การออกแบบวิธีการป้อนข้อความภาษาไทยสำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่มีแผงแป้นตัวเลขแบบ 12 ปุ่มด้วยวิธีลำดับจุดเด่นของอักขระ

นายอาธร นวทิพย์สกุล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2549
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A DESIGN OF THAI TEXT ENTRY METHOD FOR MOBILE PHONE WITH 12 NUMERIC KEYPAD USING ORDER OF DOMINANT POINTS OF CHARACTER

Mr. Artorn Navatipsakul

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Computer Science
Department of Computer Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2006

Copyright of Chulalongkorn University

491838

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การออกแบบวิธีการป้อนข้อความภาษาไทยสำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีแผงแป้นตัวเลขแบบ 12 ปุ่มด้วยวิธีลำดับจุดเด่นของอักขระ
โดย	นายอาธร นวทิพย์สกุล
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร.อรรถสิทธิ์ สุรฤกษ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ เชษฐ พัฒโนทัย

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.ดิเรก ลาวัณย์ศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญเสริม กิจศิริกุล)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ดร.อรรถสิทธิ์ สุรฤกษ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(อาจารย์ เชษฐ พัฒโนทัย)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ธงชัย โรจน์กังสดาล)

..... กรรมการ
(อาจารย์ นครทิพย์ พร้อมพูล)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อาธร นวทิพย์สกุล : การออกแบบวิธีการป้อนข้อความภาษาไทยสำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีแผงแป้นตัวเลขแบบ 12 ปุ่ม ด้วยวิธีลำดับจุดเด่นของอักขระ. (A DESIGN OF THAI TEXT ENTRY METHOD FOR MOBILE PHONE WITH 12 NUMERIC KEYPAD USING ORDER OF DOMINANT POINTS OF CHARACTER) อ. ที่ปรึกษา : อ.ดร.อรรถสิทธิ์ สุรฤกษ์, อ.ที่ปรึกษาร่วม อ. เชษฐ พัฒโนทัย, 64หน้า.

วิทยานิพนธ์นี้เสนอวิธีการป้อนข้อความภาษาไทยบนแผงแป้นตัวเลขแบบสิบสองปุ่ม โดยประยุกต์ความเข้าใจในการเขียนอักขระภาษาไทยมาเป็นแบบแผนการกด ทำให้ไม่ต้องจำการวางผังอักขระ วิธีนี้อาศัยการวิเคราะห์หาจุดเด่นของอักขระภาษาไทยเพื่อแบบแผนการกดที่ไม่ซ้ำกัน ผลการวัดประสิทธิภาพด้วยเคเอสพีซีมีค่าประมาณ 3.45 ซึ่งใกล้เคียงกับวิธีมัลติแท็ป ที่มีค่าประมาณ 3.27 และดีกว่าวิธีไทยเอสเอ็มเอสทูที่มีค่าประมาณ 4.39 เมื่อทดลองกับผู้ใช้จำนวน 25 คน โดยแต่ละกลุ่มจะทดลองวิธีใหม่เทียบกับวิธีเก่า 1 วิธี ทั้งหมด 3 กลุ่ม คือ วิธีมัลติแท็ป วิธีไทยเอสเอ็มเอสทู และวิธีเมทริกซ์ไทย พบว่า วิธีนี้จำได้ง่ายกว่าวิธีมัลติแท็ปและวิธีไทยเอสเอ็มเอสทูด้วยความเชื่อมั่น 0.99 และวิธีนี้จำได้ง่ายกว่าวิธีเมทริกซ์ไทยด้วยความเชื่อมั่น 0.90ในขณะที่มีความเร็วและความถูกต้องมากกว่าหรือเท่ากับวิธีทั้งสาม ด้วยความเชื่อมั่น 0.90 ส่วนผลความพึงพอใจพบว่าวิธีใหม่นี้จำง่ายกว่าทั้งสามวิธี ด้วยความเชื่อมั่น 0.95 อีกทั้งยังมีความเร็วและความใช้ง่ายกว่าวิธีไทยเอสเอ็มเอสทูและเมทริกซ์ไทย ด้วยความเชื่อมั่น 0.95 เช่นกัน

นอกจากนี้ วิธีการนี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการป้อนภาษากับอุปกรณ์อื่นๆ ที่มี 12 ปุ่ม คล้ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.. วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ..... ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา..วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา .. 2549 ..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4670605921 : MAJOR COMPUTER SCIENCE

KEY WORD: THAI TEXT ENTRY / MOBILE PHONE / 12 NUMERIC KEYPAD

ARTORN NAVATIPSAKUL: A DESIGN OF THAI TEXT ENTRY METHOD FOR MOBILE PHONE WITH 12 NUMERIC KEYPAD USING ORDER OF DOMINANT POINTS OF CHARACTER. THESIS ADVISOR: ATHASIT SURARERKS, Ph.D., THESIS COADVISOR: CHATE PATANOTHAI., 64pp.

This thesis proposes a new Thai language text entry method on twelve-numeric keypad by applying the writing style to formulate input sequences for each characters' layout. All Thai characters have been analyzed to determine theirs special characteristics, so called dominant points. These dominant points are used to define a unique sequence for each character. Our method has the KSPC = 3.45 which is comparable to Multitap method which has the KSPC = 3.27, and significantly better than ThaiSMS2 method which has the KSPC = 4.39.

The experiment divided twenty five subjects in three groups. Each group was assigned to test this method againts one of the old methods (Multitap, ThaiSMS2, and MatrixThai). The results shown that the new method is easier to remember than Multitap and ThaiSMS2 with the level of confidence 0.99 and MatrixThai with the level of confidence 0.90. The speed and correctness is greater than or equal to the old methods with the level of confidence 0.90. The subject satisfaction shown that the new method is easier to remember than the old methods with the level of confidence 0.95. Moreover the new method is easier to use and faster than ThaiSMS2 and MatrixThai with the level of confidence 0.95.

Furthermore, this method can be applied to any device that has twelve numeric keypad like mobile phone, which requires Thai text entry.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department : .....Computer Engineering..... Student's Signature : .....

Field of Study : ..Computer Science..... Advisor's Signature : .....

Academic Year : 2006..... Coadvisor's Signature : .....

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร. อรรถสิทธิ์ สุรฤกษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาผู้ยอมให้โอกาสในการทำงานนี้ อีกทั้งยังให้คำปรึกษา คอยอบรมตักเตือน และเช่นเดียวกันกับ อาจารย์ เชษฐ พัฒโนทัย ผู้ยอมมอบโอกาสในการทำงานนี้ ทั้งมีเมตตา กรุณา ช่วยเหลือและอดทนต่อผู้ทำวิจัย ทั้งสองท่านนี้มีบุญคุณอย่างใหญ่หลวงจนทำให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงจนได้

ขอขอบพระคุณ ประธานคือ รองศาสตราจารย์ ดร.บุญเสริม กิจศิริกุล และกรรมการคือ อาจารย์ ธงชัย โรจน์กังสดาล และ อาจารย์ นครทิพย์ พร้อมพูล ที่เสียสละเวลาอ่านเล่มวิทยานิพนธ์ให้อย่างรวดเร็ว และให้ความสนใจซักถามพร้อมแสดงความคิดเห็นอันเป็นประโยชน์ในการเขียนเล่มวิทยานิพนธ์นี้ จนสมบูรณ์ได้

ขอขอบคุณ ผู้ทดลองทุกท่านซึ่งไม่อาจกล่าวได้ทั้งหมด ถึง 40 ท่าน ทั้งที่รู้จักโดยส่วนตัวและไม่รู้จักเลยเป็นแต่เพียงว่า เป็นเพื่อนหรือคนรู้จักของคนผู้มีไมตรีจิตที่ช่วยหาผู้ทดลองเพิ่มให้

ขอบคุณเพื่อนๆร่วมห้องปฏิบัติการอีลิท โดยเฉพาะอย่างยิ่ง รุ่นน้องที่น่ารัก รีบทำทดลองให้โดยไว

งานนี้ได้สำเร็จเสร็จสิ้นลงแล้ว ก็ด้วยการช่วยเหลือผู้ทดลองหลายๆ คน หากผลงานนี้พอจะมีประโยชน์แก่ผู้ใดอยู่บ้าง ก็ขอให้ผลแห่งความดีงามเหล่านั้นจงมีไปถึง ผู้มีน้ำใจในงานนี้ด้วยเถิด ขอผลแห่งการกระทำดีอันนี้ จงมีผลสำเร็จแก่เขาเหล่านั้น หากเป็นผู้ยังศึกษาอยู่ก็ขอให้เรียนได้ผลดีจบได้ไว หากเป็นผู้ทำการงานอันใด ก็ขอให้มีความสุขในการทำงาน เป็นที่รัก ที่ชมชอบ ของเพื่อนร่วมงาน ลูกน้อง และเจ้านาย มีทรัพย์สินเงินทอง หรือหากจะเป็นอะไรก็ตามก็ขอให้มีความสุขกายสุขใจ ด้วยเถิด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญภาพ ..... ญ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2
1.3 ขอบเขตการวิจัย 3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
1.5 ขั้นตอนการวิจัย 3
1.6 ผลงานที่ตีพิมพ์จากวิทยานิพนธ์ 4
บทที่ 2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 5
2.1 ทฤษฎี 5
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 8
บทที่ 3 การออกแบบและการทดลอง 16
3.1 หลักการและแนวคิด 16
3.2 ลำดับการพัฒนาการออกแบบ 18
3.3 ขั้นตอนการออกแบบ 22
3.4 การวัดผล 27
3.5 การทดลอง 28
บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิเคราะห์ 36
4.1 การเปรียบเทียบความจำง่าย 36
4.2 การเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการป้อนข้อความ 39
4.3 การเปรียบเทียบความถูกต้อง 43
4.4 การเปรียบเทียบความพึงพอใจ 45
บทที่ 5 สรุปงานวิจัยและข้อเสนอแนะ 49
5.1 สรุป 49
5.2 ข้อเสนอแนะ 50

รายการอ้างอิง 51
ภาคผนวก 53
ภาคผนวก ก ผังอักขระของโทรศัพท์เคลื่อนที่ยี่ห้อหรือรุ่นต่างๆ..... 54
ภาคผนวก ข อักขระรูปเหลี่ยมที่ไม่มีหัว 56
ภาคผนวก ค รูปแบบการกดของพยัญชนะ(เรียงตามหัสแอสกี)..... 57
ภาคผนวก ง ตารางอักขระสัมพัทธ์ 59
ภาคผนวก จ ข้อมูลผู้ทดลอง..... 60
ภาคผนวก ฉ จำนวนครั้งของความผิดพลาด 63
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 64

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่

ตารางที่ 3.1 อักขระที่พิจารณา....22
ตารางที่ 3.2 ลักษณะเด่นของพยัญชนะ 44 ตัวและ "ฤ ฦ"....23
ตารางที่ 3.3 แสดงอักขระที่เริ่มกดจากแป้นเริ่มต้นเดียวกัน....24
ตารางที่ 3.4 จุดเด่นของอักขระ....25
ตารางที่ 3.5 ค่าเคเอสพีซี ของวิธีต่างๆ เปรียบเทียบกัน....28
ตารางที่ 3.6 จำนวนการส่งข้อความผ่านเว็บไซต์แบบไม่เสียค่าบริการ....29
ตารางที่ 3.7 ข้อความตัวอย่าง18 ข้อความ รวม 300 อักขระ....30
ตารางที่ 3.8 การแบ่งกลุ่มเพื่อเปรียบเทียบวิธีก่อนและหลัง....31
ตารางที่ 3.9 สรุปงานการทดลอง 10 วัน....31
ตารางที่ 4.1 จำนวนการตอบถูกเพราะจำได้จากอักขระ 66 ตัว....36
ตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบความแปรปรวนการตอบถูกของวิธีต่างๆ เทียบกับวิธีลำดับจุดเด่น....37
ตารางที่ 4.3 การคำนวณค่าทีของการตอบถูก....38
ตารางที่ 4.4 เวลารวมที่ใช้ในการป้อนข้อความของแต่ละวิธี ทั้งสิ้น 4 วัน....39
ตารางที่ 4.5 เปรียบเทียบความแปรปรวนของเวลาของวิธีต่างๆ เทียบกับวิธีลำดับจุดเด่น....40
ตารางที่ 4.6 การคำนวณค่าทีของความเวลาที่ใช้....41
ตารางที่ 4.7 การคำนวณค่าทีของเวลารวม....42
ตารางที่ 4.8 ค่าความแปรปรวนของความผิดพลาดของวิธีต่างๆ เทียบกับวิธีลำดับจุดเด่น....43
ตารางที่ 4.9 การคำนวณค่าทีของความถูกต้อง....44
ตารางที่ 4.10 เปรียบเทียบความพึงพอใจ....45
ตารางที่ 4.11 ค่าความแปรปรวนของความจำง่าย ความใช้ง่าย และความเร็ว....46
ตารางที่ 4.12 การคำนวณค่าทีของความพึงพอใจ....47
ตารางที่ 4.13 สรุปผลการทดลองเทียบกับวิธีลำดับจุดเด่น....48
ตารางที่ 4.14 สรุปผลความพึงพอใจเทียบกับวิธีลำดับจุดเด่น....49

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

รูปที่

รูปที่ 2.1 ผังมาตรฐานแบบ 12 แป้นในโทรศัพท์เคลื่อนที่ (โนเกีย 6610) 9
รูปที่ 2.2 ผังทั่วไปภาษาไทยแบบ 12 แป้นในโทรศัพท์เคลื่อนที่ (โนเกีย 2600) 9
รูปที่ 2.3 (ก) การวางผังอักขระตามวิธีเมทริกซ์ไทย (ข) การแสดงอักขระภายในแต่ละแป้น 10
รูปที่ 2.4 การวางผังอักขระเพื่อให้ง่ายต่อการจำของไทยเอสเอ็มเอสทู 11
รูปที่ 2.5 การวางผังอักขระตามวิธีชิมคีย์ 12
รูปที่ 2.6 (ก) แสดงอักขระที่เข้าถึงได้ด้วยการกดแป้นนั้นๆ เพียงครั้งเดียว 13
รูปที่ 2.7 แสดงการวางผังอักขระตามวิธีเมสเสจอีส 13
รูปที่ 2.8 การป้อนภาษาด้วยก้านควบคุมของเครื่องเล่นเกม 13
รูปที่ 2.9 ลำดับการป้อนภาษาอังกฤษแบบไอโคนิก 14
รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการออกแบบ 17
รูปที่ 3.2 ตัวอย่างการกดแบบจุดต่อจุดของ “ก ง ด ท ว” 18
รูปที่ 3.3 ตัวอย่างการกดเฉพาะจุดเด่นของ “ง” “ต” “น” และ “ล” 19
รูปที่ 3.4 ตัวอย่างการมองลักษณะหัวแล้วจึงกดจุดเด่นของ “ง ถ ผ ล ว” 19
รูปที่ 3.5 ตัวอย่างการกดจุดเด่นของไม้ตรีและสระอู 19
รูปที่ 3.6 ผังสระ 20
รูปที่ 3.7 การป้อน “กา” 21
รูปที่ 3.8 แผงแป้นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส 22
รูปที่ 3.9 แป้นเริ่มต้นของการป้อนอักขระ 24
รูปที่ 3.10 กรอบการป้อนสระ วรรณยุกต์ และเครื่องหมาย 27
รูปที่ 3.11 การกระจายความถี่ของอักขระ 26,518,634 ตัว 29
รูปที่ 3.12 การกระจายความถี่ของอักขระ 300 ตัว 30
รูปที่ 3.13 หน้าต่างส่วนแบบสอบถามข้อมูลผู้ทดลอง 33
รูปที่ 3.14 หน้าต่างส่วนทดสอบความพร้อม 33
รูปที่ 3.15 หน้าต่างส่วนทดสอบข้อความจริง 34
รูปที่ 3.16 หน้าต่างทดสอบความจำได้ 35

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โทรศัพท์เคลื่อนที่มีการป้อนข้อความภาษาในหลายส่วน เช่น การทำสมุดโทรศัพท์ (bookmark) การทำตารางนัดหมาย หรือการส่งข้อความสั้นผ่านบริการสารสั้น (SMS: short message service) ล่าสุดนี้เกิดการพัฒนาการรับส่งข้อความด้วยภาษาเบลล์ [1] ที่แสดงให้เห็นว่าแม้แต่ผู้มีความพิการทางสายตา ก็ยังสนใจการส่งข้อความสั้นจนทำให้กลุ่มผู้พัฒนาหันมาตอบสนองความสนใจนี้เช่นกัน

นอกจากนี้ โทรศัพท์เคลื่อนที่ในปัจจุบันยังมีความสามารถมากขึ้น โดยสามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์หรือสามารถใช้งานโปรแกรมประยุกต์ได้คล้ายกับคอมพิวเตอร์ เช่น โปรแกรมงานเอกสาร โปรแกรมรับส่งไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น อีกทั้งแนวโน้มในอนาคต อุปกรณ์ขนาดเล็กต่างๆ ที่มีแผงแป้นตัวเลขแบบ 12 แป้น (12 -numeric keypad) ก็จะสามารถประยุกต์การวางผัง (layout) อักขระแบบ 12 แป้นมาตรฐาน (ITU E.161 หรือ ANSI T1.703-1995/1999 หรือ ISO/IEC 9995-8:1994) [2] เพื่อการป้อนข้อความภาษาควบคุมสื่อสารจะได้มีมากยิ่งขึ้น

ในปัจจุบันจะพบว่าการป้อนข้อความภาษาไทยในโทรศัพท์เคลื่อนที่ มีความจำเป็นมากขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งในการส่งข้อความสั้น แต่หากเจาะลึกลงไปจะพบว่า อัตราส่วนการส่งข้อความสั้นของคนไทยโดยใช้ภาษาไทยคิดเป็นเพียง 8 % จากกลุ่มตัวอย่าง 300 คน [3] อันอาจเนื่องมาจากตัวเครื่องโทรศัพท์ไม่รองรับภาษาไทย หรือผู้ใช้จำผังอักขระภาษาไทยไม่ได้ ไม่รู้ว่าอักขระตัวใดอยู่แป้นไหนกันแน่ หรือกระทั่งการป้อนข้อความภาษาไทยมีความเร็วต่ำกว่าภาษาอังกฤษ ทำให้ผู้ใช้ไม่ใช้ภาษาไทย แต่อย่างไรก็ตาม การส่งข้อความภาษาไทยก็ยังคงมีความสำคัญอยู่ เพราะสามารถแสดงความรู้สึกได้มากกว่าการส่งข้อความภาษาอังกฤษ โดยไม่จำเป็นต้องเกรงว่าผู้รับจะไม่เข้าใจ หรือหากผู้รับเป็นเด็กหรือผู้ที่ไม่เข้าใจภาษาอังกฤษก็ยังคงรับรู้ข้อความภาษาไทยได้

การพัฒนาวิธีการป้อนข้อความภาษาอังกฤษบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ ยังคงมีการพัฒนาอยู่อย่างต่อเนื่อง [4,5] เพื่อหาหนทางกำจัดความกำกวม (disambiguation) อันเกิดมาจากการที่มีอักขระอย่างต่ำสามตัวต่อแป้นกด ซึ่งทำให้แป้นหนึ่งๆ เมื่อกดต่างกันจะได้อักขระต่างกัน ซึ่งหากแก้ปัญหานี้ได้ก็จะช่วยให้การป้อนข้อความ ไม่มีความกำกวมเหมือนกับการป้อนตัวเลขนั่นเอง

สำหรับภาษาไทย ปัจจุบันมีวิธีการป้อนข้อความอยู่สามวิธีหลักตามลำดับเวลาการพัฒนาดังนี้

วิธีแรกคือ วิธีมัลติแท็ป(Multitap) มีการวางผังทั่วไปไล่เรียงพยัญชนะตั้งแต่ ก ไปจนถึง ฮ ลงตามแป้น 1-9 ซึ่งคล้ายคลึงกับการวางผังมาตรฐานในภาษาอังกฤษ แต่ปัญหาหลักของวิธีนี้คือ ผู้ใช้อาจจำตำแหน่งของอักขระไม่ได้ว่าอักขระใดอยู่แป้นไหน เนื่องจากบนแป้นไม่ได้แสดงตัวอักขระไว้ครบตามที่แป้นนั้นๆ มี ทำให้ต้องเกิดการกดแป้นผิดในครั้งแรกบ่อยครั้ง และมีโอกาสที่เกิดปัญหาการรอคอยอักขระตัวต่อไป หากอักขระตัวที่ต้องการนั้นอยู่ในแป้นที่กำลังกดอยู่พอดี ทั้งนี้เนื่องจากมีจำนวนอักขระต่อแป้นที่มากโดยเฉพาะแป้นที่รวมสระ วรรณยุกต์ ไว้ในแป้นเดียวหรือสองแป้น นั่นเอง

วิธีที่สองคือ วิธีไทยเอสเอ็มเอสทู (Thai SMS2) ที่พัฒนาโดยบริษัททีเอ ออเร้นจ์ จำกัด(เดิมปัจจุบัน เปลี่ยนชื่อแล้วเป็น True Move) ซึ่งพัฒนาต่อมาจาก ไทยเอสเอ็มเอส (Thai SMS) สามารถแก้ปัญหาหลักเรื่องการจดจำพยัญชนะและสระให้ง่ายขึ้นได้ โดยอาศัยภาพการม้วนหัวและตำแหน่งหัวของพยัญชนะในการจัดกลุ่มพยัญชนะต่างๆ และใช้ตำแหน่งของสระเมื่อเทียบกับพยัญชนะในการจัดกลุ่มสระต่างๆ แต่ปัญหาของวิธีนี้คือ ไม่ได้แก้ไขให้การจดจำลำดับภายในแป้นนั้นๆ ให้จำง่าย จนอาจทำให้ผู้ใช้ต้องอาศัยมองเมนูทางหน้าจอตลอดเวลา เพื่อเข้าถึงอักขระที่จำลำดับไม่ได้ อีกทั้งยังมีขั้นตอนมากและจำนวนอักขระต่อแป้นไม่สมดุลกัน

วิธีที่สามคือ วิธีเมทริกซ์ไทย (matrix Thai) ที่พัฒนาโดยบริษัท ฮัทชิสัน ซีเอที ไวร์เลส มัลติมีเดีย จำกัด โดยแสดงตารางขนาด 3 x 3 ช่อง มีอักขระหนึ่งตัวต่อช่อง ในการกดแป้นแรกจะเป็นการแสดงอักขระเก้าตัวในแป้นนั้น แล้วกดแป้นที่สองโดยกดแป้นหนึ่งถึงเก้าเพื่อเข้าถึงอักขระตรงตามตำแหน่งที่แสดงในตารางทางหน้าจอ วิธีนี้สามารถแก้ปัญหาเรื่องจำนวนการกดต่ออักขระให้คงที่เป็นสองได้เสมอ แต่มีข้อเสียตรงที่ผู้ใช้ต้องจำการวางผังอักขระแบบใหม่

งานวิจัยนี้ มุ่งเน้นที่จะสร้างวิธีการป้อนข้อความภาษาไทยสำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีแผงแป้นตัวเลขแบบ 12 แป้น ในวิธีใหม่ที่คำนึงถึงความจำง่าย และความเร็วในการป้อน

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อสร้างวิธีการป้อนข้อความภาษาไทยสำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่มีแผงแป้นตัวเลขแบบ 12 แป้น ในวิธีใหม่ที่คำนึงถึงการจำง่าย และความเร็วในการป้อน

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1. วิธีนี้ออกแบบสำหรับการป้อนข้อความภาษาไทยบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่มีแผงแป้นตัวเลขแบบ 12 แป้นตามมาตรฐาน

2. วิธีนี้ใช้กับการป้อนข้อความภาษาไทย ประกอบด้วยพยัญชนะ คือ "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" สระ คือ "ะ ั า ำ ิ ี ึ ื ุ ู เ แ โ ใ ไ ฤ ฦ ็ ๋ ๊ ๋" วรรณยุกต์ คือ "่ ้ ๊ ๋" เครื่องหมาย คือ "ๆ ฯ"

3. วิธีนี้ไม่รวมถึงการป้อนอักขระพิเศษหรือสัญลักษณ์ เช่น " ๎ ๏ ฯ ๛ ๚ @ ฿"(, " ? ! เป็นต้น รวมทั้งสัญรูปทางอารมณ์ (emoticons) ที่นิยมใช้ในการส่งข้อความสั้น ซึ่งมักเป็นการใช้สัญลักษณ์มากกว่าตัวอักขระ (เช่น " :) " แทนใบหน้ายิ้ม)

4. วิธีนี้จะถูกวัดเปรียบเทียบกับ วิธีมัลติแท็ป วิธีไทยเอสเอ็มเอสทู และวิธีแมทริกซ์ไทย

5. ค่าที่จะใช้ในการวัดเปรียบเทียบประสิทธิภาพคือ การตอบได้ เวลาที่ใช้ และความผิดพลาด และความคิดเห็นจากแบบสอบถาม

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้วิธีการป้อนข้อความภาษาไทยแบบใหม่ที่จำง่าย และเร็ว

2. สามารถนำไปใช้กับอุปกรณ์ใดๆ ที่มีแผงแป้นตัวเลข 12 แป้นในการป้อนข้อความภาษาไทยได้

3. สามารถประยุกต์ใช้กับแผงแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์เพื่อการป้อนข้อความแบบมือเดียวสำหรับผู้พิการได้

1.5 ขั้นตอนการวิจัย

1. ศึกษาวิธีการป้อนข้อความภาษาอังกฤษและภาษาไทยบนโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบ 12 แป้นที่มีอยู่ในปัจจุบัน

2. ออกแบบวิธีการป้อนข้อความภาษาไทยวิธีใหม่โดยเน้นความจำง่าย และความเร็ว

3. คำนวณค่าจำนวนการกดเฉลี่ยต่ออักขระ ความเร็วในหน่วยคำต่อนาที ทางทฤษฎีสำหรับภาษาไทยในแต่ละวิธีโดยละเอียด

4. เขียนโปรแกรมจำลองการป้อนข้อความ บนเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อวัดความเร็ว ความจำความถูกต้อง เปรียบเปรียบเทียบกับวิธีทั้งสาม

5. ออกแบบการทดลอง การคัดเลือกข้อความทดสอบ ศึกษาสถิติที่สอดคล้องกับงานวิจัย

6. ทำทดลองกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อวัดความจำง่าย ความเร็ว ความถูกต้อง และความพึงพอใจ

8. วิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย พร้อมข้อเสนอแนะ เพื่อจัดทำรายงานวิทยานิพนธ์

1.6 ผลงานที่ตีพิมพ์จากวิทยานิพนธ์

ส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์นี้ได้รับการตีพิมพ์เป็นผลงานวิชาการ ดังนี้

1."การออกแบบวิธีการป้อนข้อความภาษาไทยสำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่มีแผงแป้นตัวเลขแบบ 12 แป้นด้วยการลำดับจุดเด่นของอักขระ" โดย อาธร นวทิพย์สกุล อรรถสิทธิ์ สุรฤกษ์ และ เชษฐ พัฒโนทัย ในงานประชุมวิชาการ National Computer Science and Engineering Conference (NCSEC2005).

