมของการกระจายน้ำหนักงานไปบนแป้นแต่ละแป้นว่ามีความเหมาะสมหรือไม่ โดยจะใช้กฎศึกษาสำนึก [10] เป็นเกณฑ์ในการพิจารณา ซึ่งผลการทดลองเชิงคุณภาพนี้จะไม่สามารถเปรียบเทียบได้ชัดเจนว่าแป้นพิมพ์แบบใดดีกว่าเท่าใด ผลการทดลองในหัวข้อนี้จะใช้ค่าความถี่อักขระจากอักขระจำนวน 200,000 ในการคำนวณเปรียบเทียบแป้นในแต่ละแบบ

5.1.1 การเปรียบเทียบน้ำหนักงานของแต่ละมือ

จากกฎศึกษาสำนึกในการออกแบบตำแหน่งอักขระ [10] น้ำหนักงานของแต่ละมือควรมีความสมดุลกันคือประมาณข้างละร้อยละ 50 หรือใกล้เคียง ทั้งนี้การที่น้ำหนักงานไม่สมดุลกันจะทำให้มือข้างหนึ่งใดข้างทำงานหนักมากเกินทำให้เกิดอาการเมื่อยล้าได้ไปในขณะที่มืออีกข้างไม่ได้งาน ทำให้การทำงานเป็นไปได้อย่างไม่เต็มที่

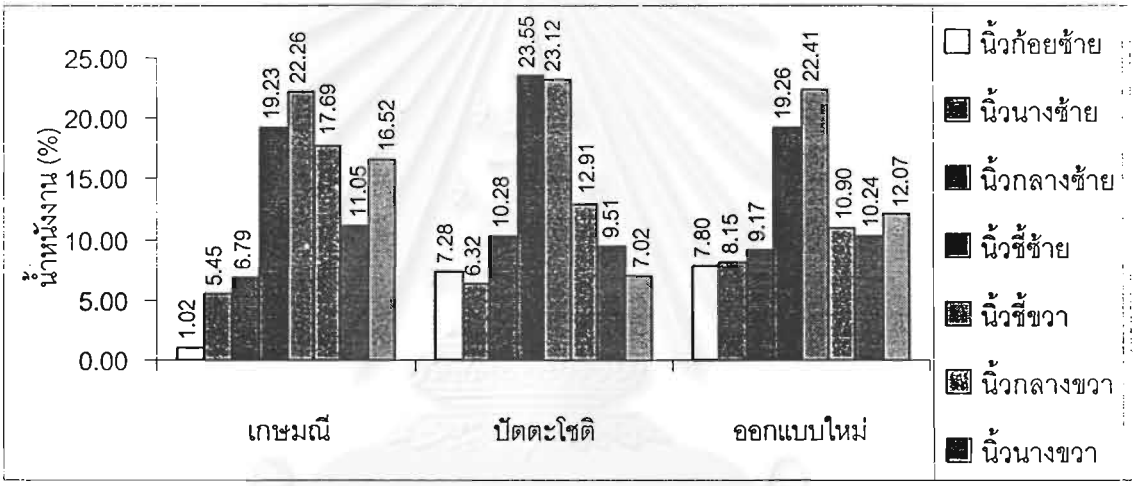


รูปที่ 5.1 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบน้ำหนักงานของมือทั้งสองข้าง

จากรูปที่ 5.1 จะเห็นว่าแป้นแบบเกษมณีนั้นจะมีน้ำหนักงานที่ไม่สมดุลอย่างมาก ซึ่งลักษณะเช่นนี้จะทำให้มือขวาทำงานหนักมากถึงประมาณร้อยละ 68.36 ของงานทั้งหมดในการพิมพ์ สำหรับแป้นแบบปัตตะโชติและแบบที่ออกแบบใหม่จะเห็นว่ามีน้ำหนักงานที่ค่อนข้างจะสมดุลกันระหว่างสองมือ

5.1.2 การเปรียบเทียบน้ำหนักงานของแต่ละนิ้วมือ

การเปรียบเทียบน้ำหนักงานของแต่ละนิ้วมือจากการออกแบบตำแหน่งอักขระนั้นสามารถทำได้โดยการหาผลค่าความถี่ของอักขระที่อยู่ในตำแหน่งที่นิ้วแต่ละนิ้วพิมพ์ จากกฎศึกษาสำนึกแป้นพิมพ์ที่ดีควรจะมีการกระจายน้ำหนักงานให้นิ้วที่มีความแข็งแรงหรือคล่องตัวสูงอันได้แก่นิ้วชี้และนิ้วกลางมากกว่า และนิ้วที่มีความคล่องตัวต่ำควรได้รับงานที่น้อยลงตามลำดับ ตัวเป็นความถี่ของอักขระดังแสดงไว้ในแผงภูมิแท่งรูปที่ 5.2



รูปที่ 5.2 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบน้ำหนักงานของนิ้วมือแต่ละนิ้ว

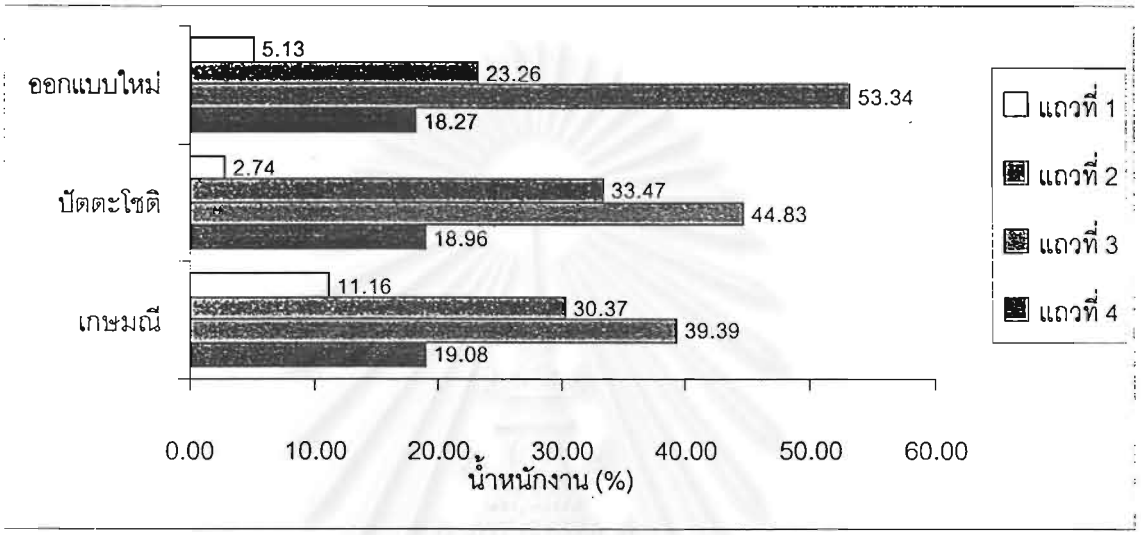
จากรูปที่ 5.2 จะเห็นได้ว่าแป้นแบบเกษมณีมีการกระจายน้ำหนักงานที่ไม่เหมาะสมนัก โดยนิ้วก้อยข้างขวาได้รับน้ำหนักงานถึงประมาณ 16.52 ซึ่งมากกว่านิ้วกลางข้างซ้ายมากกว่า 2 เท่า และนิ้วก้อยข้างซ้ายเกือบจะไม่ได้ทำงานเลย สำหรับแป้นแบบปัตตะโชติและแบบที่ออกแบบใหม่มีการกระจายน้ำหนักที่ค่อนข้างจะเหมาะสม คือ นิ้วที่มีความคล่องตัวสูงจะได้รับงานที่มากกว่านิ้วที่มีความคล่องตัวต่ำ

5.1.3 การเปรียบเทียบน้ำหนักของงานของแถวแป้นพิมพ์แต่ละแถว

แผงแป้นพิมพ์อักขระจะประกอบด้วยแถวของแป้นพิมพ์ตามแนวนอนจำนวน 4 แถวได้แก่ แถวที่ 1 หรือแถวบนสุด (Numeric row) แถวที่ 2 (Top row) แถวที่ 3 หรือแถวแป้นเหย้า (Home row) และแถวที่ 4 (Bottom row) ซึ่งในการพิมพ์นิ้วที่ไม่ได้ก้าวไปกดแป้นจะพักอยู่ที่แถวแป้นเหย้า ดังนั้นน้ำหนักงานจึงควรจะตกอยู่ที่แถวแป้นเหย้าให้มากที่สุด เพราะจะทำให้นิ้วไม่ต้องเคลื่อนที่ออกจากแถวแป้นเหย้ามาก การเคลื่อน

ที่ออกจากแป้นเหย้าจะมีผลให้การพิมพ์เป็นไปได้ช้าและอาจมีโอกาสที่จะพิมพ์ผิดได้สูงกว่าการที่นิ้วไม่ต้องขยับออกจากแป้นเหย้า สำหรับแถวที่ 1 ซึ่งเป็นแถวบนสุด จะเป็นแถวที่ห่างจากแป้นเหย้ามากที่สุด ซึ่งการก้าวไปพิมพ์แป้นในแถวที่ 1 นั้นจะเสียเวลามากและมีโอกาสที่จะผิดพลาดได้สูง ดังนั้นการออกแบบตำแหน่งอักขระจึงควรให้มีน้ำหนักงานตกอยู่ในแถวนี้ให้น้อยที่สุด

จากการทดลองวัดความถี่ในการใช้แป้นในแถวต่าง ๆ เปรียบเทียบกันระหว่างแบบตำแหน่งอักขระแบบต่าง ๆ แสดงดังรูปที่ 5.3



รูปที่ 5.3 แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบน้ำหนักของงานของแถวแป้นพิมพ์แต่ละแถว

จากรูปที่ 5.3 จะเห็นได้ว่าการกระจายน้ำหนักงานในแต่ละแถวของแป้นพิมพ์แบบต่าง ๆ ค่อนข้างจะใกล้เคียงกัน คือแถวที่ 1 จะมีน้ำหนักงานน้อยที่สุดและแถวที่ 3 จะมีน้ำหนักงานมากที่สุด แต่จะสังเกตเห็นว่าแป้นแบบเกษมณีมีน้ำหนักงานที่แถวที่ 1 ค่อนข้างมากในขณะที่มีน้ำหนักงานในแถวที่ 3 ค่อนข้างน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับแป้นแบบอื่น สำหรับแบบที่ออกแบบใหม่เปรียบเทียบกับแป้นแบบปัตตะโชติจะเห็นได้ว่ามีการกระจายของน้ำหนักงานที่ค่อนข้างใกล้เคียงกัน

5.1.4 การเปรียบเทียบความถี่ของการพิมพ์แบบสลับมือและการก้าวกระโดดของนิ้วมือ

การพิมพ์แบบสลับมือคือการพิมพ์ที่ใช้มือทั้งสองข้างพิมพ์สลับกัน เช่นเมื่อตัวอักษรตัวแรกพิมพ์โดยใช้มือข้างซ้าย อักษรตัวต่อไปพิมพ์ด้วยมือขวาเป็นต้น ซึ่งจากกฎศึกษาสำนึกการพิมพ์แบบสลับมือนี้จะมีความเร็วในการพิมพ์มากกว่าการพิมพ์โดยใช้มือข้างเดียวพิมพ์ต่อเนื่องกัน ความถี่ของการพิมพ์แบบสลับมือสามารถคำนวณได้จากความถี่ของคู่อักขระ

การก้าวกระโดดของนิ้วมือ (Finger hurdle) [4,10] เป็นอีกสิ่งหนึ่งซึ่งสามารถบ่งบอกถึงคุณภาพของแบบตำแหน่งอักขระได้ การก้าวกระโดดของนิ้วมือแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ การก้าวกระโดดของนิ้วมือเดียวกัน คือการพิมพ์ในลักษณะที่แป้นแรกที่กดอยู่ในแถวที่ 2 แล้วแป้นที่กดต่อมาเป็นแป้นที่ใช้นิ้วเดิม

กด แต่แป้นนั้นอยู่ในแถวที่ 4 เป็นต้น ซึ่งจะเป็นการก้าวข้ามแถวที่ 3 ไปพิมพ์แป้นในแถวที่ 4 ซึ่งไกลออกไป และประเภทที่ 2 คือการก้าวกระโดดของนิ้วมือคนละนิ้ว ลักษณะคล้ายกับการก้าวกระโดดของนิ้วมือเดียวกันแต่จะเป็นการก้าวกระโดดของนิ้วมือคนละนิ้วมือ (แต่เป็นมือข้างเดียวกัน ลักษณะการก้าวกระโดดจะไม่เกิดขึ้นกับการพิมพ์สลับมือ เพราะโดยปรกติเมื่อมือข้างหนึ่งกำลังพิมพ์อยู่นิ้วมือของมืออีกข้างหนึ่งจะวางอยู่บนแป้นเหย้า ซึ่งมือจะก้าวออกไปพิมพ์ถือเป็นการก้าวธรรมดา) ความถี่ของการก้าวกระโดดของนิ้วมือสามารถคำนวณได้จากความถี่ของคู่อักขระเช่นเดียวกับการคำนวณหาความถี่ของการทำงานแบบสลับมือ

จากการทดลองคำนวณความถี่ในการพิมพ์แบบสลับมือและการก้าวกระโดดของนิ้วมือ เปรียบเทียบกันระหว่างแบบตำแหน่งอักขระแบบต่าง ๆ แสดงดังตารางที่ 5.4

แบบตำแหน่งอักขระ	เกษมณี	ปัตตะโชติ	ออกแบบใหม่
ความถี่การพิมพ์แบบสลับมือ (ร้อยละ)	41.20	47.58	55.63
ความถี่การก้าวกระโดดของนิ้วมือเดียวกัน (ร้อยละ)	4.56	2.00	1.00
ความถี่การก้าวกระโดดของนิ้วมือคนละนิ้ว (ร้อยละ)	13.61	6.75	5.12

ตารางที่ 5.4 เปรียบเทียบความถี่ของการพิมพ์แบบสลับมือและการก้าวกระโดดของนิ้วมือ

จากตารางที่ 5.4 จะเห็นได้ว่าแบบที่ออกแบบใหม่มีความถี่การพิมพ์แบบสลับมือมากที่สุด โดยมากกว่าแบบเกษมณี ประมาณร้อยละ 14.43 และมากกว่าแบบปัตตะโชติประมาณร้อยละ 8.05 ซึ่งการพิมพ์แบบสลับมือที่มากกว่าเป็นส่วนหนึ่งที่จะทำให้การพิมพ์เร็วขึ้น

สำหรับความถี่การก้าวกระโดดของนิ้วมือในขณะทำการพิมพ์นั้นถ้ามีมากจะทำให้การพิมพ์มีโอกาสผิดพลาดได้มาก [4,10] จากตารางที่ 5.4 ค่าความถี่ของการก้าวกระโดดของนิ้วมือของแป้นแบบเกษมณีจะมีมากกว่าแป้นแบบอื่น ๆ อย่างเห็นได้ชัด สำหรับแบบที่ออกแบบใหม่เมื่อเปรียบเทียบกับแบบปัตตะโชติมีความถี่ที่ค่อนข้างจะใกล้เคียงกันซึ่งแสดงให้เห็นถึงการแบบที่ออกแบบทีหลังทั้งสองแบบมีการออกแบบที่ดียิ่งขึ้น

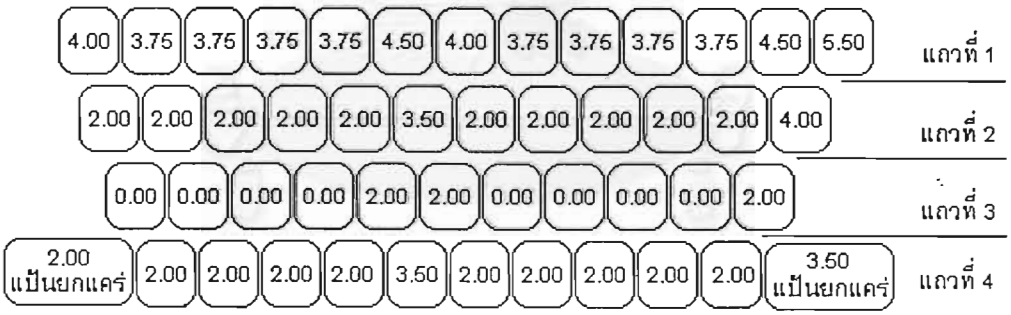
5.2 การวัดประสิทธิภาพเชิงปริมาณ

ในการทดลองเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแผงแป้นพิมพ์ วิธีที่จะสามารถเปรียบเทียบได้อย่างชัดเจนก็คือ การนำไปใช้ในงานจริง โดยฝึกฝนผู้ใช้จำนวนหนึ่งด้วยแผงแป้นพิมพ์ที่แตกต่างกัน จากนั้นก็ให้นำไปใช้งานจริงจนกระทั่งผู้ใช้มีทักษะอยู่ในขั้นที่ชำนาญแล้ว จึงมีการติดตามเพื่อวัดความเร็วในการพิมพ์ ซึ่งจำนวนของผู้ที่เข้าทดสอบจะต้องมีจำนวนมากพอสมควร เนื่องจากแต่ละบุคคลมีความสามารถที่แตกต่างกัน ถ้านำผู้เข้าทดสอบจำนวนน้อยก็จะทำให้ข้อมูลไม่น่าเชื่อถือ เช่นในกรณีที่นำผู้ทดสอบมาเพียง 1 คนต่อแป้น 1 แบบ ในการพิมพ์จับเวลาคนใดคนหนึ่งอาจเป็นผู้ที่มีความสามารถในการพิมพ์มากเป็นพิเศษ ซึ่งจะทำให้ผลที่ออกมาปรากฏว่าแป้นแบบที่พิมพ์โดยคนคนนั้น จะได้ความเร็วสูงที่สุด ซึ่งหมายถึงว่าผลที่ได้ไม่ได้ขึ้นอยู่กับแบบของแผงแป้นพิมพ์แต่กลับขึ้นอยู่กับผู้ที่เข้าทดสอบ ดังนั้นจึงต้องหาผู้ทดสอบมาก

พอสมควรเพื่อนำผลการวัดมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อให้ผลการทดสอบมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังมีตัวแปรอีกหลายอย่างที่จะต้องควบคุม เช่น ระยะเวลาในการฝึกฝน ซึ่งในแต่ละบุคคลย่อมมีเท่ากัน การที่จะบอกได้ว่าระยะเวลาเท่าใดจึงจะเพียงพอนั้นเป็นเรื่องที่ไม่สามารถบอกได้ ซึ่งการที่มีระยะเวลาในการฝึกฝนที่ไม่เพียงพออาจทำให้เกิดการผิดพลาดในการทดลองได้ ดังที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าวิธีการวัดโดยการทดสอบแบบนี้นอกจากจะเสียเวลามากแล้ว ยังต้องลงทุนมากเพราะต้องหาผู้ทดสอบมาหลายคน และต้องมาทำการฝึกหัดอีกเป็นระยะเวลานานพอสมควร นอกจากนี้ผู้ที่ฝึกฝนแป้นที่ไม่ใช่มาตรฐานหรือเป็นแป้นที่มีใช้อยู่น้อยก็จะทำให้ทักษะที่ฝึกฝนได้จากการทดสอบไม่ได้เกิดประโยชน์และอาจเป็นโทษได้ ในกรณีที่บุคคลนั้นจำเป็นต้องไปฝึกฝนแผงแป้นพิมพ์ที่เป็นมาตรฐาน ทักษะที่ได้รับการฝึกฝนมาก่อนอาจไปรบกวนในการฝึกหัดอันใหม่ก็เป็นไปได้

5.2.1 การเปรียบเทียบระยะทางการเคลื่อนที่ของนิ้วมือ

การวัดระยะทางการเคลื่อนที่ของนิ้วมือในการพิมพ์ข้อความใด ๆ สามารถหาได้ดังสมการที่กล่าวมาแล้วในหัวข้อที่ 3.3* ซึ่งใช้ข้อมูลในการหาคือ ความถี่ของอักขระในข้อความ ระยะทางการเคลื่อนที่จากแป้นเหย้าไปยังแป้นต่าง ๆ และตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์ ในการทดลองใช้ข้อความขนาด 200,000 อักขระในการคำนวณหาระยะทางในการพิมพ์ สำหรับระยะทางจากแป้นเหย้าไปยังแป้นใด ๆ นั้นเนื่องจากระยะทางของการเคลื่อนที่ของนิ้วมือในการพิมพ์นั้นในแต่ละบุคคลย่อมจะไม่เท่ากัน ดังนั้นการหาค่าระยะทางโดยเฉลี่ยจริงจึงเป็นไปได้ยาก ดังนั้นระยะทางจากแป้นใด ๆ ไปยังแป้นเหย้าในการทดลองนี้ได้วัดจากแผงแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์จริงโดยประมาณ โดยปัดให้อยู่ในหน่วย 0.25 เซนติเมตร ดังแสดงในรูปที่ 5.5



รูปที่ 5.5 ระยะทางจากแป้นเหย้าไปยังแป้นต่าง ๆ

ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 5.6 แสดงการเปรียบเทียบระยะทางในการพิมพ์ข้อความภาษาไทยขนาด 200,000 อักขระของแป้นพิมพ์แบบต่าง ๆ

---

* ดูเพิ่มเติมที่บทที่ 3, หน้า 13

แบบตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์	ระยะทางในการพิมพ์ (เซนติเมตร)	คิดเป็นอัตราส่วนอย่างง่าย
เกษมณี	69,039.25	100.00
ปัตตะโชติ	61,654.75	89.30
แบบออกแบบใหม่	49,815.93	72.16

ตารางที่ 5.6 ระยะทางในการพิมพ์ของแป้นแบบต่าง ๆ จากคลังอักขระเดิม

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าแบบตำแหน่งอักขระที่ออกแบบใหม่จากงานวิจัยนี้สามารถที่จะลดระยะทางในการเคลื่อนที่ของปลายนิ้วได้มากอย่างชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับทั้งแบบเกษมณีและแบบปัตตะโชติ โดยเมื่อเปรียบเทียบกับแบบปัตตะโชติสามารถลดระยะทางได้ 11,838.82 เซนติเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 19.20 และ สามารถลดระยะทางได้ 19,223.32 เซนติเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 27.84 เมื่อเปรียบเทียบกับแบบเกษมณี แสดงให้เห็นว่าแบบตำแหน่งอักขระที่ออกแบบใหม่มีประสิทธิภาพดีขึ้น ซึ่งการที่ระยะทางการเคลื่อนที่ของนิ้วลดลงน่าจะเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้การพิมพ์เป็นไปได้ด้วยความรวดเร็วยิ่งขึ้น

5.2.2 การเปรียบเทียบเวลาในการพิมพ์

ในการทดลองได้ใช้สมการ* เพื่อหาค่าระยะเวลาในการพิมพ์จากการพิมพ์อักขระจำนวน 200,000 อักขระ ซึ่งข้อมูลความเร็วของบุลคลที่เป็นข้อมูลที่จะใช้ในการคำนวนผู้วิจัยได้รับอาสาสมัครจำนวน 30 คน เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูล โดยอาสาสมัครมีช่วยอายุอยู่ระหว่าง 18 – 25 ปี เป็นชาย 24 คน และหญิง 6 คน ทุกคนมีทักษะในการพิมพ์ดีดแบบสัมผัส

เนื่องจากตำแหน่งอักขระในแผงแป้นพิมพ์มีทั้งหมด 92 ตัว ดังนั้นรูปแบบการจับคู่อักขระที่เป็นไปได้ทั้งหมดจะมีจำนวน 92 × 92 คู่ หรือ 8,464 (คู่อักขระที่เป็นไปได้ในที่นี้ไม่ได้คิดตามหลักการของภาษาศาสตร์ แต่คิดตามหลักคณิตศาสตร์) แต่จำนวน 8,464 คู่ นั้นมากเกินความจำเป็นซึ่งจะทำให้การทดสอบเป็นไปด้วยความล่าช้าและทำให้ผู้ทดสอบมีความเหนื่อยล้าจากการทดสอบ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำการทดลองของ Robin Kinkead (1975) มาใช้ซึ่งในการทดลองนั้นได้แบบรูปแบบของคู่อักขระออกเป็น 4 ประเภทดังนี้แป้นก่อนหน้าพิมพ์ด้วยมือคนละข้างกับแป้นที่จะพิมพ์ต่อไป

1. อักขระตัวแรกกับตัวที่สองใน 1 คู่อยู่ในตำแหน่งที่พิมพ์ด้วยมือคนละข้าง
2. อักขระตัวแรกกับตัวที่สองใน 1 คู่อยู่ในตำแหน่งที่พิมพ์ด้วยมือข้างเดียวกันแต่ไม่ใช้นิ้วมือนิ้วเดียวกัน

---

* ดูเพิ่มเติมที่บทที่ 3, หน้า 16

3. อักขระตัวแรกกับตัวที่สองใน 1 คู่อยู่ในตำแหน่งที่พิมพ์ด้วยนิ้วมือนิ้วเดียวกันแต่ไม่ใช่ตำแหน่งเดียวกัน
4. อักขระทั้ง 2 ตัวอยู่ในตำแหน่งเดียวกันหรือเป็นอักขระตัวเดียวกัน

จากความสัมพันธ์ดังกล่าวโดยเอาอักขระตัวหลังหรือตัวที่ 2 เป็นหลัก นั้นคืออักขระตัวหลังจะต้องมีอักขระครบทุกตัวตามตำแหน่งบนแผงแป้นพิมพ์ และแต่ละตัวจะต้องมีความสัมพันธ์ครบทั้ง 4 ประเภทกับอักขระตัวหน้าหรือตัวแรก ดังนั้นอักขระที่มีทั้งหมด 92 ตัวจะได้รูปแบบของการรวมคู่เพื่อใช้ในการทดสอบเป็นจำนวน 92 × 4 คู่หรือ 368 คู่