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะนำเสนอทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ โดยแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ ส่วนแรกจะเสนอทฤษฎีตัวแบบการวัดประสิทธิภาพการป้อนข้อความ และทฤษฎีทางสถิติที่เกี่ยวข้อง ส่วนที่สองจะเป็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง คือวิธีการป้อนข้อความภาษาวิธีต่างๆ และการออกแบบการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

2.1 ทฤษฎี

2.1.1 เคเอสพีซี (KSPC) (keystrokes per character) [6] คือจำนวนของการกดแป้นโดยเฉลี่ยเพื่อให้ได้อักขระในข้อความที่กำหนดของภาษาที่กำหนด โดยพื้นฐานแล้วค่าเคเอสพีซีจะเท่ากับ 1.00 สำหรับแผงแป้นพิมพ์อักขระภาษาอังกฤษแบบ Qwerty มีสูตรคำนวณที่สามารถใช้วัดประสิทธิภาพในเบื้องต้นของการออกแบบได้ดี ดังนี้

$$\mathrm{KSPC} = \frac{\sum\left(K_c \times F_c\right)}{\sum\left(C_c \times F_c\right)} \qquad (1)$$

K_c คือจำนวนสโตรก (stroke) ที่ต้องใช้ในการป้อนหนึ่งตัวอักขระ

F_c คือความถี่ของอักขระนั้นตามสถิติจากตัวแทนของประชากรอักขระ (corpus)

C_c คือขนาด ("size") ของแต่ละอักขระมีค่าเป็นหนึ่ง

แต่หากเป็นวิธีที่เกี่ยวข้องกับคำศัพท์ดังหัวข้อ 2.2.8 -2.2.10 จะต้องใช้สูตรที่คำนึงถึงคำไม่ใช่เพียงแค่อักขระเดี่ยวๆ อย่างสูตร (1) อีกต่อไป โดยมีสูตรดังนี้

$$\mathrm{KSPC} = \frac{\sum\left(K_w \times F_w\right)}{\sum\left(C_w \times F_w\right)} \qquad (2)$$

K_w คือจำนวนสโตรคที่ต้องใช้ในการป้อนคำหนึ่งคำ

F_w คือความถี่ของคำตามสถิติจากตัวแทนของประชากรอักขระ

C_w คือจำนวนของอักขระในคำ

2.1.2 เคแอลเอ็ม (KLM) (keystrokes level model) [7] คือทฤษฎีการประมาณเวลาที่ผู้เชี่ยวชาญใช้ในการทำภารงานให้เสร็จสิ้น โดยคำนึงถึงจำนวนการกด การทำงานของความคิด และเวลาตอบสนองของระบบ โดยเวลาสามารถแยกแยะออกเป็นสมการดังนี้

$$T_{execute} = T_K + T_P + T_H + T_D + T_M + T_R \quad (3)$$

$T_{execute}$ คือ เวลาที่เกิดหลังจากผู้ใช้ได้เข้าใจภาระงานและเกิดกระบวนการทำงานให้เสร็จสิ้น K(keystroke) คือการกดแป้น, P(pointing) คือการเลื่อนเมาส์, H(homing) คือการพักที่แป้น, D(drawing) คือการเคลื่อน, M(mental) คือเวลาที่ใช้คิด, R(response) คือการตอบสนองของระบบ ซึ่งตัวแบบนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดการประเมินแต่ละตัวแปรอีกทีหนึ่ง ซึ่งเมื่อนำมาประยุกต์ใช้กับโทรศัพท์เคลื่อนที่แล้ว [8] จะมีการดัดแปลงออกไป เช่น โดยสมมุติว่าไม่มีการป้อนผิด และวางบนสมมุติฐานที่ว่าการกดแป้นต่างๆ นั้นใช้เวลาเท่ากัน เช่น "2 2 2", "2 3 2" หรือ "2 9 2" ซึ่งไม่สอดคล้องกับความเป็นจริง กล่าวคือ "2 2 2" ควรจะใช้เวลาน้อยกว่า "2 9 2" อยู่บ้างแน่ๆ อันเนื่องมาจากระยะการเคลื่อนที่ของนิ้ว เมื่อนำไปประมาณเป็นความเร็วในการป้อนข้อความในหน่วยคำต่อนาทีได้ มีสูตรคือ

$$T(P) = T_h + w(k_t T_k + dT_m) \quad (4)$$

T(P) คือ เวลาที่ต้องใช้ในการป้อนข้อความที่กำหนดให้เสร็จสำหรับวิธีมัลติแท็ป

T_h คือ เวลาที่ใช้ในการพักนิ้วระหว่างการป้อนอักขระมีค่าคงที่เท่ากับ 0.40 วินาที

w คือ จำนวนของคำในข้อความ

k_t คือ ค่าของจำนวนการกดต่อคำโดยเฉลี่ย (สำหรับภาษาอังกฤษ มี 5.98 อักขระต่อคำ จึงคิดเป็นการกด 11.85 ครั้งต่อคำ)

T_k คือ เวลาที่ใช้ในการกดแป้นมีค่าคงที่เท่ากับ 0.28 วินาที

d คือ ค่าเฉลี่ยจำนวนของคู่อักขระ ที่เกิดจากตัวอักขระที่ต้องการตัวต่อไปปรากฏ อยู่ในแป้นที่กำลังกดอยู่ในปัจจุบัน มีค่าคงที่ 0.49

T_m คือ เวลาของการตัดสินใจต่อการกดแป้นมีค่าคงที่เท่ากับ 1.35 วินาที

2.1.3 การทดสอบสมมุติฐาน (hypothesis testing) [9,10] จะเป็นการสรุปความจริงที่แปรตามความน่าจะเป็น หรือหมายถึงว่า เพราะมีโอกาสเป็นจริงได้บ่อย จึงยอมรับความจริงตามโอกาสที่วัดได้นั่นเอง ซึ่งมีอยู่สองขั้นตอนคือ การตั้งสมมุติฐาน และการทดสอบสมมุติฐาน โดยการตั้งสมมุติฐาน จะต้องตั้งสมมุติฐานงานวิจัยขึ้นมาก่อนสองประเภท คือ

1.สมมุติฐานกลาง (null hypothesis) : H_0 เป็นสมมุติฐานขั้นต้น ที่ตั้งขึ้นมาเพื่อจะบอกว่าสิ่งที่เราสนใจสองสิ่งนั้น มีค่าสถิติไม่แตกต่างกัน เขียนแสดงได้ว่า H_0: $\mu_1=\mu_2$

2.สมมุติฐานทางเลือก (alternative hypothesis) : H_a เป็นสมมุติฐาน ที่ตั้งขึ้นมาเพื่อที่จะบอกว่าสิ่งที่เราสนใจสองสิ่งนั้น มีค่าสถิติแตกต่างกัน โดยแยกเป็นสองประเภท ตามจุดประสงค์ที่จะตั้ง คือ

สมมุติฐานไม่มีทิศทาง (nondirectional hypothesis) จะถูกตั้งขึ้นเพื่อบอกว่าสิ่งที่เราสนใจสองสิ่งนั้นมันแตกต่างกัน แต่ไม่ได้สนใจว่าสิ่งใดมากหรือน้อยกว่าสิ่งใดกันแน่ เขียนแสดงได้ว่า H_0: $\mu_1 \neq \mu_2$ และเมื่อจะตรวจสอบสมมุติฐานนี้ จะใช้วิธีทดสอบ แบบสองหาง (two-tailed test) ซึ่งจะยอมรับหรือปฏิเสธสมมุติฐาน จากโค้งการแจกแจงทั้งสองด้าน

สมมุติฐานมีทิศทาง (directional hypothesis) จะถูกตั้งขึ้นเพื่อบอกว่า สิ่งที่เราสนใจสองสิ่งนั้น มีสิ่งใดมากกว่าหรือน้อยกว่าสิ่งใดกันแน่ เขียนแสดงได้ว่า H_0: $\mu_1 > \mu_2$ หรือ H_0: $\mu_1 < \mu_2$ และเมื่อจะทดสอบสมมุติฐานนี้ จะใช้วิธีทดสอบ แบบหางเดียว(one-tailed test) ซึ่งจะยอมรับหรือปฏิเสธสมมุติฐาน จากโค้งการแจกแจงแค่ด้านใดด้านหนึ่ง

ขั้นต่อไปคือ การทดสอบสมมุติฐานด้วยการทดสอบที (t-test) เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างมีขนาดน้อยกว่า 30 คน การแจกแจงที่เหมาะสมจึงเป็นการแจกแจงแบบที (t-distribution) ซึ่งในการทดลองนี้จะเป็นทดสอบค่าเฉลี่ยกรณีสองกลุ่มตัวอย่างเป็นอิสระจากกัน แต่เนื่องจากสูตรการคำนวณค่าทีนั้น ขึ้นอยู่กับ ค่าความแปรปรวน(σ) จึงทำให้ต้องทำการทดสอบค่าความแปรปรวนก่อน ด้วยการทดสอบเอฟ (F-test) ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$F = S_1^2 / S_2^2 \qquad (5)$$

S_1^2 คือ ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างที่มีค่ามาก

S_2^2 คือ ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างที่มีค่าน้อย

เมื่อคำนวณได้ค่าเอฟออกมาให้ไปเปิดตารางเอฟ เพื่อดูว่าค่าที่ได้มากกว่าหรือน้อยกว่าค่าเอฟจากตาราง หากน้อยกว่า จะสรุปว่าความแปรปรวนของประชากรสองกลุ่มเท่ากัน แต่หากมากกว่าจะสรุปว่าความแปรปรวนของประชากรสองกลุ่มไม่เท่ากัน โดยการเปิดตารางให้พิจารณาตามค่า df ซึ่งหมายถึง ระดับขั้นความเสรี (degree of freedom) คือ ความอิสระในการเลือกกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งของกลุ่มตัวอย่าง โดย $df = n_1 - n_2 - 2$

เมื่อทราบความแปรปรวนของประชากรว่าเท่าหรือไม่เท่ากันแล้ว ก็สามารถเลือกใช้สูตรหาค่าทีได้ดังนี้ คือ

เมื่อ $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$

$$t = \frac{X_1 - X_2}{\sqrt{\left[\frac{(n_1-1)S_1^{\,2} + (n_2-1)S_2^{\,2}}{n_1+n_2-2}\right]\left[\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}\right]}} \qquad (6)$$

โดยที่ $df = n_1\text{-}n_2\text{-}2$

เมื่อ $\sigma_1^{\,2} \neq \sigma_2^{\,2}$

$$t = \frac{\overline{X}_1 - \overline{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^{\,2}}{n_1} + \frac{S_2^{\,2}}{n_2}}} \qquad (7)$$

โดยที่ $$df = \frac{\left[\frac{S_1^{\,2}}{n_1} + \frac{S_2^{\,2}}{n_2}\right]^2}{\frac{\left[\frac{S_1^{\,2}}{n_1}\right]^2}{n_1-1} + \frac{\left[\frac{S_2^{\,2}}{n_2}\right]^2}{n_2-1}}$$

ซึ่งการทดสอบสมมุติฐานนั้น จะต้องบ่งบอกระดับนัยสำคัญ (level of significance, α) อันหมายถึงระดับความน่าจะเป็นที่จะสรุปผิดพลาด คือ ทั้งที่สมมุติฐานกลางเป็นจริงแต่กลับปฏิเสธว่าผิด โดยทั่วไปนิยมตั้งไว้ที่ 0.05 หมายถึง โอกาสที่จะทดสอบสมมุติฐานครั้งนั้นแล้วผิดพลาดคิดเป็น 5 ใน100 ครั้ง และเมื่อจะนำเสนอข้อมูลให้เป็นที่เข้าใจ ก็จะใช้ค่าระดับความเชื่อมั่น(level of confidence) ซึ่งเท่ากับ 1-α และอาจนิยมทำให้อยู่ในรูปเปอร์เซ็นต์ของความเชื่อมั่นก็ได้

ค่าระดับนัยสำคัญกับค่าระดับขั้นความเสรีจะเป็นตัวกำหนด ค่าวิกฤต (critical value) ซึ่งจะใช้เปรียบเทียบกับค่าทีที่คำนวณได้ เพื่อยอมรับหรือปฏิเสธสมมุติฐานกลาง นอกจากนี้ หากคำนวณด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ส่วนมาก จะให้ค่าพี (P-value) คือค่าความน่าจะเป็นที่น้อยที่สุดที่นำไปสู่การปฏิเสธ H_0 (ยอมรับ H_1) โดยนำค่านี้ไปเปรียบกับค่านัยสำคัญที่ตั้งไว้ หากค่าพีน้อยกว่าหรือเท่ากับค่านัยสำคัญ ก็จะปฏิเสธ H_0 (ยอมรับ H_1) แต่ถ้าค่าพีมากกว่าค่านัยสำคัญ ก็จะยอมรับH_0

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ส่วนนี้จะอธิบายวิธีการป้อนข้อความต่างๆ ตามแบบอย่างวิธีของภาษาอังกฤษ [11,12] พร้อมกับอธิบายวิธีการป้อนข้อความภาษาไทยวิธีต่างๆ ที่สอดคล้องเข้าไว้ด้วยกัน

2.2.1 มัลติแท็ป (Multitap) คือวิธีการใช้จำนวนครั้งของการกดแป้นที่เท่ากับลำดับของตัวอักขระที่ต้องการที่ปรากฏอยู่หน้าแป้นเพื่อให้ได้อักขระที่ต้องการ ดังรูปที่ 2.1 เช่น แป้นหมายเลขสอง ประกอบด้วยตัวอักขระ "a b c" ดังนั้นเมื่อต้องการตัวอักขระ "c" จึงต้องมีลำดับการกดแป้นดังนี้ "2 2 2" ข้อดี คือ เรียนรู้ง่ายและใช้งานอยู่อย่างแพร่หลาย แต่มีปัญหาเรื่องการแบ่งส่วนจังหวะกด (segmentation) กล่าวคือ หากต้องการป้อนคำว่า "cab" ซึ่งต้องมีการกดแป้นดังนี้คือ "2 2 2 - 2 - 2 2" โดยมีการเว้นจังหวะเวลาที่ถูกต้อง ไม่เช่นนั้นอาจได้คำอื่นแทน เช่น "bac" (ซึ่งมีการกดแบบเดียวกันแต่จังหวะเว้นต่างกัน "2 2 -2 -2 2 2") ค่าเคเอสพีซี มีค่าประมาณ 2.03 ซึ่งจัดว่ามีค่าสูง [6]

รูปที่ 2.1 ผังมาตรฐานแบบ 12 แป้นในโทรศัพท์เคลื่อนที่ (โนเกีย 6610)

ข้อสังเกต วิธีนี้สำหรับภาษาไทยแล้ว จะมีวิธีการกดแตกต่างกันออกไปตามผังที่ต่างแบบกัน เนื่องจากยังไม่มีการกำหนดผังมาตรฐานภาษาไทยสำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่นั่นเอง ผู้วิจัยจึงนำผังทั่วไปแบบที่โทรศัพท์เคลื่อนที่ยี่ห้อโนเกียใช้ มาเป็นผังทั่วไปในการอ้างอิง เพราะมีสัดส่วนการตลาดในเมืองไทยมากกว่ายี่ห้ออื่น ส่วนผังแบบอื่นนั้นสามารถดูได้ที่ภาคผนวก ก

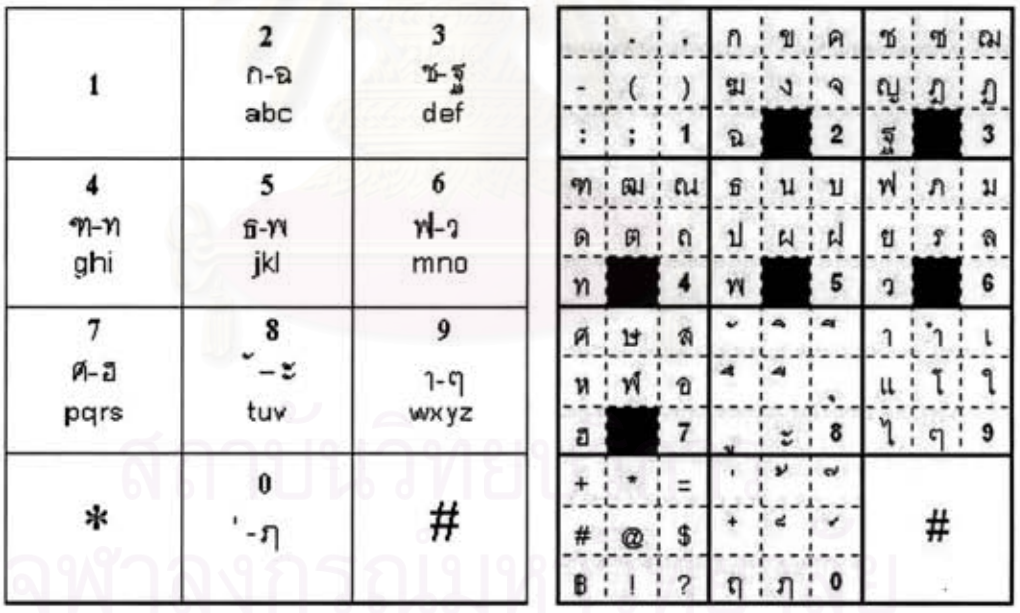
ผังทั่วไปในรูปที่ 2.2 สามารถป้อนข้อความไทยในการทำสมุดโทรศัพท์ ทำตารางนัดหมายหรืออื่นๆ บนเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้ครบถ้วน แต่มีปัญหาเรื่องการจำเนื่องจากมีการแสดงอักขระ "ก – ฮ" ไว้หน้าแป้นไม่ครบ ส่วนสระและวรรณยุกต์จะถูกใส่รวมกันไว้ในแป้น * หรือแป้น 0 แล้วแต่รุ่นของโทรศัพท์ โดยไม่ได้แสดงไว้หน้าแป้น นั่นทำให้วิธีของการป้อนสระและวรรณยุกต์ต่างออกไปจากการป้อนพยัญชนะ โดยการป้อนสระและวรรณยุกต์ต้องใช้วิธีการเลื่อนตัวชี้ตำแหน่ง (cursor) ไปหาสระหรือวรรณยุกต์ที่ต้องการที่ปรากฏอยู่หน้าจอ แล้วทำการกดแป้นตกลง เพื่อให้ได้ตัวสระหรือวรรณยุกต์ที่ต้องการ วิธีนี้ทำให้ความเร็วในการป้อนข้อความต่ำลงมาก โดยมีค่าเคเอสพีซีประมาณ 3.27

รูปที่ 2.2 ผังทั่วไปภาษาไทยแบบ 12 แป้นในโทรศัพท์เคลื่อนที่ (โนเกีย 2600)

2.2.2 เลสแท็ป (Less-Tap) [13] คือวิธีที่ใช้การประยุกต์มัลติแท็ป เข้ากับการจัดเรียงอักขระในแต่ละแป้นใหม่เพื่อให้สอดคล้องกับความถี่การใช้งานทางสถิติเช่น แป้นหมายเลขเจ็ดจะมีลำดับในแป้นใหม่เป็น "s r p q" (เดิมเป็น "p q r s") ทำให้วิธีนี้มีจุดเด่นกว่ามัลติแท็ป คือมีค่าเคเอสพีซีอยู่ที่ 1.53 แต่มีข้อเสียที่ต้องการการจดจำการวางผังที่เปลี่ยนไปในแต่ละแป้น เว้นแต่เพียงแป้นแปดเท่านั้น

2.2.3 ทูคีย์ (Two-Key) คือวิธีการกดแป้นแรกเพื่อให้ได้กลุ่มของอักขระที่อยู่หน้าแป้น แล้วตามด้วยการกดแป้น 1 2 3 หรือ 4 เพื่อบอกลำดับของอักขระที่ต้องการในแป้นนั้นเช่น แป้นหมายเลขเจ็ด (ดูรูปที่ 2.1 ประกอบ) มีอักขระ "p q r s" แป้นหมายเลขสองมีอักขระ "a b c" และแป้นหมายเลขสามมีอักขระ "d e f" ดังนั้นหากต้องการป้อนคำว่า race ต้องมีลำดับการกดแป้นดังนี้ "7 3 - 2 1 – 2 3 – 3 2" ข้อดีคือ ไม่มีปัญหาเรื่องการแบ่งส่วนจังหวะการกด และมีค่าเคเอสพีซีมีค่าเป็นสองเสมอ แต่มีข้อเสียคือ ไม่สามารถทำให้ค่าเคเอสพีซีต่ำกว่านี้ได้ และต้องจำให้ได้ว่าแต่ละอักขระต้องกดอะไรบ้าง

ข้อสังเกต วิธีทูคีย์นี้ ถูกนำมากับวิธีเมทริกซ์ไทย (matrix Thai) โดยมีการวางผังอักขระไล่เรียงตามลำดับอักขระดังรูปที่ 2.3 (ก) (ได้มาจากคู่มือการใช้งาน Sanyo SCP-550)



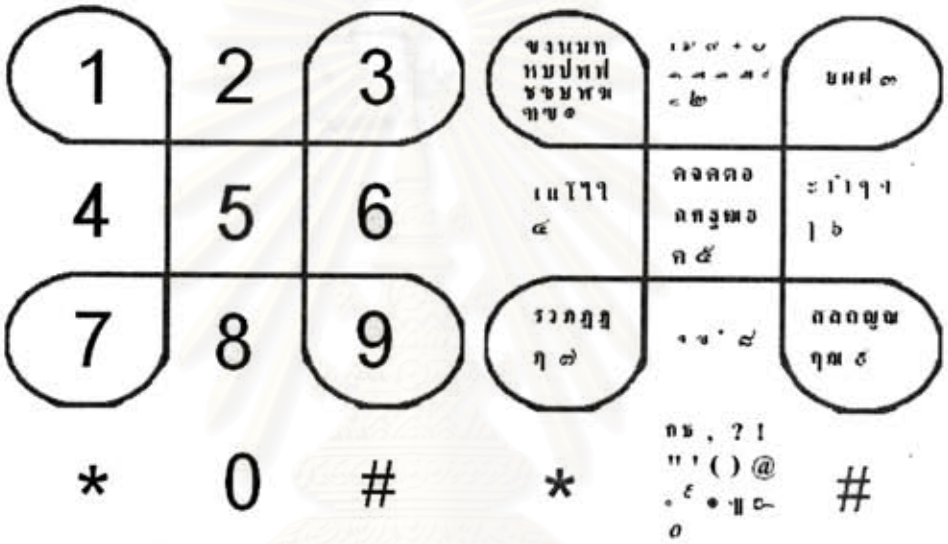
(ก) (ข)

รูปที่ 2.3 (ก) การวางผังอักขระตามวิธีเมทริกซ์ไทย (ข) การแสดงอักขระภายในแต่ละแป้น

เมื่อมองจากหน้าแป้นเพียงอย่างเดียว ผู้ใช้ต้องเรียนรู้กลุ่มลำดับอักขระให้ได้ จึงจะไม่เกิดความผิดพลาดจากการกดแป้นแรก เช่น "ร" (ใช่บ่อยมาก)ไม่ได้แสดงไว้ในแป้น 6 ที่ประกอบด้วย

"ฟ – ว" เมื่อกดแป้น 6 ผู้ใช้จะพบการแสดงตารางขนาดเล็ก 3x3 ช่องที่มีอักขระอยู่ภายในสัมพันธ์กับตำแหน่งของแป้น 1 ถึง 9 (ดังแสดงในรูป 2.3 ข) เมื่อกดแป้น 5 ผู้ใช้จะได้ "ร" ตามต้องการ ระบบนี้มีข้อดีคือ มีการกดเฉลี่ยต่ออักขระคงที่เป็นสองเสมอ (ต่ำกว่าวิธีมัลติแท็ปไทย) สามารถป้อนสัญลักษณ์ต่างๆ ได้โดยไม่ต้องกดแป้นเปลี่ยนโหมด (mode) นอกจากนี้ยังมีเครื่องหมาย "~ ฯ % & ' " ^ / _ > < ↵" อยู่ในแป้น * เมื่อมีการกด * เพิ่ม แต่มีข้อเสียตรงที่ ต้องบังคับให้ผู้ใช้ต้องจำการวางผังอักขระที่เปลี่ยนไป คือต้องจำรหัส 2 หลักของตัวอักขระนั่นเอง

ข้อสังเกตที่ 2 วิธีนี้ทูคีย์ยังถูกนำมาใช้ร่วมกับวิธีเลือกเมนู (menu selection)ประยุกต์เป็นไทยเอสเอ็มเอสทูของออเรนจ์โดยมีการวางผังอักขระให้ง่ายต่อการจำดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 การวางผังอักขระเพื่อให้ง่ายต่อการจำของไทยเอสเอ็มเอสทู

จากภาพ ให้จินตนาการว่าตัวเองอยู่ที่แป้น 5 จะได้การวางผังอักขระดังนี้คือ

ก. พยัญชนะที่เขียนหัวแบบนี้ ◥ เช่น "ข ง ฆ" จะอยู่ที่มุมซ้ายบนหรือแป้น 1

ข. พยัญชนะที่เขียนหัวแบบนี้ ◤ เช่น "ย ผ ฝ" จะอยู่ที่มุมขวาบนหรือแป้น 3

ค. พยัญชนะที่เขียนหัวแบบนี้ ◢ เช่น "ร ว ฎ" จะอยู่ที่มุมซ้ายล่างหรือแป้น 7

ง. พยัญชนะที่เขียนหัวแบบนี้ ◣ เช่น "ส ถ ญ" จะอยู่ที่มุมขวาล่างหรือแป้น 9

จ. พยัญชนะที่เขียนหัวตรงกลางเช่น "ค จ อ" จะอยู่ที่แป้นกลางหรือแป้น 5

ฉ. สระที่อยู่หน้าพยัญชนะเช่น "เ แ โ" จะอยู่ที่แป้น 4

ช. สระที่อยู่หลังพยัญชนะเช่น "ะ ำ ๆ" จะอยู่ที่แป้น 6

ซ. สระที่อยู่บนพยัญชนะและวรรณยุกต์เช่น "◌ิ ◌่" จะอยู่ที่แป้น 2

ฌ. สระที่อยู่ใต้พยัญชนะเช่น "◌ุ ◌ู ◌๎" จะอยู่ที่แป้น 8

ญ. พยัญชนะที่ไม่มีหัว และสัญลักษณ์ต่างๆ เช่น "ก ? @" จะอยู่ที่แป้น 0

โดยอักขระจะแสดงทีละห้าตัว ถ้าพบอักขระที่ต้องการแสดงอยู่ ก็ให้กดหมายเลขประจำอักขระนั้นคือ 1 ถึง 5 แต่ถ้าไม่พบให้กด 0 เพื่อให้ระบบแสดงอักขระชุดถัดไปอีกห้าตัว เช่น หากต้องการ "พ" จะต้องมีการกดแป้นดังนี้ กดแป้น 1 แล้วกดแป้นตกลง จะได้อักขระ "ข" ถึง "ท" กดแป้น 0 แล้วกดแป้นตกลง กดแป้น 4 แล้วกดแป้นตกลงจะได้ "พ" ในที่สุด โดยอักขระตัวสุดท้ายของแต่ละแป้นก็คือหมายเลขแป้นที่เขียนแบบไทยนั่นเอง วิธีนี้มีข้อดีที่จำง่ายเนื่องจากใช้หลักการที่ประยุกต์จากการเขียนหัว และสามารถป้อนสัญลักษณ์ที่ปรากฏเฉพาะภาษาไทยได้ดังแสดงในแป้น 0 แต่มีข้อเสียคือวิธีนี้จะมีค่าเฉลี่ยการกดแป้นมากกว่าสามครั้งต่ออักขระเสมอ และ มีการกระจุกตัวของอักขระมาที่แป้น 1 มากกว่าแป้นอื่นๆ มาก ในปัจจุบันยังใช้ได้เฉพาะกับการส่งข้อความสั้นเท่านั้น

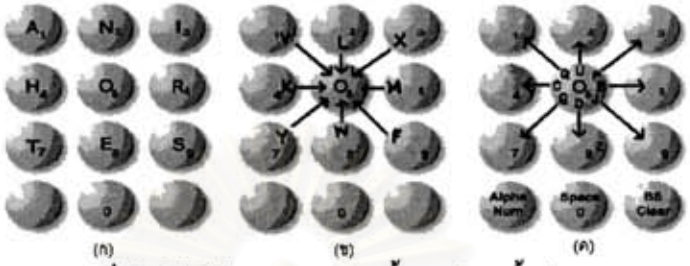
2.2.4 ซิมคีย์ (SIMKEYS) [14] คือวิธีที่ใช้การประยุกต์ทูคีย์ มาใช้โดยอาศัยค่าความถี่อักขระในการวางผังใหม่ทั้งหมด ดังแสดงในรูปที่ 2.5

รูปที่ 2.5 การวางผังอักขระตามวิธีซิมคีย์

โดยมีหลักการกดดังนี้ คือ อักขระตัวกลางเป็นอักขระที่มีความถี่การใช้งานสูงสุด สามารถเข้าถึงได้ด้วยการกดแป้นนั้นๆ เพียงครั้งเดียว อักขระตัวหน้าของแป้นสามารถเข้าถึงได้ด้วยการกดแป้น * ก่อนแล้วจึงกดแป้นที่ต้องการ อักขระตัวหลังของแป้นสามารถเข้าถึงได้ด้วยการกดแป้น # ก่อนแล้วจึงกดแป้นที่ต้องการ วิธีนี้มีข้อเสีย คือการป้อนอักขระพิเศษต้องอาศัยการกดแป้นโหมดเพิ่ม มีค่าเคเอสพีซีเป็น 1.29

2.2.5 เมสเสจอีส (MessagEase) [15] คือวิธีที่ใช้การประยุกต์ทูคีย์มาใช้โดยอาศัยค่าความถี่อักขระในการวางผังอักขระใหม่ทั้งหมดดังรูปที่ 2.7 ซึ่งอักขระจะถูกแบ่งออกเป็นสามกลุ่มโดยมีวิธีการกดเพื่อให้ได้อักขระต่างกัน ดังนี้ รูปที่ 2.6 (ก) แสดงอักขระที่ใช้บ่อยเก้าตัวแรก สามารถเข้าถึงได้ด้วยการกดแป้นนั้นๆ เพียงครั้งเดียว รูปที่ 2.6 (ข) แสดงตัวอักขระแปดตัวที่สามารถเข้าถึงได้ด้วยการกดแป้นนั้นๆ แล้วตามด้วยการกดแป้นศูนย์กลางคือแป้นหมายเลขห้า รูปที่ 2.6 (ค) แสดงอักขระอีกแปดตัวที่เข้าถึงได้ด้วยการกดแป้นห้าแล้วกดแป้นรอบตัวหนึ่งแป้นที่มีอักขระจับคู่กับทิศ

ของแป้นรอบแป้นหมายเลขห้า ส่วนอักขระ z ต้องกดแป้นแปดแล้วตามด้วยแป้นเก้า ตัวอย่างเช่น หากต้องการคำว่า "mad" จะต้องมีการกดแป้นดังนี้ "6 5 – 1 – 5 8" แต่หากกด "6 – 1 5 – 5" จะได้คำว่า "rvo" แทน ระบบนี้มีข้อดีกว่าซิมคีย์ที่สามารถกดเครื่องหมายต่างๆ ได้โดยไม่ต้องกดเปลี่ยนภาวะให้เสียเวลา และระบบนี้มีค่าเคเอสพีซีเท่ากับ1.82 [18]



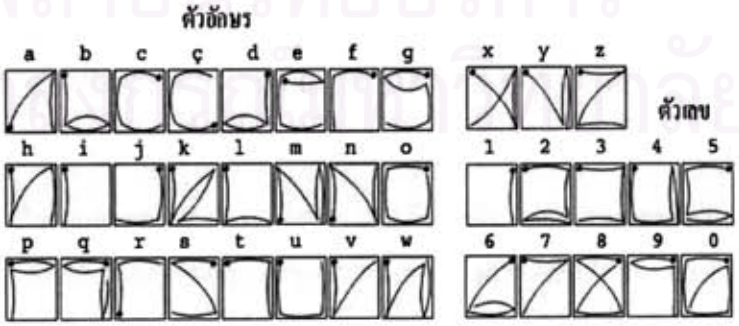
รูปที่ 2.6 (ก) แสดงอักขระที่เข้าถึงได้ด้วยการกดแป้นนั้นๆ เพียงครั้งเดียว

(ข) แสดงอักขระที่เข้าถึงได้ ด้วยการกดแป้นนั้นๆ แล้วตามด้วยแป้นหมายเลขห้า

(ค) แสดงอักขระที่เข้าถึงได้ ด้วยการกดแป้นห้า แล้วกดแป้นรอบตัวหนึ่งแป้น ที่มีอักขระจับคู่กับทิศของแป้นรอบแป้นหมายเลขห้า

รูปที่ 2.7 แสดงการวางผังอักขระตามวิธีเมสเสจอีส

2.2.6 เอ็ดจ์ไรท์ (EdgeWrite) [16] เป็นการป้อนข้อความที่เลียนแบบการเขียนเช่นกัน เพียงแต่ใช้ก้านควบคุม (joystick) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ในการเล่นเกม โดยออกแบบให้อักขระภาษาอังกฤษและตัวเลขสามารถป้อนแบบเส้นต่อเนื่องได้ ดังรูปที่ 2.8 แต่ปัญหาของวิธีนี้คือหลีกเลี่ยงการซ้ำด้วยการใช้ตัวพิมพ์ใหญ่ร่วมกับตัวเขียนเล็ก ทำให้จำยาก



รูปที่ 2.8 การป้อนภาษาด้วยก้านควบคุมของเครื่องเล่นเกม

2.2.7 ไอโคนิก (Iconic) [17] ออกแบบโดยใช้หลักการสองแบบคือ รูปร่างตัวเลขจะเหมือนอักขระภาษาอังกฤษตัวใดก็ป้อนได้อย่างนั้น กับอีกอย่าง ก็คือการป้อนเลียนแบบการเขียนแบบจุดต่อจุด ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 2.9 แต่ปัญหาของวิธีนี้ก็เช่นเดียวกับวิธีเอ็ดจ์ไรท์ รวมทั้งยังมีรูปร่างการกดที่ใหญ่เล็กไม่เท่ากัน

ตัวอักษร	ลำดับการกด	ตัวอักษร	ลำดับการกด
A	426, 2426	N	4152
B	8, 14758	O	0, 2684
C	2145	P	14725
D	25847	Q	14528
E	3, 147852	R	475
F	14712	S	5, 2154
G	6, 214785	T	7, 12358
H	1425	U	2541, 2563
I	2580	V	153
J	2587	W	14263
K	248	X	1524, 159
L	1478, 2589	Y	158, 1357
M	41536	Z	1245

รูปที่ 2.9 ลำดับการป้อนภาษาอังกฤษแบบไอโคนิก

2.2.8 วิธีดิกชันนารี (Dictionary-Based) คือวิธีพยากรณ์ศัพท์ที่ประยุกต์ใช้กับวิธีมัลติแท็ปเพื่อลดจำนวนการกดต่ออักขระ มีหลักการกดแป้นแบบครั้งเดียวต่อแป้นต่ออักขระ คือแค่มองหาตัวอักขระที่ต้องการว่าอยู่แป้นใด แล้วกดแป้นนั้น ทำอย่างนี้ไปจนสิ้นสุดคำจะได้คำศัพท์ที่ต้องการเสมอ หากไม่ใช่ก็สามารถกดแป้นเพิ่มเพื่อให้ระบบเสนอคำศัพท์ที่น่าจะเป็นไปได้อันดับถัดไปมาให้ ระบบนี้มีข้อดีที่สามารถลดจำนวนการกดต่ออักขระได้มาก แต่มีข้อเสียคือ ต้องใช้คลังคำศัพท์นั่นทำให้วิธีนี้ไม่สามารถใช้กับคำที่ไม่อยู่ในพจนานุกรมได้ ตัวอย่างของวิธีนี้เช่น T9 (http://www.tegic.com) มีค่าเคเอสพีซีเท่ากับ 1.01 และ iTap (http://www.mobiletechnews.com)

2.2.9 วิธีอักขระเติมหน้า (Prefix-Based) คือวิธีพยากรณ์อักขระตัวต่อไปจากการป้อนตัวอักขระก่อนหน้า ที่สามารถช่วยให้ป้อนคำโดยที่ไม่จำเป็นต้องอยู่ในพจนานุกรมได้ แต่มีข้อเสียที่การพยากรณ์อักขระตัวต่อไปไม่แม่นยำเท่ากับการพยากรณ์ศัพท์ในกรณีที่คำนั้นเป็นศัพท์ ทำให้มีค่าจำนวนการกดต่ออักขระมากกว่าวิธีพยากรณ์ศัพท์ ตัวอย่างของวิธีนี้เช่น LetterWise [18] มีค่าเคเอสพีซีเท่ากับ 1.15 และ WordWise (http://www.eatoni.com)

2.2.10 เติมเต็มคำ (Word Completion) [19] คือวิธีเติมเต็มคำ ระบบจะเสนอคำที่เป็นไปได้ให้โดยไม่จำเป็นต้องป้อนอักขระจนครบทุกตัว คล้ายกับฟังก์ชันเติมเต็มอัตโนมัติ(AutoComplete) ของยูอาร์แอล (URL) ในอินเทอร์เน็ตเบราว์เซอร์ (internet browser) ตัวอย่างเช่น eZitext (http://www.zicorp.com/ezitext.htm) ใช้วิธีการกดแบบครั้งเดียวต่อแป้นต่ออักขระ ถ้าระบบเสนอ

คำที่ไม่ต้องการให้ก็เพียงแต่ป้อนอักขระต่อไป เช่น "tomorrow" จะต้องกดดังนี้ (ดูรูปที่ 2.1 ประกอบ) คือ "8-6-6-6" ระบบจะเสนอ "tomorrow" ทันที ให้กดยอมรับด้วยการกดเว้นวรรค ถ้ายังไม่ใช่ก็ให้กดต่อไปอีกคือ "7-7-6-9" ก็จะได้คำที่ต้องการในที่สุด ส่วน eZiTap (ปัจจุบันการเชื่อมโยงไม่สามารถเข้าถึงได้ คาดว่าคงหยุดการพัฒนาไปแล้ว) ใช้วิธีมัลติแท็ป คือ กดแป้นจำนวนครั้งเท่ากับลำดับของตัวอักขระที่ต้องการที่ปรากฏอยู่หน้าแป้น แล้วระบบจะเสนอคำมาให้ ถ้าไม่ใช่ก็กดแป้นเพื่อป้อนอักขระต่อไป เช่น "2nite" จะต้องกดดังนี้ (ดูรูปที่ 2.1 ประกอบ) คือ "2 ค้าง - 6 6" – ระบบจะเสนอ "2nite" ทันที ให้กดยอมรับด้วยการกดเว้นวรรค ถ้าไม่ใช่ก็ให้กดต่อไปอีกคือ "4 4 4 – 8 – 3 3" จะได้คำที่ต้องการในที่สุด

ข้อสังเกต วิธีในข้อ 2.2.1 ถึงข้อ 2.2.7เป็นวิธีที่ละสายตาได้ (eyes-free) คือไม่ต้องดูหน้าจอ หากสามารถจดจำการวางผังตัวอักขระได้แม่นยำ แต่วิธีในข้อ 2.1.8 ถึงข้อ 2.1.10 มีความจำเป็นต้องดูหน้าจอเนื่องจากการสิ้นสุดของการกด อาจไม่ได้คำที่ต้องการเสมอไป

2.1.11 Butts และ Cockburn [11] ได้เสนอแนวทางการทดลอง เปรียบเทียบวิธีการป้อนข้อความสองวิธีคือมัลติแท็ป และทูคีย์ โดยใช้อาสาสมัคร 8 คน แบ่งเป็น 3 ระดับประสบการณ์ของการส่งข้อความสั้น โดยป้อนประโยคตัวอย่าง 5 ประโยคผ่านโปรแกรมเลียนแบบ (emulator) ที่จำลองการกดแป้นมาอยู่บนแผงแป้นตัวเลขของแป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์ (numeric keypad of keyboard) แต่ได้แนะนำภายหลังไว้ว่าการทำแบบนี้ทำให้อาสาสมัครต้องใช้สายตาไปมาตลอดอยู่ระหว่างจอและแป้นพิมพ์ อีกทั้งแป้นตัวเลขนั้นยังมีขนาดใหญ่กว่าแป้นบนโทรศัพท์เคลื่อนที่จริงอยู่มาก นอกจากนี้หลังจากอาสาสมัครทำการป้อนข้อความเสร็จในแต่ละวิธียังมีแบบสอบถามตามรูปแบบของ Likert Scale [20] โดยวัดความพึงพอใจของผู้ใช้ในแง่การเรียนรู้ง่าย (learnability) อัตราการผิดพลาด (error-rate) ประสิทธิภาพ (efficiency of input)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

การออกแบบและการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงหลักการและแนวคิด ลำดับการพัฒนาการออกแบบ วิธีลำดับจุดเด่น เมทริกซ์การป้อนและกฎการป้อน แล้ววัดประสิทธิภาพด้วยตัวแบบคือ เคเอสพีซี ในส่วนสุดท้ายจึงจะกล่าวถึงการออกแบบการทดลอง การคัดเลือกข้อความตัวอย่าง และตัวอย่างโปรแกรมทดลอง

3.1 หลักการและแนวคิด

แนวทางการพัฒนาการป้อนข้อความภาษาไทยนั้น ผู้วิจัยเห็นว่าประเด็นหลักเริ่มต้น คือ ความจำ ซึ่งกล่าวได้ว่า การท่องจำลำดับอักขระทั้งหมดนั้นเป็นเรื่องยาก (รายละเอียดปรากฏในบทที่ 4) ทั้งการวางผังบนแป้นของโทรศัพท์นั้นก็ยังไม่มีมาตรฐานเดียวกันเช่น โนเกีย ซัมซุง หรือยี่ห้ออื่นๆ ต่างก็มีวางผังในลักษณะของตน ดูในภาคผนวก ก ซึ่งแสดงผังต่างๆ ทำให้ผู้ใช้ไม่อาจจำผังเดียวแล้วใช้ได้กับโทรศัพท์ทุกยี่ห้อ

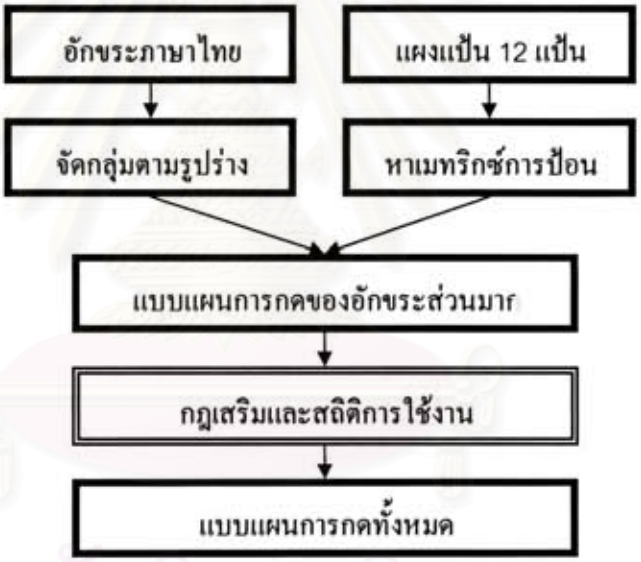
สำหรับการพัฒนาของการป้อนข้อความภาษาไทย เช่น วิธีไทยเอสเอ็มเอสทูนั้น เป็นการแก้ปัญหาเรื่องการจัดวางผังอย่างชัดเจน แต่กลับไม่ได้เสนอหลักการจำง่ายๆ สำหรับอักขระต่างๆ ที่มีลักษณะการม้วนหัวอย่างเดียวกันนั้นอีกเลย ซ้ำยังมีจำนวนการกดที่มาก ส่วนเมทริกซ์ไทยนั้นเน้นแก้ปัญหาเรื่องจำนวนการกดอย่างชัดเจน อันจะมีผลดีต่อความเร็วที่เพิ่มขึ้น แต่กลับต้องจำการวางผังใหม่อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ จึงจะเห็นได้ชัดเจนแล้วว่าปัญหาการออกแบบนี้คือ การจดจำ

ดังนั้น เป้าหมายหลักของการออกแบบการป้อนที่เลียนแบบการเขียน และนำไปสู่กฎการป้อนที่มีจำนวนน้อยที่สุด ซึ่งจะต้องสอดคล้องกับความเข้าใจเดิมของการเขียนของแต่ละคนให้มากที่สุด เพื่อความจำง่ายที่สุด โดยมีข้อคำนึงถึงตลอดการออกแบบ นอกจากด้านความจำแล้ว ยังมีด้านความเร็ว ซึ่งกล่าวได้ว่า ความเร็วนี้วัดจากเวลาที่ใช้ โดยเวลาที่ใช้ในการป้อนข้อความนั้นจะเกิดจากเวลาในการคิดและเวลาในการกดแป้น ซึ่งเวลาในการกดแป้นนั้นสามารถรู้ได้จากสถิติและเป็นค่าที่ไม่อยู่ในงานวิจัยนี้ที่จะไปปรับปรุง จึงมีแต่เพียงเวลาของการคิดซึ่งเป็นค่าที่มีต่อเวลารวมมาก ดังนั้นหากสามารถลดเวลาส่วนนี้ได้ ก็จะทำให้เวลารวมลดลงได้นั่นเอง

ผู้วิจัยได้รับแนวความคิดวิธีการป้อนข้อความโดยใช้ก้านควบคุม (joystick) ที่ปรากฏอยู่ในโทรศัพท์เคลื่อนที่รุ่นใหม่ๆ ต่อมาพบงานวิจัย [16] ที่แสดงถึงวิธีการป้อนอักขระภาษาอังกฤษ โดย

ใช้ก้านควบคุมของเครื่องเล่นเกม แล้วได้ศึกษาต่อถึงวิธีการป้อนข้อความภาษาไทย ด้วยสไตลัส (stylus) บนเครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบดิจิทัล (personal digital assistant หรือ PDA) ผ่านระบบรู้จำภาษาที่เรียกว่า กราฟฟิตี้ (graffiti) และ การใช้แผงแป้นสัมผัส (touchpad) [12] ในการสัมผัสแป้นเพื่อเลือกกลุ่มตัวอักษรแล้วลากนิ้วไปทางซ้ายหรือขวาเพื่อบอกตำแหน่งอักขระที่ต้องการภายในแป้นนั้น ทั้งหมดนี้ทำให้เกิดความคิดที่จะประยุกต์วิธีการป้อนข้อความภาษาไทยแบบการเขียนมาเป็นการกดแป้นแทน ซึ่งเท่ากับเป็นการหลีกเลี่ยงการจำผัง ทั้งนี้เพราะความสามารถในการอ่านเป็นสิ่งที่ควบคู่กับการเขียน ดังนั้นหากอ่านออกก็ต้องเขียนได้ ทำให้การเขียนไม่ต้องการการเรียนรู้เพิ่ม

การออกแบบนี้ต้องใช้ความรู้สองส่วนหลัก คือ ความรู้เรื่องรูปร่างอักขระภาษาไทย และความรู้เรื่อง ส่วนต่อประสานผู้ใช้(user interface) ซึ่งต้องใช้ควบคู่กันตลอดจนการออกแบบเสร็จสิ้น ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการออกแบบ

เริ่มต้นพิจารณาขอบเขตของอักขระภาษาไทยที่จะออกแบบ พร้อมกับการคำนึงถึงรูปร่างอักขระภาษาไทยจากการออกแบบตัวอักษรไทย[21] แล้วนำมาจัดกลุ่มตามรูปร่างที่มีความคล้ายคลึงกัน โดยดูจากตำแหน่งเริ่มต้นของการเขียน และรูปร่างของอักขระ เช่น "ก ถ ภ" อยู่กลุ่มเดียวกัน "ม บ น ห ท" อยู่กลุ่มเดียวกัน เป็นต้น เพื่อความจำง่ายขึ้น โดยต้องพิจารณาควบคู่กับเงื่อนไขของแผงแป้น 12 แป้นที่จะต้องมี เมื่อพิจารณาครบถ้วนแล้ว ก็จะได้แบบแผนการกดของอักขระส่วนมากออกมา ซึ่งหมายถึง จากประสบการณ์การออกแบบแล้ว ในขั้นนี้จะยังต้องมีอักขระบางตัวที่ยัง

ซ้ำซ้อนกันอยู่ ทำให้ต้องไปสร้างกฎเสริม โดยพิจารณาร่วมกับสถิติการใช้งานของอักขระที่ยังมีปัญหา เสร็จแล้วจึงได้แบบแผนการกดทั้งหมด

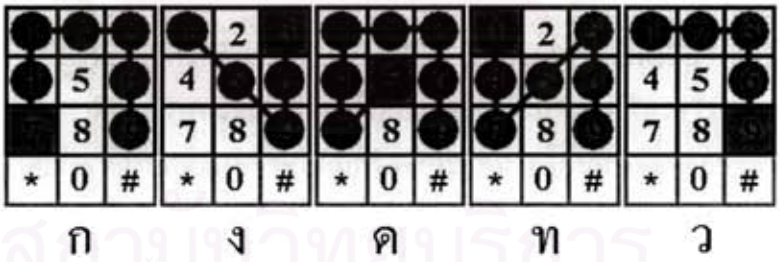
ในขั้นตอนต่อไป คือการปรับปรุงการออกแบบ ซึ่งผู้วิจัยใช้ตัวตัดสินใจอยู่ 2 วิธี คือ ผู้เชี่ยวชาญตัดสินใจก่อน จากนั้นหากยังมีทางเลือกที่ตัดสินใจไม่ได้ ก็จะทำการทดลองกับผู้ทดลองกลุ่มเล็ก เพื่อหาข้อสรุปการตัดสินใจ โดยมีลำดับการปรับปรุงการพัฒนาดังจะกล่าวต่อไป

3.2 ลำดับการพัฒนาการออกแบบ

การออกแบบหนึ่งๆ นั้น ได้พิจารณาความสำคัญของข้อจำกัดที่แตกต่างกัน พยายามแก้ข้อจำกัดนั้นให้ได้มากและเกิดผลลัพธ์ที่ดี จึงทำให้เกิดการออกแบบใหม่ไปเรื่อยๆ หลายๆ ครั้ง โดยอาจนับรูปแบบการออกแบบที่น่าสนใจได้เป็น 6 แบบ โดยมีลำดับดังนี้

แบบที่1 การเขียนอย่างไรให้กดอย่างนั้น

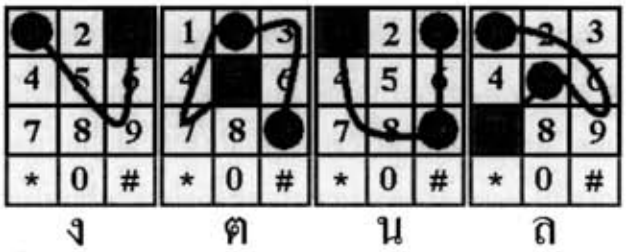
วิธีนี้เสนอการกดปุ่มแบบจุดต่อจุดเหมือนเส้นไข่ปลาของรูปร่างอักขระดังรูปที่ 3.2 เช่น "ก" กดแป้น 7 เป็นแป้นแรก(แสดงด้วยสีทึบเต็มช่อง) แล้วทำการกดแป้น 4 1 2 3 6 และ 9 (แสดงด้วยสีทึบรูปวงกลม) ตามลำดับ และหากพบจุดเด่นก็ให้กดจุดเด่นเพิ่ม (ดูตารางที่ 3.4) วิธีนี้มีจุดมุ่งหมายตรงกับหลักการเบื้องต้นมากที่สุด คือ จุดที่เกิดจากการกดนั้นจะเหมือนกับการเขียนที่สุด ซึ่งน่าจะทำให้ใช้ความจำน้อยที่สุด แต่เมื่อพิจารณาดูแล้วจะพบว่าว่านี่เป็นปัญหา เพราะว่าธรรมชาติการเขียนนั้นเป็นการเขียนแบบเส้นต่อเส้นมากกว่า การเขียนแบบจุดต่อจุดนั้น จะพบในแบบฝึกหัดเริ่มต้นสำหรับผู้เริ่มหัดเขียน ซึ่งไม่มีความจำเป็นสำหรับผู้ที่เขียนเป็นแล้ว เท่ากับเป็นการขัดกับลำดับความคิดและเป็นการเสียเวลามากกว่า