ในการเก็บข้อมูลจากอาสาสมัครมีขั้นตอนดังนี้

1. แป้นที่จะใช้ในการทดลองจะใช้แป้นที่มีรูปแบบการวางอักขระแบบมาตรฐานแผงแป้นพิมพ์ภาษาอังกฤษ (QWERTY) ซึ่งเป็นแป้นมาตรฐานของภาษาอังกฤษที่ใช้อยู่ในปัจจุบันในการทดสอบเป็นการวัดความเร็วในการพิมพ์ด้วยแผงแป้นพิมพ์ภาษาไทย แต่จากสมการที่ 1 จะเห็นว่าค่า T ก็คือระยะเวลาในการพิมพ์อักขระที่อยู่บนตำแหน่ง 2 ตำแหน่ง ซึ่งอักขระที่ปรากฏก็เป็นเพียงสิ่งที่บ่งบอกให้ทราบถึงตำแหน่งที่จะต้องพิมพ์เท่านั้น ดังนั้นในการทดลองจึงใช้อักขระภาษาอังกฤษซึ่งสามารถหาตำแหน่งที่อยู่บนแป้นพิมพ์ได้ง่ายกว่าการใช้อักขระภาษาไทย การทดลองจะให้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คนในการวัดหาค่า T สาเหตุที่ต้องใช้คนเป็นจำนวนมากก็เนื่องจากเหตุผลเดียวกันกับการทดสอบโดยใช้วิธีการฝึกหัด ก็คือถ้าใช้คนจำนวนน้อยข้อมูลก็จะมีข้อผิดพลาดได้ง่าย อันเนื่องมาจากลักษณะพิเศษของแต่ละบุคคล ดังนั้นในการทดสอบจึงใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน ซึ่งเป็นจำนวนที่ยอมรับในวิชาสถิติว่ามากพอที่จะทำให้ข้อมูลที่ได้มามีการกระจายแบบปรกติ ซึ่งทำให้ข้อมูลที่ได้มีความน่าเชื่อถือสูงยิ่งขึ้น
2. ในการพิมพ์อาสาสมัครแต่ละคนจะนั่งที่หน้าเครื่องคอมพิวเตอร์ โปรแกรมจะแสดงอักขระบนจอแสดงภาพทีละ 1 คู่เพื่อให้อาสาสมัครพิมพ์ตาม โดยที่อาสาสมัครจะสามารถพิจารณาอักขระคู่นั้นก่อนจะพิมพ์ได้ว่าอักขระคู่นั้นเป็นอักขระอะไร อยู่ที่ตำแหน่งใดบ้าง และจะต้องมีการก้าวนิ้วอย่างไร ก่อนจะทำการพิมพ์ทั้งนี้เพื่อลดโอกาสที่จะเสียเวลาเนื่องจากสาเหตุต่าง ๆ เช่น
    2.1 การพิมพ์ได้ช้าเนื่องจากต้องเสียเวลาดูอักขระที่จะพิมพ์
    2.2 การพิมพ์ได้ช้าเนื่องจากไม่มั่นใจว่าอักขระที่จะพิมพ์นั้นอยู่ตำแหน่งใดบนแป้นพิมพ์
    2.3 การพิมพ์ได้ช้าเนื่องจากการมองเห็นอักขระที่ไม่ชัดเจน
3. เมื่อผู้ทดสอบเห็นอักขระปรากฏบนจอภาพแล้ว โปรแกรมจะหยุดรอให้ผู้ทดสอบมีเวลาในการคิดหรือหาว่าอักขระทั้งสองตัวนั้นอยู่ที่ตำแหน่งใดในแผงแป้นพิมพ์ และพิจารณาว่าควรระมีลำดับการพิมพ์เป็นอย่างไร โปรแกรมจะเริ่มจับเวลาก็ต่อเมื่อผู้ทดสอบพิมพ์อักขระตัวแรก และจะหยุดจับเวลาเมื่อผู้ทดสอบพิมพ์อักขระตัวที่ 2 ถ้าการพิมพ์อักขระทั้งสองตัวมีตัวใดตัวหนึ่งไม่ถูกต้องตามที่แสดงบนจอภาพ โปรแกรมจะยกเลิกข้อมูลที่เก็บได้และแสดงอักขระคู่เดิมอีกครั้ง

เพื่อให้ผู้ทดสอบพิมพ์อีกครั้ง การที่ให้ผู้ทดสอบได้คิดหรือพิจารณาดูก่อว่าจะต้องพิมพ์อักขระตัวใดอยู่ตำแหน่งไหน ทำให้การจับเวลาที่ได้เป็นเวลาที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของนิ้วมือเพียงอย่างเดียวไม่รวมถึงการประมวลผลในสมอง เพื่อลดข้อผิดพลาดในการที่ผู้ทดสอบอาจต้องใช้เวลาในการหยุดพิจารณาว่าอักขระที่จะพิมพ์นั้นอยู่ที่ใด ซึ่งเวลาที่จับได้ก็จะมีความคลาดเคลื่อนมากได้ เพราะในแต่ละบุคคลย่อมจะมีระยะเวลาในการหาอักขระที่ไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของผู้ทดสอบ และนอกจากนี้อักขระแต่ละตัวก็ไม่โอกาสที่จะทำให้ผู้ที่พิมพ์หยุดคิดได้ไม่เท่ากัน หรือแม้แต่อักขระตัวเดียวกันก็ทำให้ผู้พิมพ์เสียวเวลาคิดที่ไม่เท่ากันได้ซึ่งเหตุการที่เกิดขึ้นนี้จะเกิดอาจเกิดโดยปัจจัยต่าง ๆ มากมาย เช่น สมาธิของผู้พิมพ์ พฤติกรรมของผู้พิมพ์ หรือสภาพแวดล้อมซึ่งปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้เป็นสิ่งที่ควบคุมได้ยากซึ่งความผิดพลาดที่เกิดจากปัจจับเหล่านี่ปัจจุบันก็ยังไม่สามารถวัดออกมาเป็นค่าได้ นอกจากวิธีการเก็บข้อมูลเป็นข้อมูลทางสถิติจากกลุ่มตัวอย่างที่มีจำนวนมาก ๆ เพื่อให้ได้ค่าที่น่าเชื่อถือเท่านั้น ผู้ทดสอบจะทดสอบเป็นจำนวน 3 รอบ (1 รอบคือทดสอบอักขระจำนวน 368 คู่) ซึ่งในแต่ละรอบจะทดสอบด้วยอักขระคนละชุด ซึ่งเกิดจาการสุ่มที่ไม่เหมือนกันแต่รูปแบบครบเหมือนกัน หลังจากนั้นนำมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

ในการคำนวณจะทำค่าที่ได้จากอาสาสมัครทั้ง 30 คนมาหาค่าเฉลี่ยหลังจากนั้นนำค่าเฉลี่ยที่ได้เป็นข้อมูลในการคำนวณหาค่าระยะเวลาในการพิมพ์อักขระจำนวน 200,000 ตัวของแผงแป้นพิมพ์แต่ละแบบซึ่งได้ผลการคำนวณดังในตารางที่ 5.8

แบบตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์	เวลาในการพิมพ์ (วินาที)	คิดเป็นอัตราส่วนอย่างง่าย
เกษมณี	46879.65	100.00
ปัตตะโชติ	45008.40	96.01
แบบออกแบบใหม่	41893.21	89.36

ตารางที่ 5.7 เวลาในการพิมพ์ของแป้นแบบต่าง ๆ

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าแบบตำแหน่งอักขระที่ได้จากการวิจัยสามารถลดเวลาในการพิมพ์ได้จริง โดยแบบตำแหน่งอักขระที่ออกแบบสามารถลดเวลาในการพิมพ์จากแบบปัตตะโชติได้ 3115.19 หรือคิดเป็นร้อยละ 6.92 และเมื่อเปรียบเทียบกับแบบเกษมณีสามารถลดเวลาในการพิมพ์ลงได้ถึง 4986.44 หรือคิดเป็นร้อยละ 10.64 จะเห็นได้ว่าแบบที่ออกแบบใหม่สามารถช่วยให้การใช้แผงแป้นพิมพ์ป้อนข้อมูลอักขระเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ให้เป็นไปได้รวดเร็วกว่าแบบแป้นที่มีใช้อยู่ในปัจจุบัน อย่างไรก็ตามในหัวข้อต่อไปจะเป็นการใช้การทดสอบทางสถิติเพื่อแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างแผงแป้นแบบต่าง ๆ

5.3 การเปรียบเทียบระยะเวลาในการพิมพ์ทางสถิติ

การเปรียบเทียบข้อมูลการวัดระยะเวลาในการพิมพ์ซึ่งเป็นค่าที่ไม่แน่นอนเพราะเป็นค่าที่ขึ้นอยู่กับความสามารถและทักษะในการพิมพ์ของตัวบุคคลและยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องอีกมากมาย ดังนั้นในหัวข้อนี้จะใช้การเปรียบเทียบในทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบผลที่ได้จากการทดลอง

ในการทดสอบจะเป็นการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของระยะเวลาของแป้นแต่ละแบบที่คำนวณมาได้ในหัวข้อที่ 5.2.2 โดยจะใช้ค่าระยะเวลาในการพิมพ์ที่ได้จากอาสาสมัครจำนวน 30 คนเป็นตัวแทนของประชากรผู้พิมพ์ดีดภาษาไทย เนื่องจากใช้ตัวแทนประชากรจำนวนมาก (ถึง 30) ดังนั้นจึงถือว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแทนแทนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของประชากร และมีการกระจายแบบปรกติ [11]

การทดสอบใช้ตัวทดสอบ Z โดยจะเริ่มจากการเปรียบเทียบผลของแป้นแบบเกษมณีกับแบบปัตตะโชติ และการเปรียบเทียบแป้นแบบปัตตะโชติกับแบบที่ออกแบบใหม่

5.3.1 การเปรียบเทียบทางสถิติผลของแป้นแบบเกษมณีกับแบบปัตตะโชติ

กำหนดให้

μ_1 เป็นค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการพิมพ์อักขระ 200,000 ตัวด้วยแป้นแบบเกษมณี

μ_2 เป็นค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการพิมพ์อักขระ 200,000 ตัวด้วยแป้นแบบปัตตะโชติ

สันนิฐานคือ

H_0: $\mu_1 - \mu_2 = 0$

H_1: $\mu_1 - \mu_2 > 0$

ระดับนัยสำคัญ

α = 0.15

เขตวิกฤติ

Z > 1.036

การทดสอบ

$$Z = \frac{(\overline{X_1} - \overline{X_2}) - (\overline{\mu_1} - \overline{\mu_2})}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

ในที่นี้

$\overline{x_1}$ = 56236.3657* $\sigma_1 \approx$ 20240.1425* n_1 = 30*

$\overline{x_2}$ = 53950.4228* $\sigma_2 \approx$ 18147.3469* n_2 = 30*

---

* ดูเพิ่มเติมที่ภาคผนวก ก, หน้า 40

ดังนั้น

$$Z = \frac{(56236.3657 - 53950.4228) - 0}{\sqrt{\frac{409663368.0796}{30} + \frac{329326199.2146}{30}}}$$

$$= 0.4606$$

สรุปได้ว่า

ค่า Z ตกอยู่ในเขตยอมรับสมมติฐานดังนั้นจึงยอมรับสมมุติฐาน H0 คือค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการพิมพ์อักขระ 200,000 ตัวด้วยแป้นแบบเกษมณีมีค่าเท่ากับการพิมพ์ด้วยแป้นแบบปัตติโชติด้วยระดับนัยสำคัญ 0.15 หรืออาจกล่าวได้ว่าการพิมพ์ด้วยแป้นแบบปัตตะโชติไม่ได้ทำให้ความเร็วในการพิมพ์เร็วขึ้นด้วยความเชื่อมั่นร้อยละ 85

5.3.2 การเปรียบเทียบทางสถิติผลของแป้นแบบเกษมณีกับแบบที่ออกแบบในงานวิจัยนี้

การทดสอบทำเช่นเดียวกับข้อ 5.3.1

ในที่นี้

$\overline{x_1}$ = 56236.3657* $\quad \sigma_1 \approx$ 20240.1425* $\quad n_1 = 30$*

$\overline{x_2}$ = 51037.8818* $\quad \sigma_2 \approx$ 18112.2476* $\quad n_2 = 30$*

$Z = 1.0483$

สรุปได้ว่า

ค่า Z ตกอยู่ในเขตวิกฤติ คือค่าเฉลี่ยระยะเวลาในการพิมพ์อักขระ 200,000 ตัวด้วยแป้นแบบออกแบบใหม่มีค่าน้อยกว่าการพิมพ์ด้วยแป้นแบบเกษมณีด้วยระดับนัยสำคัญ 0.15 หรืออาจกล่าวได้ว่าการพิมพ์ด้วยแป้นที่ออกแบบใหม่ทำให้ความเร็วในการพิมพ์เร็วขึ้นด้วยความเชื่อมั่นร้อยละ 85

5.4 สรุป

จากการทดสอบจะเห็นได้ว่าแบบตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์ที่ได้รับการออกแบบใหม่สามารถเพิ่มความสามารถในการป้อนข้อมูลอักขระเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ได้ในแง่ของความเร็ว สำหรับในแง่ของความผิดพลาดในการพิมพ์นั้นเป็นเรื่องที่วัดได้ยากและยังไม่มีทฤษฎีที่สนับสนุน รวมทั้งยังไม่มีการวัดที่เหมาะสมกล่าวคือยังไม่มีวิธีการวัดที่ออกมาในเชิงปริมาณได้ว่าการออกแบบตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์จะลดหรือเพิ่มการพิมพ์ผิดได้มากน้อยเพียงใด ดังนั้นยังต้องอาศัยการวัดเชิงคุณภาพซึ่งได้กล่าวไว้แล้วในข้อที่ 5.1

สำหรับการวิเคราะห์จะขอกล่าวไว้ในบทต่อไปซึ่งก็คือบทที่ 6 เป็นบทสุดท้ายที่จะกล่าวถึงผลสรุปของงานวิจัยนี้ รวมทั้งการวิเคราะห์และแนวทางในการพัฒนาต่อไป

บทที่ 6
สรุป

6.1 สรุป

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะเพิ่มประสิทธิภาพในการป้อนข้อมูลประเภทอักขระเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้แผงแป้นพิมพ์ ซึ่งมุ่งเน้นการเพิ่มความเร็วในการพิมพ์เป็นสิ่งสำคัญ โดยวิธีการจัดตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์ใหม่ ตามหลักการหรือกฎศึกษาสำนึกซึ่งเป็นหลักที่ศึกษาพฤติกรรมของมนุษย์ แต่ในงานวิจัยได้มิได้ทำขึ้นเพื่อศึกษาพฤติกรรมเหล่านี้ แต่เป็นการประยุกต์เอาหลักการที่ได้มีผู้ศึกษาและวิจัยมาแล้วมาใช้กับแผงแป้นพิมพ์ภาษาไทย ซึ่งแบบที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันนั้นมีหลักในการออกแบบที่ไม่ชัดเจน คงเนื่องมาจากในสมัยนั้นยังไม่มีเครื่องคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการออกแบบทำให้มีข้อจำกัดในการออกแบบอยู่หลายประการ

จากผลการทดลองมีการวัดผลอยู่ 2 ส่วนก็คือการเปรียบเทียบเชิงคุณภาพและการเปรียบเทียบเชิงปริมาณ ซึ่งการวัดเชิงคุณภาพนั้นเป็นการเปรียบเทียบในลักษณผลการเปรียบเทียบไม่สามารถระบุเป็นตัวเลขได้ว่าแตกต่างกันเพียงใด การพิจารณาจะใช้คุณลักษณะของแผงแป้นพิมพ์แบบต่างเปรียบเทียบกับจากกฎศึกษาสำนึกที่มีอยู่ ดังที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 5 จะเห็นได้ว่าเมื่อเปรียบเทียบแผงแป้นพิมพ์แบบต่าง ๆ ทั้ง 3 แบบด้วยกันแล้ว แบบเกษมณีซึ่งเป็นแบบที่ใช้กับอย่างแพร่ในปัจจุบันนั้นมีน้ำหนักของงานที่แต่ละนิ้วจะต้องทำโดยเฉลี่ยแล้วไม่เหมาะสมตามหลักการจัดวางอักขระของแผงแป้นพิมพ์สำหรับแบบปัตตะโชติและแบบที่ออกแบบใหม่จะเห็นได้ว่ามีลักษณะที่เป็นไปตามกฎที่มีถึงแม้ว่าจะไม่สามารถบอกได้ว่าเป็นไปตามกฎมากน้อยเพียงใด ทั้งนี้ก็เพราะกฎศึกษาสำนึกเหล่านี้ก็มีความไม่ชัดเจนอยู่มากนั้นเอง เช่น การจัดให้น้ำหนักอยู่ในแถวแป้นเหย้าให้มากที่สุดและการจัดลำดับความสำคัญของนิ้วว่านิ้วชี้เป็นนิ้วที่มีความคล่องตัวสูงที่สุดควรเป็นนิ้วที่ทำงานมากที่สุด จะเห็นว่ากฎทั้งสองข้อนี้ไม่สอดคล้องกันเพราะเราไม่ทราบว่าจะให้ความสำคัญกับนิ้วหรือกับแถวมากกว่ากัน ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้เพิ่มส่วนที่ใช้แก้ไขส่วนที่ไม่ชัดเจนเหล่านี้โดยใช้ระยะทางการเคลื่อนที่ของนิ้วในขณะพิมพ์เป็นตัวกำหนดซึ่งการใช้ได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 4 การออกแบบตำแหน่งอักขระภาษาไทยบนแผงแป้นพิมพ์

การเปรียบเทียบเชิงปริมาณเป็นการเปรียบเทียบที่ให้ผลเป็นจำนวนที่ชัดเจนว่าแตกต่างกันมากเพียงใด ซึ่งมีการแบ่งการวัดออกเป็น 2 ส่วนด้วยกัน คือการวัดระยะทางการเคลื่อนที่ของนิ้วในการพิมพ์และระยะเวลาในการพิมพ์ ซึ่งการวัดระยะทางในการพิมพ์นั้นจะใช้การประมาณค่าด้วยการคำนวณ ปัญหาที่มีในการวัดระยะทางนี้ก็คือ การที่ไม่สามารถวัดระยะทางการเคลื่อนที่ของนิ้วจริง ๆ ได้ทั้งนี้เพราะการเคลื่อนที่จะเป็นแนวโค้งซึ่งมีความไม่แน่นอนอยู่มาก เช่น ระยะทางย่อมขึ้นอยู่กับพฤติกรรมการพิมพ์ของผู้พิมพ์แต่ละคน และยังขึ้นอยู่กับขนาดของแผงแป้นพิมพ์ที่จะมีขนาดและรูปร่างแตกต่างกัน ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงในการหาค่าเฉลี่ยระยะทางระหว่าแป้นเหย้าไปยังแป้นต่าง ๆ แทนระยะทางการเคลื่อนที่ของนิ้วจริง ๆ ทำให้ค่าที่คำนวณออกมานั้นเป็นระยะทางสัมพัทธ์ซึ่งสามารถใช้ในการเปรียบเทียบแผงแป้นพิมพ์แต่ละแบบได้เท่านั้น ส่วนที่ 2 คือการวัดระยะเวลาในการพิมพ์ถ้าจะใช้วิธีการวัดโดยตรงคือการฝึก

ฝนผู้พิมพ์ให้มีทักษะในแผงแป้นพิมพ์แบบต่าง ๆ แล้วมาพิมพ์จับเวลานั้นย่อมเกิดปัญหามากมายดังที่กล่าวไว้แล้วในบทที่ 5 ดังนั้นจึงต้องอาศัยการวัดความเร็วในการก้าวนิ้วจากผู้พิมพ์แล้วนำมาคำนวณเป็นค่าโดยประมาณ ซึ่งค่าที่คำนวณได้นี้จะคำนวณด้วยการที่สมมุติว่าถ้าผู้พิมพ์พิมพ์โดยไม่ผิดเลย คือพิมพ์ถูกต้องโดยตลอดไม่มีการลบแล้วพิมพ์ใหม่ ระยะเวลาที่คำนวณได้จึงเป็นค่าโดยประมาณซึ่งอาจเป็นไปไม่ได้เลยในสภาพความเป็นจริง แต่อย่างไรก็ตามการวัดแบบนี้สามารถใช้ในการวัดเพื่อเปรียบเทียบว่าตำแหน่งอักขระของแผงแป้นพิมพ์แบบต่าง ๆ มีส่วนในระยะเวลาในการพิมพ์แตกต่างกันอย่างไร เพราะเมื่อคำนึงในสภาพการพิมพ์จริง ๆ แล้วปัจจัยที่มีผลต่อความเร็วในการพิมพ์นั้นย่อมจะเกิดขึ้นกับการพิมพ์ไม่ว่าผู้พิมพ์จะพิมพ์ด้วยแผงแป้นพิมพ์แบบใด

การที่จะเพิ่มประสิทธิภาพของการพิมพ์โดยการจัดตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์เสียใหม่นั้น สิ่งที่คาดหวังว่าจะได้รับก็คือทำให้ผู้พิมพ์สามารถพิมพ์ได้รวดเร็วขึ้นและเกิดการพิมพ์ผิดที่น้อยลง ถึงแม้ว่าในงานวิจัยนี้ไม่สามารถที่จะทดสอบถึงโอกาสที่ผู้พิมพ์จะพิมพ์ผิดเนื่องจากการวางตำแหน่งอักขระไว้ตามตำแหน่งต่าง ๆ ก็ตาม แต่จากการศึกษาของผู้วิจัยแล้วพบว่าการเคลื่อนที่นิ้วที่น้อยลงก็จะทำให้การพิมพ์ผิดพลาดน้อยลงไปด้วย แม้ว่าข้อสรุปนี้จะไม่มีหลักฐานยืนยันที่แน่ชัด และยังไม่มีวิธีที่จะใช้ในการตรวจสอบ ก็คงจะบอกได้เพียงว่าเป็นความเห็นของผู้วิจัยเพียงคนเดียว และผู้วิจัยก็หวังว่าในอนาคตจะมีการวิจัยที่สามารถวัดหรือตรวจสอบเรื่องเหล่านี้ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งงานวิจัยที่ทำขึ้นสำหรับภาษาไทยโดยเฉพาะ จากประสบการณ์ของผู้วิจัยงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนี้มีไม่มากนักและส่วนใหญ่เป็นการศึกษาโดยใช้ภาษาอังกฤษเป็นหลัก ซึ่งลักษณะเฉพาะตัวที่แตกต่างกันระหว่างภาษาไทยกับภาษาอังกฤษทำให้ข้อมูลหรือผลงานวิจัยของต่างประเทศซึ่งส่วนใหญ่เป็นภาษาอังกฤษหรือภาษาที่ใกล้เคียงใช้ประโยชน์ในการประยุกต์กับภาษาไทยได้ไม่เต็มที่

6.2 ข้อสังเกตและข้อเสนอแนะ

จากการทำวิจัยนี้รวมทั้งผลที่ได้จากงานวิจัย ผู้วิจัยได้สังเกตเห็นจุดที่น่าสนใจและมีส่วนที่ควรจะปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมหลายประการซึ่งเห็นว่าน่าที่จะนำมากล่าวไว้ในบทนี้ เพื่อให้งานวิจัยสมบูรณ์ยิ่งขึ้นหรืออาจสามารถทำเป็นงานวิจัยในแง่มุมใหม่ต่อไปโดยหวังว่าจะเป็นประโยชน์ต่อท่านผู้อ่านและท่านที่สนใจในเรื่องนี้ต่อไป

1. ผลจากรายงานการจัดตำแหน่งอักขระของแป้นพิมพ์แบบปัตตะโชติซึ่งสรุปออกมาว่าแป้นพิมพ์แบบปัตตะโชตินั้นสามารถช่วยให้ผู้พิมพ์พิมพ์ดีด (สมัยนั้นมีเฉพาะเครื่องพิมพ์ดีด) ได้เร็วกว่าแป้นแบบเกษมณีถึงประมาณร้อยละ 26 และจากการวิจัยนี้ การวัดผลก็แสดงให้เห็นถึงความเร็วในการใช้แป้นแบบปัตตะโชติที่เพิ่มขึ้นจริง แต่ว่าไม่มากดังรายงานของแป้นปัตตะโชติเขียนเอาไว้ ผู้วิจัยไม่สามารถบอกได้ว่ามีข้อผิดพลาดในการวัดผล แต่ผู้วิจัยเห็นว่าการวัดผลในสมัยนั้นเป็นการวัดการพิมพ์ของเครื่องพิมพ์ดีดซึ่งต้องอาศัยแรงในการกดมากกว่าการพิมพ์กันแผงแป้นพิมพ์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันมาก เมื่อดูแผงแป้นพิมพ์แบบปัตตะโชติในแง่ของน้ำหนักที่ให้ในแต่ละนิ้วและแต่ละแถวใน

แผงแป้นพิมพ์จะพบว่ารูปแบบการจัดทำให้นิ้วที่มีแรงมาก ได้แก่ นิ้วชี้และนิ้วกลาง ได้รับงานมากกว่านิ้วนางและนิ้วก้อย ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างมากในการพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ดีดที่ต้องออกแรงกดมากนั้นเอง แม้ว่าในรายงานของปัตตะโชติไม่ได้ระบุว่าได้นำเอาหลักการของใครเป็นหลัก เพียงแต่กล่าวไว้ว่าเป็นหลักการตามอย่างแผงแป้นพิมพ์ของฝรั่ง แต่ผู้วิจัยก็เชื่อว่าเป็นหลักการจากคน ๆ เดียวกันที่ใช้ในงานวิจัยนี้ซึ่งก็คือหลักการของ Dr. August Dvorak แต่จากหลักการดังกล่าวนั้นเมื่อประยุกต์กับการใช้แผงแป้นพิมพ์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งไม่ต้องออกแรงมากในการพิมพ์ ทำให้ประโยชน์ที่ได้รับจากการให้นิ้วที่มีแรงมากได้รับงานที่มากกว่าก็ลดลง

2. กฎศึกษาสำนึกหรือหลักการในการจัดตำแหน่งอักขระดังที่กล่าวไว้นั้นมีความน่าเชื่อถือมากเพียงใด เพราะหลังจากจัดตำแหน่งอักขระตามหลักการดังกล่าวแล้วก็ไม่สามารถพิสูจน์ได้โดยตรงว่าทำในการพิมพ์เป็นไปได้รวดเร็วขึ้น แต่จากการสังเกตของผู้วิจัยโดยการนำเอาค่าความเร็วในการพิมพ์ที่เก็บมาเพื่อใช้ในงานวิจันนี้มาวิเคราะห์ พบว่ามีความสอดคล้องกัน กล่าวคือจากกฎข้อที่ 1 ให้มีการทำงานแบบสลับมือมากที่สุดนั้น ข้อมูลที่มีระบุว่าการพิมพ์แบบสลับมือมีอัตราเร็วเฉลี่ยในการพิมพ์อยู่ที่ประมาณ 0.18 วินาทีต่อดีด ซึ่งเร็วกว่าการพิมพ์ด้วยมือข้างเดียวซึ่งมีอัตราเร็วเฉลี่ยในการพิมพ์อยู่ที่ประมาณ 0.27 วินาทีต่อดีด และจากกฎข้อที่ 2 และ 3 ที่บอกว่าแถวที่มีความเร็วในการพิมพ์สูงที่สุดคือแถวแป้นเหย้า (แถวที่ 3) จากข้อมูลแป้นที่อยู่ในแถวที่ 3 มีอัตราเร็วเฉลี่ยในการพิมพ์อยู่ที่ประมาณ 0.22 วินาทีต่อดีด ส่วนแถวที่ 2 มีอัตราเร็วเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 0.23 วินาทีต่อดีด และแถวที่ 4 ประมาณ 0.25 วินาทีต่อดีด

3. จากผลการทดลองจะเห็นว่าในการออกแบบตำแหน่งอักขระของงานวิจัยนี้ได้ออกแบบให้สามารถลดระยะการเดินทางของนิ้วมือลงได้ถึงประมาณร้อยละ 27 แต่ระยะเวลาที่คำนวณได้กลับลดลงประมาณร้อยละ 10 เท่านั้น ทั้งนี้ก็เนื่องจากในการคำนวณระยะทางในงานวิจัยนี้อักขระที่อยู่ในแป้นเหย้าจะมีระยะทางการเคลื่อนที่เป็น 0 แต่ระยะเวลาที่วัดได้มิได้เป็น 0 ดังนั้นจึงทำให้ค่าที่ได้ไม่ตรงกัน แต่อย่างไรก็ตามก็ไม่สามารถสรุปได้ว่าถ้ากำหนดให้ค่าระยะทางที่ถูกต้องแล้วจะมีความสัมพันธ์แปรผันตรงต่อกัน เนื่องไม่มีงานวิจัยที่ชัดเจนที่กล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางของการเคลื่อนที่ของนิ้วกับเวลาในการพิมพ์ก็ตาม แต่ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่ามีความสัมพันธ์ในลักษณะแปรตามกัน

4. เนื่องจากในการพิมพ์ภาษาไทยด้วยแผงแป้นพิมพ์จะมีอักขระอยู่ครึ่งหนึ่งที่จะต้องกดแป้นยกแคร่ (Shift) ค้างเอาไว้ในระหว่างการพิมพ์อักขระนั้น การพิมพ์ลักษณะเช่นนี้ในการวัดหาความถี่ในการทำงานแบบสลับมือจึงมีบางส่วนที่จะต้องพิจารณาเป็นพิเศษ เพราะเท่ากับว่าเป็นการพิมพ์โดยใช้มือทั้งสองข้างพร้อมกัน ในงานวิจัยนี้ไม่ได้พิจารณาเรื่องนี้ในผลการวิจัยซึ่งอาจทำให้ผลแตกต่างกันในหากมีการพิจารณาร่วมด้วย

5. แม้ว่าในงานวิจัยใช้การออกแบบด้วยปัจจัยคือระยะทางการเคลื่อนที่ของนิ้วเป็นหลัก ซึ่งสิ่งที่ควรคำนึงถึงด้วยก็คือการออกแบบที่ทำให้การพิมพ์มีโอกาสผิดพลาดได้น้อยลง การศึกษาในแง่มุมนี้ค่อนข้างจะออกนอกสาขาคอมพิวเตอร์อยู่มาก เนื่องจากเป็นการศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมของมนุษย์

ที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ก็คือเป็นการศึกษาพฤติกรรมของมนุษย์กับอุปกรณ์ป้อนข้อมูลของเครื่องคอมพิวเตอร์เท่านั้น อย่างไรก็ตามหากจะศึกษาเรื่องที่คล้ายกับงานวิจัยนี้ต่อไปก็คงไม่สามารถหลีกเลี่ยงการศึกษาที่จะต้องนำมนุษย์เข้ามาเกี่ยวข้องด้วยได้ ดังนั้นผู้วิจัยเห็นว่าควรมีการศึกษาเรื่องนี้เพิ่มเติมเพื่อให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

6. ผู้วิจัยมีความเห็นว่างานวิจัยนี้หากยังคงมองในแง่มุมเดิมต่อไปก็คงจะถึงทางตันในไม่ช้าจากการที่ผู้วิจัยได้ทำงานนี้มาก็พบว่าถึงแม้จะพยายามจัดตำแหน่งอักขระให้ดีขึ้นถึงแม้จะไม่สามารถกล่าวได้ว่าตำแหน่งอักขระที่จัดในงานวิจัยนี้จะเป็นแบบที่ดีที่สุด แต่ผู้วิจัยสามารถกล่าวได้ว่าก็ใกล้เคียงกับคำตอบที่ดีที่สุดของปัญหานี้ แต่จากผลการเปรียบเทียบแสดงให้เห็นว่าการจัดตำแหน่งอักขระเสียใหม่นั้นไม่ใช่ทางออกที่ดีที่สุด แต่ยังมีวิธีอื่นที่จะเป็นการแก้ปัญหาได้ดีกว่า เช่นถ้าหากว่าสามารถที่จะหาเครื่องมือในการป้อนข้อมูลอักขระเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ได้โดยไม่ต้องใช้มือ เป็นต้น

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยก็หวังว่าจะเป็นประโยชน์ต่อท่านผู้อ่านและท่านที่สนใจที่จะศึกษาและวิจัยการแก้ปัญหาความเร็วในการป้อนข้อมูลประเภทอักขระเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่าไม่ว่าวิทยาการในด้านคอมพิวเตอร์จะมีการพัฒนาไปมากเพียงใด ปัญหาดังกล่าวก็จะยังคงอยู่และเป็นสิ่งที่จะต้องมีการศึกษาเพื่อแก้ไขปัญหานี้ต่อไปในอนาคต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

1. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. การกำหนดตำแหน่งอักขระไทยบนแผงแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์. 2538.
2. วารินทร์ สินสูงสุด. ประวัติพิมพ์ดีดและเรื่องน่าสนใจ. (ม.ป.ท., ม.ป.ป.).
3. สฤษดิ์ ปัตตะโชติ. รายงานผลการวิจัย ระบบการวางแป้นอักษรพิมพ์ดีดใหม่. แผนกภาพและการพิมพ์กองวิชาการ กรมชลประทาน, (ม.ป.ป.).
4. Touchai Angchuan, Adtakorn Laorsuwan and Sikke A. Hempenius. The Yuad-Thai Three-Layer PC-Keyboard for Optimal Thai Typing. Proceeding of 20th Electrical Engineering Conference, Bangkok, 1997: 256 - 261.
5. Chin-Chuang Lin, Tzai-Zang Lee and Fu-Shing Chou. Intellent Keyboard Layout Process. Proceeding of 5th International Conference on Human Computer Interaction. 1993: 1070–74.
6. ชัยพร วิชชาวุธ. Man and Machine Interaction.โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, (ม.ป.ป.).
7. A.Cakir D.J. Hart and T.F.M. Stewart. Visual Display Terminals. 1980.
8. August Dvorak. Typewriter Behavior. (n.p.): American Book Company, 1936.
9. Robin Kinkead. Typing Speed, Keying Rates and Optimal Keyboard Layouts. Proceeding of The 19th Annual Meeting of The Human Factor Society. 1975: 159-161
10. Virginia deGanahl Russell. Typists' Speed And Efficency Increase With Dvorak Keyboard. Computer Technology Review , 1985.
11. จรัญ จันทลักขณา และอนันต์ชัย เขื่อนธรรม. สถิติเบื้องต้นแบบประยุกต์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช , 2540.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

ระยะเวลาที่ใช้ในการพิมพ์อักขระ 200,000 ตัวที่คำนวณได้ของอาสาสมัครจำนวน 30 คน

อาสาสมัคร	ระยะเวลาที่ใช้ในการพิมพ์อักขระ 200,000 ตัว (วินาที)		
คนที่	แป้นแบบเกษมณี	แป้นแบบปัตตะโชติ	แป้นแบบใหม่
1	38,285.8164	37,170.1992	116,819.0469
2	60,151.6992	58,561.3906	73,998.6953
3	57,823.8164	53,857.7422	45,830.9141
4	48,708.5859	45,672.2031	60,536.3750
5	30,179.8555	29,883.3106	56,285.8984
6	69,881.0391	68,563.7734	49,604.5586
7	35,320.1133	33,741.4063	42,236.1641
8	75,390.2500	69,984.3906	26,411.4199
9	66,826.3438	64,371.7852	66,606.2891
10	76,221.9063	63,053.2344	30,568.4238
11	47,186.2891	45,919.3750	67,815.0703
12	67,702.8516	66,669.6016	48,949.1211
13	63,114.3906	57,173.1328	63,598.7617
14	64,166.1484	61,554.5430	45,136.8672
15	45,227.6289	45,970.2031	64,958.1094
16	42,360.2773	42,245.1172	53,982.5547
17	56,064.1797	55,721.5859	56,728.3477
18	45,195.7422	44,666.6602	43,409.1563
19	48,112.2500	47,372.4805	41,363.3945
20	79,633.9141	77,005.3047	35,434.3164
21	37,035.3555	36,402.3906	42,084.9727
22	43,894.1602	42,229.4492	43,394.5508
23	34,531.3711	33,787.3359	74,855.7109
24	45,924.7188	45,085.7578	33,321.6445
25	37,339.1680	34,273.1289	40,567.1211
26	132,570.0156	120,240.3047	30,836.5859
27	79,574.6328	79,315.3750	42,061.6016
28	46,195.7188	50,120.6563	31,665.0195
29	57,211.3647	54,012.5777	56,742.6861
30	55,261.3666	53,888.2679	45,333.0776

ภาคผนวก ข.

ความถี่อักขระภาษาไทยจากกลุ่มตัวอย่างอักขระจำนวน 200,000 ตัว

รหัสแอสกี	อักขระ	ความถี่	คิดเป็นร้อยละ
210	า	13652	6.8260
185	น	11947	5.9735
195	ร	9265	4.6325
232	◌	9253	4.6265
205	อ	8880	4.4400
233	◌้	8237	4.1185
224	เ	8118	4.0590
161	ก	8090	4.0450
167	ง	7759	3.8795
193	ม	7114	3.5570
209	◌ั	6099	3.0495
194	ย	5848	2.9240
199	ว	5495	2.7475
213	◌ี	5484	2.7420
180	ด	4753	2.3765
197	ล	4578	2.2890
183	ท	4431	2.2155
181	ต	3966	1.9830
208	ะ	3966	1.9830
203	ห	3882	1.9410
202	ส	3763	1.8815
164	ค	3728	1.8640
212	◌ิ	3644	1.8220
187	ป	3420	1.7100
186	บ	3240	1.6200
168	จ	3158	1.5790
225	แ	2902	1.4510
228	ไ	2859	1.4295
190	พ	2641	1.3205

รหัสแอสกี	อักขระ	ความถี่	คิดเป็นร้อยละ
162	ข	2556	1.2780
227	ใ	2484	1.2420
231	◌็	2388	1.1940
215	◌่	2229	1.1145
217	◌ุ	1961	0.9805
170	ช	1866	0.9330
211	◌ำ	1695	0.8475
216	◌ู	1694	0.8470
236	◌์	1246	0.6230
214	◌๋	1211	0.6055
188	ผ	1008	0.5040
226	โ	970	0.4850
182	ถ	939	0.4695
179	ณ	721	0.3605
200	ศ	614	0.3070
184	ธ	581	0.2905
201	ษ	574	0.2870
171	ซ	523	0.2615
173	ญ	509	0.2545
192	ภ	468	0.2340
230	ๆ	395	0.1975
34	"	373	0.1865
191	ฟ	262	0.1310
189	ฝ	192	0.0960
46	.	191	0.0955
169	ฉ	180	0.0900
242	๒	141	0.0705
241	๑	135	0.0675
176	ฐ	114	0.0570

รหัสแอสกี	อักขระ	ความถี่	คิดเป็นร้อยละ
175	ฏ	108	0.0540
218	.	103	0.0515
45	-	98	0.0490
40	(	94	0.0470
41	)	94	0.0470
244	๔	82	0.0410
44	,	80	0.0400
240	๐	76	0.0380
243	๓	75	0.0375
206	ฮ	74	0.0370
174	ฏ	70	0.0350
196	ฤ	66	0.0330
207	ฯ	65	0.0325
245	๕	65	0.0325
234	้	55	0.0275
248	๘	47	0.0235
178	ฒ	44	0.0220
246	๖	43	0.0215
247	๗	43	0.0215
177	ฑ	42	0.0210
235	์	38	0.0190
249	๙	38	0.0190
166	ฆ	31	0.0155
237	็	28	0.0140
204	ฬ	21	0.0105
63	?	11	0.0055
172	ฌ	8	0.0040
163	ฃ	6	0.0030
47	/	3	0.0015
165	ค	0	0.0000
198	ฦ	0	0.0000
223	฿	0	0.0000

รหัสแอสกี	อักขระ	ความถี่	คิดเป็นร้อยละ
229	ๅ	0	0.0000
238	๊	0	0.0000

ภาคผนวก ค.

ความถี่คู่อักขระภาษาไทยเก็บจากกลุ่มตัวอย่างอักขระจำนวน 200,000 ตัว

รหัสแอสกี	อักขระ	ความถี่	ร้อยละ
232 - 210	- า	2269	1.1345
205 - 167	อ - ง	2126	1.063
213 - 232	-่	1790	0.895
210 - 195	า - ร	1654	0.827
183 - 213	ท -ี	1630	0.815
232 - 205	- อ	1479	0.7395
233 - 210	- า	1440	0.72
195 - 208	ร - ะ	1364	0.682
210 - 193	า - ม	1359	0.6795
210 - 167	า - ง	1279	0.6395
161 - 210	ก - า	1261	0.6305
231 - 185	- น	1221	0.6105
210 - 194	า - ย	1178	0.589
180 - 233	ด -้	1173	0.5865
224 - 187	เ - ป	1165	0.5825
205 - 194	อ - ย	1127	0.5635
210 - 185	า - น	1106	0.553
193 - 210	ม - า	1097	0.5485
225 - 197	แ - ล	1078	0.539
233 - 185	- น	1069	0.5345
209 - 185	- น	1066	0.533
215 - 205	- อ	1049	0.5245
233 - 205	- อ	1017	0.5085
210 - 161	า - ก	1016	0.508
187 - 231	ป -็	1002	0.501
215 - 232	-่	941	0.4705
193 - 213	ม -ี	918	0.459
209 - 186	- บ	911	0.4555
232 - 167	- ง	895	0.4475

รหัสแอสกี	อักขระ	ความถี่	ร้อยละ
228 - 180	ไ - ด	887	0.4435
227 - 203	ใ - ห	865	0.4325
213 - 194	- ย	857	0.4285
195 - 210	ร - า	846	0.423
227 - 185	ใ - น	825	0.4125
199 - 232	ว -่	815	0.4075
209 - 233	-้	814	0.407
168 - 208	จ - ะ	808	0.404
203 - 233	ห -้	807	0.4035
187 - 195	ป - ร	803	0.4015
162 - 205	ข - อ	801	0.4005
197 - 208	ล - ะ	787	0.3935
199 - 210	ว - า	785	0.3925
185 - 209	น -้	784	0.392
185 - 224	น - เ	777	0.3885
167 - 224	ง - เ	772	0.386
161 - 209	ก -้	767	0.3835
164 - 199	ค - ว	766	0.383
193 - 232	ม -่	760	0.38
233 - 199	- ว	758	0.379
181 - 232	ต -่	746	0.373
209 - 167	- ง	729	0.3645
228 - 193	ไ - ม	711	0.3555
224 - 195	เ - ร	696	0.348
190 - 195	พ - ร	689	0.3445
205 - 185	อ - น	669	0.3345
161 - 231	ก -็	661	0.3305
217 - 233	-้	650	0.325
185 - 213	น -ี	630	0.315

232 - 185	- น	629	0.3145
195 - 209	ร -ั	611	0.3055
209 - 161	- ก	603	0.3015
203 - 185	ห - น	586	0.293
213 - 233	-้	583	0.2915
164 - 195	ค - ร	572	0.286
208 - 224	ะ - เ	565	0.2825
195 - 215	ร -ี	557	0.2785
224 - 162	เ - ข	557	0.2785
185 - 183	น - ท	556	0.278
233 - 224	- เ	556	0.278
210 - 224	า - เ	549	0.2745
228 - 187	ไ - ป	542	0.271
167 - 161	ง - ก	541	0.2705
205 - 161	อ - ก	528	0.264
197 - 233	ล -้	526	0.263
212 - 180	- ด	522	0.261
185 - 205	น - อ	521	0.2605
185 - 161	น - ก	512	0.256
161 - 195	ก - ร	510	0.255
167 - 164	ง - ค	506	0.253
194 - 232	ย -่	506	0.253
224 - 203	เ - ห	491	0.2455
224 - 190	เ - พ	490	0.245
205 - 210	อ - า	483	0.2415
181 - 233	ต -้	479	0.2395
203 - 193	ห - ม	468	0.234
193 - 215	ม -ี	466	0.233
232 - 224	- เ	459	0.2295
164 - 185	ค - น	454	0.227
183 - 211	ท -ำ	453	0.2265
194 - 210	ย - า	450	0.225
233 - 167	- ง	446	0.223

161 - 197	ก - ล	443	0.2215
162 - 233	ข -้	442	0.221
203 - 197	ห - ล	437	0.2185
224 - 180	เ - ด	437	0.2185
195 - 212	ร -ิ	431	0.2155
224 - 193	เ - ม	427	0.2135
225 - 181	แ - ต	427	0.2135
185 - 233	น -้	426	0.213
217 - 232	-่	425	0.2125
210 - 199	า - ว	417	0.2085
195 - 213	ร -ี	416	0.208
188 - 217	ผ -ู	415	0.2075
199 - 194	ว - ย	412	0.206
181 - 209	ต -ั	407	0.2035
167 - 183	ง - ท	403	0.2015
197 - 210	ล - า	403	0.2015
203 - 195	ห - ร	403	0.2015
212 - 185	- น	402	0.201
209 - 199	- ว	396	0.198
195 - 195	ร - ร	391	0.1955
224 - 161	เ - ก	387	0.1935
194 - 217	ย -ู	385	0.1925
224 - 202	เ - ส	385	0.1925
202 - 210	ส - า	380	0.19
224 - 197	เ - ล	379	0.1895
197 - 209	ล -ั	370	0.185
214 - 167	- ง	365	0.1825
232 - 193	- ม	362	0.181
183 - 209	ท -ั	360	0.18
197 - 232	ล -่	359	0.1795
232 - 199	- ว	357	0.1785
185 - 210	น - า	356	0.178
185 - 181	น - ต	354	0.177

195 - 193	ร - ม	353	0.1765
214 - 232	-่	353	0.1765
210 - 168	า - จ	349	0.1745
168 - 210	จ - า	348	0.174
181 - 212	ต -ิ	348	0.174
181 - 210	ต - า	345	0.1725
181 - 195	ต - ร	341	0.1705
180 - 213	ด -ี	340	0.17
224 - 205	เ - อ	340	0.17
167 - 228	ง - ไ	339	0.1695
162 - 210	ข - า	332	0.166
195 - 217	ร -ู	329	0.1645
161 - 224	ก - เ	321	0.1605
185 - 164	น - ค	318	0.159
192 - 210	ภ - า	318	0.159
194 - 185	ย - น	317	0.1585
224 - 168	เ - จ	315	0.1575
210 - 183	า - ท	314	0.157
167 - 202	ง - ส	313	0.1565
203 - 210	ห - า	312	0.156
224 - 183	เ - ท	311	0.1555
185 - 225	น - แ	310	0.155
205 - 224	อ - เ	309	0.1545
185 - 202	น - ส	308	0.154
224 - 170	เ - ช	308	0.154
185 - 228	น - ไ	300	0.15
227 - 170	ใ - ช	299	0.1495
199 - 185	ว - น	296	0.148
185 - 185	น - น	295	0.1475
170 - 233	ช -้	293	0.1465
186 - 210	บ - า	292	0.146
167 - 225	ง - แ	291	0.1455
194 - 167	ย - ง	289	0.1445

199 - 212	ว -ิ	289	0.1445
186 - 195	บ - ร	287	0.1435
205 - 186	อ - บ	287	0.1435
205 - 193	อ - ม	287	0.1435
185 - 199	น - ว	286	0.143
185 - 227	น - ไ	286	0.143
212 - 181	- ต	286	0.143
195 - 167	ร - ง	285	0.1425
183 - 210	ท - า	281	0.1405
210 - 181	า - ต	281	0.1405
170 - 232	ช - ่	279	0.1395
199 - 209	ว -้	279	0.1395
212 - 232	-่	279	0.1395
193 - 224	ม - เ	278	0.139
199 - 161	ว - ก	276	0.138
209 - 180	- ด	276	0.138
167 - 210	ง - า	274	0.137
167 - 205	ง - อ	273	0.1365
193 - 209	ม -้	270	0.135
202 - 212	ส -ิ	270	0.135
170 - 210	ช - า	269	0.1345
202 - 209	ส -้	266	0.133
205 - 205	อ - อ	264	0.132
167 - 185	ง - น	261	0.1305
185 - 203	น - ห	259	0.1295
202 - 193	ส - ม	259	0.1295
213 - 161	- ก	258	0.129
185 - 193	น - ม	257	0.1285
161 - 212	ก -ิ	256	0.128
214 - 233	-้	255	0.1275
161 - 199	ก - ว	253	0.1265
194 - 161	ย - ก	250	0.125
208 - 183	ะ - ท	250	0.125

201 - 210	ษ - า	248	0.124
210 - 202	า - ส	247	0.1235
162 - 214	ข - ี	246	0.123
167 - 227	ง - ไ	246	0.123
185 - 212	น - ิ	246	0.123
224 - 164	เ - ค	245	0.1225
167 - 203	ง - ห	244	0.122
187 - 197	ป - ล	244	0.122
205 - 209	อ - ้	244	0.122
208 - 161	ะ - ก	243	0.1215
202 - 213	ส - ี	239	0.1195
195 - 224	ร - เ	237	0.1185
190 - 212	พ - ิ	235	0.1175
168 - 209	จ - ้	234	0.117
194 - 199	ย - ว	234	0.117
208 - 228	ะ - ไ	233	0.1165
210 - 228	า - ไ	233	0.1165
167 - 181	ง - ต	232	0.116
164 - 211	ค - ำ	228	0.114
197 - 167	ล - ง	228	0.114
232 - 194	- ย	228	0.114
194 - 224	ย - เ	227	0.1135
217 - 161	- ก	227	0.1135
164 - 216	ค - ุ	224	0.112
210 - 170	า - ช	224	0.112
170 - 185	ช - น	223	0.1115
209 - 232	- '	223	0.1115
195 - 233	ร - ้	222	0.111
164 - 215	ค - ี	221	0.1105
185 - 180	น - ด	220	0.11
208 - 202	ะ - ส	220	0.11
202 - 211	ส - ำ	219	0.1095
210 - 208	า - ะ	219	0.1095

233 - 211	- ำ	219	0.1095
190 - 215	พ - ี	217	0.1085
210 - 180	า - ด	217	0.1085
185 - 162	น - ข	216	0.108
195 - 205	ร - อ	215	0.1075
195 - 236	ร - ์	214	0.107
209 - 181	- ต	213	0.1065
168 - 233	จ - ้	212	0.106
186 - 209	บ - ้	212	0.106
210 - 164	า - ค	212	0.106
202 - 216	ส - ุ	209	0.1045
213 - 224	- เ	209	0.1045
214 - 161	- ก	208	0.104
232 - 227	- ไ	208	0.104
167 - 193	ง - ม	207	0.1035
194 - 236	ย - ์	207	0.1035
209 - 194	- ย	207	0.1035
167 - 168	ง - จ	206	0.103
199 - 224	ว - เ	206	0.103
231 - 161	- ก	206	0.103
180 - 231	ด - ็	205	0.1025
227 - 168	ไ - จ	205	0.1025
161 - 201	ก - ษ	204	0.102
167 - 190	ง - พ	203	0.1015
210 - 190	า - พ	202	0.101
161 - 232	ก - '	201	0.1005
216 - 179	- ณ	201	0.1005
183 - 195	ท - ร	200	0.1
194 - 209	ย - ้	198	0.099
212 - 167	- ง	198	0.099
232 - 202	- ส	198	0.099
233 - 193	- ม	198	0.099
167 - 162	ง - ข	197	0.0985

183 - 232	ท - ่	197	0.0985
185 - 214	น - ี	197	0.0985
180 - 224	ด - เ	195	0.0975
205 - 195	อ - ร	194	0.097
161 - 161	ก - ก	193	0.0965
193 - 202	ม - ส	193	0.0965
193 - 195	ม - ร	192	0.096
193 - 205	ม - อ	192	0.096
199 - 195	ว - ร	192	0.096
182 - 214	ถ - ี	189	0.0945
183 - 194	ท - ย	189	0.0945
197 - 213	ล - ี	189	0.0945
224 - 199	เ - ว	188	0.094
202 - 205	ส - อ	186	0.093
208 - 205	ะ - อ	186	0.093
216 - 161	- ก	186	0.093
232 - 228	- ไ	186	0.093
180 - 194	ด - ย	184	0.092
186 - 161	บ - ก	182	0.091
211 - 224	- เ	182	0.091
185 - 195	น - ร	181	0.0905
225 - 161	แ - ก	181	0.0905
194 - 205	ย - อ	180	0.09
185 - 168	น - จ	179	0.0895
226 - 180	โ - ด	178	0.089
180 - 212	ด - ิ	177	0.0885
193 - 233	ม - ้	177	0.0885
208 - 193	ะ - ม	177	0.0885
202 - 185	ส - น	176	0.088
216 - 180	- ด	176	0.088
224 - 185	เ - น	176	0.088
168 - 185	จ - น	175	0.0875
194 - 193	ย - ม	175	0.0875