รูปที่ 3.2 ตัวอย่างการกดแบบจุดต่อจุดของ "ก ง ด ท ว"

แบบที่ 2 การกดเฉพาะจุดเด่น

วิธีนี้เสนอการมองก้าวหน้าไปในทางตรงข้ามว่า อักขระนับจากเริ่มต้นเขียนที่หัวแล้ว จุดแยกต่อไปที่แสดงความแตกต่างระหว่างอักขระ คือ จุดเด่น และ จุดสิ้นสุด ข้อดีคือ จำนวนการกดแป้นที่จะต้องพิจารณาจะมีเพียงสามจุด คือ จุดต้น จุดเด่น และจุดจบ แต่กลับพบปัญหาว่ามี ขั้นตอนการนึกรูปร่าง แล้วตามด้วยการตัดสินใจว่าอะไรเป็นจุดเด่นพร้อมกับการระบุตำแหน่งของจุดเด่น



รูปที่ 3.3 ตัวอย่างการกดเฉพาะจุดเด่นของ "ง" "ต" "น" และ "ล"

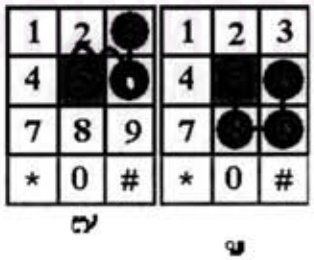
แบบที่ 3 การมองลักษณะหัวม้วนก่อนแล้วจึงกดจุดเด่น

วิธีนี้พยายามจะแก้ไขเรื่องการซ้ำกันของอักขระบางตัวในแบบที่ 1 และแบบที่ 2 เช่น "ก-ถ-ฉ" โดยพยายามใช้ข้อดีของวิธีไทยเอสเอ็มเอสทูที่จำแนกอักขระด้วยการม้วนหัว มาแก้ปัญหาเรื่องจุดเริ่มต้น แต่ก็อีกเช่นกัน ลักษณะการม้วนหัวที่เมื่อจัดวางแล้วไม่ตรงกับตำแหน่งจุดเริ่มเขียนนั้น ดังรูปที่ 3.4 (หมายถึง "ง ฌ ญ ฌ ถ ผ ฝ ย ร ล ว ส") แต่เมื่อทำการกดจุดต่อๆ ไปกลับต้องการการกดจุดที่ตรงกับรูปร่าง ทำให้เกิดความสับสน

รูปที่ 3.4 ตัวอย่างการมองลักษณะหัวแล้วจึงกดจุดเด่นของ "ง ถ ผ ล ว"

แบบที่ 4 การกดตามรูปเหลี่ยมร่วมกับจุดเด่น ทั้งพยัญชนะและสระ

วิธีนี้เป็นการผสมผสานระหว่างวิธีที่ 1และวิธีที่ 2 กล่าวคือ วิธีนี้เสนอให้มองอักขระเป็นตัวเหลี่ยม (ดูรูปภาคผนวก ข) การกดที่เกิดขึ้นก็เป็นเพียงการกดตรงหัวมุมเท่านั้น แทนที่จะกดตลอดเส้นแบบจุดไข่ปลา และเมื่อพบจุดเด่นใดๆ ก็ให้กดจุดเด่นเพิ่ม ทำให้ต้องสร้างกฎเสริมสำหรับอักขระบางตัว แต่ด้วย ความพยายามที่จะให้เมทริกซ์การป้อน (กรอบหรือเมทริกซ์ของแป้นที่ใช้ในการป้อนอักขระ) ของพยัญชนะและสระเป็นเมทริกซ์เดียวกัน ทำให้เจอปัญหามากในเรื่องการป้อนสระ เนื่องจากสระมีจุดเด่น ขนาด ตำแหน่งที่แตกต่างกันเกินไป จนนำไปสู่การนิยามให้เข้าใจเป็นที่ยอมรับได้ยาก [22] ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 ตัวอย่างการกดจุดเด่นของไม้ตรีและสระอู

แบบที่ 5 การกดตามรูปเหลี่ยมร่วมกับจุดเด่น เฉพาะพยัญชนะ ส่วนสระใช้การวางผัง

หลังจากพบปัญหาจากแบบที่ 4 ทำให้ผู้วิจัยทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็กเพื่อตัดทางเลือก สามทาง พบว่ากลุ่มตัวอย่างเลือกวิธีการวางผังสำหรับสระ โดยผังสระนี้ออกแบบมาร่วมกับวิธีการกดแบบใหม่เรียกว่า มัลติแท็ปวงแหวน (ring-Multitap) ที่ต้องการแก้ปัญหาการจำผังไม่ได้เรื่องอันดับของอักขระในแป้น(order in group) โดยกำหนดให้มีการวางผังตามหลักการ ดังรูปที่ 3.6 คือ จินตนาการว่าตนเองอยู่ตรงแป้นกลางหมายเลข 5 ก็จะได้ว่า

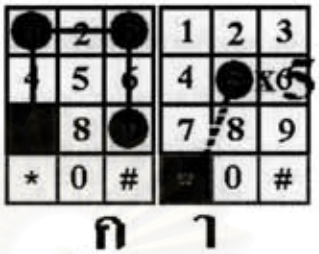
เ ะ ็ ◌่	◌ั ◌ิ ◌ี ◌ึ	◌ุ ◌ู ◌ื ◌ฺ
แ ◌็	โ ◌ใ ไ	◌ะ ◌า ◌ำ ๆ
◌๋ ◌๊		
*	0	#

รูปที่ 3.6 ผังสระ

- พวกที่เขียนอยู่เหนือบรรทัด ก็จะอยู่แถวบน คือแป้น 1 , แป้น 2 และ แป้น 3 ซึ่งไม่ว่าจะกดแป้นใดก็จะได้อักขระที่อยู่เหนือบรรทัดทั้งหมด แต่แตกต่างกันที่ลำดับโดย
  - แป้น 1 คือ กลุ่มวรรณยุกต์ "◌่ ◌้ ◌๊ ◌๋" แล้วแสดงต่อด้วยแป้น 2 และแป้น 3 ตามลำดับ
  - แป้น 2 คือ กลุ่มสระรูปร่างหมวก "◌ิ ◌ี ◌ึ ◌ื" แล้วแสดงต่อด้วยแป้น 3 และแป้น 1 ตามลำดับ
  - แป้น 3 คือ "◌ั ◌็ ◌์" แล้วตามด้วยแป้น 1 และแป้น 2 ตามลำดับ (ดังนั้นแป้น 3 จะแสดงลำดับดังนี้ "◌ั ◌์ ◌็ ◌่ ◌้ ◌๊ ◌๋")
- พวกที่เขียนอยู่ในบรรทัด ก็จะอยู่แถวกลางแบ่งเป็นกลุ่มคือ
  - แป้น 4 คือ กลุ่มที่วางหน้าพยัญชนะคือ "เ แ" แล้วแสดงต่อด้วยแป้น 5 และแป้น 6 ตามลำดับ
  - แป้น 5 คือ กลุ่มที่วางหน้าพยัญชนะคือ "โ ใ ไ" แล้วแสดงต่อด้วยแป้น 6 และแป้น 4 ตามลำดับ
  - แป้น 6 คือ กลุ่มที่วางหลังพยัญชนะคือ "ะ า ำ" แล้วแสดงต่อด้วยแป้น 4 และแป้น 5 ตามลำดับ ดังนั้นแป้น 6 จะแสดงลำดับดังนี้ "ะ า ำ เ แ โ ใ ไ"
- พวกที่เขียนอยู่ใต้บรรทัด ก็จะอยู่แถวล่าง คือ แป้น 7 ได้แก่ "◌ุ ◌ู"

หลักการวางผังสระนี้ คือ การมองแถวกลางให้เหมือนแถวของบรรทัด ทำให้สระในบรรทัดอยู่แถวกลาง สระใต้บรรทัดก็จะอยู่แถวล่าง ส่วนสระและวรรณยุกต์ที่อยู่เหนือบรรทัดก็จะ

อยู่แถวบนนั่นเอง ส่วนคอลัมน์นั้น เพียงแต่แยกตามลักษณะเช่น แป้น 1 คือวรรณยุกต์ แป้น 2 คือสระรูปร่างคล้ายกัน หรือ แป้น 4 คือสระที่อยู่หน้าพยัญชนะ และแป้น 6 คือสระที่อยู่หลังพยัญชนะนั่นเอง โดยจะยกตัวอย่างการกด "กา" ดังรูปที่ 3.7 ที่มีความแตกต่างกันของความคิด โดย "ก" ใช้การคิดแบบเลียนแบบการเขียน แต่ "า" คิดแบบการวางผังและกดแป้นซ้ำแบบมัลติแท็ป ที่คาดว่าจะเป็นอุปสรรคหนึ่งในการออกแบบ



รูปที่ 3.7 การป้อน "กา"

แม้ว่าผลการตัดสินกลุ่มเล็กจะเห็นด้วยกับวิธีนี้ แต่เมื่อพิจารณาลงไปกลับพบว่า ผู้ใช้สนใจการมุ่งตรงในระดับกลุ่มที่แน่นอนทันทีมากกว่า ซึ่งเท่ากับว่า วิธีนี้ไม่มีประโยชน์ อีกทั้งยังพบปัญหาหนักต่อไปว่า ผู้ใช้จะกดเกินอันดับที่ต้องการ ทำให้ระยะห่างการเข้าถึงอักขระที่ต้องการนั้นไกลกว่าวิธีแท็ปแบบเดิมเสียอีก

แบบที่ 6 การกดตามรูปเหลี่ยมร่วมกับจุดเด่นเฉพาะพยัญชนะส่วนสระใช้การกดตามรูปร่าง

จากการออกแบบต่างๆ ข้างต้น ผู้วิจัยจึงเข้าใจได้ว่า พยัญชนะนั้นจัดได้ว่า มีรูปร่าง ขนาด และจุดเด่นที่รวบรวมแล้ว สามารถบรรยายกฎเพื่อความสอดคล้องต้องกันได้ แต่สำหรับสระเป็นเรื่องที่เป็นไปแทบเป็นไปไม่ได้ แต่ว่าหากจะหันไปใช้การวางผังเข้าช่วยนั้น ก็ไม่ใช่ทางออกที่ดี เปรียบเหมือนว่า หากงานนี้จะมีจุดเด่นน่าสนใจคือ การไร้การวางผังแล้ว แต่เมื่อแก้ปัญหาเรื่องสระไม่ได้ ก็หันกลับมาใช้การวางผังเข้าช่วยอีก ก็จะทำให้งานนี้ไม่มีจุดเด่นเพียงพอ ผู้วิจัยจึงหันมาให้ความสนใจต่อคำถามที่ว่า "ภาษาไทยมีมาตรฐานการเขียนที่แน่นอนหรือไม่" อีกครั้ง คราวนี้จึงได้พบว่า ขนาดและรูปร่างของสระนั้น (รวมกระทั่ง พยัญชนะด้วย) แท้จริงมีมาตรฐานยืนยันได้[19]

ทำให้ผู้วิจัยได้คิดว่า หากมีรูปแบบการเขียน ขนาด ตำแหน่ง ทิศทาง ที่แน่นอนแล้ว ปัญหาที่เหลือก็เพียงแต่ การกำหนดเมทริกซ์การป้อนและวิธีป้อนโดยไม่ให้ซ้ำกันเท่านั้น ผู้วิจัยจึงบรรยายหลักการคร่าวๆ สำหรับสระได้ว่า การป้อนสระจะเป็นเลียนแบบการเขียนที่ไม่คำนึงถึงจุดเด่นเหมือนกรณีพยัญชนะ และจะมีการป้อนในเมทริกซ์ที่ต่างจากเมทริกซ์ของพยัญชนะ เนื่องด้วยพยัญชนะและสระมีขนาดแตกต่างกัน (หากอยู่เมทริกซ์เดียวกัน จะมีการซ้ำกัน)

ผู้วิจัยจึงเสนอวิธีการป้อนแบบที่ 6 นี้ โดยจะเรียกว่า "วิธีลำดับจุดเด่น"

3.3 ขั้นตอนการออกแบบ

จะเริ่มขั้นตอนการออกแบบตามรูปที่ 3.1 คือ กำหนดขอบเขตของอักขระที่พิจารณาเสียก่อน แล้วกำหนดแผงแป้นที่ต้องการใช้ ต่อไปคือการจัดกลุ่มรูปร่างอักขระต่างๆ ให้ได้กฎการป้อน พร้อมกฎเสริมที่ต้องใช้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.3.1 การกำหนดขอบเขตของอักขระและการกำหนดแผงแป้น

ในการออกแบบ ผู้วิจัยคำนึงถึงอักขระทั้งหมด 69 ตัว เพื่อแสดงให้เห็นว่าอักขระทุกตัวสามารถออกแบบได้ภายใต้หลักการ การเลียนแบบการเขียน ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 อักขระที่พิจารณา

อักขระ	การออกแบบ(ตัว)	การประยุกต์ใช้(ตัว)	หมายเหตุ
พยัญชนะรวม ฤ,ฦ	46	43	43 ตัว ไม่รวม ฃ,ฅ และ ฦ
สระ	16	16	
วรรณยุกต์	4	4	
เครื่องหมาย	3	3	3ตัว (ฯ,ๆ และ ์)
รวม	69	66	

ส่วนการกำหนดแผงแป้นนั้น จะต้องเว้นไว้ 1 ถึง 2 แป้นทางแถวล่างสุดไว้เป็นแป้นสำรองเพื่อกำหนดให้เป็นแป้นเปลี่ยนโหมดภาษา และแป้นอักขระพิเศษต่างๆ และเพื่อความเรียบง่าย จึงกำหนดแผงแป้นที่ใช้เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสเต็มแผง ดังรูปที่ 3.8

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

รูปที่ 3.8 แผงแป้นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

3.3.2 การจัดกลุ่มตามรูปร่างการกด

การจัดกลุ่มตามรูปร่างนั้นจะใช้ความรู้จากมาตรฐานโครงสร้างตัวอักษรไทย [21] ในสองส่วน คือ

ส่วนที่ 1 "ตัวอักขระไทยมีรูปแบบโครงสร้างอยู่ในกรอบสี่เหลี่ยมภายในเส้นที่สมมุติขึ้นเรียกว่า เส้นกรอบ" ดังนั้นอักขระรูปเหลี่ยมก็จะลงตัวกับกรอบสี่เหลี่ยมของแผงแป้น

ส่วนที่ 2 "การเขียนตัวอักขระทุกตัว ให้เริ่มเขียนที่ต้นตัวอักขระ แล้วลากเส้นติดต่อกันไปจนจบที่ ปลายตัวอักขระ บางตัวมีเส้นไม่ติดต่อกัน ให้เขียนโดยมีต้นตัวอักขระและปลายตัวอักขระในส่วนลำตัวหลักก่อน แล้วจึงเขียนต้นตัวอักขระและปลายตัวอักขระในส่วนเชิงหรือหาง หรือไส้

(ฐ ศ ษ) การเขียนตัวอักขระบางตัวอาจมีต้นและปลายมาจดที่จุดเดียวกัน เช่น " ◌ ◌ " (ให้เขียนทิศทางตามเข็มนาฬิกา" ดังนั้นกล่าวได้ว่า อักขระไทยทุกตัวจะมีจุดเริ่มต้น และทิศทางการเขียนที่เป็นมาตรฐาน ผู้วิจัยจึงออกแบบตามหลักการนี้โดยไม่รองรับรูปแบบการเขียนที่แตกต่างออกไป

3.3.3 การกำหนดกรอบการป้อนและกฎการป้อนสำหรับพยัญชนะ

ผู้วิจัยเริ่มจากการออกแบบเมทริกซ์การป้อนของพยัญชนะก่อน เนื่องจากความถี่การใช้งานพยัญชนะคิดเป็น 59.73% และสระคิดเป็น 40.27% [23] ดังนั้นหากสามารถออกแบบการกดของทุกพยัญชนะไม่ให้ซ้ำกันได้สำเร็จแล้ว จึงทำการออกแบบเมทริกซ์การป้อนของสระ วรรณยุกต์ที่เหลือต่อไป และจากการพิจารณารูปร่างพยัญชนะแล้ว พบว่ารูปร่างมีความคล้ายคลึงกันเป็นกลุ่มๆ

จากการศึกษารูปร่างลักษณะเพื่อหาลักษณะเด่นพบว่า พยัญชนะ 44 ตัวและ "ฤ ฦ" สามารถจำแนกลักษณะเด่นได้ 11 ลักษณะดังตารางที่ 3.2 โดยมีอักขระ 11 ตัวที่ไม่ลักษณะด่น นอกจากนี้บางอักขระยังมีลักษณะเด่นมากกว่าหนึ่งจุดได้

ตารางที่ 3.2 ลักษณะเด่นของพยัญชนะ 44 ตัวและ "ฤ ฦ"

ลักษณะเด่นที่	ชื่อลักษณะเด่น	อักขระ	จำนวนอักขระ (ตัว)
1	ม้วนกลม	ฆ ฉ ฌ ฎ ฏ ฒ ณ น ม ห ฬ	11
2	ตัวหรือหางหยัก	ค ฎ ฒ ต ผ ฝ พ ฟ ย ฬ	10
3	หางสูง	ช ซ ป ฝ ฟ ศ ส พ ฮ	9
4	หัวหยัก	ข ฆ ช ฑ	4
5	ตัวแคบ	ข ข ช ช	4
6	ตัวกว้าง	ฌ ญ ฒ ณ	4
7	ยกมือ	ญ ฐ ศ ษ ส	5
8	หางต่ำ	ฎ ฏ ญ ฐ ฤ ฦ	6
9	หางตวัด	ฐ ธ ร	3
10	ไร้หัว	ก ธ	2
11	ไร้ลักษณะเด่น	ค ง จ ด ถ ท บ ภ ล ว อ	11

แต่เดิมนั้น ผู้วิจัยเคยพิจารณาว่า หางสูง หรือ หางต่ำ ที่ควรอาจจะได้ 1 แถวที่สามารถเพิ่มขึ้นมาได้ จากการไม่เว้นปุ่มพิเศษไว้เลย จะเห็นว่า หางสูงมีจำนวนมากกว่า ทั้งแต่ละตัวยังมีสถิติการใช้งานสูงกว่า หางต่ำรวมกันเสียอีก แต่สิ่งที่แตกต่างกันอย่างมากคือ พวกหางต่ำ มีปัญหาสืบจาก คู่สับสน [10] "ภ-ก-ถ" ที่ทำให้ต้องเพิ่มการกดตามหลังจากกดจุดจบของอักขระ ทำให้ พวกหางต่ำ มีภาระการกดเพิ่มขึ้นอีกเพื่อแยกแยะความเป็นอักขระ หากไม่ให้ อีก 1 แถวเพิ่ม แต่เมื่อพิจารณาถึงกฎ

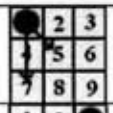
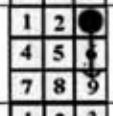
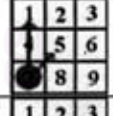
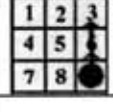
ที่เข้าใจง่าย จำนวนขั้นตอนในการคิด และการเว้นแป้นพิเศษ ทำให้ต้องตัดสินใจเลือกใช้เมทริกซ์การป้อนตายตัวคือ เมทริกซ์สี่เหลี่ยมจัตุรัสของแป้น 1-9 ดังรูปที่ 3.8 นั่นเอง

เมื่อได้กลุ่มลักษณะเด่นแล้ว ต่อไปคือการคิดถึงจุดเริ่มต้นในการกดที่จะตรงกับการเขียนมากน้อยสักแค่ไหน เนื่องจากการเขียนอักขระภาษาไทยนั้น เป็นการเขียนที่มีการยกมือน้อย (uni-stroke) มีทิศทางแน่นอนและโดยส่วนใหญ่เริ่มต้นเขียนที่หัว ดังนั้นเพื่อป้องกันปัญหาลำดับการกดจุดผิดตั้งแต่ต้น ผู้วิจัยจึงกำหนดให้การเริ่มของหัวหรือการเริ่มของการกดจะอยู่ตามตำแหน่งดังแสดงในรูปที่ 3.9

รูปที่ 3.9 แป้นเริ่มต้นของการป้อนอักขระ

หลังจากกดจุดเริ่มต้นแล้ว ก็จะมากดจุดเด่นโดยไม่ต้องคำนึงถึงลักษณะหัว เพราะว่าหัวจะมีขนาดและทิศทางที่ทำให้เกิดความสับสนมากกว่าที่จะช่วยแยกแยะความเป็นอักขระ ในการออกแบบกราฟฟิตี้ เองก็ไม่มีการเขียนหัวเช่นกัน โดยสามารถแยกอักขระออกเป็นกลุ่มของอักขระที่เริ่มกดจากแป้นต่างๆ เปรียบเทียบกับธรรมชาติของการเขียน ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 แสดงอักขระที่เริ่มกดจากแป้นเริ่มต้นเดียวกัน

แป้นหมายเลข	อักขระที่เริ่มกดจากแป้น	จำนวน (ตัว)	รูปการกด
1	ข ฃ ช ซ ฌ ฑ ท น บ ป ผ ฝ พ ฟ ม ย ษ ห ฬ	19	
3	ง	1	
4	ฉ ธ อ ฮ	4	
5	ค ฅ จ ฐ ฒ ด ต ศ	8	
7	ก ฌ ญ ฏ ฎ ณ ภ ล ส ฦ ฤ	12	
9	ร ว	2	
รวม		46	

การป้อนพยัญชนะ

ความคิดหลัก คือ การจำลองการเขียนพยัญชนะโดยลากเส้นให้เป็นเส้นตรงที่ไม่มีหัว และกดแป้นแสดงจุดเด่นเพิ่ม จากตารางที่ 3.3 เมื่อพิจารณาอักขระตามลำดับการเขียนคือ หัว ตัว และหาง ก็จะพบเพียงจุดเด่นสองอย่างเท่านั้น คือ

หยัก หมายถึง มีการเขียนคล้ายแบบใดแบบหนึ่ง ดังต่อไปนี้ในอักขระ คือ Σ , M หรือ W

ม้วน หมายถึง มีการเขียนวงกลมคล้ายการเขียนหัวกลม เพิ่มในอักขระ

ซึ่งสามารถแยกแยะได้ดังตารางที่ 3.4 ส่วนอักขระที่เหลือถือว่าไม่มีจุดเด่น

ตารางที่ 3.4 จุดเด่นของอักขระ

ตำแหน่ง	ชื่อจุดเด่น	อักขระ	จำนวน(ตัว)
หัว	หัวหยัก	ข ฆ ช ฑ	4
ตัว	ตัวหยัก	ค ฒ ต ผ ฝ พ ฟ ย ห	9
	ตัวม้วน	ฆ ฉ ฌ ฒ ฌ น ม ห ห	9
หาง	หางหยัก	ฎ	1
	หางม้วน	ฎ ฏ ห	3
ไม่มีจุดเด่น		ก ข ค ง จ ช ฐ ด ถ ท ธ บ ป ภ ร ล ว ศ ษ ส อ ฮ	22

ลักษณะของอักขระ

1. ลักษณะตัว
   - ก. ตัวปกติ ใช้เมทริกซ์การป้อนขนาด 3x3
   - ข. ตัวแคบ ได้แก่ "ข ช ซ"ใช้คอลัมน์ที่ 1 และ 2 เท่านั้น
   - ค. ตัวกว้าง ได้แก่ "ฌ ญ ฒ" ให้มองแบบบีบเป็นตัวปกติ
   - ง. ตัวหางสูง คือ การเขียนหางสูงขึ้นไปเหนือบรรทัด เช่น "ป ส" ให้ใช้แถวที่ 1 ซ้ำ
   - จ. ตัวหางต่ำ คือการเขียนหางต่ำลงไปใต้บรรทัด เช่น "ฎ" ให้ใช้แถวที่ 3 ซ้ำ
2. จุดเด่น
   - ก. จุดเด่นที่หัว
     - หัวหยัก คือ การเขียนหัวม้วนแล้วตามด้วยการเขียนเส้นหยัก เช่น "ซ"
   - ข. จุดเด่นที่ตัว
     - ตัวหยัก คือ การเขียนเส้นหยักที่ตัว เช่น "ต พ"
     - ตัวม้วน คือ การเขียนเส้นม้วนกลมที่ตัว เช่น "น"
   - ค. จุดเด่นที่หาง
     - หางหยัก คือ การเขียนเส้นหยักที่หาง คือ "ฎ"
     - หางม้วน คือ การเขียนเส้นม้วนกลมที่หาง เช่น "ห"

กฎการป้อน

1. กดแป้นแรกตรงหัว ถ้ามีจุดเด่นให้กดจุดเด่น
2. กดแป้นตามเส้นรูปเหลี่ยมจากตัวจนถึงหาง ถ้าเจอจุดเด่นให้กดจุดเด่น ทำซ้ำจนได้อักขระตัวที่ต้องการ

โดยจะขอยกตัวอย่างเช่น "บ" ใช้กฎข้อ 1 โดยกดแป้น 1 ไม่พบจุดเด่น ไปกฎข้อ 2 กดแป้น 7 ตามรูปเหลี่ยม ไม่พบจุดเด่น แต่ยังไม่ได้อักขระที่ต้องการ ทำซ้ำข้อ 2 โดยกดแป้น 9 เป็นรูปเหลี่ยมต่อไป ทำซ้ำข้อ 2 อีก โดยกดแป้น 3 แต่คราวนี้ได้อักขระที่ต้องการแล้ว คือ "บ" เป็นอันสิ้นสุด นอกจากนี้ยังมีตัวอย่างพิจารณาอื่นๆ เช่น