182 - 233	ถ - ้	174	0.087
210 - 201	า - ษ	174	0.087
212 - 161	- ก	174	0.087
210 - 197	า - ล	171	0.0855
231 - 168	- จ	171	0.0855
213 - 164	- ค	169	0.0845
195 - 161	ร - ก	168	0.084
185 - 187	น - ป	167	0.0835
195 - 199	ร - ว	167	0.0835
202 - 195	ส - ร	166	0.083
171 - 214	ช - ี	165	0.0825
180 - 209	ด - ั	165	0.0825
195 - 232	ร - ่	165	0.0825
188 - 197	ผ - ล	163	0.0815
202 - 232	ส - ่	163	0.0815
205 - 213	อ - ี	163	0.0815
208 - 181	ะ - ต	163	0.0815
161 - 205	ก - อ	162	0.081
210 - 203	า - ห	162	0.081
233 - 225	- แ	162	0.081
199 - 233	ว - ้	161	0.0805
195 - 183	ร - ท	160	0.08
209 - 173	- ญ	160	0.08
161 - 181	ก - ต	159	0.0795
186 - 224	บ - เ	159	0.0795
193 - 161	ม - ก	159	0.0795
210 - 225	า - แ	159	0.0795
167 - 187	ง - ป	158	0.079
212 - 193	- ม	158	0.079
215 - 233	- ้	158	0.079
203 - 173	ห - ญ	156	0.078
205 - 180	อ - ด	156	0.078
211 - 185	- น	155	0.0775

211 - 227	- ไ	155	0.0775
224 - 181	เ - ต	154	0.077
193 - 203	ม - ห	153	0.0765
194 - 228	ย - ไ	152	0.076
210 - 205	า - อ	152	0.076
213 - 197	- ล	150	0.075
233 - 227	- ไ	150	0.075
232 - 161	- ก	149	0.0745
233 - 202	- ส	149	0.0745
210 - 227	า - ไ	148	0.074
228 - 195	ไ - ร	148	0.074
232 - 168	- จ	148	0.074
233 - 168	- จ	148	0.074
164 - 197	ค - ล	147	0.0735
185 - 190	น - พ	147	0.0735
193 - 190	ม - พ	147	0.0735
211 - 203	- ห	147	0.0735
161 - 228	ก - ไ	145	0.0725
185 - 208	น - ะ	144	0.072
212 - 186	- บ	144	0.072
232 - 164	- ค	144	0.072
232 - 181	- ต	144	0.072
161 - 168	ก - จ	143	0.0715
164 - 236	ค - ์	143	0.0715
180 - 205	ด - อ	143	0.0715
195 - 182	ร - ถ	143	0.0715
203 - 231	ห - ็	143	0.0715
233 - 195	- ร	143	0.0715
167 - 195	ง - ร	142	0.071
225 - 193	แ - ม	141	0.0705
232 - 183	- ท	140	0.07
233 - 164	- ค	140	0.07
194 - 227	ย - ไ	139	0.0695

202 - 217	ส - ู	139	0.0695
233 - 161	- ก	139	0.0695
161 - 193	ก - ม	138	0.069
168 - 214	จ - ี	138	0.069
170 - 215	ช - ี	138	0.069
185 - 186	น - บ	138	0.069
167 - 230	ง - ๆ	137	0.0685
181 - 216	ต - ุ	137	0.0685
208 - 180	ะ - ด	137	0.0685
210 - 186	า - บ	137	0.0685
186 - 164	บ - ค	136	0.068
161 - 183	ก - ท	135	0.0675
168 - 195	จ - ร	135	0.0675
193 - 185	ม - น	135	0.0675
197 - 205	ล - อ	135	0.0675
194 - 164	ย - ค	134	0.067
195 - 202	ร - ส	133	0.0665
228 - 183	ไ - ท	133	0.0665
193 - 183	ม - ท	132	0.066
205 - 228	อ - ไ	132	0.066
183 - 216	ท - ุ	131	0.0655
194 - 183	ย - ท	130	0.065
199 - 193	ว - ม	130	0.065
190 - 194	พ - ย	129	0.0645
236 - 224	- เ	129	0.0645
164 - 212	ค - ิ	128	0.064
180 - 217	ด - ู	128	0.064
184 - 195	ธ - ร	128	0.064
208 - 185	ะ - น	128	0.064
216 - 232	- ่	128	0.064
228 - 199	ไ - ว	128	0.064
187 - 209	ป - ั	127	0.0635
210 - 162	า - ข	127	0.0635

161 - 202	ก - ส	126	0.063
180 - 210	ด - า	125	0.0625
185 - 216	น - ุ	125	0.0625
199 - 197	ว - ล	125	0.0625
197 - 212	ล - ิ	124	0.062
184 - 213	ธ - ี	123	0.0615
208 - 164	ะ - ค	122	0.061
208 - 190	ะ - พ	122	0.061
161 - 211	ก - ำ	121	0.0605
193 - 164	ม - ค	121	0.0605
170 - 209	ช - ้	120	0.06
195 - 179	ร - ณ	120	0.06
168 - 211	จ - ำ	119	0.0595
197 - 215	ล - ี	119	0.0595
161 - 162	ก - ข	118	0.059
186 - 205	บ - อ	118	0.059
202 - 180	ส - ด	118	0.059
170 - 213	ช - ี	117	0.0585
186 - 233	บ - ้	117	0.0585
190 - 197	พ - ล	117	0.0585
180 - 183	ด - ท	116	0.058
186 - 185	บ - น	116	0.058
194 - 225	ย - แ	116	0.058
199 - 167	ว - ง	116	0.058
180 - 161	ด - ก	115	0.0575
179 - 208	ณ - ะ	114	0.057
181 - 205	ต - อ	114	0.057
195 - 216	ร - ุ	114	0.057
195 - 231	ร - ็	113	0.0565
213 - 199	- ว	113	0.0565
233 - 183	- ท	113	0.0565
167 - 186	ง - บ	112	0.056
161 - 164	ก - ค	111	0.0555

180 - 185	ด - น	111	0.0555
185 - 170	น - ช	111	0.0555
185 - 226	น - เ	111	0.0555
210 - 200	า - ศ	111	0.0555
188 - 212	ผ - ิ	110	0.055
208 - 186	ะ - บ	110	0.055
212 - 199	- ว	110	0.055
167 - 180	ง - ด	109	0.0545
205 - 164	อ - ค	109	0.0545
212 - 224	- เ	109	0.0545
183 - 184	ท - ธ	108	0.054
208 - 170	ะ - ช	108	0.054
217 - 180	- ด	108	0.054
224 - 186	เ - บ	108	0.054
225 - 203	แ - ห	108	0.054
195 - 180	ร - ด	107	0.0535
212 - 183	- ท	107	0.0535
161 - 185	ก - น	106	0.053
167 - 199	ง - ว	106	0.053
205 - 208	อ - ะ	106	0.053
185 - 232	น - ่	105	0.0525
224 - 194	เ - ย	105	0.0525
182 - 217	ถ - ู	104	0.052
205 - 227	อ - ใ	104	0.052
210 - 179	า - ณ	104	0.052
232 - 203	- ห	104	0.052
233 - 228	- ไ	104	0.052
208 - 203	ะ - ห	103	0.0515
225 - 185	แ - น	103	0.0515
179 - 236	ณ - ์	101	0.0505
186 - 186	บ - บ	101	0.0505
187 - 213	ป - ี	101	0.0505
161 - 225	ก - แ	100	0.05

185 - 188	น - ผ	100	0.05
195 - 164	ร - ค	100	0.05
205 - 215	อ - ี	100	0.05
216 - 193	- ม	100	0.05
225 - 195	แ - ร	100	0.05
232 - 225	- แ	100	0.05
195 - 168	ร - จ	99	0.0495
202 - 208	ส - ะ	99	0.0495
216 - 183	- ท	99	0.0495
212 - 184	- ธ	98	0.049
161 - 203	ก - ห	97	0.0485
181 - 185	ต - น	97	0.0485
190 - 217	พ - ู	97	0.0485
194 - 202	ย - ส	97	0.0485
203 - 209	ห - ้	97	0.0485
233 - 181	- ต	97	0.0485
168 - 168	จ - จ	96	0.048
205 - 202	อ - ส	96	0.048
185 - 211	น - ำ	95	0.0475
190 - 209	พ - ้	95	0.0475
194 - 186	ย - บ	95	0.0475
194 - 203	ย - ห	95	0.0475
231 - 228	- ไ	95	0.0475
233 - 194	- ย	95	0.0475
173 - 232	ญ - ่	94	0.047
225 - 186	แ - บ	94	0.047
231 - 224	- เ	94	0.047
233 - 170	- ช	94	0.047
183 - 200	ท - ศ	93	0.0465
197 - 217	ล - ู	93	0.0465
180 - 162	ด - ข	92	0.046
194 - 212	ย - ิ	91	0.0455
212 - 168	- จ	91	0.0455

162 - 209	ข - ้	90	0.045
168 - 216	จ - ุ	90	0.045
190 - 210	พ - า	90	0.045
195 - 190	ร - พ	90	0.045
225 - 202	แ - ส	90	0.045
180 - 225	ด - แ	89	0.0445
188 - 193	ผ - ม	89	0.0445
190 - 205	พ - อ	89	0.0445
194 - 216	ย - ุ	89	0.0445
226 - 164	โ - ค	89	0.0445
193 - 193	ม - ม	88	0.044
203 - 232	ห - ่	88	0.044
205 - 183	อ - ท	88	0.044
208 - 227	ะ - ไ	88	0.044
167 - 170	ง - ช	87	0.0435
171 - 213	ช - ี	87	0.0435
184 - 212	ธ - ิ	87	0.0435
190 - 213	พ - ี	87	0.0435
208 - 199	ะ - ว	87	0.0435
208 - 225	ะ - แ	87	0.0435
209 - 190	- พ	87	0.0435
211 - 195	- ร	87	0.0435
212 - 233	- ้	87	0.0435
225 - 190	แ - พ	87	0.0435
186 - 199	บ - ว	86	0.043
161 - 213	ก - ี	85	0.0425
181 - 161	ต - ก	85	0.0425
211 - 164	- ค	85	0.0425
236 - 183	- ท	85	0.0425
182 - 210	ถ - า	84	0.042
185 - 197	น - ล	84	0.042
194 - 181	ย - ต	84	0.042
195 - 225	ร - แ	84	0.042

202 - 215	ส - ี	84	0.042
205 - 232	อ - '	84	0.042
213 - 205	- อ	84	0.042
236 - 161	- ก	84	0.042
186 - 202	บ - ส	83	0.0415
195 - 227	ร - ไ	83	0.0415
208 - 194	ะ - ย	83	0.0415
233 - 203	- ห	83	0.0415
162 - 185	ข - น	82	0.041
180 - 167	ด - ง	82	0.041
186 - 203	บ - ห	82	0.041
195 - 187	ร - ป	82	0.041
200 - 214	ศ - ี	82	0.041
210 - 187	า - ป	82	0.041
212 - 202	- ส	82	0.041
227 - 180	ไ - ด	82	0.041
186 - 183	บ - ท	81	0.0405
193 - 180	ม - ด	81	0.0405
193 - 212	ม - ิ	81	0.0405
212 - 194	- ย	81	0.0405
226 - 195	โ - ร	81	0.0405
231 - 193	- ม	81	0.0405
232 - 195	- ร	81	0.0405
185 - 215	น - ี	80	0.04
188 - 232	ผ - '	80	0.04
190 - 199	พ - ว	80	0.04
193 - 181	ม - ต	80	0.04
200 - 209	ศ - ั	80	0.04
208 - 195	ะ - ร	80	0.04
216 - 185	- น	80	0.04
232 - 162	- ข	80	0.04
232 - 187	- ป	80	0.04
161 - 180	ก - ด	79	0.0395

208 - 168	ะ - จ	78	0.039
208 - 187	ะ - ป	78	0.039
164 - 209	ค - ั	77	0.0385
194 - 170	ย - ช	77	0.0385
209 - 202	- ส	77	0.0385
224 - 167	เ - ง	77	0.0385
180 - 227	ด - ไ	76	0.038
185 - 230	น - ๆ	76	0.038
189 - 232	ฝ - '	76	0.038
193 - 162	ม - ข	76	0.038
194 - 162	ย - ข	76	0.038
199 - 183	ว - ท	76	0.038
226 - 194	โ - ย	76	0.038
164 - 232	ค - '	75	0.0375
211 - 228	- ไ	75	0.0375
213 - 202	- ส	75	0.0375
217 - 187	- ป	75	0.0375
161 - 227	ก - ไ	74	0.037
161 - 233	ก - ้	74	0.037
164 - 193	ค - ม	74	0.037
167 - 226	ง - โ	74	0.037
185 - 194	น - ย	74	0.037
186 - 212	บ - ิ	74	0.037
195 - 194	ร - ย	74	0.037
203 - 199	ห - ว	74	0.037
205 - 203	อ - ห	74	0.037
213 - 185	- น	74	0.037
193 - 225	ม - แ	73	0.0365
199 - 168	ว - จ	73	0.0365
217 - 167	- ง	73	0.0365
232 - 182	- ถ	73	0.0365
164 - 210	ค - า	72	0.036
186 - 187	บ - ป	72	0.036

190 - 224	พ - เ	72	0.036
197 - 161	ล - ก	72	0.036
197 - 224	ล - เ	72	0.036
205 - 225	อ - แ	72	0.036
208 - 226	ะ - โ	72	0.036
175 - 212	ฏ - ิ	71	0.0355
183 - 233	ท - ้	71	0.0355
186 - 232	บ - ่	71	0.0355
190 - 186	พ - บ	71	0.0355
197 - 231	ล - ็	71	0.0355
205 - 162	อ - ข	71	0.0355
211 - 197	- ล	71	0.0355
225 - 187	แ - ป	71	0.0355
231 - 180	- ด	71	0.0355
184 - 210	ธ - า	70	0.035
187 - 175	ป - ฏ	70	0.035
193 - 168	ม - จ	70	0.035
193 - 170	ม - ช	70	0.035
212 - 236	- ์	70	0.035
225 - 183	แ - ท	70	0.035
233 - 190	- พ	70	0.035
161 - 187	ก - ป	69	0.0345
162 - 213	ข - ี	69	0.0345
164 - 205	ค - อ	69	0.0345
168 - 212	จ - ิ	69	0.0345
203 - 181	ห - ต	69	0.0345
231 - 181	- ต	69	0.0345
181 - 199	ต - ว	68	0.034
183 - 185	ท - น	68	0.034
187 - 212	ป - ิ	68	0.034
193 - 227	ม - ใ	68	0.034
197 - 194	ล - ย	68	0.034
180 - 199	ด - ว	67	0.0335

193 - 228	ม - ไ	67	0.0335
195 - 186	ร - บ	67	0.0335
202 - 181	ส - ต	67	0.0335
180 - 193	ด - ม	66	0.033
183 - 212	ท - ิ	66	0.033
205 - 181	อ - ต	66	0.033
210 - 226	า - โ	66	0.033
213 - 183	- ท	66	0.033
228 - 203	ไ - ห	66	0.033
233 - 187	- ป	66	0.033
236 - 181	- ต	66	0.033
168 - 161	จ - ก	65	0.0325
180 - 164	ด - ค	65	0.0325
180 - 181	ด - ต	65	0.0325
194 - 195	ย - ร	65	0.0325
195 - 181	ร - ต	65	0.0325
205 - 199	อ - ว	65	0.0325
167 - 188	ง - ผ	64	0.032
167 - 212	ง - ิ	64	0.032
181 - 236	ต - ์	64	0.032
193 - 199	ม - ว	64	0.032
201 - 179	ษ - ณ	64	0.032
205 - 197	อ - ล	64	0.032
232 - 186	- บ	64	0.032
185 - 184	น - ธ	63	0.0315
202 - 199	ส - ว	63	0.0315
212 - 195	- ร	63	0.0315
213 - 162	- ข	63	0.0315
227 - 164	ไ - ค	63	0.0315
164 - 194	ค - ย	62	0.031
170 - 205	ช - อ	62	0.031
170 - 216	ช - ุ	62	0.031
186 - 216	บ - ุ	62	0.031

197 - 216	ล - ุ	62	0.031
199 - 186	ว - บ	62	0.031
213 - 195	- ร	62	0.031
213 - 225	- แ	62	0.031
232 - 188	- ผ	62	0.031
232 - 190	- พ	62	0.031
162 - 199	ข - ว	61	0.0305
167 - 197	ง - ล	61	0.0305
170 - 212	ช - ิ	61	0.0305
173 - 212	ญ - ิ	61	0.0305
187 - 161	ป - ก	61	0.0305
187 - 210	ป - า	61	0.0305
190 - 216	พ - ุ	61	0.0305
205 - 216	อ - ุ	61	0.0305
212 - 197	- ล	61	0.0305
213 - 180	- ด	61	0.0305
226 - 197	โ - ล	61	0.0305
232 - 180	- ด	61	0.0305
185 - 192	น - ภ	60	0.03
187 - 224	ป - เ	60	0.03
203 - 194	ห - ย	60	0.03
227 - 202	ใ - ส	60	0.03
173 - 210	ญ - า	59	0.0295
186 - 162	บ - ข	59	0.0295
199 - 180	ว - ด	59	0.0295
210 - 188	า - ผ	59	0.0295
213 - 187	- ป	59	0.0295
232 - 197	- ล	59	0.0295
168 - 224	จ - เ	58	0.029
180 - 202	ด - ส	58	0.029
186 - 181	บ - ต	58	0.029
190 - 183	พ - ท	58	0.029
200 - 210	ศ - า	58	0.029

208 - 197	ะ - ล	58	0.029
211 - 167	- ง	58	0.029
233 - 188	- ผ	58	0.029
180 - 228	ด - ไ	57	0.0285
209 - 193	- ม	57	0.0285
216 - 167	- ง	57	0.0285
225 - 188	แ - ผ	57	0.0285
226 - 205	โ - อ	57	0.0285
167 - 167	ง - ง	56	0.028
167 - 182	ง - ถ	56	0.028
180 - 203	ด - ห	56	0.028
185 - 236	น - ์	56	0.028
186 - 227	บ - ไ	56	0.028
190 - 236	พ - ์	56	0.028
193 - 187	ม - ป	56	0.028
194 - 180	ย - ด	56	0.028
199 - 162	ว - ข	56	0.028
199 - 225	ว - แ	56	0.028
199 - 236	ว - ์	56	0.028
202 - 182	ส - ถ	56	0.028
211 - 161	- ก	56	0.028
213 - 190	- พ	56	0.028
169 - 209	ฉ - ั	55	0.0275
185 - 182	น - ถ	55	0.0275
186 - 225	บ - แ	55	0.0275
197 - 211	ล - ำ	55	0.0275
199 - 202	ว - ส	55	0.0275
202 - 167	ส - ง	55	0.0275
211 - 190	- พ	55	0.0275
212 - 173	- ญ	55	0.0275
216 - 162	- ข	55	0.0275
224 - 191	เ - ฟ	55	0.0275
224 - 200	เ - ศ	55	0.0275

233 - 180	- ด	55	0.0275
161 - 190	ก - พ	54	0.027
167 - 194	ง - ย	54	0.027
180 - 195	ด - ร	54	0.027
183 - 205	ท - อ	54	0.027
193 - 186	ม - บ	54	0.027
199 - 228	ว - ไ	54	0.027
211 - 183	- ท	54	0.027
197 - 193	ล - ม	53	0.0265
202 - 186	ส - บ	53	0.0265
205 - 212	อ - ิ	53	0.0265
211 - 205	- อ	53	0.0265
161 - 174	ก - ฎ	52	0.026
176 - 210	ฐ - า	52	0.026
179 - 210	ณ - า	52	0.026
193 - 194	ม - ย	52	0.026
194 - 168	ย - จ	52	0.026
199 - 205	ว - อ	52	0.026
182 - 185	ถ - น	51	0.0255
190 - 233	พ - ้	51	0.0255
195 - 228	ร - ไ	51	0.0255
205 - 168	อ - จ	51	0.0255
208 - 162	ะ - ข	51	0.0255
212 - 201	- ษ	51	0.0255
180 - 168	ด - จ	50	0.025
186 - 190	บ - พ	50	0.025
187 - 181	ป - ต	50	0.025
187 - 205	ป - อ	50	0.025
195 - 162	ร - ข	50	0.025
199 - 203	ว - ห	50	0.025
205 - 190	อ - พ	50	0.025
236 - 225	- แ	50	0.025
180 - 211	ด - ำ	49	0.0245
193 - 216	ม - ุ	49	0.0245
194 - 197	ย - ล	49	0.0245
197 - 180	ล - ด	49	0.0245
197 - 199	ล - ว	49	0.0245
199 - 181	ว - ต	49	0.0245
217 - 185	- น	49	0.0245
224 - 188	เ - ผ	49	0.0245
225 - 162	แ - ข	49	0.0245
231 - 164	- ค	49	0.0245
231 - 205	- อ	49	0.0245
233 - 162	- ข	49	0.0245
183 - 208	ท - ะ	48	0.024
205 - 184	อ - ธ	48	0.024
209 - 168	- จ	48	0.024
213 - 181	- ต	48	0.024
164 - 167	ค - ง	47	0.0235
168 - 167	จ - ง	47	0.0235
173 - 203	ญ - ห	47	0.0235
182 - 215	ถ - ี	47	0.0235
191 - 209	ฟ - ั	47	0.0235
195 - 200	ร - ศ	47	0.0235
199 - 179	ว - ณ	47	0.0235
202 - 214	ส - ื	47	0.0235
210 - 182	า - ถ	47	0.0235
226 - 187	โ - ป	47	0.0235
164 - 233	ค - ้	46	0.023
181 - 183	ต - ท	46	0.023
181 - 197	ต - ล	46	0.023
193 - 226	ม - โ	46	0.023
194 - 208	ย - ะ	46	0.023
202 - 190	ส - พ	46	0.023
217 - 224	- เ	46	0.023
226 - 181	โ - ต	46	0.023

228 - 191	ไ - ฟ	46	0.023
236 - 193	- ม	46	0.023
200 - 195	ศ - ร	45	0.0225
213 - 188	- ผ	45	0.0225
193 - 188	ม - ผ	44	0.022
212 - 190	- พ	44	0.022
213 - 228	- ไ	44	0.022
216 - 164	- ค	44	0.022
236 - 168	- จ	44	0.022
167 - 200	ง - ศ	43	0.0215
168 - 190	จ - พ	43	0.0215
181 - 208	ต - ะ	43	0.0215
187 - 183	ป - ท	43	0.0215
187 - 233	ป - ้	43	0.0215
209 - 176	- ฐ	43	0.0215
211 - 181	- ต	43	0.0215
213 - 186	- บ	43	0.0215
216 - 186	- บ	43	0.0215
167 - 232	ง - ่	42	0.021
181 - 194	ต - ย	42	0.021
187 - 217	ป - ู	42	0.021
224 - 171	เ - ช	42	0.021
236 - 162	- ข	42	0.021
161 - 230	ก - ๆ	41	0.0205
197 - 197	ล - ล	41	0.0205
208 - 182	ะ - ถ	41	0.0205
208 - 188	ะ - ผ	41	0.0205
210 - 171	า - ช	41	0.0205
216 - 181	- ต	41	0.0205
216 - 201	- ษ	41	0.0205
225 - 205	แ - อ	41	0.0205
226 - 183	โ - ท	41	0.0205
236 - 202	- ส	41	0.0205

161 - 216	ก - ุ	40	0.02
180 - 197	ด - ล	40	0.02
183 - 190	ท - พ	40	0.02
187 - 202	ป - ส	40	0.02
193 - 167	ม - ง	40	0.02
197 - 162	ล - ข	40	0.02
211 - 187	- ป	40	0.02
212 - 187	- ป	40	0.02
216 - 187	- ป	40	0.02
161 - 226	ก - โ	39	0.0195
162 - 179	ข - ณ	39	0.0195
162 - 232	ข - ่	39	0.0195
168 - 205	จ - อ	39	0.0195
171 - 233	ช - ้	39	0.0195
179 - 177	ณ - ฑ	39	0.0195
186 - 193	บ - ม	39	0.0195
186 - 226	บ - โ	39	0.0195
193 - 217	ม - ู	39	0.0195
194 - 230	ย - ๆ	39	0.0195
197 - 183	ล - ท	39	0.0195
202 - 161	ส - ก	39	0.0195
215 - 185	- น	39	0.0195
224 - 169	เ - ฉ	39	0.0195
231 - 186	- บ	39	0.0195
161 - 194	ก - ย	38	0.019
180 - 236	ด - ์	38	0.019
183 - 236	ท - ์	38	0.019
186 - 168	บ - จ	38	0.019
195 - 203	ร - ห	38	0.019
201 - 194	ษ - ย	38	0.019
211 - 202	- ส	38	0.019
213 - 170	- ช	38	0.019
216 - 195	- ร	38	0.019

226 - 171	โ - ซ	38	0.019
226 - 186	โ - บ	38	0.019
228 - 162	ไ - ข	38	0.019
236 - 228	- ไ	38	0.019
181 - 213	ต - ี	37	0.0185
186 - 228	บ - ไ	37	0.0185
190 - 232	พ - ่	37	0.0185
195 - 185	ร - น	37	0.0185
201 - 209	ษ - ั	37	0.0185
225 - 180	แ - ด	37	0.0185
193 - 197	ม - ล	36	0.018
194 - 190	ย - พ	36	0.018
194 - 213	ย - ี	36	0.018
200 - 46	ศ - .	36	0.018
202 - 224	ส - เ	36	0.018
205 - 226	อ - โ	36	0.018
211 - 193	- ม	36	0.018
212 - 170	- ซ	36	0.018
213 - 226	- โ	36	0.018
231 - 199	- ว	36	0.018
232 - 170	- ซ	36	0.018
46 - 200	. - ศ	35	0.0175
161 - 170	ก - ซ	35	0.0175
180 - 187	ด - ป	35	0.0175
182 - 232	ถ - ่	35	0.0175
186 - 188	บ - ผ	35	0.0175
187 - 180	ป - ด	35	0.0175
187 - 185	ป - น	35	0.0175
199 - 164	ว - ค	35	0.0175
199 - 170	ว - ซ	35	0.0175
200 - 201	ศ - ษ	35	0.0175
209 - 183	- ท	35	0.0175
211 - 225	- แ	35	0.0175

213 - 193	- ม	35	0.0175
213 - 203	- ห	35	0.0175
216 - 233	- ้	35	0.0175
224 - 192	เ - ภ	35	0.0175
226 - 185	โ - น	35	0.0175
232 - 211	- ำ	35	0.0175
233 - 182	- ถ	35	0.0175
236 - 227	- ไ	35	0.0175
161 - 175	ก - ฏ	34	0.017
162 - 216	ข - ุ	34	0.017
173 - 173	ญ - ญ	34	0.017
190 - 185	พ - น	34	0.017
193 - 184	ม - ธ	34	0.017
199 - 227	ว - ไ	34	0.017
209 - 178	- ฒ	34	0.017
209 - 179	- ณ	34	0.017
226 - 193	โ - ม	34	0.017
232 - 226	- โ	34	0.017
162 - 181	ข - ต	33	0.0165
164 - 179	ค - ณ	33	0.0165
164 - 181	ค - ต	33	0.0165
178 - 185	ฒ - น	33	0.0165
193 - 179	ม - ณ	33	0.0165
194 - 182	ย - ถ	33	0.0165
216 - 202	- ส	33	0.0165
226 - 161	โ - ก	33	0.0165
236 - 180	- ด	33	0.0165
236 - 205	- อ	33	0.0165
181 - 224	ต - เ	32	0.016
195 - 214	ร - ี	32	0.016
197 - 187	ล - ป	32	0.016
197 - 236	ล - ์	32	0.016
211 - 186	- บ	32	0.016

213 - 227	-ใ	32	0.016
236 - 185	-น	32	0.016
161 - 167	ก - ง	31	0.0155
162 - 193	ข - ม	31	0.0155
164 - 164	ค - ค	31	0.0155
181 - 211	ต -ำ	31	0.0155
181 - 227	ต - ใ	31	0.0155
185 - 171	น - ช	31	0.0155
194 - 215	ย -ี	31	0.0155
199 - 199	ว - ว	31	0.0155
225 - 164	แ - ค	31	0.0155
225 - 171	แ - ช	31	0.0155
233 - 186	-บ	31	0.0155
161 - 171	ก - ช	30	0.015
168 - 193	จ - ม	30	0.015
186 - 197	บ - ล	30	0.015
188 - 210	ผ - า	30	0.015
205 - 231	อ -ี	30	0.015
227 - 181	ใ - ต	30	0.015
233 - 226	-โ	30	0.015
167 - 171	ง - ช	29	0.0145
168 - 183	จ - ท	29	0.0145
180 - 216	ด -ุ	29	0.0145
200 - 212	ศ -ิ	29	0.0145
202 - 203	ส - ห	29	0.0145
205 - 187	อ - ป	29	0.0145
210 - 173	า - ญ	29	0.0145
217 - 195	-ร	29	0.0145
225 - 194	แ - ย	29	0.0145
236 - 164	-ค	29	0.0145
236 - 199	-ว	29	0.0145
161 - 186	ก - บ	28	0.014
161 - 208	ก - ะ	28	0.014

167 - 192	ง - ภ	28	0.014
168 - 213	จ -ี	28	0.014
180 - 180	ด - ด	28	0.014
180 - 190	ด - พ	28	0.014
181 - 181	ต - ต	28	0.014
185 - 167	น - ง	28	0.014
187 - 225	ป - แ	28	0.014
187 - 227	ป - ใ	28	0.014
192 - 183	ภ - ท	28	0.014
194 - 187	ย - ป	28	0.014
196 - 201	ฤ - ษ	28	0.014
212 - 200	-ศ	28	0.014
217 - 197	-ล	28	0.014
228 - 161	ไ - ก	28	0.014
231 - 194	-ย	28	0.014
242 - 244	๒ - ๔	28	0.014
161 - 188	ก - ผ	27	0.0135
179 - 213	ณ -ี	27	0.0135
180 - 170	ด - ช	27	0.0135
181 - 162	ต - ข	27	0.0135
183 - 199	ท - ว	27	0.0135
184 - 224	ธ - เ	27	0.0135
185 - 200	น - ศ	27	0.0135
186 - 180	บ - ด	27	0.0135
187 - 228	ป - ไ	27	0.0135
197 - 185	ล - น	27	0.0135
200 - 228	ศ - ไ	27	0.0135
203 - 212	ห -ิ	27	0.0135
216 - 226	-โ	27	0.0135
186 - 182	บ - ถ	26	0.013
187 - 232	ป -่	26	0.013
188 - 209	ผ -ั	26	0.013
195 - 197	ร - ล	26	0.013

197 - 203	ล - ห	26	0.013
199 - 213	ว - ี	26	0.013
216 - 188	- ผ	26	0.013
228 - 181	ไ - ต	26	0.013
164 - 213	ค - ี	25	0.0125
168 - 180	จ - ด	25	0.0125
168 - 228	จ - ไ	25	0.0125
169 - 208	ฉ - ะ	25	0.0125
177 - 212	ฑ - ิ	25	0.0125
183 - 203	ท - ห	25	0.0125
186 - 213	บ - ี	25	0.0125
186 - 217	บ - ู	25	0.0125
187 - 168	ป - จ	25	0.0125
191 - 195	ฟ - ร	25	0.0125
197 - 202	ล - ส	25	0.0125
202 - 233	ส - ้	25	0.0125
205 - 188	อ - ผ	25	0.0125
209 - 197	- ล	25	0.0125
211 - 199	- ว	25	0.0125
217 - 193	- ม	25	0.0125
228 - 205	ไ - อ	25	0.0125
45 - 45	- - -	24	0.012
161 - 196	ก - ฤ	24	0.012
162 - 231	ข - ็	24	0.012
164 - 217	ค - ู	24	0.012
171 - 212	ซ - ิ	24	0.012
173 - 170	ญ - ช	24	0.012
173 - 224	ญ - เ	24	0.012
179 - 183	ณ - ท	24	0.012
180 - 182	ด - ถ	24	0.012
180 - 215	ด - ี	24	0.012
181 - 218	ต - ุ	24	0.012
190 - 46	พ - .	24	0.012

191 - 185	ฟ - น	24	0.012
197 - 228	ล - ไ	24	0.012
199 - 187	ว - ป	24	0.012
199 - 226	ว - โ	24	0.012
212 - 228	- ไ	24	0.012
216 - 199	- ว	24	0.012
168 - 199	จ - ว	23	0.0115
168 - 231	จ - ็	23	0.0115
170 - 186	ช - บ	23	0.0115
171 - 215	ซ - ี	23	0.0115
179 - 202	ณ - ส	23	0.0115
179 - 224	ณ - เ	23	0.0115
181 - 231	ต - ็	23	0.0115
184 - 236	ธ - ์	23	0.0115
186 - 194	บ - ย	23	0.0115
197 - 227	ล - ใ	23	0.0115
203 - 161	ห - ก	23	0.0115
211 - 180	- ด	23	0.0115
224 - 182	เ - ถ	23	0.0115
236 - 195	- ร	23	0.0115
161 - 184	ก - ธ	22	0.011
162 - 194	ข - ย	22	0.011
167 - 189	ง - ฝ	22	0.011
169 - 190	ฉ - พ	22	0.011
179 - 161	ณ - ก	22	0.011
179 - 168	ณ - จ	22	0.011
180 - 192	ด - ภ	22	0.011
181 - 215	ต - ี	22	0.011
181 - 226	ต - โ	22	0.011
186 - 170	บ - ช	22	0.011
187 - 162	ป - ข	22	0.011
189 - 195	ฝ - ร	22	0.011
191 - 233	ฟ - ้	22	0.011

192 - 209	ภ - ั	22	0.011
197 - 214	ล - ี	22	0.011
201 - 176	ษ - ฐ	22	0.011
203 - 236	ห - ์	22	0.011
205 - 182	อ - ถ	22	0.011
205 - 211	อ - ำ	22	0.011
210 - 184	า - ธ	22	0.011
212 - 226	- โ	22	0.011
216 - 224	- เ	22	0.011
217 - 186	- บ	22	0.011
217 - 225	- แ	22	0.011
225 - 199	แ - ว	22	0.011
170 - 161	ข - ก	21	0.0105
171 - 185	ข - น	21	0.0105
179 - 164	ณ - ค	21	0.0105
181 - 193	ต - ม	21	0.0105
185 - 189	น - ฝ	21	0.0105
187 - 203	ป - ห	21	0.0105
189 - 210	ฝ - า	21	0.0105
191 - 205	ฟ - อ	21	0.0105
193 - 208	ม - ะ	21	0.0105
194 - 194	ย - ย	21	0.0105
194 - 233	ย - ้	21	0.0105
202 - 197	ส - ล	21	0.0105
212 - 227	- ไ	21	0.0105
216 - 190	- พ	21	0.0105
227 - 186	ไ - บ	21	0.0105
236 - 203	- ห	21	0.0105
34 - 181	" - ภ	20	0.01
34 - 224	" - เ	20	0.01
168 - 162	จ - ข	20	0.01
168 - 225	จ - แ	20	0.01
168 - 227	จ - ไ	20	0.01

171 - 232	ช - ่	20	0.01
183 - 202	ท - ส	20	0.01
183 - 224	ท - เ	20	0.01
187 - 193	ป - ม	20	0.01
187 - 208	ป - ะ	20	0.01
194 - 200	ย - ศ	20	0.01
194 - 231	ย - ็	20	0.01
197 - 186	ล - บ	20	0.01
197 - 192	ล - ภ	20	0.01
200 - 202	ศ - ส	20	0.01
202 - 202	ส - ส	20	0.01
202 - 236	ส - ์	20	0.01
205 - 171	อ - ช	20	0.01
208 - 184	ะ - ธ	20	0.01
208 - 192	ะ - ภ	20	0.01
210 - 192	า - ภ	20	0.01
211 - 162	- ข	20	0.01
224 - 206	เ - ย	20	0.01
227 - 161	ไ - ก	20	0.01
233 - 197	- ล	20	0.01
234 - 205	- อ	20	0.01
240 - 240	๐ - ๐	20	0.01
164 - 180	ค - ด	19	0.0095
168 - 164	จ - ค	19	0.0095
181 - 182	ต - ถ	19	0.0095
182 - 216	ถ - ุ	19	0.0095
183 - 201	ท - ษ	19	0.0095
185 - 34	น - "	19	0.0095
197 - 164	ล - ค	19	0.0095
202 - 218	ส - ู	19	0.0095
205 - 170	อ - ช	19	0.0095
205 - 233	อ - ้	19	0.0095
210 - 207	า - ฯ	19	0.0095

213 - 168	- จ	19	0.0095
218 - 202	◌ - ส	19	0.0095
231 - 167	- ง	19	0.0095
231 - 190	- พ	19	0.0095
162 - 183	ข - ท	18	0.009
168 - 232	จ - ◌	18	0.009
169 - 186	ฉ - บ	18	0.009
170 - 193	ช - ม	18	0.009
171 - 210	ช - า	18	0.009
182 - 212	ถ - ◌	18	0.009
183 - 186	ท - บ	18	0.009
184 - 216	ธ - ◌	18	0.009
186 - 231	บ - ◌	18	0.009
190 - 168	พ - จ	18	0.009
193 - 182	ม - ถ	18	0.009
194 - 34	ย - "	18	0.009
195 - 188	ร - ผ	18	0.009
195 - 192	ร - ภ	18	0.009
197 - 207	ล - ฯ	18	0.009
197 - 225	ล - แ	18	0.009
207 - 197	ฯ - ล	18	0.009
212 - 164	- ค	18	0.009
215 - 193	- ม	18	0.009
236 - 187	- ป	18	0.009
161 - 200	ก - ศ	17	0.0085
161 - 215	ก - ◌	17	0.0085
162 - 161	ข - ก	17	0.0085
170 - 202	ช - ส	17	0.0085
171 - 205	ช - อ	17	0.0085
180 - 188	ด - ผ	17	0.0085
182 - 224	ถ - เ	17	0.0085
185 - 176	น - ◌	17	0.0085
187 - 187	ป - ป	17	0.0085

187 - 216	ป - ◌	17	0.0085
190 - 196	พ - ฤ	17	0.0085
192 - 217	ภ - ◌	17	0.0085
193 - 192	ม - ภ	17	0.0085
195 - 170	ร - ช	17	0.0085
199 - 190	ว - พ	17	0.0085
200 - 205	ศ - อ	17	0.0085
203 - 167	ห - ง	17	0.0085
212 - 205	- อ	17	0.0085
213 - 184	- ธ	17	0.0085
225 - 168	แ - จ	17	0.0085
232 - 208	- ะ	17	0.0085
162 - 186	ข - บ	16	0.008
162 - 195	ข - ร	16	0.008
164 - 224	ค - เ	16	0.008
168 - 202	จ - ส	16	0.008
169 - 197	ฉ - ล	16	0.008
169 - 210	ฉ - า	16	0.008
179 - 205	ณ - อ	16	0.008
183 - 214	ท - ◌	16	0.008
185 - 231	น - ◌	16	0.008
187 - 182	ป - ถ	16	0.008
194 - 226	ย - โ	16	0.008
195 - 184	ร - ธ	16	0.008
195 - 189	ร - ฝ	16	0.008
195 - 226	ร - โ	16	0.008
199 - 208	ว - ะ	16	0.008
201 - 183	ษ - ท	16	0.008
202 - 192	ส - ภ	16	0.008
212 - 162	- ข	16	0.008
214 - 180	- ด	16	0.008
216 - 197	- ล	16	0.008
217 - 168	- จ	16	0.008

217 - 181	- ต	16	0.008
231 - 183	- ท	16	0.008
231 - 227	- ไ	16	0.008
241 - 46	๑ - .	16	0.008
241 - 242	๑ - ๒	16	0.008
34 - 188	" - ผ	15	0.0075
162 - 236	ข - ์	15	0.0075
164 - 183	ค - ท	15	0.0075
167 - 34	ง - "	15	0.0075
167 - 184	ง - ธ	15	0.0075
168 - 181	จ - ต	15	0.0075
168 - 186	จ - บ	15	0.0075
176 - 205	ฐ - อ	15	0.0075
179 - 199	ณ - ว	15	0.0075
184 - 205	ธ - อ	15	0.0075
186 - 167	บ - ง	15	0.0075
187 - 199	ป - ว	15	0.0075
190 - 181	พ - ต	15	0.0075
193 - 169	ม - ฉ	15	0.0075
193 - 200	ม - ศ	15	0.0075
194 - 188	ย - ผ	15	0.0075
194 - 214	ย - ี	15	0.0075
195 - 211	ร - ำ	15	0.0075
202 - 183	ส - ท	15	0.0075
203 - 205	ห - อ	15	0.0075
208 - 169	ะ - ฉ	15	0.0075
211 - 168	- จ	15	0.0075
217 - 183	- ท	15	0.0075
224 - 184	เ - ธ	15	0.0075
225 - 182	แ - ถ	15	0.0075
226 - 162	โ - ข	15	0.0075
226 - 203	โ - ห	15	0.0075
231 - 203	- ห	15	0.0075

34 - 161	" - ก	14	0.007
161 - 217	ก - ู	14	0.007
167 - 215	ง - ็	14	0.007
170 - 164	ช - ค	14	0.007
179 - 203	ณ - ห	14	0.007
179 - 228	ณ - ไ	14	0.007
180 - 230	ด - ๆ	14	0.007
180 - 232	ด - ่	14	0.007
182 - 209	ถ - ั	14	0.007
182 - 227	ถ - ไ	14	0.007
185 - 191	น - ฟ	14	0.007
187 - 186	ป - บ	14	0.007
188 - 185	ผ - น	14	0.007
190 - 214	พ - ็	14	0.007
190 - 225	พ - แ	14	0.007
191 - 210	ฟ - า	14	0.007
191 - 215	ฟ - ็	14	0.007
191 - 216	ฟ - ุ	14	0.007
192 - 212	ภ - ิ	14	0.007
196 - 181	ฤ - ต	14	0.007
197 - 168	ล - จ	14	0.007
197 - 195	ล - ร	14	0.007
200 - 224	ศ - เ	14	0.007
201 - 195	ษ - ร	14	0.007
201 - 236	ษ - ์	14	0.007
202 - 228	ส - ไ	14	0.007
209 - 164	- ค	14	0.007
210 - 189	า - ฝ	14	0.007
212 - 203	- ห	14	0.007
216 - 194	- ย	14	0.007
228 - 206	ไ - ฮ	14	0.007
231 - 195	- ร	14	0.007
231 - 225	- แ	14	0.007

235 - 194	- ย	14	0.007
40 - 224	(- เ	13	0.0065
162 - 197	ข - ล	13	0.0065
170 - 199	ช - ว	13	0.0065
171 - 197	ช - ล	13	0.0065
173 - 161	ญ - ก	13	0.0065
173 - 183	ญ - ท	13	0.0065
175 - 199	ฏ - ว	13	0.0065
176 - 186	ฐ - บ	13	0.0065
180 - 171	ด - ช	13	0.0065
180 - 186	ด - บ	13	0.0065
182 - 199	ถ - ว	13	0.0065
182 - 213	ถ -ี	13	0.0065
185 - 218	น -.	13	0.0065
187 - 194	ป - ย	13	0.0065
188 - 215	ผ -ี	13	0.0065
188 - 216	ผ -ุ	13	0.0065
188 - 233	ผ -้	13	0.0065
189 - 209	ฝ -้	13	0.0065
190 - 161	พ - ก	13	0.0065
190 - 164	พ - ค	13	0.0065
190 - 167	พ - ง	13	0.0065
195 - 34	ร - "	13	0.0065
199 - 182	ว - ถ	13	0.0065
200 - 213	ศ -ี	13	0.0065
202 - 194	ส - ย	13	0.0065
202 - 225	ส - แ	13	0.0065
205 - 173	อ - ญ	13	0.0065
205 - 192	อ - ภ	13	0.0065
210 - 34	า - "	13	0.0065
211 - 188	- ผ	13	0.0065
216 - 168	- จ	13	0.0065
218 - 181	- ต	13	0.0065

226 - 168	โ - จ	13	0.0065
46 - 46	. - .	12	0.006
161 - 34	ก - "	12	0.006
161 - 46	ก - .	12	0.006
161 - 182	ก - ถ	12	0.006
167 - 166	ง - ม	12	0.006
170 - 183	ช - ท	12	0.006
179 - 185	ณ - น	12	0.006
181 - 202	ต - ส	12	0.006
181 - 217	ต -ู	12	0.006
181 - 225	ต - แ	12	0.006
182 - 168	ถ - จ	12	0.006
182 - 186	ถ - บ	12	0.006
182 - 205	ถ - อ	12	0.006
183 - 217	ท -ู	12	0.006
187 - 190	ป - พ	12	0.006
189 - 185	ฝ - น	12	0.006
189 - 214	ฝ -ี	12	0.006
199 - 188	ว - ผ	12	0.006
199 - 216	ว -ุ	12	0.006
200 - 236	ศ -ั	12	0.006
204 - 210	ฟ - า	12	0.006
205 - 191	อ - ฟ	12	0.006
205 - 234	อ -ั	12	0.006
213 - 167	- ง	12	0.006
216 - 228	- ไ	12	0.006
217 - 179	- ณ	12	0.006
231 - 202	- ส	12	0.006
232 - 189	- ฝ	12	0.006
232 - 230	- ๆ	12	0.006
233 - 191	- ฟ	12	0.006
241 - 246	๑ - ๖	12	0.006
34 - 202	" - ส	11	0.0055

161 - 192	ก - ภ	11	0.0055
162 - 168	ข - จ	11	0.0055
164 - 46	ค - .	11	0.0055
164 - 208	ค - ะ	11	0.0055
170 - 211	ช - ำ	11	0.0055
171 - 186	ช - บ	11	0.0055
173 - 162	ญ - ข	11	0.0055
174 - 162	ฎ - ข	11	0.0055
179 - 162	ณ - ข	11	0.0055
181 - 164	ต - ค	11	0.0055
181 - 228	ต - ไ	11	0.0055
183 - 183	ท - ท	11	0.0055
187 - 226	ป - โ	11	0.0055
193 - 236	ม - ์	11	0.0055
195 - 201	ร - ษ	11	0.0055
197 - 190	ล - พ	11	0.0055
200 - 183	ศ - ท	11	0.0055
208 - 200	ะ - ศ	11	0.0055
209 - 170	- ช	11	0.0055
209 - 187	- ป	11	0.0055
213 - 192	- ภ	11	0.0055
216 - 184	- ธ	11	0.0055
217 - 170	- ช	11	0.0055
226 - 202	โ - ส	11	0.0055
231 - 197	- ล	11	0.0055
233 - 192	- ภ	11	0.0055
241 - 240	๑ - ๐	11	0.0055
162 - 226	ข - โ	10	0.005
164 - 186	ค - บ	10	0.005
167 - 169	ง - ฉ	10	0.005
168 - 203	จ - ห	10	0.005
169 - 213	ฉ - ี	10	0.005
173 - 227	ญ - ใ	10	0.005

179 - 180	ณ - ด	10	0.005
179 - 193	ณ - ม	10	0.005
181 - 168	ต - จ	10	0.005
182 - 183	ถ - ท	10	0.005
182 - 195	ถ - ร	10	0.005
183 - 161	ท - ก	10	0.005
183 - 215	ท - ี	10	0.005
186 - 171	บ - ช	10	0.005
189 - 233	ฝ - ้	10	0.005
190 - 202	พ - ส	10	0.005
191 - 212	ฟ - ิ	10	0.005
195 - 171	ร - ช	10	0.005
196 - 183	ฤ - ท	10	0.005
199 - 217	ว - ู	10	0.005
200 - 168	ศ - จ	10	0.005
200 - 199	ศ - ว	10	0.005
200 - 217	ศ - ู	10	0.005
203 - 216	ห - ุ	10	0.005
205 - 200	อ - ศ	10	0.005
206 - 205	ฮ - อ	10	0.005
210 - 191	า - ฟ	10	0.005
212 - 176	- ฐ	10	0.005
212 - 192	- ภ	10	0.005
216 - 192	- ภ	10	0.005
216 - 225	- แ	10	0.005
216 - 227	- ใ	10	0.005
218 - 224	- เ	10	0.005
225 - 167	แ - ง	10	0.005
226 - 170	โ - ช	10	0.005
226 - 184	โ - ธ	10	0.005
228 - 171	ไ - ช	10	0.005
228 - 197	ไ - ล	10	0.005
232 - 171	- ช	10	0.005

233 - 189	- ฝ	10	0.005
236 - 170	- ช	10	0.005
236 - 190	- พ	10	0.005
242 - 46	๒ - .	10	0.005
242 - 243	๒ - ๓	10	0.005
167 - 44	ง - ,	9	0.0045
167 - 209	ง - ั	9	0.0045
168 - 217	จ - ู	9	0.0045
170 - 173	ช - ญ	9	0.0045
170 - 180	ช - ด	9	0.0045
171 - 224	ช - เ	9	0.0045
174 - 161	ฏ - ก	9	0.0045
179 - 190	ณ - พ	9	0.0045
180 - 226	ด - โ	9	0.0045
181 - 186	ต - บ	9	0.0045
181 - 214	ต - ี	9	0.0045
182 - 193	ถ - ม	9	0.0045
182 - 228	ถ - ไ	9	0.0045
183 - 162	ท - ข	9	0.0045
183 - 180	ท - ด	9	0.0045
184 - 200	ธ - ศ	9	0.0045
186 - 215	บ - ื	9	0.0045
188 - 202	ผ - ส	9	0.0045
189 - 213	ฝ - ี	9	0.0045
199 - 230	ว - ๆ	9	0.0045
200 - 181	ศ - ต	9	0.0045
200 - 185	ศ - น	9	0.0045
200 - 190	ศ - พ	9	0.0045
201 - 212	ษ - ิ	9	0.0045
202 - 164	ส - ค	9	0.0045
203 - 217	ห - ู	9	0.0045
211 - 182	- ถ	9	0.0045
211 - 200	- ศ	9	0.0045

212 - 171	- ช	9	0.0045
212 - 182	- ถ	9	0.0045
212 - 225	- แ	9	0.0045
216 - 170	- ช	9	0.0045
224 - 189	เ - ฝ	9	0.0045
226 - 190	โ - พ	9	0.0045
226 - 192	โ - ภ	9	0.0045
228 - 190	ไ - พ	9	0.0045
233 - 34	- "	9	0.0045
235 - 205	- อ	9	0.0045
236 - 197	- ล	9	0.0045
236 - 226	- โ	9	0.0045
242 - 240	๒ - ๐	9	0.0045
244 - 247	๔ - ๗	9	0.0045
34 - 164	" - ค	8	0.004
34 - 187	" - ป	8	0.004
34 - 203	" - ห	8	0.004
40 - 203	(- ห	8	0.004
46 - 190	. - พ	8	0.004
164 - 226	ค - โ	8	0.004
164 - 227	ค - ไ	8	0.004
166 - 236	ฆ - ์	8	0.004
167 - 41	ง -)	8	0.004
167 - 191	ง - ฟ	8	0.004
171 - 209	ช - ั	8	0.004
171 - 231	ช - ็	8	0.004
173 - 168	ญ - จ	8	0.004
173 - 180	ญ - ด	8	0.004
173 - 193	ญ - ม	8	0.004
173 - 213	ญ - ี	8	0.004
179 - 181	ณ - ต	8	0.004
179 - 194	ณ - ย	8	0.004
179 - 225	ณ - แ	8	0.004

181 - 190	ต - พ	8	0.004
183 - 164	ท - ค	8	0.004
184 - 185	ธ - น	8	0.004
185 - 44	น - ,	8	0.004
185 - 206	น - ฮ	8	0.004
186 - 34	บ - "	8	0.004
187 - 215	ป - ี	8	0.004
190 - 170	พ - ช	8	0.004
190 - 193	พ - ม	8	0.004
190 - 228	พ - ไ	8	0.004
193 - 231	ม - ็	8	0.004
194 - 192	ย - ภ	8	0.004
195 - 46	ร - .	8	0.004
195 - 234	ร - ั	8	0.004
200 - 193	ศ - ม	8	0.004
200 - 197	ศ - ล	8	0.004
201 - 193	ษ - ม	8	0.004
201 - 208	ษ - ะ	8	0.004
201 - 224	ษ - เ	8	0.004
202 - 168	ส - จ	8	0.004
202 - 227	ส - ใ	8	0.004
203 - 180	ห - ด	8	0.004
208 - 191	ะ - ฟ	8	0.004
209 - 200	- ศ	8	0.004
211 - 189	- ฝ	8	0.004
213 - 235	- ่	8	0.004
215 - 170	- ช	8	0.004
216 - 236	- ์	8	0.004
217 - 203	- ห	8	0.004
228 - 164	ไ - ค	8	0.004
228 - 185	ไ - น	8	0.004
231 - 162	- ข	8	0.004
231 - 187	- ป	8	0.004