"ข" เป็นตัวแคบคล้ายกับ "ช" แต่ "ช" มีหัวแตกและหางสูงเพิ่ม

"ผ" เป็นตัวหยักที่ต่ำกว่า "ฟ" ส่วน "ฬ" จะมีจุดเด่นที่หางเพิ่มขึ้นมาอีก

"ย" เป็นตัวหยักเพิ่มที่ทำให้นึกถึง "บ" ที่จะไม่มีตัวหยักส่วน "ฉ" มีหัวม้วน

"ธ" จะมีการกดพับหางทำให้นึกถึง "ร" ได้

"ล" เมื่อมีหางยกมือเป็น "ส"

แต่ว่า กฎสองข้อนี้ยังไม่พอจะแยกแยะอักขระที่มีปัญหาเนื่องจากการตัดหัวได้ เช่น "ภ-ถ-ค" จึงต้องมีกฎเสริม คือ หากพบว่าเป็นยังไม่ใช่ตัวที่ต้องการ ให้ดูที่หัวว่า ตัวนั้นเป็น "หัวหน้า" หรือ "หัวหลัง" โดยจะนิยามว่า

"หัวหน้า" คือ หัวอยู่หน้าเส้นลำตัว ได้แก่ "ภ ด ฦ"

"หัวหลัง" คือ หัวอยู่หลังเส้นลำตัว คือ "ถ ค ฤ"

กฎเสริม

3. ถ้าเป็น "หัวหน้า" ให้กดแป้น 4 แต่ถ้าเป็น "หัวหลัง" ให้กดแป้น 6 (แป้น 4 อยู่ข้างหน้าแป้น 5 และ แป้น 6 อยู่ข้างหลังแป้น 5)

" ก-ภ-ถ" เมื่อกดครบรูปร่างแล้วจะได้ "ก" ทันที หากต้องการ "ภ" ให้กด 4 เพิ่ม และหากต้องการ "ถ" กด 6 เพิ่ม

"ค-ค" เมื่อกดครบรูปร่างแล้วจะได้ "ค" ทันที หากต้องการ "ค" ให้กด 6 ทั้งนี้เพราะ "ค" มีความถี่การใช้งานน้อยกว่า "ค" รวมทั้ง "ค" ที่มีความถี่การใช้งานน้อยกว่า "ต"

สุดท้ายคือ "ฆ" ซึ่งเป็นตัวยกเว้นเพราะเป็นตัวกว้างพิเศษ จะให้มองเป็นรูป "ต" แบบสองคอลัมน์ก่อน แล้วจึงใช้กฎการป้อนต่อไป

แบบแผนการกดของอักขระทั้ง 69 ตัวนี้ มีแสดงไว้ในภาคผนวก ค

กล่าวได้โดยสรุปว่า วิธีใหม่นี้ผู้ใช้สามารถใช้จินตนาการสำหรับการป้อนพยัญชนะได้ คือ พยายามมองการเขียนให้เป็นการกดแป้น คล้ายการกดจุดต่อจุดตามเส้นจุดไข่ปลาของแต่ละพยัญชนะ แต่เนื่องจากบางจุดไม่สำคัญต่อการแยกแยะความแตกต่าง จึงให้เหลือแต่เพียงการกดจุด

ต้นและจุดท้ายของเส้นตรงเท่านั้น และลากด้วยเส้นตรงเชื่อมจุดหัวมุมต่างๆ จนครบ ถ้าอักขระใดมีจุดเด่นเพิ่ม ก็เพียงแต่กดแป้นเพิ่มตรงตามตำแหน่งที่ปรากฏ

3.3.4 การกำหนดกรอบการป้อนและกฎการป้อนสำหรับสระและวรรณยุกต์

เมื่อเปรียบเทียบรูปร่างของพยัญชนะกับสระแล้ว พบว่า สระมีความแตกต่างออกไปจากพยัญชนะ ทั้งในแง่ขนาด ลักษณะที่ไม่คล้ายกับพยัญชนะ แต่มีคล้ายกันภายในกลุ่มสระด้วยกันมากกว่า ทำให้การป้อนสระนั้น ไม่อาจใช้กฎเดียวกับกฎการป้อนพยัญชนะได้ แต่ใช้วิธี การมองอักขระให้เต็มเมทริกซ์การป้อน แล้วกดแป้นให้เกิดเส้นทางที่คล้ายรูปร่างอักขระนั้น โดยไม่สนใจจุดเด่นเหมือนกรณีพยัญชนะ ซึ่งแสดงเมทริกซ์การป้อนได้ดังรูปที่ 3.10

รูปที่ 3.10 กรอบการป้อนสระ วรรณยุกต์ และเครื่องหมาย

เมทริกซ์การป้อน

1.ถ้าเป็นอักขระที่อยู่ในบรรทัด 10 ตัว คือ "ะ ำ เ แ โ ไ ใ ๆ" ให้ใช้เมทริกซ์แคบเหมือนพยัญชนะตัวแคบ คือ 3 แถว กับ 2 คอลัมน์หน้า ดังรูปที่ 3.10

2.ถ้าเป็นอักขระที่อยู่เหนือหรือใต้บรรทัด 13 ตัว คือ "[illegible]" ให้ใช้เมทริกซ์สั้น คือ 2 แถวบน กับ 3 คอลัมน์ ดังรูปที่ 3.10

กฎการป้อน

1.กดแป้นแรกตรงหัว

2.กดแป้นตามเส้นรูปเหลี่ยมจากตัวจนถึงหาง ทำซ้ำจนได้อักขระตัวที่ต้องการ

เช่น "เ" กดแป้น 7 ตามกฎข้อ 1 และกดแป้น 1 ตามกฎข้อ 2 ได้อักขระที่ต้องการ จึงจบ สามารถดูแบบแผนการกดของสระ วรรณยุกต์ เครื่องหมาย ได้ในภาคผนวก ค

3.4 การวัดผล

เมื่อพบว่าสระที่ได้มีการกดไม่ซ้ำกัน และไม่ซ้ำกับการกดของพยัญชนะแล้ว จึง ลองวัด ค่าเคเอสพีซีในเบื้องต้น ที่สามารถใช้วัดประสิทธิภาพในเบื้องต้นของการออกแบบได้ดี [6] โดยพื้นฐานแล้วเคเอสพีซีเท่ากับ1.00 สำหรับแผงแป้นพิมพ์อักขระภาษาอังกฤษแบบ QWERTY แต่สำหรับแผงแป้นพิมพ์ภาษาไทยแบบเกษมณีจะมีค่าเคเอสพีซีเท่ากับ 1.05 โดยหาได้จาก

$$KSPC = \sum_{i=1}^{69} P_i \times n_i$$

P_i คือความน่าจะเป็นของอักขระที่ถูกใช้งาน โดยได้จาก [23]

n_i คือจำนวนครั้งของการกดต่อหนึ่งอักขระ

i คืออักขระภาษาไทย 69 ตัวที่พิจารณา

อธิบายได้ว่า ตัวแบบเคเอสพีซีนั้นประเมินความเร็วจาก จำนวนการกดเป็นหลัก ซึ่งโทรศัพท์เคลื่อนที่นั้น ก็สามารถคำนวณค่าเอเอสพีซีได้เช่นเดียวกับแป้นพิมพ์ โดยค่าเคเอสพีซีสำหรับแผงแป้นภาษาอังกฤษนั้นจะมีค่าเคเอสพีซีเท่ากับ 2.03 และสำหรับวิธีใหม่นี้คำนวณค่าเคเอสพีซี เปรียบเทียบกันดังตารางที่ 3.5

ตารางที่3.5 ค่าเคเอสพีซี ของวิธีต่างๆ เปรียบเทียบกัน

อันดับที่	วิธี	เคเอสพีซี
1	เมทริกซ์ไทย	2.00
2	มัลติแท็ป	3.27
3	ลำดับจุดเด่น(ประยุกต์)	3.45
3	ลำดับจุดเด่น	4.02
4	ไทยเอสเอ็มเอสทู	4.39

ที่จริงแล้วยังสามารถทำการประยุกต์วิธีลำดับจุดเด่นได้ เนื่องจากแบบแผนการกดของอักขระหลายๆ ตัว เมื่อกดไปก่อนจะสิ้นสุดก็แตกต่างกับอักขระตัวอื่นแล้วจึงไม่จำเป็นต้องกดจนครบตามแบบแผนที่กำหนด เช่น “ย” มีแบบแผนการกดเป็น 144793 แต่จริงๆแล้วกดแค่ 14 ก็ไม่ซ้ำอักขระตัวอื่นแล้ว ดังนั้นกด 2 แป้นก็เพียงพอสำหรับตัว “ย” และเมื่อสนใจเฉพาะอักขระ 66 ตัวที่จะนำไปประยุกต์ใช้จริงโดยตัด “ฃ ฅ ฎ” ออกแล้วทำให้ “ช”ไม่มีลำดับซ้ำกับ “ฃ” ทำให้ “ช” เหลือการกดแค่ 1178 ก็จะได้ “ช” แล้ว เป็นต้น ทั้งหมดนี้ทำให้ค่าเคเอสพีซีลดลงเป็น 3.45 ซึ่งเกือบจะเปรียบเทียบได้กับวิธีมัลติแท็ปเลยทีเดียว

จากค่าเคเอสพีซี ดังกล่าวอาจบอกได้ว่า ในเบื้องต้นของการออกแบบ ยังพอมีทางเป็นไปได้แม้ว่าค่าที่ได้จะห่างกับอันดับที่ดีที่สุด (เมทริกซ์ไทย) ถึงเท่าตัว แต่หากพิจารณาถึงปัจจัยหลักของการป้อนข้อความคือความจำได้แล้ว ผู้วิจัยคาดหวังว่าวิธีใหม่จะจำได้ง่ายกว่าวิธีใดๆ ได้มากแล้วจะส่งผลต่อความเร็วได้เมื่อได้ทำการทดลองจริง

3.5 การทดลอง

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงการทดลอง โดยเริ่มจาก การเลือกคัดเลือกข้อความตัวอย่าง การการออกแบบการทดลอง การออกแบบโปรแกรมทดลอง

3.5.1 การคัดเลือกข้อความตัวอย่าง

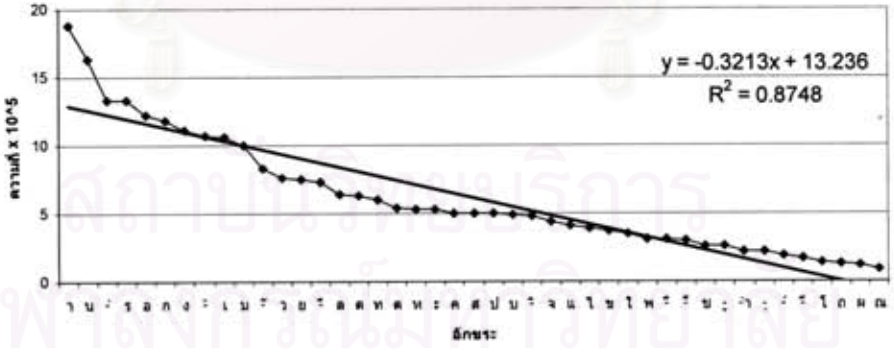
เนื่องจากภาษาไทยยังไม่มีกลุ่มตัวอย่างประโยคทดสอบมาตรฐาน เหมือนอย่างภาษาอังกฤษ [24] ผู้วิจัยจึงเลือกสถิติภาษาไทยจาก [23] นำมาประยุกต์เป็นกลุ่มข้อความตัวอย่าง 300 อักขระโดยพิจารณาดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 จำนวนการส่งข้อความผ่านเว็บไซต์แบบไม่เสียค่าบริการ

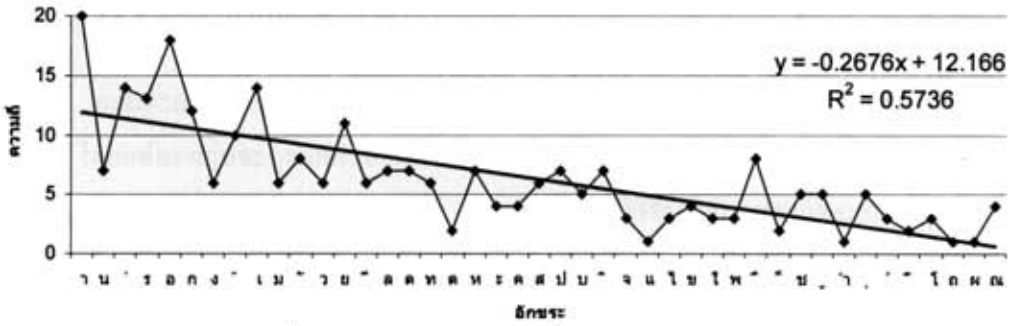
เว็บไซต์ที่ให้ส่งข้อความสั้น	จำนวนอักขระ(ไทย)	จำนวนอักขระ(อังกฤษ)
http://www.happy.co.th	54	144
http://www.tttonline.net	65	155
http://www.smsezyprice.com	55	140

ข้อความสั้นและกลาง พิจารณาจากข้อความสั้นใช่บ่อย 87 ประโยค โดยแบ่งความยาวเป็น 2 ระดับ คือ ข้อความสั้น 100 อักขระ และข้อความกลางอีก 100 อักขระ แล้วเลือกออกมาทีละประโยคโดยพยายามไม่เอาคำที่มีในประโยคที่ได้เลือกไว้แล้ว (ปกติข้อความสั้นส่วนมากจะมีความยาวสำหรับภาษาไทย 70 อักขระ และภาษาอังกฤษ 160 อักขระหากเกินกว่านั้นจะเรียก Long SMS)

ข้อความยาว พิจารณาจาก สถิติคำที่ใช้มากที่สุด 10,000 คำแรก โดยค้นหาอักขระที่ยังไม่ถูกใช้จาก 200 อักขระข้างต้น แล้วนำมาค้นหาว่า อักขระเหล่านั้นหากเป็นคำที่ใช้บ่อยที่สุด จะเป็นคำใด 5 อันดับแรกเก็บไว้ แต่เลือกใช้เพียง 1 คำเท่านั้น โดยนำเอาคำเหล่านั้นมาประกอบกันเป็นข้อความโดยรวมกับคำเชื่อมอย่างง่าย เพื่อให้ดูเป็นข้อความที่อ่านเข้าใจได้ ทั้งสองข้อความมีความยาวประมาณ 50 รวมเป็น 100 อักขระ ทั้งหมดรวมแล้ว 299 อักขระ แต่จะประมาณให้เป็น 300 อักขระเพื่อความง่ายในการคำนวณ ต่อไป เมื่อนำไปหาความถี่แล้วได้เส้นกราฟมีลักษณะแนวโน้มแบบเดียวกับกราฟความถี่ของอักขระ[8] ดังรูปที่ 3.11 และ 3.12



รูปที่ 3.11 การกระจายความถี่ของอักขระ 26,518,634 อักขระ



รูปที่ 3.12 การกระจายความถี่ของอักขระ 300 อักขระ

ค่า R^2 คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ยกกำลังสอง ชี้ถึงเปอร์เซนต์ของความแปรปรวนที่สามารถอธิบายด้วยสมการเส้นตรงที่ได้ จากรูป 3.11 จะได้ว่า สมการที่ได้ สามารถอธิบายการกระจายตัวของอักขระดังกล่าวได้ที่ ความเชื่อมั่น 87.48 % ทั้งหมดนี้ทำให้ได้ข้อความตัวอย่าง 18 ข้อความที่มีความยาวและยากต่างกันไป ดังแสดงในตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 ข้อความตัวอย่าง 18 ข้อความ รวม 300 อักขระ

ลักษณะข้อความ	ความยาว (อักขระ)	ข้อความ
ข้อความสั้น (ง่าย) (รวม 100 อักขระ)	6-15	รักจ้ะ(6), หิวมั้ย(7), โชคดีนะ(7), ขอบคุณมาก(9), ขอโทษจริงๆ(10), ทำอะไรอยู่(10), อรุณสวัสดิ์(11), กรุณาโทรกลับ(12), เป็นยังไงบ้าง(13), สบายดีหรือเปล่า(15)
ข้อความสั้น (ยาก) (รวม 100 อักขระ)	16-27	ช่วยเช็คเมล์ด้วย(16), ขับรถอยู่หรือเปล่า(18), อย่าลืมของที่ฝากซื้อ(20), เมื่อกี้ปิดเครื่องเหรอ(22), อยู่มหาวิทยาลัยหรือเปล่า(24)
ข้อความยาว(ยาก) (รวม 99 อักขระ)	28-40	ศึกษาพัฒนากฎเกณฑ์ตุ๊กตุ๊กไฟฟ้า(30), เพชฌฆาตชาวฮินดูนึกปฏิเสธเอาดื้อๆ(32), เฉพาะแต่ป๋าผู้ใหญ่ในรัฐสภาที่สนใจกีฬา(37)

การทำเช่นนี้ อาศัยหลักการสร้างข้อความ [24] แต่เนื่องจากการออกแบบนี้ ต้องการผลยังไปถึงการป้อนข้อความทั่วๆ ไปด้วย จึงต้องสร้างข้อความที่มีคำแตกต่างกัน และความยาวที่มากกว่าโดเมนข้อความสั้นที่สนใจเพียงอย่างเดียว โดยข้อความทั้งหมดนี้ จะเป็นการทดสอบเพื่อหาความแตกต่างที่อาจเกิดจากตัวแปร คือ ความยาวของข้อความที่ต่างกัน และความยากง่ายของอักขระที่ต่างกันด้วย

3.5.2 การออกแบบการทดลอง

กลุ่มตัวอย่างคาดหวังขนาด 30 คนจะถูกแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มหลัก เพื่อเปรียบเทียบกลุ่มละ 2 วิธี โดยแต่ละกลุ่มจะถูกแยกออกเป็นสองแบบคือ แบบแรกให้เริ่มทดลองวิธีอื่นก่อนวิธีลำดับจุดเด่น และแบบที่สองให้เริ่มทดลองวิธีลำดับจุดเด่นก่อนวิธีอื่น โดยแต่ละวิธีจะทดลอง 5 วัน จึงสามารถแบ่งกลุ่มทดลองคาดหวัง ดังตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 การแบ่งกลุ่มเพื่อเปรียบเทียบวิธีก่อนและหลัง

กลุ่มที่		
1	วิธีแท็ปก่อนวิธีลำดับจุดเด่น	วิธีลำดับจุดเด่นก่อนวิธีแท็ป
2	วิธีไทยเอสเอ็มเอสทูก่อนวิธีลำดับจุดเด่น	วิธีลำดับจุดเด่นก่อนวิธีไทยเอสเอ็มเอสทู
3	วิธีเมทริกซ์ไทยก่อนวิธีลำดับจุดเด่น	วิธีลำดับจุดเด่นก่อนวิธีเมทริกซ์ไทย

สมมุติฐานการทดลองนี้จะมุ่งเน้นความจำเป็นหลัก จึงต้องออกแบบการทดลองที่สามารถวัดความจำได้ โดยจะเป็นการวัดความจำระยะยาว ทำให้การทดลองนี้ต้องมีการ ทำ หยุดพัก (นอนหลับ) ให้พ้นรอบ 1 วัน ทำอย่างนี้อยู่ 5 วันต่อ 1 วิธี และเนื่องจากผู้ทดลองต้องทดสอบเปรียบเทียบ 2 วิธีด้วยกัน จึงต้องเป็นการทดลอง 10 วัน โดยสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 สรุปงานการทดลอง 10 วัน

เปรียบเทียบวิธี A-Bใดๆ	ทดลองย่อย ส่วนที่					
	0.เรียนรู้	1.สอบถาม	2.ความพร้อม	3.ข้อความ	4.จำได้	5.คิดเห็น
วันที่	2-10 นาที	5-8 นาที	5-20 นาที	15-30 นาที	3-8 นาที	1-2 นาที
1	A	1	A	-	-	-
2	-	-	A	A	-	-
3	-	-	-	A	-	-
4	-	-	-	A	-	-
5	-	-	-	A	A	-
6	B	-	B	-	-	-
7	-	-	B	B	-	-
8	-	-	-	B	-	-
9	-	-	-	B	-	-
10	-	-	-	B	B	1

สัญลักษณ์ของสิ่งที่ต้องกระทำ
1 คือ ต้องทำไม่ขึ้นกับวิธี
A,B คือ ต้องทำตามวิธี A หรือ B
- คือ ไม่ต้องทำ

เช่น สมมุติ ว่าผู้ทดลองผู้หนึ่งได้รับมอบหมายให้ทำการทดลอง Tap-Me (แสดงว่า A=Tap และ B=Me) ก็จะหมายถึง ต้องทดลองวิธี Tap 5 วันติดกันก่อน แล้วจึงไปทดลองวิธี Me ต่ออีก 5 วัน โดยในแต่ละวันจะมีการทดลองย่อยให้ทำตามหมายเลข 0-5 คือ

วันที่ 1 ต้องทำส่วน 0.เรียนรู้วิธีการป้อนข้อความวิธี Tap แล้วทำส่วน 1.แบบสอบถาม แล้วทำส่วน 2.ทดสอบความพร้อมวิธี Tap (3,4 และ 5 ไม่ต้องทำ)

วันที่ 2 ต้องทำส่วน 2.ทดสอบความพร้อม แล้วจึงทำส่วน 3.ทดสอบข้อความจริงวิธี Tap

วันที่ 3 ต้องทำส่วน 3.ทดสอบข้อความจริง

วันที่ 4 ต้องทำส่วน 3.ทดสอบข้อความจริง

วันที่ 5 ต้องทำส่วน 3.ทดสอบข้อความจริง แล้วทำส่วน 4.ทดสอบความจำได้วิธี Tap เป็นอันจบในส่วนวิธี Tap

วันที่ 6 เริ่มวิธีใหม่ ต้องทำส่วน 0.เรียนรู้วิธีการป้อนข้อความวิธี Me แล้วทำส่วน 2.ทดสอบความพร้อมวิธี Me

วันที่ 7 ต้องทำส่วน 2.ทดสอบความพร้อม แล้วจึงทำส่วน 3.ทดสอบข้อความจริงวิธี Me

วันที่ 8 ต้องทำส่วน 3.ทดสอบข้อความจริง

วันที่ 9 ต้องทำส่วน 3.ทดสอบข้อความจริง

วันที่ 10 ต้องทำส่วน 3.ทดสอบข้อความจริง แล้วทำส่วน 4.ทดสอบความจำได้วิธี Me เป็นอันจบในส่วนวิธี Me สุดท้ายต้องทำส่วน 5.ทดสอบถามความคิดเห็น ถือเป็นการจบการทดลองโดยสมบูรณ์

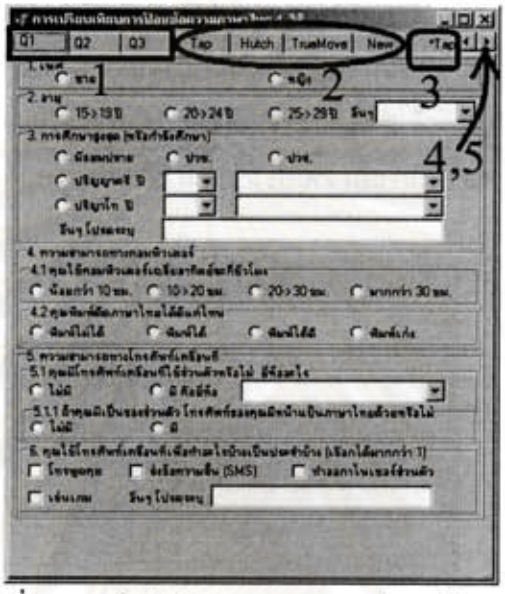
ผู้ทดลองใช้วิธีส่งโปรแกรมและคู่มือการทดลองแนบไปทางไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ แม้ด้วยวิธีนี้ จะทำให้ขอร้องผู้ทดลองได้จำนวนมาก แต่ก็มีปัญหาอยู่มาก เช่น การที่ผู้ทดลองไม่อยากอ่านคู่มือ หรือ อยากเปิดโปรแกรมขึ้นมาแล้วลองเล่นเองเลย หรือ คิดว่าจะทดลองแบบนั้นแบบนี้เอาเอง หรือผู้ทดลองทำการทดลองวันเว้นสองวัน สามวัน หรือทำทดลองหลายๆ วันในวันเดียว กระทั่งเลิกทดลองกลางคัน แต่ก็ยังมีผู้ทดลองส่วนหนึ่งที่เข้าใจการทดลองแบบนี้ ถึงกับยินดีทดลองในช่วงเวลาที่แน่นอนในแต่ละวันเช่นกัน

3.5.3 การออกแบบโปรแกรมทดลอง

โปรแกรมจะประกอบด้วย 5 ส่วนหลักคือ 1)ส่วนแบบสอบถาม 2)ส่วนทดสอบความพร้อม 3)ส่วนทดสอบข้อความจริงซึ่งจะมี * นำหน้าชื่อวิธี 4)ส่วนทดสอบความจำได้ และ5)ส่วนถามความคิดเห็นหลังใช้งาน ทุกส่วนจะเก็บข้อมูลการกดที่สัมพันธ์กับเวลาที่ใช้เสมอ

1.ส่วนแบบสอบถาม

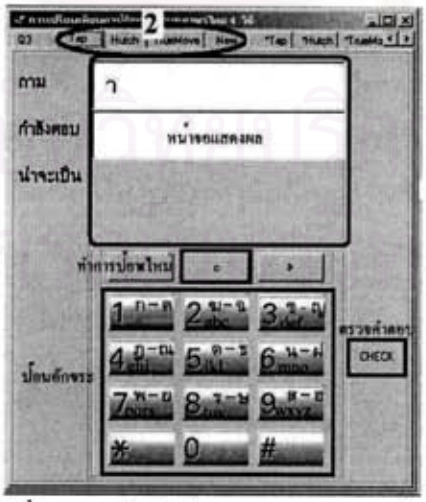
ใช้เพื่อสอบถามข้อมูลเบื้องต้นของผู้ทดลองอันได้แก่ ชื่อ เพศ อายุ ระดับการศึกษา ความสามารถทางคอมพิวเตอร์ และความสามารถในการใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ เป็นต้น ดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.13 หน้าต่างส่วนแบบสอบถามข้อมูลผู้ทดลอง