232 - 34	- "	8	0.004
232 - 192	- ภ	8	0.004
233 - 171	- ช	8	0.004
236 - 188	- ผ	8	0.004
241 - 241	๑ - ๑	8	0.004
241 - 248	๑ - ๘	8	0.004
243 - 245	๓ - ๕	8	0.004
34 - 226	" - โ	7	0.0035
162 - 192	ข - ภ	7	0.0035
162 - 212	ข - ิ	7	0.0035
162 - 224	ข - เ	7	0.0035
162 - 228	ข - ไ	7	0.0035
164 - 228	ค - ไ	7	0.0035
167 - 213	ง - ี	7	0.0035
168 - 188	จ - ผ	7	0.0035
168 - 235	จ - ่	7	0.0035
170 - 217	ช - ู	7	0.0035
171 - 193	ช - ม	7	0.0035
173 - 197	ญ - ล	7	0.0035
177 - 236	ฑ - ์	7	0.0035
178 - 232	ฒ - ่	7	0.0035
181 - 180	ต - ด	7	0.0035
181 - 237	ต - ็	7	0.0035
182 - 190	ถ - พ	7	0.0035
184 - 186	ธ - บ	7	0.0035
184 - 193	ธ - ม	7	0.0035
184 - 194	ธ - ย	7	0.0035
185 - 41	น -)	7	0.0035
186 - 192	บ - ภ	7	0.0035
186 - 200	บ - ศ	7	0.0035
186 - 230	บ - ๆ	7	0.0035
191 - 191	ฟ - ฟ	7	0.0035
192 - 195	ภ - ร	7	0.0035

193 - 34	ม - "	7	0.0035
193 - 46	ม - .	7	0.0035
193 - 214	ม ี	7	0.0035
194 - 184	ย - ธ	7	0.0035
196 - 161	ฤ - ก	7	0.0035
197 - 188	ล - ผ	7	0.0035
199 - 189	ว - ฝ	7	0.0035
201 - 162	ษ - ข	7	0.0035
201 - 174	ษ - ฏ	7	0.0035
202 - 171	ส - ช	7	0.0035
206 - 180	ฮ - ด	7	0.0035
206 - 185	ฮ - น	7	0.0035
206 - 197	ฮ - ล	7	0.0035
208 - 34	ะ - "	7	0.0035
208 - 167	ะ - ง	7	0.0035
210 - 169	า - ฉ	7	0.0035
210 - 230	า - ๆ	7	0.0035
211 - 170	- ช	7	0.0035
211 - 184	- ธ	7	0.0035
211 - 194	- ย	7	0.0035
212 - 174	- ฏ	7	0.0035
213 - 191	- ฟ	7	0.0035
215 - 180	- ด	7	0.0035
217 - 227	- ใ	7	0.0035
218 - 199	◌ - ว	7	0.0035
224 - 178	เ - ฒ	7	0.0035
232 - 169	- ฉ	7	0.0035
234 - 210	- า	7	0.0035
236 - 34	- "	7	0.0035
236 - 194	- ย	7	0.0035
242 - 241	๒ - ๑	7	0.0035
242 - 245	๒ - ๕	7	0.0035
243 - 46	๓ - .	7	0.0035

34 - 183	" - ท	6	0.003
34 - 225	" - แ	6	0.003
34 - 228	" - ไ	6	0.003
40 - 161	(- ก	6	0.003
40 - 244	(- ๔	6	0.003
161 - 176	ก - ฐ	6	0.003
161 - 218	ก - ◌	6	0.003
164 - 202	ค - ส	6	0.003
168 - 194	จ - ย	6	0.003
169 - 199	ฉ - ว	6	0.003
170 - 190	ช - พ	6	0.003
170 - 194	ช - ย	6	0.003
171 - 217	ช - ู	6	0.003
173 - 195	ญ - ร	6	0.003
173 - 236	ญ - ์	6	0.003
177 - 197	ฑ - ล	6	0.003
179 - 187	ณ - ป	6	0.003
179 - 192	ณ - ภ	6	0.003
179 - 195	ณ - ร	6	0.003
179 - 226	ณ - โ	6	0.003
179 - 227	ณ - ใ	6	0.003
181 - 41	ต -)	6	0.003
181 - 187	ต - ป	6	0.003
181 - 200	ต - ศ	6	0.003
182 - 202	ถ - ส	6	0.003
182 - 225	ถ - แ	6	0.003
183 - 225	ท - แ	6	0.003
185 - 46	น - .	6	0.003
185 - 217	น - ู	6	0.003
186 - 169	บ - ฉ	6	0.003
186 - 189	บ - ฝ	6	0.003
186 - 211	บ - ำ	6	0.003
188 - 194	ผ - ย	6	0.003

190 - 184	พ - ธ	6	0.003
190 - 187	พ - ป	6	0.003
190 - 200	พ - ศ	6	0.003
190 - 231	พ - ั	6	0.003
191 - 181	ฟ - ต	6	0.003
192 - 170	ภ - ช	6	0.003
192 - 205	ภ - อ	6	0.003
192 - 224	ภ - เ	6	0.003
192 - 236	ภ - ์	6	0.003
193 - 189	ม - ฝ	6	0.003
193 - 230	ม - ๆ	6	0.003
195 - 176	ร - ฐ	6	0.003
195 - 191	ร - ฟ	6	0.003
199 - 34	ว - "	6	0.003
200 - 161	ศ - ก	6	0.003
201 - 161	ษ - ก	6	0.003
201 - 205	ษ - อ	6	0.003
202 - 162	ส - ข	6	0.003
203 - 192	ห - ภ	6	0.003
206 - 213	ฮ - ี	6	0.003
208 - 179	ะ - ณ	6	0.003
208 - 189	ะ - ฝ	6	0.003
211 - 192	- ภ	6	0.003
213 - 204	- ฬ	6	0.003
215 - 186	- บ	6	0.003
216 - 203	- ห	6	0.003
216 - 204	- ฬ	6	0.003
217 - 182	- ถ	6	0.003
217 - 199	- ว	6	0.003
217 - 228	- ไ	6	0.003
218 - 182	. - ถ	6	0.003
226 - 191	โ - ฟ	6	0.003
230 - 224	ๆ - เ	6	0.003

231 - 173	- ญ	6	0.003
233 - 200	- ศ	6	0.003
235 - 199	- ว	6	0.003
236 - 186	- บ	6	0.003
244 - 248	๔ - ๘	6	0.003
245 - 240	๕ - ๐	6	0.003
246 - 240	๖ - ๐	6	0.003
248 - 240	๘ - ๐	6	0.003
34 - 162	" - ข	5	0.0025
34 - 205	" - อ	5	0.0025
40 - 245	(- ๕	5	0.0025
45 - 242	- - ๒	5	0.0025
46 - 188	. - ผ	5	0.0025
46 - 224	. - เ	5	0.0025
46 - 242	. - ๒	5	0.0025
63 - 34	? - "	5	0.0025
161 - 179	ก - ณ	5	0.0025
161 - 189	ก - ฝ	5	0.0025
161 - 191	ก - ฟ	5	0.0025
161 - 206	ก - ฮ	5	0.0025
162 - 170	ข - ช	5	0.0025
162 - 227	ข - ใ	5	0.0025
164 - 203	ค - ห	5	0.0025
164 - 225	ค - แ	5	0.0025
167 - 206	ง - ฮ	5	0.0025
168 - 169	จ - ฉ	5	0.0025
168 - 218	จ - .	5	0.0025
170 - 181	ช - ต	5	0.0025
171 - 161	ช - ก	5	0.0025
171 - 183	ช - ท	5	0.0025
173 - 190	ญ - พ	5	0.0025
173 - 218	ญ - .	5	0.0025
173 - 225	ญ - แ	5	0.0025

174 - 181	ฎ - ต	5	0.0025
174 - 195	ฎ - ร	5	0.0025
174 - 224	ฎ - เ	5	0.0025
176 - 236	ฐ - ์	5	0.0025
179 - 217	ณ - ู	5	0.0025
180 - 41	ด -)	5	0.0025
180 - 184	ด - ธ	5	0.0025
180 - 214	ด - ี	5	0.0025
181 - 170	ต - ช	5	0.0025
182 - 187	ถ - ป	5	0.0025
182 - 194	ถ - ย	5	0.0025
182 - 197	ถ - ล	5	0.0025
183 - 168	ท - จ	5	0.0025
183 - 181	ท - ต	5	0.0025
183 - 193	ท - ม	5	0.0025
186 - 173	บ - ญ	5	0.0025
186 - 214	บ - ี	5	0.0025
187 - 46	ป - .	5	0.0025
188 - 208	ผ - ะ	5	0.0025
188 - 213	ผ - ี	5	0.0025
189 - 217	ฝ - ู	5	0.0025
190 - 162	พ - ข	5	0.0025
190 - 208	พ - ะ	5	0.0025
190 - 218	พ - ฺ	5	0.0025
191 - 213	ฟ - ี	5	0.0025
192 - 208	ภ - ะ	5	0.0025
193 - 171	ม - ช	5	0.0025
194 - 189	ย - ฝ	5	0.0025
197 - 181	ล - ต	5	0.0025
199 - 171	ว - ช	5	0.0025
202 - 187	ส - ป	5	0.0025
203 - 187	ห - ป	5	0.0025
203 - 202	ห - ส	5	0.0025

203 - 208	ห - ะ	5	0.0025
205 - 189	อ - ฝ	5	0.0025
205 - 230	อ - ๆ	5	0.0025
206 - 226	ฮ - โ	5	0.0025
208 - 166	ะ - ฆ	5	0.0025
209 - 184	- ธ	5	0.0025
210 - 204	า - ฬ	5	0.0025
211 - 226	- โ	5	0.0025
213 - 171	- ช	5	0.0025
213 - 200	- ศ	5	0.0025
216 - 173	- ญ	5	0.0025
217 - 164	- ค	5	0.0025
217 - 226	- โ	5	0.0025
217 - 234	- ้	5	0.0025
218 - 164	◌ - ค	5	0.0025
218 - 183	◌ - ท	5	0.0025
218 - 226	◌ - โ	5	0.0025
226 - 199	โ - ว	5	0.0025
227 - 189	ใ - ฝ	5	0.0025
228 - 167	ไ - ง	5	0.0025
228 - 233	ไ - ้	5	0.0025
232 - 191	- ฟ	5	0.0025
233 - 41	-)	5	0.0025
234 - 180	- ด	5	0.0025
234 - 185	- น	5	0.0025
236 - 171	- ช	5	0.0025
236 - 189	- ฝ	5	0.0025
241 - 249	๑ - ๙	5	0.0025
244 - 46	๔ - .	5	0.0025
244 - 246	๔ - ๖	5	0.0025
244 - 249	๔ - ๙	5	0.0025
245 - 46	๕ - .	5	0.0025
249 - 243	๙ - ๓	5	0.0025

34 - 168	" - จ	4	0.002
34 - 169	" - ฉ	4	0.002
34 - 171	" - ช	4	0.002
34 - 182	" - ถ	4	0.002
34 - 195	" - ร	4	0.002
34 - 197	" - ล	4	0.002
40 - 164	(- ค	4	0.002
40 - 171	(- ช	4	0.002
45 - 225	- - แ	4	0.002
46 - 164	. - ค	4	0.002
161 - 41	ก -)	4	0.002
161 - 44	ก - ,	4	0.002
161 - 235	ก -	4	0.002
161 - 236	ก -	4	0.002
162 - 180	ข - ด	4	0.002
162 - 187	ข - ป	4	0.002
162 - 202	ข - ส	4	0.002
162 - 208	ข - ะ	4	0.002
162 - 215	ข -	4	0.002
162 - 217	ข -	4	0.002
164 - 161	ค - ก	4	0.002
166 - 199	ฆ - ว	4	0.002
166 - 201	ฆ - ษ	4	0.002
166 - 209	ฆ -	4	0.002
167 - 211	ง -	4	0.002
168 - 182	จ - ถ	4	0.002
170 - 208	ช - ะ	4	0.002
170 - 218	ช -	4	0.002
170 - 224	ช - เ	4	0.002
170 - 231	ช -	4	0.002
171 - 180	ช - ด	4	0.002
171 - 216	ช -	4	0.002
171 - 236	ช -	4	0.002

173 - 205	ญ - อ	4	0.002
174 - 205	ฎ - อ	4	0.002
174 - 210	ฎ - า	4	0.002
176 - 193	ฐ - ม	4	0.002
179 - 170	ณ - ช	4	0.002
179 - 197	ณ - ล	4	0.002
180 - 169	ด - ฉ	4	0.002
180 - 191	ด - ฟ	4	0.002
180 - 200	ด - ศ	4	0.002
181 - 188	ต - ผ	4	0.002
181 - 192	ต - ภ	4	0.002
182 - 161	ถ - ก	4	0.002
182 - 162	ถ - ข	4	0.002
182 - 164	ถ - ค	4	0.002
183 - 187	ท - ป	4	0.002
183 - 191	ท - ฟ	4	0.002
183 - 218	ท -	4	0.002
184 - 199	ธ - ว	4	0.002
184 - 208	ธ - ะ	4	0.002
184 - 209	ธ -	4	0.002
185 - 169	น - ฉ	4	0.002
186 - 41	บ -)	4	0.002
187 - 164	ป - ค	4	0.002
187 - 170	ป - ช	4	0.002
187 - 188	ป - ผ	4	0.002
187 - 192	ป - ภ	4	0.002
187 - 218	ป -	4	0.002
187 - 235	ป -	4	0.002
187 - 236	ป -	4	0.002
188 - 167	ผ - ง	4	0.002
189 - 215	ฝ -	4	0.002
190 - 179	พ - ณ	4	0.002
190 - 180	พ - ด	4	0.002

190 - 188	พ - ผ	4	0.002
190 - 192	พ - ภ	4	0.002
190 - 207	พ - ฯ	4	0.002
190 - 227	พ - ใ	4	0.002
191 - 217	ฟ - ู	4	0.002
191 - 224	ฟ - เ	4	0.002
192 - 190	ภ - พ	4	0.002
192 - 193	ภ - ม	4	0.002
192 - 202	ภ - ส	4	0.002
193 - 191	ม - ฟ	4	0.002
193 - 237	ม - ◌	4	0.002
194 - 41	ย -)	4	0.002
195 - 41	ร -)	4	0.002
195 - 44	ร - ,	4	0.002
195 - 173	ร - ญ	4	0.002
197 - 170	ล - ช	4	0.002
199 - 41	ว -)	4	0.002
199 - 44	ว - ,	4	0.002
200 - 162	ศ - ข	4	0.002
201 - 192	ษ - ภ	4	0.002
201 - 213	ษ - ◌ี	4	0.002
201 - 228	ษ - ไ	4	0.002
204 - 202	ห - ส	4	0.002
205 - 34	อ - "	4	0.002
205 - 235	อ - ◌	4	0.002
206 - 193	ฮ - ม	4	0.002
206 - 214	ฮ - ◌ี	4	0.002
206 - 233	ฮ - ◌้	4	0.002
208 - 41	ะ -)	4	0.002
208 - 173	ะ - ญ	4	0.002
210 - 44	า - ,	4	0.002
210 - 175	า - ฏ	4	0.002
210 - 210	า - า	4	0.002

211 - 171	- ช	4	0.002
212 - 169	- ฉ	4	0.002
212 - 235	- ◌	4	0.002
213 - 44	- ,	4	0.002
214 - 185	- น	4	0.002
216 - 200	- ศ	4	0.002
216 - 205	- อ	4	0.002
216 - 235	- ◌	4	0.002
217 - 173	- ญ	4	0.002
218 - 168	◌ - จ	4	0.002
218 - 169	◌ - ฉ	4	0.002
218 - 187	◌ - ป	4	0.002
226 - 166	โ - ม	4	0.002
231 - 170	- ช	4	0.002
231 - 226	- โ	4	0.002
233 - 169	- ฉ	4	0.002
234 - 161	- ก	4	0.002
234 - 183	- ท	4	0.002
236 - 44	- ,	4	0.002
241 - 41	๑ -)	4	0.002
241 - 247	๑ - ๗	4	0.002
242 - 242	๒ - ๒	4	0.002
243 - 240	๓ - ๐	4	0.002
243 - 241	๓ - ๑	4	0.002
243 - 244	๓ - ๔	4	0.002
244 - 244	๔ - ๔	4	0.002
244 - 245	๔ - ๕	4	0.002
247 - 245	๗ - ๕	4	0.002
248 - 249	๘ - ๙	4	0.002
34 - 185	" - น	3	0.0015
34 - 186	" - บ	3	0.0015
34 - 194	" - ย	3	0.0015
34 - 227	" - ใ	3	0.0015

40 - 168	(- จ	3	0.0015
40 - 187	(- ป	3	0.0015
40 - 188	(- ผ	3	0.0015
40 - 195	(- ร	3	0.0015
40 - 202	(- ส	3	0.0015
45 - 205	- - อ	3	0.0015
45 - 224	- - เ	3	0.0015
45 - 241	- - ๑	3	0.0015
45 - 243	- - ๓	3	0.0015
46 - 34	. - "	3	0.0015
46 - 187	. - ป	3	0.0015
46 - 195	. - ร	3	0.0015
46 - 202	. - ส	3	0.0015
46 - 241	. - ๑	3	0.0015
161 - 169	ก - ฉ	3	0.0015
161 - 234	ก - ี	3	0.0015
162 - 44	ข - ,	3	0.0015
162 - 162	ข - ข	3	0.0015
162 - 211	ข - ำ	3	0.0015
164 - 168	ค - จ	3	0.0015
164 - 190	ค - พ	3	0.0015
164 - 192	ค - ภ	3	0.0015
164 - 218	ค - ุ	3	0.0015
164 - 231	ค - ็	3	0.0015
168 - 170	จ - ช	3	0.0015
168 - 187	จ - ป	3	0.0015
168 - 197	จ - ล	3	0.0015
168 - 215	จ - ี	3	0.0015
168 - 226	จ - โ	3	0.0015
168 - 234	จ - ั	3	0.0015
169 - 194	ฉ - ย	3	0.0015
169 - 212	ฉ - ิ	3	0.0015
170 - 172	ช - ฌ	3	0.0015
170 - 195	ช - ร	3	0.0015
170 - 227	ช - ใ	3	0.0015
171 - 194	ซ - ย	3	0.0015
171 - 195	ซ - ร	3	0.0015
171 - 226	ซ - โ	3	0.0015
173 - 164	ญ - ค	3	0.0015
173 - 185	ญ - น	3	0.0015
173 - 199	ญ - ว	3	0.0015
174 - 164	ฎ - ค	3	0.0015
174 - 183	ฎ - ท	3	0.0015
174 - 203	ฎ - ห	3	0.0015
175 - 181	ฎ - ต	3	0.0015
175 - 205	ฎ - อ	3	0.0015
175 - 227	ฎ - ใ	3	0.0015
176 - 161	ฐ - ก	3	0.0015
176 - 202	ฐ - ส	3	0.0015
176 - 225	ฐ - แ	3	0.0015
178 - 212	ฒ - ิ	3	0.0015
179 - 212	ณ - ิ	3	0.0015
179 - 216	ณ - ุ	3	0.0015
179 - 218	ณ - ู	3	0.0015
181 - 44	ต - ,	3	0.0015
181 - 203	ต - ห	3	0.0015
181 - 234	ต - ั	3	0.0015
182 - 181	ถ - ต	3	0.0015
182 - 208	ถ - ะ	3	0.0015
183 - 167	ท - ง	3	0.0015
183 - 227	ท - ใ	3	0.0015
183 - 228	ท - ไ	3	0.0015
183 - 231	ท - ็	3	0.0015
184 - 211	ธ - ำ	3	0.0015
184 - 232	ธ - ่	3	0.0015
185 - 173	น - ญ	3	0.0015

185 - 237	น - ุ	3	0.0015
186 - 206	บ - ย	3	0.0015
187 - 171	ป - ซ	3	0.0015
187 - 200	ป - ศ	3	0.0015
188 - 180	ผ - ด	3	0.0015
191 - 168	ฟ - จ	3	0.0015
191 - 203	ฟ - ห	3	0.0015
193 - 166	ม - ฆ	3	0.0015
193 - 196	ม - ฤ	3	0.0015
193 - 218	ม - ฺ	3	0.0015
194 - 171	ย - ซ	3	0.0015
194 - 191	ย - ฟ	3	0.0015
194 - 211	ย - ำ	3	0.0015
197 - 34	ล - "	3	0.0015
197 - 184	ล - ธ	3	0.0015
197 - 226	ล - โ	3	0.0015
197 - 234	ล - ็	3	0.0015
199 - 200	ว - ศ	3	0.0015
200 - 188	ศ - ผ	3	0.0015
201 - 180	ษ - ด	3	0.0015
201 - 181	ษ - ต	3	0.0015
201 - 188	ษ - ผ	3	0.0015
201 - 227	ษ - ใ	3	0.0015
202 - 237	ส - ุ	3	0.0015
203 - 214	ห - ื	3	0.0015
204 - 212	ฬ - ิ	3	0.0015
205 - 169	อ - ฉ	3	0.0015
205 - 206	อ - ย	3	0.0015
206 - 209	ย - ั	3	0.0015
206 - 212	ย - ิ	3	0.0015
210 - 196	า - ฤ	3	0.0015
212 - 234	- ็	3	0.0015
213 - 34	- "	3	0.0015
213 - 182	- ถ	3	0.0015
213 - 230	- ๆ	3	0.0015
214 - 186	- บ	3	0.0015
216 - 234	- ็	3	0.0015
217 - 34	- "	3	0.0015
217 - 162	- ข	3	0.0015
217 - 202	- ส	3	0.0015
217 - 205	- อ	3	0.0015
218 - 172	ฺ - ฌ	3	0.0015
218 - 185	ฺ - น	3	0.0015
218 - 190	ฺ - พ	3	0.0015
224 - 179	เ - ณ	3	0.0015
224 - 213	เ - ็	3	0.0015
224 - 225	เ - แ	3	0.0015
224 - 231	เ - ็	3	0.0015
227 - 194	ใ - ย	3	0.0015
230 - 205	ๆ - อ	3	0.0015
231 - 182	- ถ	3	0.0015
232 - 44	- ,	3	0.0015
233 - 184	- ธ	3	0.0015
234 - 208	- ะ	3	0.0015
235 - 167	- ง	3	0.0015
235 - 210	- า	3	0.0015
236 - 182	- ถ	3	0.0015
236 - 192	- ภ	3	0.0015
240 - 249	๐ - ๙	3	0.0015
242 - 41	๒ -)	3	0.0015
243 - 248	๓ - ๘	3	0.0015
244 - 242	๔ - ๒	3	0.0015
244 - 243	๔ - ๓	3	0.0015
247 - 244	๗ - ๔	3	0.0015
247 - 248	๗ - ๘	3	0.0015
248 - 245	๘ - ๕	3	0.0015

248 - 247	๘ - ๗	3	0.0015
249 - 41	๙ -)	3	0.0015
249 - 247	๙ - ๗	3	0.0015
249 - 248	๙ - ๘	3	0.0015
249 - 249	๙ - ๙	3	0.0015
34 - 170	" - ช	2	0.001
34 - 190	" - พ	2	0.001
34 - 193	" - ม	2	0.001
34 - 199	" - ว	2	0.001
34 - 200	" - ศ	2	0.001
40 - 162	(- ข	2	0.001
40 - 180	(- ด	2	0.001
40 - 181	(- ต	2	0.001
40 - 190	(- พ	2	0.001
40 - 191	(- ฟ	2	0.001
40 - 193	(- ม	2	0.001
40 - 200	(- ศ	2	0.001
40 - 225	(- แ	2	0.001
40 - 227	(- ไ	2	0.001
40 - 228	(- ไ	2	0.001
40 - 242	(- ๒	2	0.001
44 - 240	, - ๐	2	0.001
45 - 161	- - ก	2	0.001
45 - 169	- - ฉ	2	0.001
45 - 203	- - ห	2	0.001
45 - 228	- - ไ	2	0.001
45 - 248	- - ๘	2	0.001
46 - 161	. - ก	2	0.001
46 - 184	. - ธ	2	0.001
46 - 203	. - ห	2	0.001
46 - 225	. - แ	2	0.001
46 - 240	. - ๐	2	0.001
47 - 170	/ - ช	2	0.001

161 - 63	ก - ?	2	0.001
162 - 164	ข - ค	2	0.001
162 - 190	ข - พ	2	0.001
163 - 170	ฃ - ช	2	0.001
164 - 184	ค - ธ	2	0.001
164 - 191	ค - ฟ	2	0.001
164 - 237	ค - ◌	2	0.001
166 - 195	ฆ - ร	2	0.001
166 - 232	ฆ - ◌	2	0.001
167 - 173	ง - ญ	2	0.001
167 - 207	ง - ฯ	2	0.001
167 - 217	ง - ◌	2	0.001
167 - 218	ง - ◌	2	0.001
168 - 192	จ - ภ	2	0.001
169 - 193	ฉ - ม	2	0.001
170 - 162	ช - ข	2	0.001
170 - 163	ช - ฃ	2	0.001
170 - 168	ช - จ	2	0.001
170 - 187	ช - ป	2	0.001
170 - 197	ช - ล	2	0.001
170 - 200	ช - ศ	2	0.001
170 - 225	ช - แ	2	0.001
171 - 168	ซ - จ	2	0.001
171 - 181	ซ - ต	2	0.001
171 - 199	ซ - ว	2	0.001
171 - 202	ซ - ส	2	0.001
172 - 173	ฌ - ญ	2	0.001
172 - 203	ฌ - ห	2	0.001
173 - 181	ญ - ต	2	0.001
173 - 186	ญ - บ	2	0.001
173 - 188	ญ - ผ	2	0.001
173 - 202	ญ - ส	2	0.001
173 - 209	ญ - ◌	2	0.001

173 - 228	ญ - ไ	2	0.001
174 - 185	ฏ - น	2	0.001
174 - 186	ฏ - บ	2	0.001
174 - 202	ฏ - ส	2	0.001
174 - 225	ฏ - แ	2	0.001
175 - 193	ฏ - ม	2	0.001
175 - 200	ฏ - ศ	2	0.001
176 - 185	ฐ - น	2	0.001
176 - 207	ฐ - ฯ	2	0.001
176 - 228	ฐ - ไ	2	0.001
177 - 217	ฑ - ู	2	0.001
179 - 167	ณ - ง	2	0.001
179 - 182	ณ - ถ	2	0.001
179 - 188	ณ - ผ	2	0.001
180 - 34	ด - "	2	0.001
180 - 176	ด - ฐ	2	0.001
182 - 180	ถ - ด	2	0.001
182 - 182	ถ - ถ	2	0.001
183 - 44	ท - ,	2	0.001
183 - 46	ท - .	2	0.001
183 - 171	ท - ช	2	0.001
183 - 226	ท - โ	2	0.001
183 - 237	ท - ๋	2	0.001
184 - 46	ธ - .	2	0.001
184 - 161	ธ - ก	2	0.001
184 - 162	ธ - ข	2	0.001
184 - 183	ธ - ท	2	0.001
184 - 187	ธ - ป	2	0.001
184 - 192	ธ - ภ	2	0.001
184 - 202	ธ - ส	2	0.001
184 - 217	ธ - ู	2	0.001
184 - 228	ธ - ไ	2	0.001
185 - 47	น - /	2	0.001