2.ส่วนทดสอบความพร้อม

ใช้เพื่อทดสอบการเรียนรู้ และให้ผู้ใช้ปรับตัวเข้ากับการกดปุ่มด้วยเมาส์ โดยมีหน้าต่างโปรแกรม ดังรูปที่ 3.14

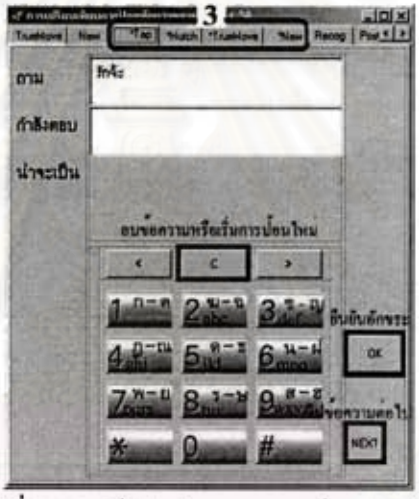


รูปที่ 3.14 หน้าต่างส่วนทดสอบความพร้อม

โดยช่อง "ถาม" จะแสดงอักขระขึ้นมาถามทีละตัว เรียงตามลำดับสถิติการใช้งานสูงสุดทั้งหมด 64 ตัว ช่อง "กำลังตอบ" จะแสดงอักขระที่ท่านจะตอบให้ตรงกับช่อง "ถาม" ส่วนช่อง "น่าจะเป็น" จะแสดงอักขระที่เป็นไปได้จากการกดปุ่มใดๆ เมื่อผู้ทดลองป้อนผิดยังสามารถกด ปุ่ม c (cancel) เพื่อการป้อนใหม่ แต่หากป้อนถูกแล้ว ผู้ทดลองสามารถกดปุ่ม CHECK ใช้ตรวจคำตอบทันทีโดยไม่รอการตรวจอัตโนมัติ จากตัวนับเวลาถอยหลัง (2 วินาที) แต่ถ้าตอบผิดแล้ว จะถูกถามซ้ำ และมีโอกาสตอบผิดไม่เกิน 3 ครั้ง หากเกินกว่านั้น โปรแกรมจะเฉลยลำดับการกดที่ถูกต้องแล้วบันทึก อักขระที่ผิดเหล่านี้ เพื่อนำมาถามใหม่เป็นรอบๆ จนกว่าจะตอบถูก

3.ส่วนทดสอบข้อความจริง

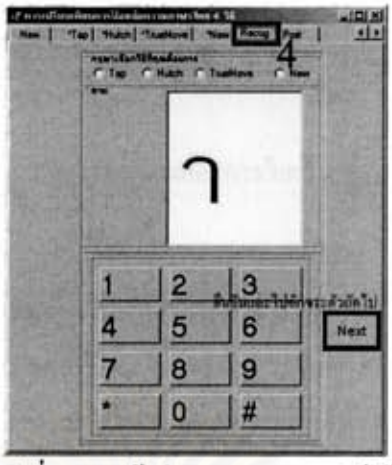
จะมีหน้าต่างคล้ายกับส่วนทดสอบความพร้อม แต่ช่อง "ถาม" จะใช้ในการถามเป็นประโยค ดังรูปที่ 3.15 โดยผู้ใช้จะทำการป้อนอักขระทีละตัวแล้วกดแป้น OK เพื่อยืนยันอักขระหรือรอการหน่วงเวลาให้หมด (1.5วินาที) และปุ่ม NEXT เพื่อไปยังข้อความถัดไป โดยข้อความจะค่อยๆ ยาวขึ้นและยากขึ้นตามลำดับ



รูปที่ 3.15 หน้าต่างส่วนทดสอบข้อความจริง

4.ส่วนทดสอบความจำได้

ผู้ทดลองจะถูกถามทีละอักขระเหมือนส่วนที่ 2 (ส่วนทดสอบความพร้อม) แต่ว่าคราวนี้จะไม่มีอักขระแสดงหน้าแป้น ดังรูปที่ 3.16 และไม่มีการตรวจคำตอบเกิดขึ้น หากตอบไม่ได้ให้กดปุ่ม NEXT เพื่อไปยังอักขระตัวถัดไป หรือรอตัวนับเวลาถอยหลังก็ได้ (2 วินาที)



รูปที่ 3.16 หน้าต่างทดสอบความจำได้

5.ส่วนถามความคิดเห็นหลังใช้งาน

ผู้ทดลองจะประเมินความรู้สึกของตนเองต่อวิธี ที่ท่านได้รับมอบหมาย โดยได้รับนิยามจากผู้วิจัยดังนี้

จำง่าย หมายถึง ถึงวันนี้แล้วท่านมั่นใจว่าจำได้ และคงลืมได้ยาก

ใช้ง่าย หมายถึง เมื่อลองใช้ดูแล้ว ไม่ยุ่งยากซับซ้อน ไม่นึกติดขัด กดแล้วได้ผลตามที่คิด

เร็ว หมายถึง เมื่อลองป้อนดูแล้ว มีความคล่องตัว เร่งได้ความเร็วได้ง่าย ไม่ผิดพลาด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการทดลองและการวิเคราะห์

บทนี้จะนำเสนอผลการทดลองในเรื่องความจำง่าย ความเร็ว ความถูกต้อง และความคิดเห็น พร้อมการใช้สถิติทดสอบผลที่ได้ โดยจะเริ่มการวิเคราะห์ความจำง่ายที่เป็นประเด็นหลักของการออกแบบครั้งนี้ แล้วจึงวิเคราะห์ความเร็วและความถูกต้อง และความคิดเห็นตามลำดับ

4.1 การเปรียบเทียบความจำง่าย

ความจำง่าย หมายถึง การที่ผู้ทดลองทำการเรียนรู้วิธีการป้อนข้อความแล้ว นำความเข้าใจนั้นสู่ความจำระยะยาว ทำให้สามารถป้อนข้อความได้เมื่อถูกถามให้ป้อนข้อความอีกครั้ง

ผลการทดสอบถามอักขระ 66 ตัว กับผู้ทดลอง 25 คน (รายละเอียด ข้อมูลผู้ทดลอง แสดงในภาคผนวก จ) นับจำนวนการตอบถูกได้ดังตารางที่ 4.1 (กำหนดให้ Tap=วิธีมัลติแท็ป, Tsms=วิธีไทยเอสเอ็มเอสทู, Matrix=วิธีเมทริกซ์ไทย, Me=วิธีลำดับจุดเด่น)

ตารางที่ 4.1 จำนวนการตอบถูกเพราะจำได้จากอักขระ 66 ตัว

	กลุ่มที่ 1		กลุ่มที่ 2		กลุ่มที่ 3	
ผู้ทดลองที่	Tap	Me	Tsms	Me	Matrix	Me
1	14	56	38	56	42	61
2	55	55	38	56	59	65
3	31	54	37	60	15	32
4	14	56	24	35	27	35
5	31	52				
6	57	59	56	65	58	63
7	12	60	42	64	64	65
8	31	63	17	54	51	55
9	12	57	35	59	21	63
ค่าเฉลี่ย	**29**	**57**	**35.88**	**56**	**42**	**55**
ส่วนเบี่ยงเบน	**18**	**3**	**11.66**	**9.4**	**19**	**14**
ต่ำสุด	**12**	**52**	**17**	**35**	**15**	**32**
สูงสุด	**57**	**63**	**56**	**65**	**64**	**65**

ผู้ทดลองคนที่ 1-5 ใน 5 ส่วนแรกนั้น คือผู้ที่ทำทดลองวิธีอื่นก่อนวิธีลำดับจุดเด่น ส่วนผู้ทดลองคนที่ 6-10 ใน 5 ส่วนหลังนั้น คือผู้ที่ทำทดลองวิธีลำดับจุดเด่นก่อนวิธีอื่น จะเห็นได้อย่าง

ชัดเจนว่า ค่าเฉลี่ยการตอบถูกของวิธีลำดับจุดเด่นนั้นมากกว่าวิธีอื่น พร้อมด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่น้อยกว่าด้วย เมื่อพิจารณาค่าต่ำสุดที่ตอบได้ก็จะพบว่า วิธีลำดับจุดเด่นมีค่ามากกว่าอย่างน้อยเป็นสองเท่าของค่าต่ำสุดของวิธีอื่นๆ และนอกจากนี้ค่าสูงสุดของวิธีลำดับจุดเด่นก็ยังมากกว่าวิธีอื่นๆ ด้วย และเข้าใกล้ 66 ตัวซึ่งเท่ากับว่าเกือบจำได้ทั้งหมดเลยทีเดียว

หลังจากนั้น ก็ได้ทำการวิเคราะห์ทางสถิติ โดยตั้งสมมุติฐานดังนี้

H_0: $\mu = \mu_0$ การตอบถูกของทั้งสองวิธีไม่มีความแตกต่างกัน

H_1: $\mu_1 < \mu_0$ การตอบถูกของวิธีมัลติแท็ปน้อยกว่าวิธีลำดับจุดเด่น

H_2: $\mu_2 < \mu_0$ การตอบถูกของวิธีไทยเอสเอ็มเอสทูน้อยกว่าวิธีลำดับจุดเด่น

H_3: $\mu_3 < \mu_0$ การตอบถูกของวิธีเมทริกซ์ไทยน้อยกว่าวิธีลำดับจุดเด่น

เราจึงทำการทดสอบสมมุติฐาน โดยจะทำการหาค่าที แต่จำต้องรู้ค่าความแปรปรวนก่อนจึงจะรู้ได้ว่าจะใช้สูตรหาค่าทีสูตรใดกันแน่ ซึ่งสามารถหาความแปรปรวนได้จากการทดสอบเอฟ ซึ่งได้ค่า ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบความแปรปรวนของการตอบถูกของวิธีต่างๆ เทียบกับวิธีลำดับจุดเด่น

	Tap	Me	Tsms	Me	Matrix	Me
ค่าเฉลี่ย	28.56	56.89	35.88	56.13	42.13	54.88
ความแปรปรวน	312.28	11.11	135.84	87.84	357.84	184.70
จำนวนตัวอย่าง	9	9	8	8	8	8
องศาเสรี	8	8	7	7	7	7
ค่าเอฟ	28.10		1.55		1.94	
P(F<=f) หางเดียว	0.000		0.290		0.201	
ค่าเอฟวิกฤต หางเดียว	3.44		3.79		3.79	

จากตารางที่ 4.2 วิธีมัลติแท็ปกับวิธีลำดับจุดเด่น มีความแปรปรวนแตกต่างกันเนื่องจากค่าเอฟมากกว่าค่าเอฟวิกฤต (28.10>3.44) ที่นัยสำคัญ 0.05 ทำให้การคำนวณหาค่าที ต้องใช้สูตรเงื่อนไขความแปรปรวนไม่เท่ากัน ส่วนวิธีไทยเอสเอ็มเอสทูกับวิธีลำดับจุดเด่นและวิธีเมทริกซ์ไทยกับวิธีลำดับจุดเด่น มีความแปรปรวนเท่ากัน เนื่องจากมีค่าเอฟน้อยกว่าค่าเอฟวิกฤต (1.55<3.79, 1.94<3.79) ที่นัยสำคัญ 0.05 ทำให้การคำนวณหาค่าที ต้องใช้สูตรเงื่อนไขความแปรปรวนเท่ากัน ทั้งหมดนี้ทำการคำนวณค่าทีได้ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 การคำนวณค่าทีของการตอบถูก

	Tap	Me	Tsms	Me	Matrix	Me
ค่าเฉลี่ย	28.56	56.89	35.88	56.13	42.13	54.88
ความแปรปรวน	312.28	11.11	135.84	87.84	357.84	184.70
จำนวนตัวอย่าง	9	9	8	8	8	8
องศาเสรี	9		14		14	
ค่าที	-4.73		-3.83		-1.55	
P(T<=t) หางเดียว	0.001		0.001		0.072	
ค่าทีวิกฤต หางเดียว	2.82		2.62		1.35	

จากผลในตารางที่ 4.3 การเปรียบเทียบระหว่างวิธีมัลติแท็ปและวิธีลำดับจุดเด่น จะเห็น ค่าทีมีค่ามากกว่าค่าทีวิกฤต (เครื่องหมายลบแสดงถึงทิศทาง ว่าค่าเฉลี่ยของตัวแปรแรก น้อยกว่าค่าเฉลี่ยของตัวแปรหลัง) คือ 4.73>2.82 และ ค่าพีมีค่าน้อยกว่าค่านัยสำคัญ คือ 0.001<0.01 ดังนั้นจึงต้องปฏิเสธสมมุติฐานกลาง และยอมรับสมมุติฐานทางเลือกคือ H_1 คือ การตอบถูก ของวิธีมัลติแท็ป น้อยกว่าวิธีลำดับจุดเด่น

การเปรียบเทียบระหว่างไทยเอสเอ็มเอสทูและวิธีลำดับจุดเด่น จะเห็น ค่าทีมีค่ามากกว่าค่าทีวิกฤต คือ 3.83>2.62 และ ค่าพีมีค่าน้อยกว่าค่านัยสำคัญ คือ 0.001<0.01 ดังนั้นจึงต้องปฏิเสธสมมุติฐานกลางและยอมรับสมมุติฐานทางเลือกคือ H_2 คือการตอบถูกของวิธีไทยเอสเอ็มเอสทูน้อยกว่าวิธีลำดับจุดเด่น

การเปรียบเทียบระหว่างเมทริกซ์ไทยและวิธีลำดับจุดเด่น จะเห็น ค่าทีมีค่ามากกว่าค่าทีวิกฤต คือ 1.55>1.35 และ ค่าพีมีค่าน้อยกว่าค่านัยสำคัญ คือ 0.072<0.1 ดังนั้นจึงต้องปฏิเสธสมมุติฐานกลางและยอมรับสมมุติฐานทางเลือกคือ H_3 คือ การตอบถูกของเมทริกซ์ไทยน้อยกว่าวิธีลำดับจุดเด่น

สรุปได้ว่า วิธีลำดับจุดเด่นมีการตอบถูกมากกว่า วิธีมัลติแท็ป วิธีไทยเอสเอ็มเอสทู และวิธีเมทริซ์ไทย ด้วยความเชื่อมั่น 0.99, 0.99 และ 0.90 ตามลำดับ ซึ่งการที่มีการตอบถูกมากกว่านั้น ก็แสดงให้เห็นว่า ผู้ทดลองสามารถจำได้ดีกว่า ว่าตัวอักขระใดกดอย่างไรนั่นเอง

4.2 การเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการป้อนข้อความ

ผู้ทดลองจะมีข้อมูลเวลาที่ใช้ในการป้อนข้อความทั้งหมดในแต่ละวันเป็นวินาที ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 เวลารวมที่ใช้ในการป้อนข้อความของแต่ละวิธี ทั้งสิ้น 4 วัน

	วิธีมัลติแท็ป								วิธีลำดับจุดเด่น							
	d1	d2	d3	d4	mean	sd	min	max	d1	d2	d3	d4	mean	sd	min	max
u1	1136	779	755	934	901.00	175.61	755	1136	1368	1116	904	903	1072.75	220.86	903	1368
u2	1084	1087	1103	1031	1076.25	31.30	1031	1103	1278	912	780	811	945.25	228.88	780	1278
u3	1557	3050	2038	1477	2030.50	723.42	1477	3050	1501	1374	1230	1166	1317.75	149.97	1166	1501
u4	1482	1048	868	908	1076.50	281.13	868	1482	1105	1040	849	870	966.00	126.10	849	1105
u5	934	892	2022		1282.67	640.63	892	2022	880	821	845		848.67	29.67	821	880
u1	1018	1366	934	710	1007.00	272.36	710	1366	1466	997	987	833	1070.75	273.98	833	1466
u2	1493	1016	1014	894	1104.25	265.37	894	1493	1915	974	1252	997	1284.50	438.81	974	1915
u3	1317	953	798	1598	1166.50	360.66	798	1598	1205	1702	1174	1030	1277.75	292.93	1030	1702
u4	1202	2112	1321	1588	1555.75	404.43	1202	2112	1881	3261	1683	1433	2064.50	818.46	1433	3261
mean	1247.00	1367.00	1205.89	1142.50	**1243.40**				1399.89	1355.22	1078.22	1005.38	**1215.51**			
sd	225.85	744.45	497.10	354.07		**482.88**			339.58	763.60	287.82	208.96		**471.54**		
min	934	779	755	710			**710**		880	821	780	811			**780**	
max	1557	3050	2038	1598				**3050**	1915	3261	1683	1433				**3261**

	วิธีไทยเอสเอ็มเอสทู								วิธีลำดับจุดเด่น							
	d1	d2	d3	d4	mean	sd	min	max	d1	d2	d3	d4	mean	sd	min	max
u1	1491	1228	835	939	1123.25	296.23	835	1491	1232	1089	1080	975	1094.00	105.56	975	1232
u2	1876	1147	1038	854	1228.75	448.12	854	1876	1006	992	933	909	960.00	46.44	909	1006
u3	2235	1273	909	764	1295.25	662.08	764	2235	1528	964	1558	1326	1344.00	273.48	964	1558
u4	2343	2488	1937	1443	2052.75	468.64	1443	2488	1205	1069	1276	1165	1178.75	86.37	1069	1276
u1	2290	2429	1153	1001	1718.25	745.21	1001	2429	1481	1256	1083	1126	1236.50	178.82	1083	1481
u2	1200	975	900	865	985.00	150.50	865	1200	1407	1158	1138	970	1168.25	180.12	970	1407
u3	1424	1161	1535		1373.33	192.08	1161	1535	1591	1676	945	985	1299.25	387.86	945	1676
u4	1189	1472	1027	1111	1199.75	193.18	1027	1472	2796	1148	664	1518	1531.50	912.65	664	2796
mean	1756.00	1521.63	1166.75	996.71	**1372.00**				1530.75	1169.00	1084.63	1121.75	**1226.53**			
sd	490.57	594.85	380.38	226.37		**521.65**			546.81	225.18	262.68	210.15		**370.52**		
min	1189	975	835	764			**764**		1006	964	664	909			**664**	
max	2343	2488	1937	1443				**2488**	2796	1676	1558	1518				**2796**

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	วิธีเมทริกซ์ไทย								วิธีลำดับจุดเด่น							
	d1	d2	d3	d4	mean	sd	min	max	d1	d2	d3	d4	mean	sd	min	max
u1	1939	1225	1039	887	1272.50	465.34	887	1939	1469	1270	1206	988	1233.25	198.17	988	1469
u2	947	1032	1007	820	951.50	94.64	820	1032	1784	1781	1610	1179	1588.50	284.86	1179	1784
u3	3388	2863	2863	2228	2835.50	474.63	2228	3388	1287	2320	1357	1035	1499.75	564.05	1035	2320
u4	2023	2079	1416		1839.33	367.69	1416	2079	1205	1069	1077		1117.00	76.32	1069	1205
u1	1083	796	755	707	835.25	169.12	707	1083	1397	1004	869	910	1045.00	241.38	869	1397
u2	945	661	632	589	706.75	161.56	589	945	1069	891	718	728	851.50	165.27	718	1069
u3	1601	965	852	899	1079.25	350.91	852	1601	2218	1316	1194	1114	1460.50	511.78	1114	2218
u4	1245	1983			1614.00	521.84	1245	1983	1149	1216	938		1101.00	145.08	938	1216
mean	1646.38	1450.50	1223.43	1021.67	**1361.00**				1447.25	1358.38	1121.13	992.33	**1245.60**			
sd	821.35	773.41	765.21	602.55		**750.64**			383.00	472.22	285.03	160.09		**381.49**		
min	945	661	632	589			**589**		1069	891	718	728			**718**	
max	3388	2863	2863	2228				**3388**	2218	2320	1610	1179				**2320**

จากตารางจะเห็นว่า ค่าเฉลี่ยเวลารวมที่ใช้สำหรับ วิธีลำดับจุดเด่นของทุกคนทุกวัน เฉลี่ยแล้ว น้อยกว่าวิธีทุกวิธี (1215.51<1243.40, 1226.53<1372.00, 1245.60<1361.00) พร้อมทั้งส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่น้อยกว่า (471.54<482.88 < 370.52<521.65, 381.49<750.64) ยิ่งกว่านั้น ค่าน้อยที่สุดของวิธีลำดับจุดเด่นก็ยังน้อยกว่าค่าน้อยที่สุดของวิธีไทยเอสเอ็มเอสทู (664<764) และค่ามากที่สุดของวิธีลำดับจุดเด่นก็ยังน้อยกว่าค่ามากที่สุดของวิธีเมทริกซ์ไทย (2320<3388) เพื่อเป็นการทดสอบว่าค่าที่ได้นี้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ ผู้วิจัยจึงตั้งสมมุติฐานดังนี้

H_0: $\mu_0 <= \mu$ เวลาที่ใช้ในการป้อนข้อความของวิธีลำดับจุดเด่นไม่มากกว่าวิธีอื่นๆ

H_1: $\mu_0 > \mu_1$ เวลาที่ใช้ในการป้อนข้อความของวิธีลำดับจุดเด่นมากกว่าวิธีมัลติแท็ป

H_2: $\mu_0 > \mu_2$ เวลาที่ใช้ในการป้อนข้อความของวิธีลำดับจุดเด่นมากกว่าวิธีไทยเอสเอ็มเอสทู

H_3: $\mu_0 > \mu_3$ เวลาที่ใช้ในการป้อนข้อความของวิธีลำดับจุดเด่นมากกว่าวิธีเมทริกซ์ไทย

แล้วทำการหาค่าความแปรปรวนด้วยการทดสอบเอฟ ได้ผลดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 เปรียบเทียบความแปรปรวนของเวลาของวิธีต่างๆ เทียบกับวิธีลำดับจุดเด่น

	Me	Tap	Tsms	Me	Matrix	Me
ค่าเฉลี่ย	1244.94	1251.78	1367.54	1226.53	1369.89	1251.41
ความแปรปรวน	182701.45	117199.93	120812.73	29496.49	448750.28	70540.84
จำนวนตัวอย่าง	9	9	8	8	8	8
องศาเสรี	8	8	7	7	7	7
ค่าเอฟ	1.559		4.096		6.362	
P(F<=f) หางเดียว	0.272		0.041		0.013	
ค่าเอฟวิกฤต หางเดียว	3.438		3.787		3.787	

จากตารางที่ 4.5 วิธีมัลติแท็ปกับวิธีลำดับจุดเด่น มีความแปรปรวนไม่แตกต่างกันเนื่องจากค่าเอฟน้อยกว่าค่าเอฟวิกฤต (1.559<3.438) ที่นัยสำคัญ 0.05 ทำให้การคำนวณหาค่าที ต้องใช้สูตรเงื่อนไขความแปรปรวนเท่ากัน ส่วนวิธีไทยเอสเอ็มเอสทูกับวิธีลำดับจุดเด่น และวิธีเมทริกซ์ไทยกับวิธีลำดับจุดเด่น มีความแปรปรวนไม่เท่ากัน เนื่องจากมีค่าเอฟมากกว่าค่าเอฟวิกฤต (4.096>3.787, 6.362>3.787) ที่นัยสำคัญ 0.05 ทำให้การคำนวณหาค่าที ต้องใช้สูตรเงื่อนไขความแปรปรวนไม่เท่ากัน ทั้งหมดนี้ทำการคำนวณค่าทีได้ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 การคำนวณค่าทีของความเวลาที่ใช้

	Me	Tap	Me	Tsms	Me	Matrix
ค่าเฉลี่ย	1244.94	1251.78	1226.53	1367.54	1251.41	1369.89
ความแปรปรวน	182701.45	117199.93	29496.49	120812.73	70540.84	448750.28
จำนวนตัวอย่าง	9	9	8	8	8	8
องศาเสรี	16		10		9	
ค่าที	-0.037		-1.029		-0.465	
P(T<=t) หางเดียว	0.485		0.164		0.326	
ค่าทีวิกฤตหางเดียว	1.746		1.812		1.833	
P(T<=t) สองหาง	0.971		0.328		0.653	
ค่าทีวิกฤตสองหาง	2.120		2.228		2.262	

จากผลในตารางที่ 4.6 จะเห็นว่า การเปรียบเทียบระหว่างวิธีลำดับจุดเด่นกับวิธีมัลติแท็ปจะเห็น ค่าทีมีค่าน้อยกว่าค่าทีวิกฤต คือ 0.037<1.746 และ ค่าพีมีค่ามากกว่าค่านัยสำคัญ คือ 0.485>0.05 ดังนั้นจึงต้องยอมรับสมมุติฐานกลาง คือ เวลาที่ใช้ในการป้อนข้อความของวิธีลำดับจุดเด่นไม่มากกว่าวิธีมัลติแท็ป

การเปรียบเทียบระหว่างวิธีลำดับจุดเด่นกับไทยเอสเอ็มเอสทู จะเห็น ค่าทีมีค่าน้อยกว่าค่าทีวิกฤต คือ 1.029<1.812 และ ค่าพีมีค่ามากกว่าค่านัยสำคัญ คือ 0.164>0.05 ดังนั้นจึงต้องยอมรับสมมุติฐานกลางคือ เวลาที่ใช้ในการป้อนข้อความของวิธีลำดับจุดเด่นไม่มากกว่าไทยเอสเอ็มเอสทู

การเปรียบเทียบระหว่างวิธีลำดับจุดเด่นกับเมทริกซ์ไทย จะเห็น ค่าทีมีค่าน้อยกว่าค่าทีวิกฤต คือ 0.465<1.833 และ ค่าพีมีค่ามากกว่าค่านัยสำคัญ คือ 0.326>0.05 ดังนั้นจึงต้องยอมรับสมมุติฐานกลางคือ เวลาที่ใช้ในการป้อนข้อความของวิธีลำดับจุดเด่นไม่มากกว่าวิธีเมทริกซ์ไทย

สรุปว่า วิธีลำดับจุดเด่น ใช้เวลาไม่มากไปกว่าวิธีมัลติแท็ป วิธีไทยเอสเอ็มเอสทู และวิธีเมทริกซ์ไทย ด้วยความเชื่อมั่น 0.95 ซึ่งการที่ใช้เวลาไม่มากไปกว่านั้น ก็อาจแสดงให้เห็นถึงความเร็วในการป้อนข้อความ ที่อาจจะเร็วกว่าหรือเท่ากับวิธีอื่นๆ นั่นเอง

เนื่องจากผู้วิจัยเชื่อว่าวิธีลำดับจุดเด่นนั้น ควรจะใช้เวลาน้อยกว่าวิธีไทยเอสเอ็มเอสทู ผู้วิจัยจึงรวมข้อมูลทุกวันของทุกผู้ทดลองโดยไม่หาค่าเฉลี่ยของแต่ละคนเหมือนอย่างเดิม เมื่อทำการคำนวณหาความแปรปรวนพบว่า มีเพียงวิธีมัลติแท็ปเทียบกับวิธีลำดับจุดเด่นเท่านั้นที่มีความแปรปรวนเท่ากัน จึงจะทำการตั้งสมมุติฐานเช่นเดิม แล้วจึงทำการหาค่าทีซึ่งได้ผลดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 การคำนวณค่าทีของเวลารวม

	Me	Tap	Me	Tsms	Me	Matrix
ค่าเฉลี่ย	1,215.51	1,243.40	1,226.53	1,372.00	1,245.60	1,361.00
ความแปรปรวน	222,354.61	233,171.84	137,286.71	272,115.73	145,535.35	563,464.86
จำนวนตัวอย่าง	35	35	32	31	30	29
องศาเสรี	68		54		41	
ค่าที	-0.244		-1.273		-0.741	
P(T<=t) หางเดียว	0.404		0.104		0.232	
ค่าทีวิกฤตหางเดียว	1.668		1.674		1.683	
P(T<=t) สองหาง	0.808		0.209		0.463	
ค่าทีวิกฤตสองหาง	1.995		2.005		2.020	

จากผลในตารางที่ 4.7 จะเห็นว่า การเปรียบเทียบระหว่างวิธีลำดับจุดเด่นกับวิธีมัลติแท็ปจะเห็น ค่าทีมีค่าน้อยกว่าค่าทีวิกฤต คือ 0.244<1.668 และ ค่าพีมีค่ามากกว่าค่านัยสำคัญ คือ 0.404>0.05 ดังนั้นจึงต้องยอมรับสมมุติฐานกลาง คือ H_0 คือเวลาที่ใช้ในการป้อนข้อความของวิธีลำดับจุดเด่นไม่มากกว่าวิธีมัลติแท็ป

การเปรียบเทียบระหว่างวิธีลำดับจุดเด่นกับไทยเอสเอ็มเอสทู จะเห็น ค่าทีมีค่าน้อยกว่าค่าทีวิกฤต คือ 1.273<1.674 (แม้จะลองปรับการคำนวณไปที่นัยสำคัย 0.1 ก็ยังพบว่า ค่าทีน้อยกว่าค่าทีวิกฤตคือ 1.273<1.297) และ ค่าพีมีค่ามากกว่าค่านัยสำคัญ คือ 0.104>0.05 ดังนั้นจึงต้องยอมรับสมมุติฐานกลาง คือ H_0 คือเวลาที่ใช้ในการป้อนข้อความของวิธีลำดับจุดเด่นไม่มากกว่าวิธีไทยเอสเอ็มเอสทู

การเปรียบเทียบระหว่างวิธีลำดับจุดเด่นกับเมทริกซ์ไทย จะเห็น ค่าทีมีค่าน้อยกว่าค่าทีวิกฤต คือ 0.741<1.683 และ ค่าพีมีค่ามากกว่าค่านัยสำคัญ คือ 0.232>0.05 ดังนั้นจึงต้องยอมรับ

สมมุติฐานกลาง คือ H_0 คือ เวลาที่ใช้ในการป้อนข้อความของวิธีลำดับจุดเด่นไม่มากกว่าเมทริกซ์ไทย

สรุปว่า วิธีลำดับจุดเด่นยังคงใช้เวลาในการป้อนข้อความไม่มากไปกว่า วิธีมัลติแท็ป วิธีไทยเอสเอ็มเอสทู และวิธีเมทริกซ์ไทย ด้วยความเชื่อมั่น 0.95 ซึ่งการที่ใช้เวลาไม่มากกว่านั้น ก็อาจแสดงให้เห็นถึงความเร็วในการป้อนข้อความที่อาจมากกว่าหรือเท่ากับวิธีอื่นๆ นั่นเอง

4.3 การเปรียบเทียบความถูกต้อง

ความผิดพลาดในการป้อนข้อความนี้จะนับจาก จำนวนการกดแป้น c (cancel) ที่ผู้ทดลองอยู่ระหว่างป้อนอักขระหรือป้อนอักขระเสร็จแล้วแต่ผิด ยิ่งผิดพลาดน้อยก็เท่ากับมีความถูกต้องมากนั้นเอง สามารถนับความผิดพลาดได้ผลดังตาราง ในภาคผนวก ฉ

เมื่อได้ข้อมูลแล้ว ก่อนจะทำการวิเคราะห์ จะได้ทำการตั้งสมมุติฐานขึ้นมาก่อน ดังนี้

H_0:μ >=μ_0ความผิดพลาดในการป้อนข้อความของวิธีต่างๆ มากกว่าหรือเท่ากับวิธีลำดับจุดเด่น

H_1:$\mu_1 < \mu_0$ ความผิดพลาดในการป้อนข้อความของวิธีมัลติแท็ปน้อยกว่าวิธีลำดับจุดเด่น

H_2:$\mu_2<\mu_0$ความผิดพลาดในการป้อนข้อความของวิธีไทยเอสเอ็มเอสทูน้อยกว่าวิธีลำดับจุดเด่น

H_3:$\mu_3<\mu_0$ ความผิดพลาดในการป้อนข้อความของวิธีเมทริกซ์ไทยน้อยกว่าวิธีลำดับจุดเด่น

จากการคาดการณ์ตามอย่างเรื่องการเปรียบเทียบการใช้เวลา ผู้วิจัยจึงใช้ทั้งวิธีเฉลี่ยข้อมูลของแต่ละผู้ทดลองก่อน กับรวมข้อมูลทุกตัวโดยไม่หาค่าเฉลี่ย และเมื่อทำการหาค่าความแปรปรวนแล้วได้ผลดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ค่าความแปรปรวนของความผิดพลาดของวิธีต่างๆ เทียบกับวิธีลำดับจุดเด่น

	Tap	Me	Tsms	Me	MatrixT	Me
ค่าเฉลี่ย	33.50	17.15	22.83	16.00	31.13	11.44
ความแปรปรวน	326.25	259.02	112.75	72.56	205.06	51.39
จำนวนตัวอย่าง	11	13	9	9	4	8
องศาเสรี	10	12	8	8	3	7
ค่าเอฟ	1.260		1.554		3.990	
P(F<=f) หางเดียว	0.348		0.274		0.060	
ค่าเอฟวิกฤต หางเดียว	2.753		3.438		4.347	

จากตารางที่ 4.8 วิธีมัลติแท็ปกับวิธีลำดับจุดเด่น วิธีไทยเอสเอ็มเอสทูกับวิธีลำดับจุดเด่น และวิธีเมทริกซ์ไทยกับวิธีลำดับจุดเด่น ต่างก็มีความแปรปรวนไม่แตกต่างกัน เนื่องจากค่าเอฟน้อย

กว่าค่าเอฟวิกฤต (1.260<2.753 ,1.554<3.438 และ 3.990<4.347) ที่นัยสำคัญ 0.05 ทำให้การคำนวณหาค่าที ต้องใช้สูตรเงื่อนไขความแปรปรวนเท่ากัน เมื่อทำการคำนวณค่าทีได้ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 การคำนวณค่าทีของความถูกต้อง

	Tap	Me	Tsms	Me	MatrixT	Me
ค่าเฉลี่ย	17.75	33.50	16.00	22.83	13.75	31.13
ความแปรปรวน	277.52	326.25	72.56	112.75	45.38	205.06
จำนวนตัวอย่าง	12	11	9	9	6	4
องศาเสรี	21		16		8	
ค่าที	-2.176		-1.506		-2.624	
P(T<=t) หางเดียว	0.021		0.076		0.015	
ค่าทีวิกฤตหางเดียว	2.518		1.746		2.896	
P(T<=t) สองหาง	0.041		0.152		0.030	
ค่าทีวิกฤตสองหาง	2.831		2.120		3.355	

จากผลในตารางที่ 4.9 การเปรียบเทียบระหว่างวิธีมัลติแท็ปกับวิธีลำดับจุดเด่น จะเห็น ค่าทีมีค่าน้อยกว่าค่าทีวิกฤต คือ 2.176<2.518 และ ค่าพีมีค่ามากกว่าค่านัยสำคัญ คือ 0.041>0.01 ดังนั้นจึงต้องยอมรับสมมุติฐานกลาง คือ H_0 คือ ความผิดพลาดในการป้อนข้อความของวิธีมัลติแท็ปมากกว่าหรือเท่ากับวิธีลำดับจุดเด่น

การเปรียบเทียบระหว่างไทยเอสเอ็มเอสทูและวิธีลำดับจุดเด่น จะเห็น ค่าทีมีค่าน้อยกว่าค่าทีวิกฤต คือ 1.506<1.746 และ ค่าพีมีค่ามากกว่าค่านัยสำคัญ คือ 0.076>0.01 ดังนั้นจึงต้องยอมรับสมมุติฐานกลาง คือ H_0 คือ ความผิดพลาดในการป้อนข้อความของวิธีไทยเอสเอ็มเอสทูมากกว่าหรือเท่ากับวิธีลำดับจุดเด่น

การเปรียบเทียบระหว่างไทยเอสเอ็มเอสทูและวิธีลำดับจุดเด่น จะเห็น ค่าทีมีค่าน้อยกว่าค่าทีวิกฤต คือ 2.624<2.896 และ ค่าพีมีค่ามากกว่าค่านัยสำคัญ คือ 0.015>0.01 ดังนั้นจึงต้องยอมรับสมมุติฐานกลาง คือ H_0 คือ ความผิดพลาดในการป้อนข้อความของวิธีเมทริกซ์ไทยมากกว่าหรือเท่ากับวิธีลำดับจุดเด่น

สรุปว่า วิธีลำดับจุดเด่นมีความถูกต้องมากกว่าหรือเท่ากับวิธีมัลติแท็ป วิธีไทยเอสเอ็มเอสทู และวิธีเมทริกซ์ไทย ด้วยความเชื่อมั่น 0.99

4.4 การเปรียบเทียบความพึงพอใจ

จากแบบสอบถามหลังการทดลองโดยแต่ละข้อมีคะแนะเต็มห้า ได้ผลดังตารางที่ 4.10 (กำหนดให้ r = ความจำง่าย, u = ความใช้ง่าย, s = ความเร็ว และ T = วิธีมัลติแท็ป, M = วิธีลำดับจุดเด่น, 2 = วิธีไทยเอสเอ็มเอสทู, X = วิธีเมทริกซ์ไทย)

ตารางที่ 4.10 เปรียบเทียบความพึงพอใจ

	rT	rM	r2	rM	rX	rM	uT	uM	u2	uM	uX	uM	sT	sM	s2	sM	sX	sM
u1	4	3	4	5	2	5	4	3	4	4	4	3	3	2	4	4	4	3
u2	3	4	2	5	2	5	4	4	3	5	3	4	3	4	3	4	3	3
u3	3	4	2	5	1	5	4	4	2	5	3	5	4	3	3	5	2	5
u4	4	5	1	4	4	4	5	4	1	3	4	3	5	4	1	3	3	3
u5	1	5					2	4					2	4				
u1	1	4	2	5	2	4	3	4	4	2	2	3	2	3	3	3	3	3
u2	1	2	3	5	2	4	5	2	3	4	3	5	5	2	3	4	2	3
u3	5	4	1	5	3	4	5	3	3	5	4	4	5	3	1	5	4	3
u4	3	4	2	4	1	5	3	4	2	2	2	4	3	3	4	3	1	4
Mean	**2.8**	**3.9**	**2.1**	**4.8**	**2.1**	**4.5**	**3.9**	**3.6**	**2.8**	**3.8**	**3.1**	**3.9**	**3.6**	**3.1**	**2.8**	**3.9**	**2.8**	**3.4**
sd	**2.2**	**0.9**	**1.0**	**0.2**	**1.0**	**0.3**	**1.1**	**0.5**	**1.1**	**1.6**	**0.7**	**0.7**	**1.5**	**0.6**	**1.4**	**0.7**	**1.1**	**0.6**
min	**1**	**2**	**1**	**4**	**1**	**4**	**2**	**2**	**1**	**2**	**2**	**3**	**2**	**2**	**1**	**3**	**1**	**3**
max	**5**	**5**	**4**	**5**	**4**	**5**	**5**	**4**	**4**	**5**	**4**	**5**	**5**	**4**	**4**	**5**	**4**	**5**

จากตารางจะเห็นว่า ด้านความจำ วิธีลำดับจุดเด่นมีความโดดเด่นอย่างมากด้วยค่าเฉลี่ยที่มากกว่าทุกวิธี (3.9>2.8, 4.8>2.1, 4.5>2.1) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่น้อยกว่า (0.9<2.2, 0.2<1.0, 0.3<1.0) และมีค่าต่ำที่สุดมากกว่า (2>1, 4>1, 4>1) และมีค่าสูงสุดที่มากกว่าหรือเท่ากัน (5=5, 5>4, 5>4)

ในด้านความใช้ง่าย วิธีลำดับจุดเด่นยังคงมีความน่าสนใจ ดังนี้ วิธีลำดับจุดเด่นใช้ง่ายกว่าวิธีไทยเอสเอ็มเอสทูและวิธีเมทริกซ์ไทย (3,8>2.8, 3.9>3.1) มีค่าน้อยที่สุดมากกว่า (2>1, 3>2) และมีค่ามากที่สุดมากกว่า (5>4, 5>4)

ในด้านความเร็ว วิธีลำดับจุดเด่นเร็วกว่าวิธีไทยเอสเอ็มเอสทูและวิธีเมทริกซ์ไทย (3.9>2.8, 3.4>2.8) ด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่น้อยกว่า (0.7<1.4, 0.6<1.1) มีค่าต่ำสุดที่มากกว่า (3>1, 3>1) และมีค่าสูงสุดที่มากกว่า (5>4, 5>4)

ทั้งหมดนี้ทำให้พอจะเห็นแนวทางแล้วว่า วิธีลำดับจุดเด่นมีความจำง่าย ความใช้ง่าย ความเร็ว ในความคิดของผู้ทดลองมากกกว่า วิธีไทยเอสเอ็มเอสทูและวิธีเมทริกซ์ไทย เหลือแต่เพียงวิธีมัลิแท็ปเท่านั้น ต่อไปจึงจำทำการทดสอบทางสถิติเพื่อให้เห็นชัดเจนมากขึ้นโดยจะตั้งสมมุติฐานทั้งความจำง่าย ความใช้ง่าย และความเร็ว ดังนี้

H_{10}:$\mu >= \mu_0$ ความจำง่ายของวิธีต่างๆ มากกว่าหรือเท่ากับวิธีลำดับจุดเด่น

H_{11}:$\mu_1 < \mu_0$ ความจำง่ายของวิธีมัลติแท็ปน้อยกว่าวิธีลำดับจุดเด่น

H_{12}:$\mu_2 < \mu_0$ ความจำง่ายของวิธีไทยเอสเอ็มเอสทูน้อยกว่าวิธีลำดับจุดเด่น

H_{13}:$\mu_3 < \mu_0$ ความจำง่ายของวิธีเมทริกซ์ไทยน้อยกว่าวิธีลำดับจุดเด่น

H_{20}:$\mu = \mu_0$ ความใช้ง่ายของวิธีต่างๆ เท่ากับวิธีลำดับจุดเด่น

H_{21}:$\mu_1 < \mu_0$ ความใช้ง่ายของวิธีมัลติแท็ปน้อยกว่าวิธีลำดับจุดเด่น

H_{22}:$\mu_2 < \mu_0$ ความใช้ง่ายของวิธีไทยเอสเอ็มเอสทูน้อยกว่าวิธีลำดับจุดเด่น

H_{23}:$\mu_3 < \mu_0$ ความใช้ง่ายของวิธีเมทริกซ์ไทยน้อยกว่าวิธีลำดับจุดเด่น

H_{30}:$\mu = \mu_0$ ความเร็วของวิธีต่างๆ เท่ากับวิธีลำดับจุดเด่น

H_{31}:$\mu_1 < \mu_0$ ความเร็วของวิธีมัลติแท็ปน้อยกว่าวิธีลำดับจุดเด่น

H_{32}:$\mu_2 < \mu_0$ ความเร็วของวิธีไทยเอสเอ็มเอสทูน้อยกว่าวิธีลำดับจุดเด่น

H_{33}:$\mu_3 < \mu_0$ ความเร็วของวิธีเมทริกซ์ไทยน้อยกว่าวิธีลำดับจุดเด่น

แล้วทำการหาค่าความแปรปรวนของความจำง่าย ความใช้ง่าย และความเร็วของทั้งสามกลุ่ม ได้ผลดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ค่าความแปรปรวนของความจำง่าย ความใช้ง่าย และความเร็ว

	rT	rM	R2	rM	rX	rM	uT	uM	uM	u2	uM	uH	sT	sM	s2	sM	sX	sM
ค่าเฉลี่ย	2.8	3.9	2.1	4.8	2.1	4.5	3.89	3.56	3.8	2.75	3.9	3.13	3.56	3.11	2.75	3.88	2.75	3.38
ความแปรปรวน	2.2	0.9	1	0.2	1	0.29	1.11	0.53	1.6	1.07	0.7	0.7	1.53	0.61	1.36	0.70	1.07	0.55
จำนวนตัวอย่าง	9	9	8	8	8	8	9	9	8	8	8	8	9	9	8	8	8	8
องศาเสรี	8	8	7	7	7	7	8	8	7	7	7	7	8	8	7	7	7	7
ค่าเอฟ	2.5		4.6		3.4		2.11		1.5		1		2.50		1.95		1.94	
P(F<=f) หางเดียว	0.1		0		0.1		0.16		0.3		0.5		0.11		0.20		0.20	
ค่าเอฟวิกฤต หางเดียว	3.4		3.8		3.8		3.44		3.8		0.3		3.44		3.79		3.79	

จากตาราง 4.11 สรุปได้ว่า มีเพียงความจำของวิธีไทยเอสเอ็มเอสทูเทียบกับวิธีลำดับจุดเด่นและความใช้ง่ายของวิธีเมทริกซ์ไทยเทียบกับวิธีลำดับจุดเด่น เท่านั้นที่จะใช้สูตรหาค่าทีแบบความแปรปรวนไม่เท่ากัน นอกนั้นให้ใช้สูตรหาค่าทีที่ความแปรปรวนเท่ากัน โดยแสดงการหาค่าทีได้ดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 การคำนวณค่าทีของความพึงพอใจ

	rT	rM	r2	rM	rX	rM	uT	uM	u2	uM	uX	uM	sT	sM	s2	sM	sX	sM
ค่าเฉลี่ย	2.78	3.9	2.1	4.8	2.1	4.5	3.89	3.56	2.75	3.8	3.13	3.9	3.56	3.1	2.75	3.9	2.75	3.4
ความแปรปรวน	2.19	0.9	1	0.2	1	0.3	1.11	0.53	1.07	1.6	0.7	0.7	1.53	0.6	1.36	0.7	1.07	0.6
จำนวนตัวอย่าง	9	9	8	8	8	8	9	9	8	8	8	8	9	9	8	8	8	8
องศาเสรี	16		10		14		16		14		14		16		14		14	
ค่าที	-1.9		-6.8		-6		0.78		-1.8		-1.8		0.91		-2.2		-1.4	
P(T<=t) หางเดียว	0.04		0		0		0.22		0.05		0.05		0.19		0.02		0.09	
ค่าทีวิกฤตหางเดียว	1.75		1.8		1.8		1.75		1.76		1.76		1.75		1.76		1.35	
P(T<=t) สองหาง	0.07		0		0		0.45		0.11		0.09		0.38		0.04		0.19	
ค่าทีวิกฤตสองหาง	2.12		2.2		2.1		2.12		2.14		2.14		2.12		2.14		1.76	

เมื่อทำการทดสอบสมมุติฐานด้วยการหาค่าทีดังกล่าวแล้ว สามารถอธิบายได้ดังนี้

จากตารางในส่วนความจำจะเห็นว่า 1.9>1.75, 6.8>1.8 และ 6>1.8 ดั้งนั้นจึงปฏิเสธสมมุติฐานกลางและยอมรับ H_{11} คือ ความจำง่ายของวิธีมัลติเท็ปน้อยกว่าวิธีลำดับจุดเด่น และ H_{12} คือ ความจำง่ายของวิธีไทยเอสเอ็มเอสทู น้อยกว่าวิธีลำดับจุดเด่น และ H_{13} คือ ความจำง่ายของวิธีเมทริกซ์ไทยน้อยกว่าวิธีลำดับจุดเด่น ด้วยนัยสำคัญ 0.05

ในส่วนความใช้ง่าย จะเห็นว่า 1.8>1.76 และ 1.8>1.76 ดังนั้นจึงปฏิเสธสมมุติฐานกลางและยอมรับH_{22} คือ ความใช้ง่ายของวิธีไทยเอสเอ็มเอสทูน้อยกว่าวิธีลำดับจุดเด่น และ H_{23}คือ ความใช้ง่ายของวิธีเมทริกซ์ไทยน้อยกว่าวิธีลำดับจุดเด่น แต่ 0.78<1.75 จึงยอมรับ H_{20} คือ ความใช้ง่ายของวิธีมัลติเท็ปเท่ากับวิธีลำดับจุดเด่น ด้วยนัยสำคัญ 0.05

ในส่วนความเร็ว จะเห็นว่า 2.2>1.76 และ 1.4>1.35 ดังนั้น จึงปฏิเสธสมมุติฐานกลางและยอมรับ H_{32}คือ ความเร็วของวิธีไทยเอสเอ็มเอสทูน้อยกว่าวิธีลำดับจุดเด่น และยอมรับ H_{33} คือ ความเร็วของวิธีเมทริกซ์ไทยน้อยกว่าวิธีลำดับจุดเด่น แต่ 0.91<1.75 จึงยอมรับ H_{30} คือ ความเร็วของวิธีมัลติเท็ปเท่ากับวิธีลำดับจุดเด่น ด้วยนัยสำคัญ 0.05

สรุปว่า ความพึงพอใจของผู้ใช้ คือ วิธีลำดับจุดเด่น จำได้ง่ายกว่าทุกวิธีที่นัยสำคัญ 0.05 และวิธีใหม่นี้ใช้ง่ายกว่าวิธีไทยเอสเอ็มเอสทูและวิธีเมทริกซ์ไทย ที่นัยสำคัญ 0.05 และวิธีใหม่นี้ยังมีความเร็วมากกว่าวิธีไทยเอสเอ็มเอสทูและวิธีเมทริกซ์ไทย ที่นัยสำคัญ 0.05 แต่วิธีลำดับจุดเด่นมีความใช้ง่ายและความเร็วเปรียบเทียบกันได้กับวิธีมัลติเท็ปเท่านั้น

สรุปได้ว่า วิธีลำดับจุดเด่นนั้น ในความเห็นของผู้ใช้แล้ว โดดเด่นกว่าวิธีอื่นๆ แต่ไม่เด่นกว่าวิธีมัลติเท็ปในเรื่องความเร็วและความใช้ง่าย เท่านั้นเอง

สรุปทั้งหมดนี้ ทั้งจากการวัดผลการทดลองและผลความพึงพอใจ สรุปได้ว่า ในด้านการทดลอง วิธีลำดับจุดเด่นสามารถจำได้ง่ายกว่าวิธีอื่นๆ แต่ในเรื่องความเร็วและความถูกต้องนั้นเพียงแต่อยู่ในระดับเปรียบเทียบกันได้ ส่วนผลความพึงพอใจของผู้ทดลองนั้นพบว่า ผู้ทดลองรู้สึกพึงพอใจในเรื่องความจำ ความเร็ว และความใช้ง่าย โดยวิธีลำดับจุดเด่นจำได้ง่ายกว่าทุกวิธีเช่นเคย และมีความเร็วและความใช้งายกว่าวิธีไทยเอสเอ็มเอสทูและวิธีเมทริกซ์ไทย เหลือแต่เพียงผู้ทดลองยังไม่รู้สึกว่าเร็วหรือใช้ง่ายกว่าวิธีมัลติแท็ป เท่านั้น ซึ่งสามารถแสดงเป็นตาราง 4.13 และ 4.14 ดังนี้

ตารางที่ 4.13 สรุปผลการทดลองเทียบกับวิธีลำดับจุดเด่น(M)

วิธี	การทดลอง		
	ความจำ	ความเร็ว	ความถูกต้อง
มัลติแท็ป(T)	Mจำง่ายกว่าT	Mเร็วเสมอกับT	Mถูกต้องเสมอกับT
ไทยเอสเอ็มเอสทู(2)	Mจำง่ายกว่า2	Mเร็วเสมอกับ2	Mถูกต้องเสมอกับ2
เมทริกซ์ไทย(X)	Mจำง่ายกว่าX	Mเร็วเสมอกับX	Mถูกต้องเสมอกับX

ตารางที่ 4.14 สรุปผลความพึงพอใจเทียบกับวิธีลำดับจุดเด่น(M)

วิธี	ความพึงพอใจ		
	ความจำ	ความเร็ว	ความใช้ง่าย
มัลติแท็ป(T)	Mจำง่ายกว่าT	Mเร็วเสมอกับT	Mใช้ง่ายเสมอกับT
ไทยเอสเอ็มเอสทู(2)	Mจำง่ายกว่า2	Mเร็วมากกว่า2	Mใช้ง่ายมากกว่า2
เมทริกซ์ไทย(X)	Mจำง่ายกว่าX	Mเร็วมากกว่าX	Mใช้ง่ายมากกว่าX

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปงานวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

งานวิจัยนี้ได้แสดงให้เห็นถึงการวิเคราะห์ปัญหาของการส่งข้อความภาษาไทยบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีแผงแป้น 12 แป้น โดยการตีโจทย์เรื่องความจำเป็นหลัก และประเด็นต่อไปคือความเร็วและความถูกต้อง