186 - 184	บ - ธ	2	0.001
186 - 191	บ - ฟ	2	0.001
186 - 234	บ - ็	2	0.001
187 - 184	ป - ธ	2	0.001
187 - 191	ป - ฟ	2	0.001
187 - 237	ป - ๋	2	0.001
188 - 161	ผ - ก	2	0.001
188 - 205	ผ - อ	2	0.001
188 - 214	ผ - ี	2	0.001
189 - 205	ฝ - อ	2	0.001
190 - 190	พ - พ	2	0.001
190 - 226	พ - โ	2	0.001
191 - 161	ฟ - ก	2	0.001
191 - 164	ฟ - ค	2	0.001
191 - 190	ฟ - พ	2	0.001
191 - 197	ฟ - ล	2	0.001
191 - 225	ฟ - แ	2	0.001
191 - 227	ฟ - ใ	2	0.001
192 - 162	ภ - ข	2	0.001
192 - 164	ภ - ค	2	0.001
192 - 182	ภ - ถ	2	0.001
192 - 199	ภ - ว	2	0.001
193 - 41	ม -)	2	0.001
193 - 44	ม - ,	2	0.001
193 - 63	ม - ?	2	0.001
193 - 176	ม - ฐ	2	0.001
193 - 206	ม - ย	2	0.001
194 - 218	ย - ฺ	2	0.001
196 - 180	ฤ - ด	2	0.001
196 - 210	ฤ - า	2	0.001
197 - 41	ล -)	2	0.001
197 - 44	ล - ,	2	0.001
199 - 169	ว - ฉ	2	0.001

199 - 173	ว - ญ	2	0.001
199 - 231	ว - ี	2	0.001
199 - 234	ว - ั	2	0.001
200 - 170	ศ - ช	2	0.001
200 - 180	ศ - ด	2	0.001
200 - 186	ศ - บ	2	0.001
200 - 203	ศ - ห	2	0.001
200 - 216	ศ - ุ	2	0.001
201 - 164	ษ - ค	2	0.001
201 - 187	ษ - ป	2	0.001
201 - 197	ษ - ล	2	0.001
201 - 199	ษ - ว	2	0.001
202 - 34	ส - "	2	0.001
202 - 45	ส - -	2	0.001
202 - 46	ส - .	2	0.001
202 - 169	ส - ฉ	2	0.001
202 - 170	ส - ช	2	0.001
202 - 184	ส - ธ	2	0.001
202 - 204	ส - ฟ	2	0.001
203 - 46	ห - .	2	0.001
203 - 170	ห - ช	2	0.001
203 - 196	ห - ฤ	2	0.001
203 - 203	ห - ห	2	0.001
203 - 215	ห - ี	2	0.001
205 - 217	อ - ู	2	0.001
206 - 167	ฮ - ง	2	0.001
206 - 210	ฮ - า	2	0.001
206 - 232	ฮ - '	2	0.001
208 - 44	ะ - ,	2	0.001
208 - 63	ะ - ?	2	0.001
208 - 196	ะ - ฤ	2	0.001
209 - 166	- ฆ	2	0.001
209 - 205	- อ	2	0.001

210 - 46	า - .	2	0.001
211 - 44	- ,	2	0.001
211 - 169	- ฉ	2	0.001
212 - 179	- ณ	2	0.001
213 - 46	- .	2	0.001
213 - 176	- ฐ	2	0.001
213 - 189	- ฝ	2	0.001
213 - 196	- ฤ	2	0.001
213 - 234	- ั	2	0.001
216 - 174	- ฏ	2	0.001
216 - 178	- ฒ	2	0.001
216 - 182	- ถ	2	0.001
216 - 207	- ฯ	2	0.001
216 - 237	- ็	2	0.001
217 - 44	- ,	2	0.001
217 - 188	- ผ	2	0.001
217 - 190	- พ	2	0.001
217 - 194	- ย	2	0.001
217 - 245	- ๕	2	0.001
218 - 161	ุ - ก	2	0.001
218 - 162	ุ - ข	2	0.001
218 - 194	ุ - ย	2	0.001
225 - 189	แ - ฝ	2	0.001
225 - 224	แ - เ	2	0.001
226 - 188	โ - ผ	2	0.001
226 - 206	โ - ฮ	2	0.001
228 - 184	ไ - ธ	2	0.001
228 - 202	ไ - ส	2	0.001
230 - 181	ๆ - ต	2	0.001
230 - 230	ๆ - ๆ	2	0.001
231 - 188	- ผ	2	0.001
232 - 45	- -	2	0.001
234 - 194	- ย	2	0.001

236 - 167	- ง	2	0.001
236 - 173	- ญ	2	0.001
236 - 200	- ศ	2	0.001
237 - 199	- ว	2	0.001
240 - 41	๐ -)	2	0.001
240 - 241	๐ - ๑	2	0.001
240 - 242	๐ - ๒	2	0.001
241 - 44	๑ - ,	2	0.001
241 - 243	๑ - ๓	2	0.001
241 - 244	๑ - ๔	2	0.001
241 - 245	๑ - ๕	2	0.001
242 - 45	๒ - -	2	0.001
242 - 246	๒ - ๖	2	0.001
242 - 248	๒ - ๘	2	0.001
243 - 41	๓ -)	2	0.001
243 - 249	๓ - ๙	2	0.001
244 - 240	๔ - ๐	2	0.001
245 - 241	๕ - ๑	2	0.001
245 - 247	๕ - ๗	2	0.001
245 - 249	๕ - ๙	2	0.001
246 - 46	๖ - .	2	0.001
246 - 243	๖ - ๓	2	0.001
246 - 244	๖ - ๔	2	0.001
246 - 247	๖ - ๗	2	0.001
247 - 240	๗ - ๐	2	0.001
247 - 241	๗ - ๑	2	0.001
247 - 242	๗ - ๒	2	0.001
248 - 41	๘ -)	2	0.001
248 - 242	๘ - ๒	2	0.001
248 - 248	๘ - ๘	2	0.001
34 - 41	" -)	1	0.0005
34 - 167	" - ง	1	0.0005
34 - 174	" - ฎ	1	0.0005

34 - 177	" - ฑ	1	0.0005
34 - 180	" - ด	1	0.0005
34 - 192	" - ภ	1	0.0005
40 - 34	(- "	1	0.0005
40 - 170	(- ช	1	0.0005
40 - 185	(- น	1	0.0005
40 - 194	(- ย	1	0.0005
40 - 199	(- ว	1	0.0005
40 - 205	(- อ	1	0.0005
40 - 241	(- ๑	1	0.0005
40 - 243	(- ๓	1	0.0005
40 - 246	(- ๖	1	0.0005
41 - 161	) - ก	1	0.0005
41 - 224	) - เ	1	0.0005
44 - 228	, - ไ	1	0.0005
45 - 34	- - "	1	0.0005
45 - 162	- - ข	1	0.0005
45 - 168	- - จ	1	0.0005
45 - 170	- - ช	1	0.0005
45 - 183	- - ท	1	0.0005
45 - 185	- - น	1	0.0005
45 - 186	- - บ	1	0.0005
45 - 187	- - ป	1	0.0005
45 - 194	- - ย	1	0.0005
45 - 195	- - ร	1	0.0005
45 - 202	- - ส	1	0.0005
45 - 206	- - ฮ	1	0.0005
45 - 244	- - ๔	1	0.0005
46 - 170	. - ช	1	0.0005
46 - 180	. - ด	1	0.0005
46 - 182	. - ถ	1	0.0005
46 - 183	. - ท	1	0.0005
46 - 185	. - น	1	0.0005

46 - 197	. - ล	1	0.0005
46 - 199	. - ว	1	0.0005
46 - 205	. - อ	1	0.0005
46 - 206	. - ฮ	1	0.0005
46 - 244	. - ๔	1	0.0005
46 - 245	. - ๕	1	0.0005
47 - 242	/ - ๒	1	0.0005
161 - 173	ก - ญ	1	0.0005
162 - 41	ข -)	1	0.0005
162 - 167	ข - ง	1	0.0005
162 - 182	ข - ถ	1	0.0005
162 - 200	ข - ศ	1	0.0005
162 - 201	ข - ษ	1	0.0005
162 - 203	ข - ห	1	0.0005
162 - 225	ข - แ	1	0.0005
163 - 209	ข - ั	1	0.0005
163 - 210	ข - า	1	0.0005
163 - 213	ข - ี	1	0.0005
163 - 232	ข - ่	1	0.0005
164 - 41	ค -)	1	0.0005
164 - 44	ค - ,	1	0.0005
164 - 162	ค - ข	1	0.0005
164 - 171	ค - ซ	1	0.0005
164 - 188	ค - ผ	1	0.0005
164 - 196	ค - ฤ	1	0.0005
164 - 234	ค - ็	1	0.0005
166 - 161	ฆ - ก	1	0.0005
166 - 203	ฆ - ห	1	0.0005
166 - 210	ฆ - า	1	0.0005
166 - 216	ฆ - ุ	1	0.0005
167 - 45	ง - -	1	0.0005
167 - 63	ง - ?	1	0.0005
167 - 177	ง - ฑ	1	0.0005

167 - 201	ง - ษ	1	0.0005
168 - 34	จ - "	1	0.0005
168 - 173	จ - ญ	1	0.0005
168 - 184	จ - ธ	1	0.0005
168 - 200	จ - ศ	1	0.0005
168 - 236	จ - ์	1	0.0005
169 - 180	ฉ - ด	1	0.0005
169 - 195	ฉ - ร	1	0.0005
169 - 202	ฉ - ส	1	0.0005
169 - 232	ฉ - ่	1	0.0005
170 - 41	ช -)	1	0.0005
170 - 170	ช - ช	1	0.0005
170 - 176	ช - ฐ	1	0.0005
170 - 184	ช - ธ	1	0.0005
170 - 192	ช - ภ	1	0.0005
170 - 201	ช - ษ	1	0.0005
171 - 164	ซ - ค	1	0.0005
171 - 167	ซ - ง	1	0.0005
171 - 227	ซ - ใ	1	0.0005
171 - 228	ซ - ไ	1	0.0005
172 - 168	ฌ - จ	1	0.0005
172 - 181	ฌ - ต	1	0.0005
172 - 202	ฌ - ส	1	0.0005
172 - 212	ฌ - ิ	1	0.0005
173 - 41	ญ -)	1	0.0005
173 - 171	ญ - ซ	1	0.0005
173 - 194	ญ - ย	1	0.0005
173 - 196	ญ - ฤ	1	0.0005
173 - 235	ญ - ๋	1	0.0005
174 - 170	ฎ - ช	1	0.0005
174 - 199	ฎ - ว	1	0.0005
174 - 212	ฎ - ิ	1	0.0005
174 - 213	ฎ - ี	1	0.0005

175 - 162	ฏ - ข	1	0.0005
175 - 185	ฏ - น	1	0.0005
175 - 195	ฏ - ร	1	0.0005
175 - 202	ฏ - ส	1	0.0005
175 - 224	ฏ - เ	1	0.0005
175 - 225	ฏ - แ	1	0.0005
175 - 228	ฏ - ไ	1	0.0005
176 - 168	ฐ - จ	1	0.0005
176 - 200	ฐ - ศ	1	0.0005
176 - 204	ฐ - ฬ	1	0.0005
176 - 227	ฐ - ใ	1	0.0005
177 - 202	ฑ - ส	1	0.0005
177 - 218	ฑ - ุ	1	0.0005
178 - 168	ฒ - จ	1	0.0005
179 - 34	ณ - "	1	0.0005
179 - 41	ณ -)	1	0.0005
179 - 169	ณ - ฉ	1	0.0005
179 - 173	ณ - ญ	1	0.0005
179 - 176	ณ - ฐ	1	0.0005
179 - 186	ณ - บ	1	0.0005
179 - 191	ณ - ฟ	1	0.0005
179 - 200	ณ - ศ	1	0.0005
179 - 201	ณ - ษ	1	0.0005
179 - 230	ณ - ๆ	1	0.0005
180 - 44	ด - ,	1	0.0005
180 - 189	ด - ฝ	1	0.0005
180 - 196	ด - ฤ	1	0.0005
181 - 34	ต - "	1	0.0005
181 - 167	ต - ง	1	0.0005
181 - 171	ต - ซ	1	0.0005
181 - 173	ต - ญ	1	0.0005
181 - 184	ต - ธ	1	0.0005
181 - 189	ต - ฝ	1	0.0005

182 - 170	ถ - ช	1	0.0005
182 - 236	ถ - ์	1	0.0005
182 - 237	ถ - ๋	1	0.0005
183 - 41	ท -)	1	0.0005
183 - 170	ท - ช	1	0.0005
183 - 182	ท - ถ	1	0.0005
183 - 188	ท - ผ	1	0.0005
183 - 196	ท - ฤ	1	0.0005
183 - 197	ท - ล	1	0.0005
184 - 164	ธ - ค	1	0.0005
184 - 167	ธ - ง	1	0.0005
184 - 170	ธ - ช	1	0.0005
184 - 190	ธ - พ	1	0.0005
184 - 197	ธ - ล	1	0.0005
184 - 225	ธ - แ	1	0.0005
184 - 227	ธ - ใ	1	0.0005
184 - 234	ธ - ี	1	0.0005
185 - 166	น - ฆ	1	0.0005
185 - 196	น - ฤ	1	0.0005
185 - 234	น - ี	1	0.0005
186 - 163	บ - ข	1	0.0005
186 - 172	บ - ฌ	1	0.0005
186 - 174	บ - ฏ	1	0.0005
187 - 34	ป - "	1	0.0005
187 - 41	ป -)	1	0.0005
187 - 44	ป - ,	1	0.0005
187 - 169	ป - ฉ	1	0.0005
187 - 179	ป - ณ	1	0.0005
187 - 234	ป - ี	1	0.0005
188 - 162	ผ - ข	1	0.0005
188 - 168	ผ - จ	1	0.0005
188 - 170	ผ - ช	1	0.0005
189 - 167	ฝ - ง	1	0.0005

189 - 180	ฝ - ด	1	0.0005
189 - 212	ฝ - ิ	1	0.0005
189 - 216	ฝ - ุ	1	0.0005
190 - 34	พ - "	1	0.0005
190 - 44	พ - ,	1	0.0005
190 - 173	พ - ญ	1	0.0005
190 - 177	พ - ฑ	1	0.0005
190 - 182	พ - ถ	1	0.0005
190 - 211	พ - ำ	1	0.0005
191 - 41	ฟ -)	1	0.0005
191 - 162	ฟ - ข	1	0.0005
191 - 167	ฟ - ง	1	0.0005
191 - 169	ฟ - ฉ	1	0.0005
191 - 184	ฟ - ธ	1	0.0005
191 - 193	ฟ - ม	1	0.0005
191 - 202	ฟ - ส	1	0.0005
191 - 228	ฟ - ไ	1	0.0005
192 - 161	ภ - ก	1	0.0005
192 - 180	ภ - ด	1	0.0005
192 - 185	ภ - น	1	0.0005
192 - 196	ภ - ฤ	1	0.0005
192 - 228	ภ - ไ	1	0.0005
192 - 237	ภ - ั	1	0.0005
193 - 45	ม - -	1	0.0005
193 - 163	ม - ข	1	0.0005
193 - 173	ม - ญ	1	0.0005
193 - 234	ม - ็	1	0.0005
194 - 63	ย - ?	1	0.0005
194 - 169	ย - ฉ	1	0.0005
194 - 173	ย - ญ	1	0.0005
194 - 179	ย - ณ	1	0.0005
195 - 45	ร - -	1	0.0005
195 - 63	ร - ?	1	0.0005

195 - 163	ร - ข	1	0.0005
195 - 206	ร - ธ	1	0.0005
195 - 207	ร - ท	1	0.0005
195 - 230	ร - ๆ	1	0.0005
195 - 237	ร - ั	1	0.0005
196 - 164	ฤ - ค	1	0.0005
196 - 200	ฤ - ศ	1	0.0005
196 - 203	ฤ - ห	1	0.0005
197 - 46	ล - .	1	0.0005
197 - 171	ล - ช	1	0.0005
197 - 182	ล - ถ	1	0.0005
197 - 191	ล - ฟ	1	0.0005
197 - 230	ล - ๆ	1	0.0005
199 - 45	ว - -	1	0.0005
199 - 163	ว - ข	1	0.0005
199 - 184	ว - ธ	1	0.0005
199 - 191	ว - ฟ	1	0.0005
199 - 196	ว - ฤ	1	0.0005
199 - 215	ว - ื	1	0.0005
199 - 235	ว - ์	1	0.0005
200 - 182	ศ - ถ	1	0.0005
200 - 184	ศ - ธ	1	0.0005
200 - 187	ศ - ป	1	0.0005
200 - 189	ศ - ฝ	1	0.0005
200 - 191	ศ - ฟ	1	0.0005
200 - 194	ศ - ย	1	0.0005
200 - 208	ศ - ะ	1	0.0005
200 - 225	ศ - แ	1	0.0005
200 - 226	ศ - โ	1	0.0005
200 - 227	ศ - ใ	1	0.0005
201 - 168	ษ - จ	1	0.0005
201 - 171	ษ - ช	1	0.0005
201 - 185	ษ - น	1	0.0005

201 - 186	ษ - บ	1	0.0005
201 - 190	ษ - พ	1	0.0005
201 - 202	ษ - ส	1	0.0005
201 - 225	ษ - แ	1	0.0005
201 - 226	ษ - โ	1	0.0005
202 - 40	ส - (	1	0.0005
202 - 173	ส - ญ	1	0.0005
202 - 189	ส - ฝ	1	0.0005
202 - 196	ส - ฤ	1	0.0005
202 - 226	ส - โ	1	0.0005
202 - 230	ส - ๆ	1	0.0005
203 - 171	ห - ซ	1	0.0005
203 - 179	ห - ณ	1	0.0005
203 - 186	ห - บ	1	0.0005
203 - 200	ห - ศ	1	0.0005
203 - 224	ห - เ	1	0.0005
203 - 225	ห - แ	1	0.0005
203 - 227	ห - ใ	1	0.0005
203 - 228	ห - ไ	1	0.0005
204 - 203	ฬ - ห	1	0.0005
205 - 41	อ -)	1	0.0005
205 - 45	อ - -	1	0.0005
205 - 46	อ - .	1	0.0005
205 - 63	อ - ?	1	0.0005
205 - 176	อ - ฐ	1	0.0005
205 - 196	อ - ฤ	1	0.0005
205 - 214	อ - ึ	1	0.0005
206 - 190	ฮ - พ	1	0.0005
206 - 202	ฮ - ส	1	0.0005
206 - 206	ฮ - ฮ	1	0.0005
206 - 208	ฮ - ะ	1	0.0005
206 - 215	ฮ - ี	1	0.0005
206 - 224	ฮ - เ	1	0.0005

206 - 231	ฮ - ็	1	0.0005
206 - 234	ฮ - ้	1	0.0005
207 - 41	ฯ -)	1	0.0005
207 - 224	ฯ - เ	1	0.0005
208 - 46	ะ - .	1	0.0005
208 - 171	ะ - ซ	1	0.0005
208 - 206	ะ - ฮ	1	0.0005
208 - 211	ะ - ำ	1	0.0005
209 - 162	- ข	1	0.0005
209 - 182	- ถ	1	0.0005
209 - 191	- ฟ	1	0.0005
209 - 195	- ร	1	0.0005
209 - 201	- ษ	1	0.0005
209 - 206	- ฮ	1	0.0005
210 - 41	า -)	1	0.0005
210 - 166	า - ฆ	1	0.0005
210 - 232	า - '	1	0.0005
211 - 191	- ฟ	1	0.0005
212 - 34	- "	1	0.0005
212 - 41	-)	1	0.0005
212 - 44	- ,	1	0.0005
212 - 45	- -	1	0.0005
212 - 188	- ผ	1	0.0005
212 - 189	- ฝ	1	0.0005
212 - 191	- ฟ	1	0.0005
212 - 210	- า	1	0.0005
213 - 41	-)	1	0.0005
213 - 169	- ฉ	1	0.0005
213 - 217	- ู	1	0.0005
214 - 193	- ม	1	0.0005
214 - 197	- ล	1	0.0005
214 - 202	- ส	1	0.0005
214 - 209	- ั	1	0.0005

215 - 195	-ร	1	0.0005
216 - 166	-ม	1	0.0005
216 - 210	-า	1	0.0005
217 - 200	-ศ	1	0.0005
217 - 201	-ษ	1	0.0005
217 - 230	-ๆ	1	0.0005
217 - 235	-์	1	0.0005
218 - 170	.-ช	1	0.0005
218 - 178	.-ฒ	1	0.0005
218 - 179	.-ณ	1	0.0005
218 - 192	.-ภ	1	0.0005
218 - 195	.-ร	1	0.0005
218 - 203	.-ห	1	0.0005
224 - 201	เ-ษ	1	0.0005
224 - 204	เ-ฟ	1	0.0005
224 - 224	เ-เ	1	0.0005
225 - 191	แ-ฟ	1	0.0005
225 - 206	แ-ฮ	1	0.0005
225 - 208	แ-ะ	1	0.0005
226 - 167	โ-ง	1	0.0005
226 - 169	โ-ฉ	1	0.0005
226 - 173	โ-ญ	1	0.0005
226 - 200	โ-ศ	1	0.0005
227 - 210	ใ-า	1	0.0005
227 - 211	ใ-ำ	1	0.0005
227 - 233	ใ-้	1	0.0005
228 - 170	ไ-ช	1	0.0005
228 - 188	ไ-ผ	1	0.0005
228 - 194	ไ-ย	1	0.0005
228 - 211	ไ-ำ	1	0.0005
228 - 227	ไ-ไ	1	0.0005
230 - 34	ๆ-"	1	0.0005
230 - 164	ๆ-ค	1	0.0005

230 - 193	ๆ-ม	1	0.0005
230 - 197	ๆ-ล	1	0.0005
230 - 199	ๆ-ว	1	0.0005
230 - 225	ๆ-แ	1	0.0005
230 - 227	ๆ-ไ	1	0.0005
231 - 169	-ฉ	1	0.0005
231 - 171	-ซ	1	0.0005
231 - 172	-ฌ	1	0.0005
231 - 200	-ศ	1	0.0005
231 - 231	-็	1	0.0005
232 - 63	-?	1	0.0005
232 - 184	-ธ	1	0.0005
232 - 233	-้	1	0.0005
233 - 44	-,	1	0.0005
233 - 196	-ฤ	1	0.0005
233 - 206	-ฮ	1	0.0005
233 - 230	-ๆ	1	0.0005
234 - 181	-ต	1	0.0005
234 - 187	-ป	1	0.0005
234 - 191	-ฟ	1	0.0005
234 - 193	-ม	1	0.0005
234 - 202	-ส	1	0.0005
235 - 186	-บ	1	0.0005
235 - 202	-ส	1	0.0005
235 - 224	-เ	1	0.0005
236 - 41	-)	1	0.0005
236 - 196	-ฤ	1	0.0005
236 - 206	-ฮ	1	0.0005
240 - 44	๐-,	1	0.0005
240 - 45	๐--	1	0.0005
240 - 46	๐-.	1	0.0005
240 - 247	๐-๗	1	0.0005
241 - 45	๑--	1	0.0005

241 - 47	๑ - /	1	0.0005
242 - 247	๒ - ๗	1	0.0005
243 - 44	๓ - ,	1	0.0005
243 - 45	๓ - -	1	0.0005
243 - 183	๓ - ๓	1	0.0005
244 - 45	๔ - -	1	0.0005
244 - 241	๔ - ๑	1	0.0005
245 - 41	๕ -)	1	0.0005
245 - 44	๕ - ,	1	0.0005
245 - 45	๕ - -	1	0.0005
245 - 242	๕ - ๒	1	0.0005
245 - 244	๕ - ๔	1	0.0005
245 - 245	๕ - ๕	1	0.0005
245 - 246	๕ - ๖	1	0.0005
245 - 248	๕ - ๘	1	0.0005
246 - 41	๖ -)	1	0.0005
246 - 45	๖ - -	1	0.0005
246 - 241	๖ - ๑	1	0.0005
246 - 242	๖ - ๒	1	0.0005
247 - 41	๗ -)	1	0.0005
247 - 44	๗ - ,	1	0.0005
247 - 46	๗ - .	1	0.0005
247 - 246	๗ - ๖	1	0.0005
247 - 247	๗ - ๗	1	0.0005
247 - 249	๗ - ๙	1	0.0005
248 - 243	๘ - ๓	1	0.0005
248 - 244	๘ - ๔	1	0.0005
249 - 45	๙ - -	1	0.0005
249 - 46	๙ - .	1	0.0005
249 - 242	๙ - ๒	1	0.0005
249 - 244	๙ - ๔	1	0.0005
249 - 246	๙ - ๖	1	0.0005

ภาคผนวก ง.
วิธีการเปลี่ยนตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์สำหรับระบบปฏิบัติการ Windows 95/98

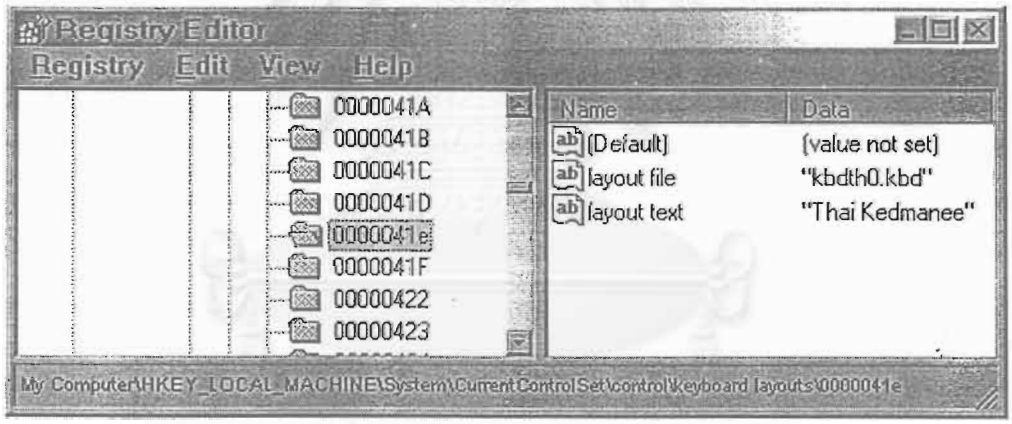
ในระบบปฏิบัติการวินโดวส์ 95 (Windows 95) และวินโดวส์ 98 (Windows 98) จะเก็บข้อมูลของตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์ไว้ในทะเบียนของระบบ (Registry) โดยจะมีรายละเอียดอยู่ 3 ส่วน คือ