สรุปได้ว่า ในเรื่องความจำง่ายนั้นเป็นที่ชี้ขาดทั้งการทดลองและผลความพึงพอใจว่า ผู้ทดลองจำวิธีลำดับจุดเด่นได้ง่ายกว่าวิธีอื่นๆ แต่ในเรื่องความเร็วนั้นผลการทดลองออกมาว่าวิธีลำดับจุดเด่นแค่เปรียบเทียบได้กับวิธีอื่น แต่ผลความพึงพอใจกลับบอกว่า ผู้ทดลองรู้สึกว่าวิธีลำดับจุดเด่นนั้นเร็วกว่าวิธีไทยเอสเอ็มเอสทูและเมทริกซ์ไทย แต่ไม่เร็วกว่าวิธีแท็ปเท่านั้นเอง ส่วนสุดท้ายคือความใช้งานง่าย ที่ผู้ทดลองพึงพอใจว่าใช้งานง่ายกว่าวิธีไทยเอสเอ็มเอสทูและวิธีเมทริกซ์ไทย แต่ไม่ง่ายกว่าวิธีมัลติแท็ป

จากความพึงพอใจนี้อาจกล่าวได้ว่า ผู้ทดลองรู้สึกยินดีต่อวิธีลำดับจุดเด่น ให้เข้าไปเปรียบเทียบได้กับวิธีมัลติแท็ป ซึ่งถือว่าเป็นคู่แข่งหลักที่จะต้องเปรียบเทียบให้เห็นความแตกต่าง ซึ่งวิธีลำดับจุดเด่นนี้สามารถทำได้ คือ ความจำง่าย ซึ่งมีผลทั้งการทดลองและผลความคิดเห็น ที่ดีกว่ามากอย่างมีนัยสำคัญมากทีเดียว ส่วนผลของความเร็วนั้นอยู่ในระดับเปรียบเทียบกันได้ทั้งจากการทดลองและความคิดเห็น ก็เท่ากับว่า วิธีนี้สามารถแข่งขันกับวิธีมัลติแท็ป เพราะมีจุดเด่นที่เหนือกว่าในด้านความจำง่ายนั่นเอง

ส่วนผลความถูกต้องของวิธีลำดับจุดเด่นจากการทดลองก็ให้ผลว่า อยู่ในระดับเดียวกับวิธีอื่นๆ ซึ่งเป็นที่น่าสนใจว่า ในขณะที่วิธีลำดับจุดเด่นมีจำนวนปุ่มกดที่มากกว่า ทำให้ตามหลักแล้วน่าจะมีแนวโน้มการใช้เวลามากกว่า และมีโอกาสผิดพลาดมากกว่า แต่ผลกลับออกมาว่าไม่แตกต่าง อาจเป็นเพราะว่า วิธีลำดับจุดเด่นนั้น เมื่อนึกภาพขึ้นมาได้แล้ว เมื่อเริ่มกดปุ่มแรกก็จะกดปุ่มต่อไปได้อย่างรวดเร็วและถูกต้องกว่า เพราะลำดับการตัดสินใจที่ง่ายกว่านั่นเอง แต่หากจะถามว่าแล้วทำไมยังผิดเยอะอยู่ ก็อาจเป็นเพราะว่า ในช่วงเริ่มต้นหรือท้ายๆ ของลำดับการกดนั้นผู้ทดลองเกิดการเข้าใจผิด อันเนื่องมาจากการเข้าใจไปเองและไม่ได้เข้าใจหลักการอย่างครบถ้วนถูกต้องนั่นเอง

ผลการทดลองชี้ชัดว่า การออกแบบใหม่โดยไม่ใช้การวางผัง แต่ใช้วิธีเลียนแบบการเขียนซึ่งเป็นความจำถาวร แล้วเปลี่ยนให้มาเป็นการกดแป้นนั้น โดยมีอักขระรูปเหลี่ยม นิยามจุดเด่น เมทริกซ์การป้อน กฎการป้อน และภาพแบบแผนการกดของอักขระต่างๆ ประกอบกัน เมื่อผู้ทดลองได้อ่านและทดสอบแล้วก็พบว่าเป็นสิ่งที่เข้ากันได้กับความเข้าใจเดิม (ภาพการเขียนอักขระ) ก็จะตอบรับและจำได้โดยไม่ยาก ผลการทดลองในเรื่องความจำจึงชัดเจนว่า วิธีที่ไม่ใช้การวางผังย่อมมีความจำง่ายกว่า คงทนกว่า วิธีที่อาศัยการวางผัง

ส่วนเรื่องความเร็วนั้นพบว่าผลการทดลองคลาดจากความคาดหมายเบื้องต้นไป กล่าวคือ เดิมผู้วิจัยตั้งไว้ว่า เวลาที่ต้องใช้ในการกดให้ได้คำๆ หนึ่งหรือ ข้อความๆ หนึ่ง นั้น เวลาที่เสียไปเป็นหลักคือเวลาของการนึกคิดว่า อักขระตัวที่ต้องการนั้นจะอยู่ตรงไหน และต้องกดอย่างไร ส่วนเวลาในการกดแป้นนั้นเป็นเรื่องเล็กน้อยมาก แต่ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่า วิธีใหม่นี้มีความเร็วแค่ในระดับที่ยอมรับได้นั้น เกิดเนื่องจากสองประเด็นหลัก คือ จำนวนการกดและระยะทางระหว่างการกด ซึ่งวิธีใหม่นี้มีจำนวนการกดที่มากกว่าวิธีแบบวางผังมากหลายเท่าตัว และยังผนวกกับการที่มีระยะทางการเคลื่อนที่เกิดขึ้นตลอดเวลาทำให้ต้องมองหาแป้นเป้าหมายอยู่ตลอดเวลาเช่นกัน เมื่อรวมกันแล้วย่อมกลายเป็นเวลาที่มากพอๆ กับการเสียเวลาในการคิดเลยทีเดียว

5.2 ข้อเสนอแนะ

การพัฒนางานวิจัยนี้ต่อไป ควรแยกออกเป็นสองประเด็น คือ การออกแบบ ที่จะต้องพยายามลดจำนวนการกดด้วยโดยต้องยังคงความจำง่ายไว้ และทดลองที่ควรทำการทดลองให้เห็นเด่นชัดกว่านี้ในเรื่อง การเรียนรู้ ความจำ และความเร็ว เป็นอัตราส่วนอย่างไรกันแน่เมื่อผู้ทดลองต้องใช้วิธีเหล่านั้นในระยะยาวกว่านี้

แบบแผนการกด ดังแสดงในภาคผนวก ค เป็นสิ่งที่ผู้วิจัยได้ให้ประกอบการทดลองแก่ผู้ทดลอง แต่ต่อมาพบ แนวคิดอักขระสัมพัทธ์ [25] ซึ่งเป็นการแสดงความสัมพันธ์ของรูปร่างอักขระที่เหมือนกันให้อยู่ใกล้กัน ผู้วิจัยจึงนำแนวคิดนี้มาประยุกต์กับแบบแผนการกดของอักขระโดยจะอธิบายในรูป ตารางอักขระสัมพัทธ์ โดยคาดหวังว่าจะทำให้ผู้อ่าน ได้เข้าใจและจำได้ง่ายขึ้น ดังแสดงในภาคผนวก ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

1. Avialble from : http://www.arip.co.th/2006/news.php?id=405322
2. Available from : http://www.dialabc.com/motion/keypads.html
3. วราภรณ์ เอี่ยมลำน้ำ. การศึกษาพฤติกรรมและทัศนคติของผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ต่อบริการรับส่งข้อความสั้น. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2546.
4. Pavlovych, A., Stuerzlinger W. Less-Tap: A Fast and Easy-to-learn Text Input Technique for Phones. Graphics Interface. 2003.
5. Saied B., Nesbat, Ph.D. A System for Fast, Full-Text Entry for Small Electronic Devices. ICMI .2003.
6. MacKenzie, I.S. KSPC (keystrokes per character) as a characteristic of text entry techniques. Fourth International Symposium on Human-Computer Interaction with Mobile Devices.2000: 195-210.
7. Card, S.K., Moran, T.P., Newell, A. The keystroke-level model for user performance time with interactive systems. Communications of the ACM 23 . 1980 : 396-410.
8. Silfverberg, M., MacKenzie, I.S., Korhonen, P. Predicting Text Entry Speed on Mobile Phones. CHI.2000 : 9-16.
9. ชัยสิทธิ์ เฉลิมมีประเสริฐ. สถิติเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูล.
10. เชิญ สามารถ. สถิติการวิจัยทางการศึกษา.
11. Butts, L., Cockburn, A. An Evaluation of Mobile Phone Text Input Methods. AUIC.Vol.7.2002.
12. Oniszczak, A., MacKenzie, I.S. A comparison of Two Input Methods for Keypads on Mobile Devices. NordiCHI. 2004.
13. Pavlovych, A., Stuerzlinger W. Model for non-Expert Text Entry Speed on 12-Button Phone Keypads. CHI. 2004 :351-358.

14.R. Ha, P. Ho and, X. Shen. "SIMKEYS: An Efficient Keypad Configuration for Mobile Communications". Proc. IEEE Consumer Communications & Networking. 2004 : 687-689.

15. Wigdor, D., Balakrishnan R. A Comparison of Consecutive and Concurrent Input Text Entry Techniques for Mobile Phones. CHI. 2004 : 81-88.

16. Wobbrock, J.O., Myers, B.A., Aung, H.H. Writing with a Joystick: A Comparison of Date Stamp, Selection Keyboard, and EdgeWrite. Available from : http://depts.washington.edu/ewrite/

17. Jannotti, J. Iconic text entry using a numeric keypad. Available from : http://www.jannotti.com/papers/iconic-uist02.pdf

18. MacKenzie, I.S., Kober, H., Smith, D., Jones, T., Skepner, E. LetterWise: Prefix-based disambiguation for mobile text input. Proc. ACM Symp. on User Interface Software and Technology UIST. 2001 : 111-120.

19. Dunlop, M.D., Crossan, A. Predictive Text Entry Methods for Mobile Phones. Personal Technologies. Vol.4(2). June2000. 134-143.

20. Kirakowski, J. Questionnaires in Usability Engineering: A List of Frequently Asked Questions (3 rd Ed.). Available from : http:// www.ucc.ie/ hfrg/resources/ qfaq1.html

21.ราชบัณฑิตยสถาน. มาตรฐานโครงสร้างตัวอักษรไทย. พิมพ์ครั้งที่ 1.กรุงเทพมหานคร: อรุณการพิมพ์. 2540.

22.อาธร นวทิพย์สกุล อรรถสิทธิ์ สุรฤกษ์ และ เชษฐ พัฒโนทัย. การออกแบบวิธีการป้อนข้อความภาษาไทยสำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่มีแผงแป้นตัวเลขแบบ 12 แป้นด้วยการลำดับจุดเด่นของอักขระ. NCSEC. 2548.

23. Avialble from : http://203.185.132.59/thailang/index.php

24. MacKenzie, I.S., Soukoreff, R.W.. Phrase Sets for Evaluating Text Entry Techniques. CHI . 2003.

25. Avialble from : http://f0nt.com/forum/index.php/topic,5296.0.html

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

ผังอักขระของโทรศัพท์เคลื่อนที่ยี่ห้อหรือรุ่นต่างๆ

ยี่ห้อ รุ่น: โนเกีย 3310		
รายละเอียด:มีอักขระพิเศษ เช่น "฿ ๅ" แต่ไม่มี "ฃ ฅ ฉ ฎ"		
กขฃคฅ	ฆงจฉ	ชซฌญ
ฎฏฐฑฒณ	ดตถทธ	นบปผฝ
พฟภมย	รลวศษ	สหฬอฮ
๑๒๓๔๕ ๖ ๗ ๘ ๙ ๐ + ´ ฯ ฿ ๅ	เแโไใำๅ	

ยี่ห้อ รุ่น: โนเกีย 3200 ,3530,6610		
รายละเอียด: ต่างกันที่แป้นสระจะมีจำนวนแสดงต่อบรรทัดและการควบคุมทิศทาง เช่นรุ่น6610 ควบคุม 4 ทิศทางและ มีการวิเคราะห์สระวรรณยุกต์ที่เป็นได้ต่อไปด้วย		
กขฃคฅ	ฆงจฉ	ชซฌญ
ฎฏฐฑฒณ	ดตถทธ	นบปผฝ
พฟภมย	รลวศษ	สหฬอฮ
๑๒๓๔๕ ๖ ๗ ๘ ๙ ๐ +´เแโไใำๅฯ฿ๆฤฦ	␣	สลับวิธีการป้อน

ยี่ห้อ รุ่น: โมโตโรลา c115/c116		
รายละเอียด: ตัด ฃ ฅ ออกให้เหลือ 42 ตัวแล้วจัดลง 6 แป้น แป้นละ 7 ตัวพอดี สระหน้าไว้หน้า สระบนล่างไว้กลาง สระสัญลักษณ์หลังไว้หลังวรรณยุกต์และสัญลักษณ์บน ไว้แป้น 0 มีระบบช่วยสะกดคำภาษาไทย คือ iTAP		
กขคฆงจฉ	ชซฌญฎฏฐ	ฑฒณดตถท
ธนบปผฝพ	ฟภมยรลว	ศษสหฬอฮ
เแโไใ	๑๒๓๔๕๖๗๘๙๐	ะาำๆฯฤ
␣	๑๒๓๔๕๖๗๘๙๐	สลับวิธีการป้อน

ภาคผนวก ก (ต่อ)

ยี่ห้อ รุ่น: PCT kycera and ACER X5		
รายละเอียด:		
กขฃคฅฆงจฉ	ชซฌญฎฏฐฑฒ	ณดตถทธนบป
ผฝพฟภมยรล	วศษสหฬอฮ	
เแโใไ	◌ั◌ิ◌ี◌ึ◌ื◌ุ◌ู◌ฺ	ะ า ำ ๆ ฯ ฤ
␣	◌็◌่◌้◌๊◌๋	สลับวิธีการป้อน

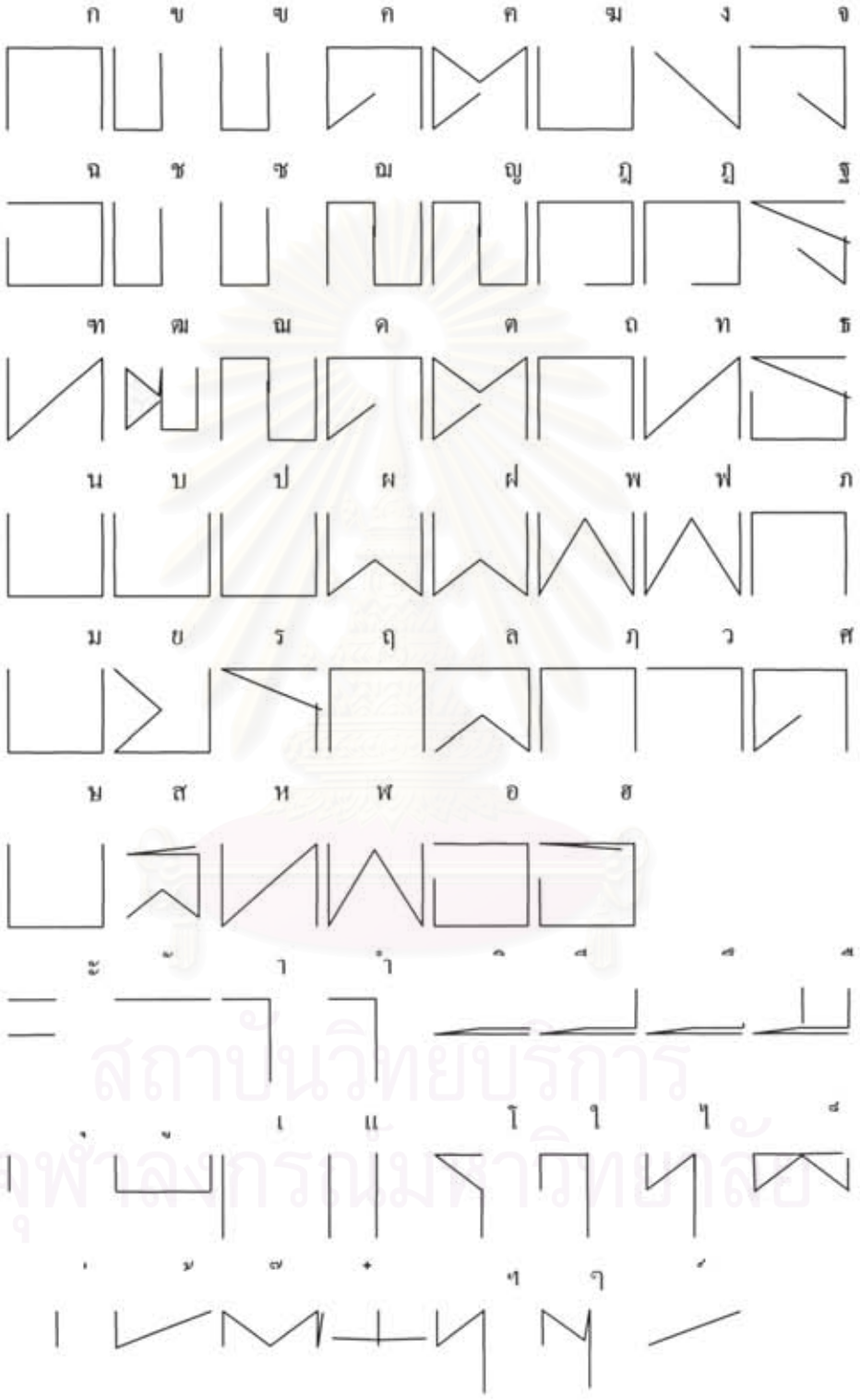
ยี่ห้อ รุ่น: i-mobile 601		
รายละเอียด: แทรกสระวรรณยุกต์ลงแต่ละแป้นเลย		
กขคฆงจะ ั1	ฉชซฌญา ำ ๅ2	ฎฏฐฑฒณ ็ 3
ดตถทธน ็ 4	◌็◌่◌้◌๊◌๋ 5	บปผฝพฟ ุ ู 6
ภมยรฤลแ7	วศษส โ ๆ ฯ 8	หฬอฮ ใ ไ 9
ะ ำ ๅ แ โ ใ ไ ั◌ิ◌ี◌ึ◌ื ◌ุ◌ู◌็◌่◌้◌๊◌๋ ๆ ฯ ฿ ␣ <-|	␣0	สลับวิธีการป้อน

ยี่ห้อ รุ่น: Siemen A52 เสริมด้วย CX65		
รายละเอียด: มีการเริ่มต้นการไล่เรียงอักขระ คล้ายแบบแบบภาษาอังกฤษ คือ เริ่มที่แป้น 2 และสามารถป้อน ข ค ได้และ เลขไทยด้วย		
␣ <-| . , ? ! " ' @ & % ๑ ์	กขคฆง 2ขค๒	จฉชซฌญ 3 ๓
ดต4ฎฏฐฑฒณ๔	ถทธน5๕	บปผฝพฟ6๖
ภมยรล7ฤฦ๗	วศษส8๘	หฬอฮ9๙ : ; + - [ ] / < = >
ะ า ำ แ โ ใ ไ	◌ั◌ิ◌ี◌ึ◌ื◌ุ◌ู◌ฺ 0 ๐	◌็◌่◌้◌๊◌๋ ๆ ฯ ฿

ยี่ห้อ รุ่น: Panasonic		
รายละเอียด:		
	กขคง	จฉชฌญ
ฎฏฐฑฒณดต	ถทธน	บปผฝพฟ
ภมยรลฤ	วศษส	หฬอฮ
ะ า ำ แ โ ใ ไ	◌ั◌ิ◌ี◌ึ◌ื◌ุ◌ู◌ฺ	◌็◌่◌้◌๊◌๋ ๆ ฯ

ภาคผนวก ข

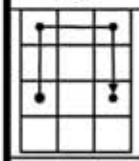
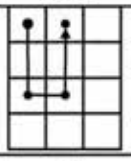
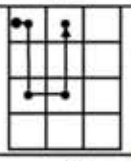
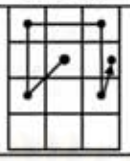
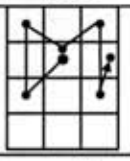
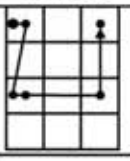
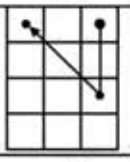
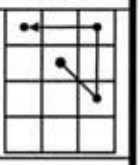
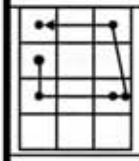
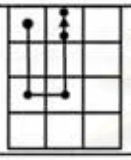
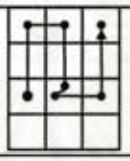
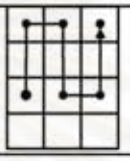
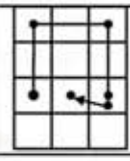
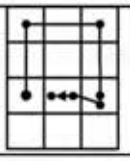
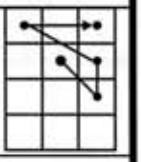
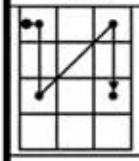
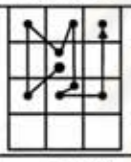
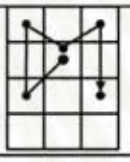
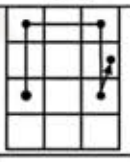
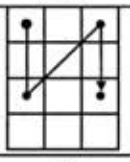
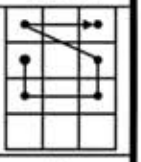
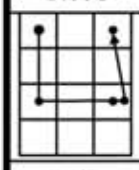
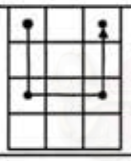
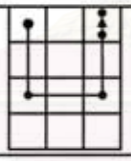
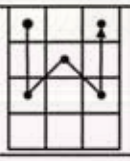
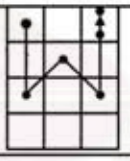
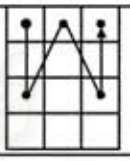
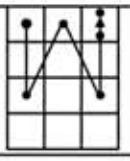
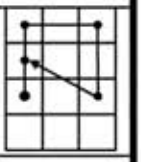
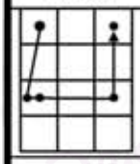
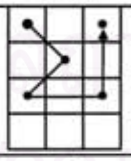
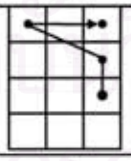
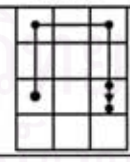
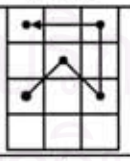
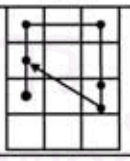
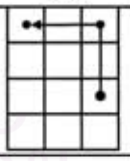
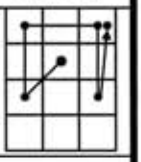
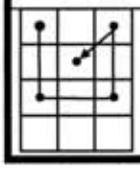
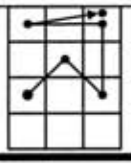
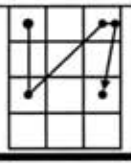
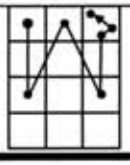
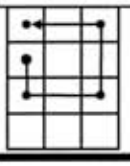
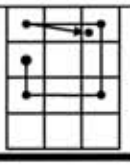
อักขระรูปเหลี่ยมไม่มีหัว (เรียงตามรหัสแอสกี)



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

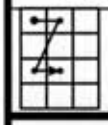
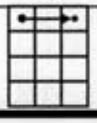
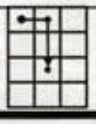
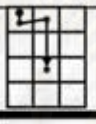
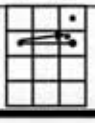
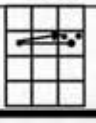
รูปแบบการกดของพยัญชนะ(เรียงตามรหัสแอสกี)

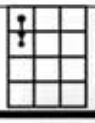
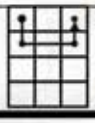
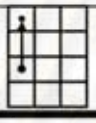
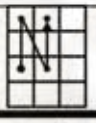
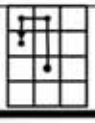
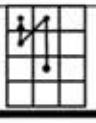
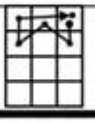
ก ไก่	ข ไข่	ฃ ขวด	ค ควาย	ฅ คน	ฆ ระฆัง	ง งู	จ จาน
7139	1782	ไม่ใช้	571396	ไม่ใช้	117793	391	5931
							
ฉ ฉิ่ง	ช ช้าง	ซ โซ่	ฌ เฌอ	ญ หญิง	ฎ ชฎา	ฏ ปฏัก	ฐ ฐาน
479931	17822	117822	7128893	712893	713998	7139988	59613
							
ฑ มณโฑ	ฒ ผู้เฒ่า	ณ เณร	ด เด็ก	ต เต่า	ถ ถุง	ท ทหาร	ธ ธง
11739	571528893	7128993	57139	571539	71396	1739	479613
							
น หนู	บ ใบไม้	ป ปลา	ผ ผึ้ง	ฝ ฝา	พ พาน	ฟ ฟัน	ภ สำเภา
17993	1793	17933	17593	175933	17293	172933	71394
							
ม ม้า	ย ยักษ์	ร เรือ	ฤ รึ	ล ลิง	ฦ ลึ	ว แหวน	ศ ศาลา
17793	15793	9613	71399	75931	ไม่ใช้	931	571393
							
ษ ฤๅษี	ส เสือ	ห หีบ	ฬ จุฬา	อ อ่าง	ฮ นกฮูก		
17935	759313	17339	1729333	47931	479313		
							

ภาคผนวก ค (ต่อ)

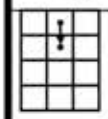
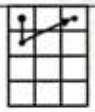
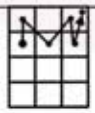
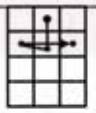
รูปแบบการกดของสระ วรรณยุกต์และเครื่องหมาย (เรียงตามรหัสแอสกี)

สระ (เรียงตามรหัสแอสกี)

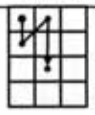
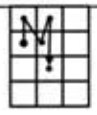
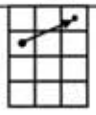
ะ	ั	า	ำ	ิ	ี	ึ	ื
สระ อะ	ไม้หันอากาศ หรือไม้ผัด	สระ อา	สระ อำ	สระ อิ	สระ อี	สระ อึ	สระ อื
1278	13	128	1128	646	6463	6466	64632
							

ุ	ู	เ	แ	โ	ใ	ไ	็
สระ อุ	สระ อู	สระ เ	สระ แ	สระ โอ	สระ ไอ ไม้ ม้วน	สระ ไอ ไม้ มลาย	ไม้ไต่คู้
14	1463	71	7182	8512	8214	8241	362413
							

วรรณยุกต์ (เรียงตามรหัสแอสกี)