1. ชื่อแฟ้มข้อมูล (File) เป็นชื่อของแฟ้มข้อมูลซึ่งเก็บรายละเอียดของตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์เอาไว้
2. ชื่อของแบบตำแหน่งอักขระ
3. หมายเลข (ID) ของแบบตำแหน่งอักขระ

ซึ่งจะรายละเอียดทั้ง 3 ส่วนนี้สามารถค้นหาได้โดยใช้บรรณาธิกรณ์ทะเบียน (Registry Editor) ซึ่งข้อมูลอยู่ใน พาท (Path):

My Computer\HKEY_LOCAL_MACHINE\System\CurrentControlSet\Control\keyboard layouts

ซึ่งภายในนี้จะมีสารบบ (Directory) ย่อย ๆ อยู่อีกเป็นจำนวนมากเพื่อใช้แยกจัดเก็บข้อมูลของตำแหน่งอักขระของภาษาต่าง ๆ เช่นตำแหน่งอักขระแบบเกษมณีจะอยู่ในสารบบ *0000041e* ดังรูปที่ ง.1



รูปที่ ง.1 การเก็บข้อมูลแบบตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์ของระบบปฏิบัติการวินโดวส์ 98

ข้อมูลที่แสดงในรูปที่ ง.1 สามารถใช้บรรณาธิกรณ์ทะเบียนในการเติมข้อมูลได้ สำหรับข้อมูลในแฟ้ม .KBD สามารถที่จะสร้างได้โดยการคัดลอกแฟ้มข้อมูล kbdth0.kbd* มาทำการแก้ไข ซึ่งส่วนที่จะต้องทำการแก้ไขดังแสดงในรูปที่ ง.2

---

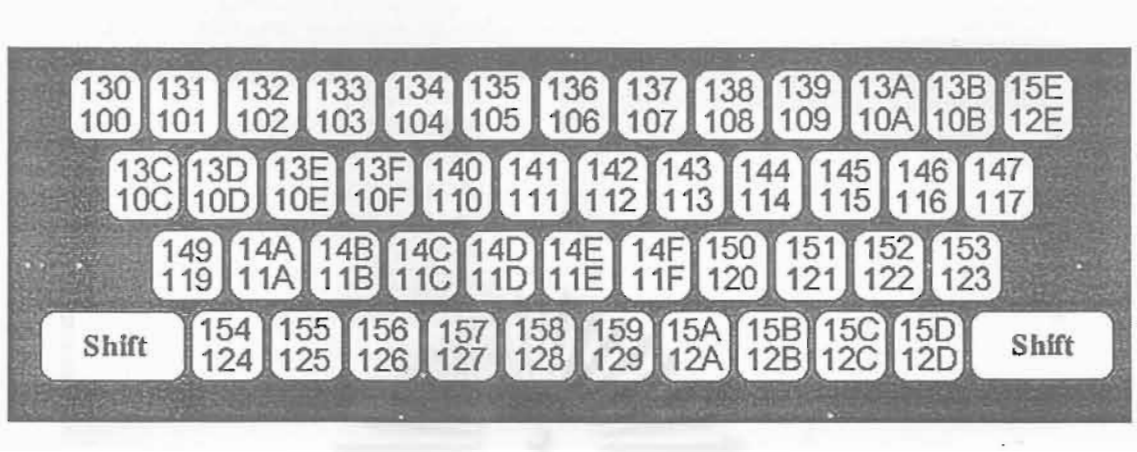
* จากศึกษาของผู้วิจัยทราบเพียงรูปแบบการจัดเก็บในแฟ้มเพียงบางส่วนเท่านั้น ทำให้จำเป็นจะต้องคัดลอกแฟ้มที่มีอยู่แล้วมาทำการแก้ไข โดยสามารถคัดลอกได้จาก C:\Windows\System

ตำแหน่ง (เลขฐาน16)	0 1	2 3	4 5	6 7	8 9	A B	C D	E F	
00000000	4453	1E04	0000	0000	1C00	0000	7201	0000	
00000010	0000	0000	0000	0000	0000	0000	0200	0300	
00000020	0500	0000	0000	2600	2D00	5800	6400	7000	
00000030	3200	A600	7600	3000	4201	0000	0000	0000	
00000040	3800	1280	1080	1180	0001	0203	0406	0000	
00000050	0101	0204	0000	0000	0000	FF03	FEFF	FF07	
00000060	0000	0000	0000	0000	0000	00FC	0100	00F8	
00000070	0400	0000	E200	E200	1201	DA00	1201	E000	
00000080	7600	7600	7600	7600	D600	DE00	3030	3030	
00000090	0402	C031	3233	3435	3637	3839	30BD	BB51	
000000A0	5745	5254	5955	494F	50DB	DDDC	4153	4446	
000000B0	4748	4A4B	4CBA	DE5A	5843	5642	4E4D	BCBE	
000000C0	BFE2	2902	0304	0506	0708	090A	0B0C	0D10	
000000D0	1112	1314	1516	1718	191A	1B2B	1E1F	2021	
000000E0	2223	2425	2627	282C	2D2E	2F30	3132	3334	
000000F0	3556	DBDC	DDE2	1B1C	1D1C	36BD	1E1F	5FE5	
00000100	2F2D	C0B6	D8D6	A4B5	A8A2	AAE6	E4D3	BED0	ส่วนเก็บข้อมูลตำแหน่ง
00000110	D1D5	C3B9	C2BA	C5A3	BFCB	A1B4	E0E9	E8D2	อักขระภาษาไทยบนแผง
00000120	CAC7	A7BC	BBE1	CDD4	D7B7	C1E3	BDA3	252B	แป้นพิมพ์ ซึ่งสามารถทำ
00000130	F1F2	F3F4	D9DF	F5F6	F7F8	F9F0	22AE	B1B8	การแก้ไขให้อยู่ในแบบ
00000140	EDEA	B3CF	ADB0	2CA5	C4A6	AFE2	ACE7	EBC9	ใหม่ได้
00000150	C8AB	2E28	29A9	CEDA	EC3F	B2CC	C6A5	6031	
00000160	3233	3435	3637	3839	302D	3D51	5745	5254	
00000170	5955	494F	505B	5D5C	4153	4446	4748	4A4B	
00000180	4C3B	275A	5843	5642	4E4D	2C2E	2F5C		

รูปที่ ง.2 ข้อมูลภายในแฟ้ม kbdth0.kbd และส่วนที่จะต้องแก้ไข

ข้อมูลภายในแฟ้ม kbdth0.kbd ส่วนที่เก็บข้อมูลตำแหน่งอักขระภาษาไทยบนแผงแป้นพิมพ์นั้น จะเริ่มต้นที่ตำแหน่ง 100_{16} (หนึ่งศูนย์ศูนย์ฐานสิบหก) ซึ่งจะเก็บข้อมูล 1 ไบต์ (Byte) แทนอักขระ 1 ตัว โดยเก็บอยู่ในรูปรหัสแอสกี (ASCII code) และจะเรียงลำดับไปตามตำแหน่งบนแผงแป้นพิมพ์ซึ่งสามารถ

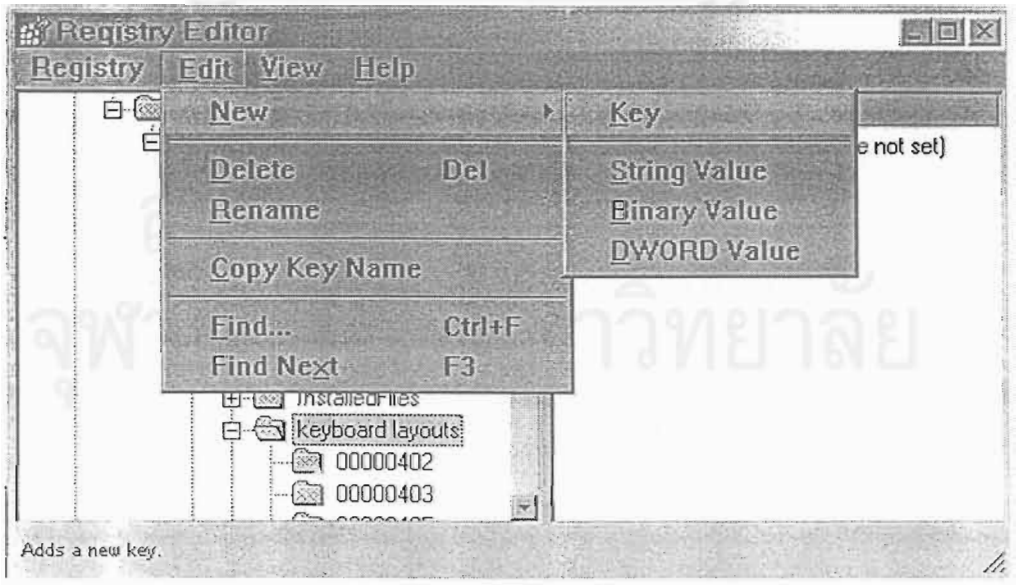
อธิบายในรูปที่ ง.3 ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงตำแหน่งอักขระที่อยู่ในแฟ้มข้อมูลว่าตำแหน่งใดตรงกับตำแหน่งของแผงแป้นพิมพ์จริงที่ตำแหน่งใด



รูปที่ ง.3 ตำแหน่งของข้อมูลในแฟ้มเปรียบเทียบกับตำแหน่งอักขระของแป้นพิมพ์จริง

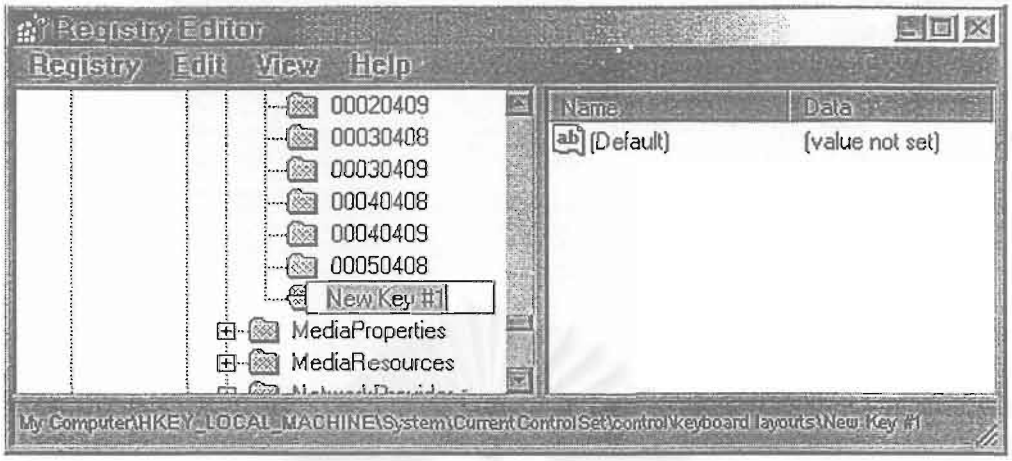
ดังนั้นในการแก้ไขข้อมูลก็สามารถทำได้โดยการแก้ไขข้อมูลในตำแหน่งดังกล่าวตามตำแหน่งให้ถูกต้อง หลังจากได้ข้อมูลแล้วขั้นตอนต่อไปก็คือการแก้ไขในทะเบียนของวินโดวส์ เพื่อให้วินโดวส์นำเอาตำแหน่งอักขระที่สร้างขึ้นมาเก็บไว้ในทะเบียนและสามารถเรียกใช้ได้

สมมุติให้แฟ้มข้อมูลที่คัดลอกและแก้ไขแล้วมีชื่อว่า kbdth2.kbd ให้เก็บแฟ้มข้อมูลที่แก้ไขนี่ลงในพาท C:\Windows\System จากนั้นก็เรียกบรรณาธิกรณ์ทะเบียนเพื่อเพิ่มข้อมูลตำแหน่งอักขระใหม่เข้าไปโดยการสร้างกุญแจ (Key) ใหม่เพิ่มใน Keyboard layout โดยการใช้คำสั่ง "แก้ไข" (Edit) ตามด้วยคำสั่ง "ใหม่" (New) และ "กุญแจ" (Key) ดังแสดงในรูปที่ ง.4



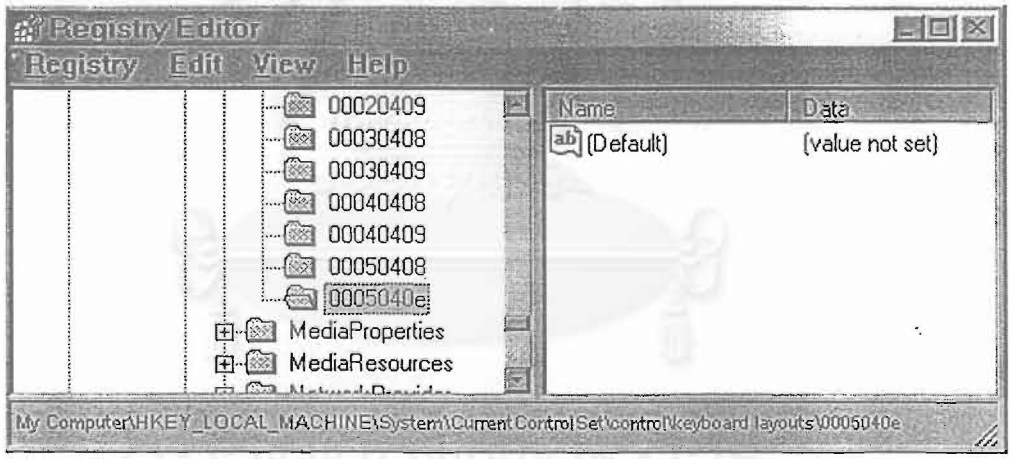
รูปที่ ง.4 การเพิ่มกุญแจใหม่ในทะเบียนของระบบ

หลังจากสั่งให้เพิ่มกุญแจใหม่เข้าไป ระบบจะให้ตั้งชื่อของกุญแจที่สร้างขึ้นมาใหม่ดังรูปที่ ง.5



รูปที่ ง.5 กุญแจที่สร้างขึ้นมาใหม่

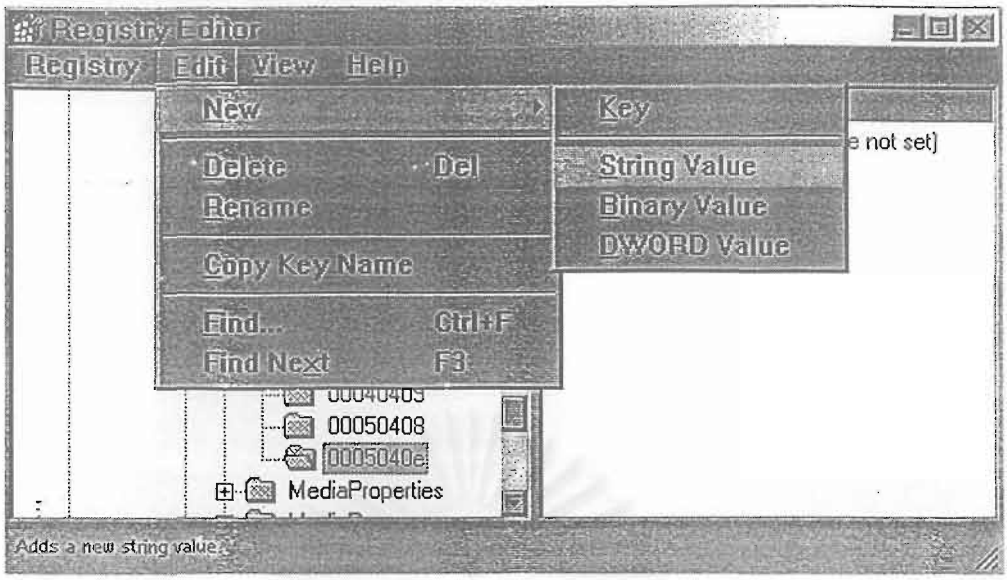
การตั้งชื่อจะต้องตั้งชื่อที่ไม่ซ้ำกับกุญแจอื่น ๆ สมมุติว่าสร้างเป็นชื่อ "0005040e" ซึ่งหลังจากตั้งชื่อให้กุญแจใหม่ข้อมูลที่มีอยู่ภายในจะมีเพียงค่าตั้งต้น (Default) ที่ระบบใหม่มาเท่านั้นดังรูปที่ ง.6



รูปที่ ง.6 ข้อมูลที่มีอยู่ในกุญแจที่หลังจากการสร้างขึ้นมาใหม่

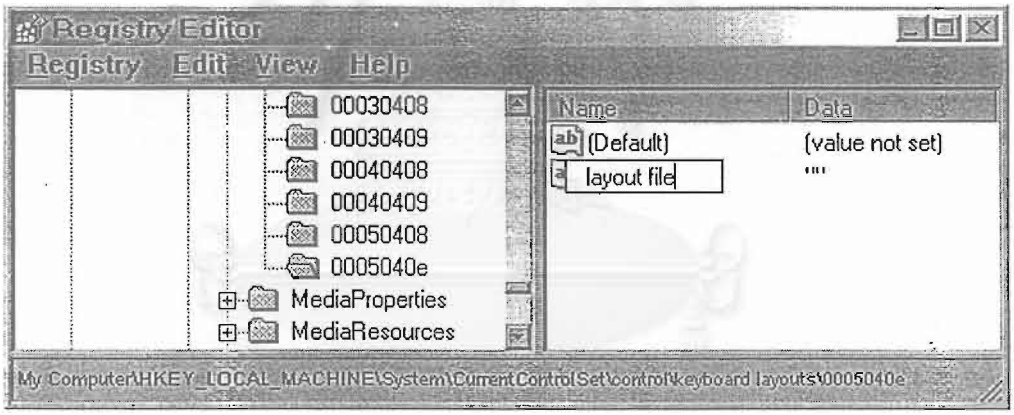
หลังจากการสร้างกุญแจใหม่แล้วขั้นตอนต่อไปก็คือการตั้งค่าภายในให้ครบโดยมีขั้นรตอนดังต่อไปนี้

1. การตั้งค่าชื่อของแฟ้มข้อมูล โดยการใช้คำสั่ง "แก้ไข" ตามด้วย "ใหม่" และตามด้วย "ค่าสายอักขระ" (String value) ดังในรูปที่ ง.7



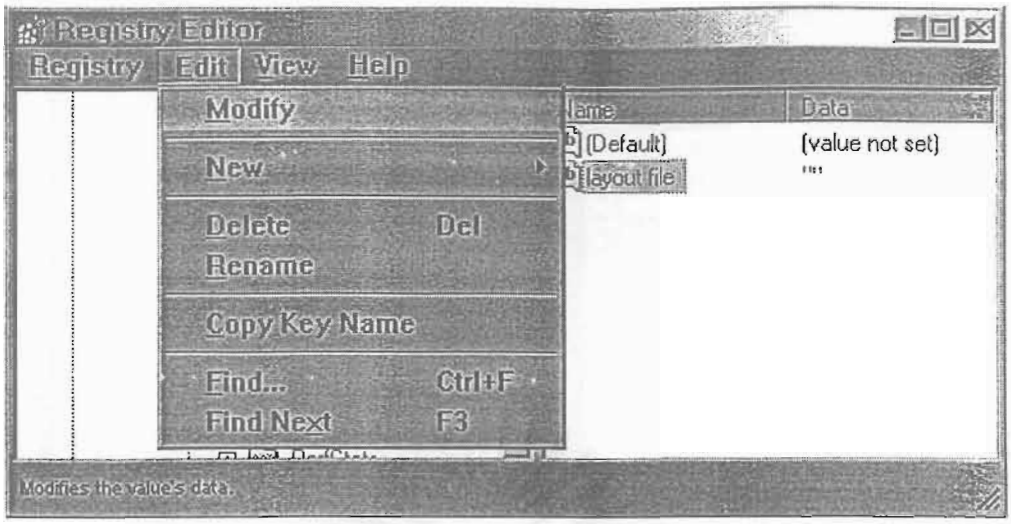
รูปที่ ง.7 การใช้คำสั่ง "ค่าสายอักขระ"

จากนั้นตั้งชื่อ (Name) เป็น "layout file" ดังแสดงในรูปที่ ง.8



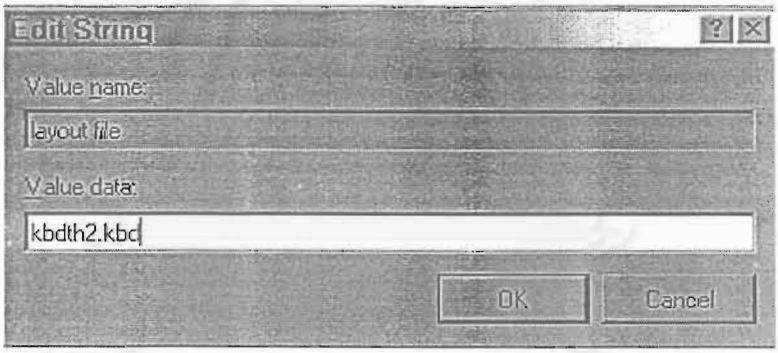
รูปที่ ง.8 ตั้งชื่อของค่าสายอักขระที่สร้างขึ้นมา

จากนั้นทำการตั้งค่าของข้อมูล (Data) โดยการเลือกที่ชื่อสายอักขระ (layout file) ที่สร้างขึ้นมา จากนั้นเลือกใช้คำสั่ง "แก้ไข" และตามด้วยคำสั่ง "ปรับปรุง" (Modify) ดังแสดงในรูปที่ ง.9



รูปที่ ง.9 การเลือกคำสั่ง "ปรับปรุง" (Modify)

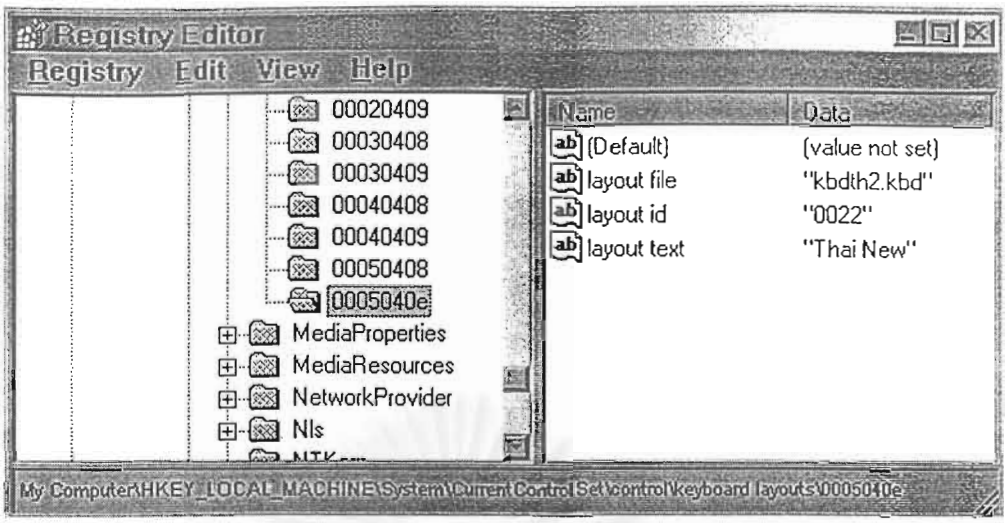
หลังจากเลือกคำสั่ง "ปรับปรุง" แล้ว ระบบปฏิบัติการจะแสดงหน้าต่าง (Window) อีกอันขึ้นมาเพื่อจะรับค่าที่ต้องการจะปรับปรุง ในตอนนี้ให้ใส่ชื่อแฟ้มข้อมูลที่สร้างไว้ลงในช่องค่าข้อมูล (Value data) (ชื่อแฟ้มคือ kbdth2.kbd) จากนั้นกดปุ่ม "ตกลง" (OK) ดังรูปที่ ง.10



รูปที่ ง.10 หน้าต่างเพื่อตั้งค่าของข้อมูล

ค่าอื่น ๆ ก็สามารถที่จะใช้วิธีเดียวกันตั้งค่าได้ โดยค่าที่ผู้วิจัยแนะนำให้ตั้ง (เป็นค่าที่ทดลองแล้วได้ผลสำเร็จ) คือ ดังแสดงในรูปที่ ง.11

Name	Data
Layout file	"kbdth2.kbd"
Layout id	"0022"
Layout text	"Thai New"



รูปที่ ง.11 ค่าที่แนะนำให้ตั้งในการเพิ่มตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์ใหม่เข้า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้วิจัย

นายนพปฎล เหลืองรุ่งโรจน์ เกิดเมื่อวันที่ 28 กันยายน พ.ศ. 2519 ที่จังหวัดอุบลราชธานี สำเร็จการศึกษาปริญาตรีวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ จากมหาวิทยาลัยขอนแก่น ในปีการศึกษา 2539 และได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2540

ในระหว่างการทำงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้มีผลงานทางด้านวิชาการส่งเข้าร่วมในงานประชุมวิชาการต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. นพปฎล เหลืองรุ่งโรจน์ และชัยศิริ ปัณฑิตานนท์. การออกแบบตำแหน่งอักขระภาษาไทยบนแผงแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์. รายงานการประชุมทางวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 37.หน้า 487 - 492. 2542 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.
2. Nopphapadol Leaungrungroj. Design of Thai Computer Keyboard Layout by Simulated Annealing. Proceeding of 22nd Electrical Engineering Conference. pp. 377 – 380. 2 – 3 December 1999. Kasetsart University, Bangkok.
3. นพปฎล เหลืองรุ่งโรจน์ และวรเศรฐ สุวรรณิก. การออกแบบตำแหน่งอักขระบนแผงแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์ภาษาไทยโดยระเบียบวิธีเชิงพันธุการ. รายงานการประชุมใหญ่ทางวิชาการประจำปี 2542. หน้า 153 - 156. 2542 กรุงเทพมหานคร.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย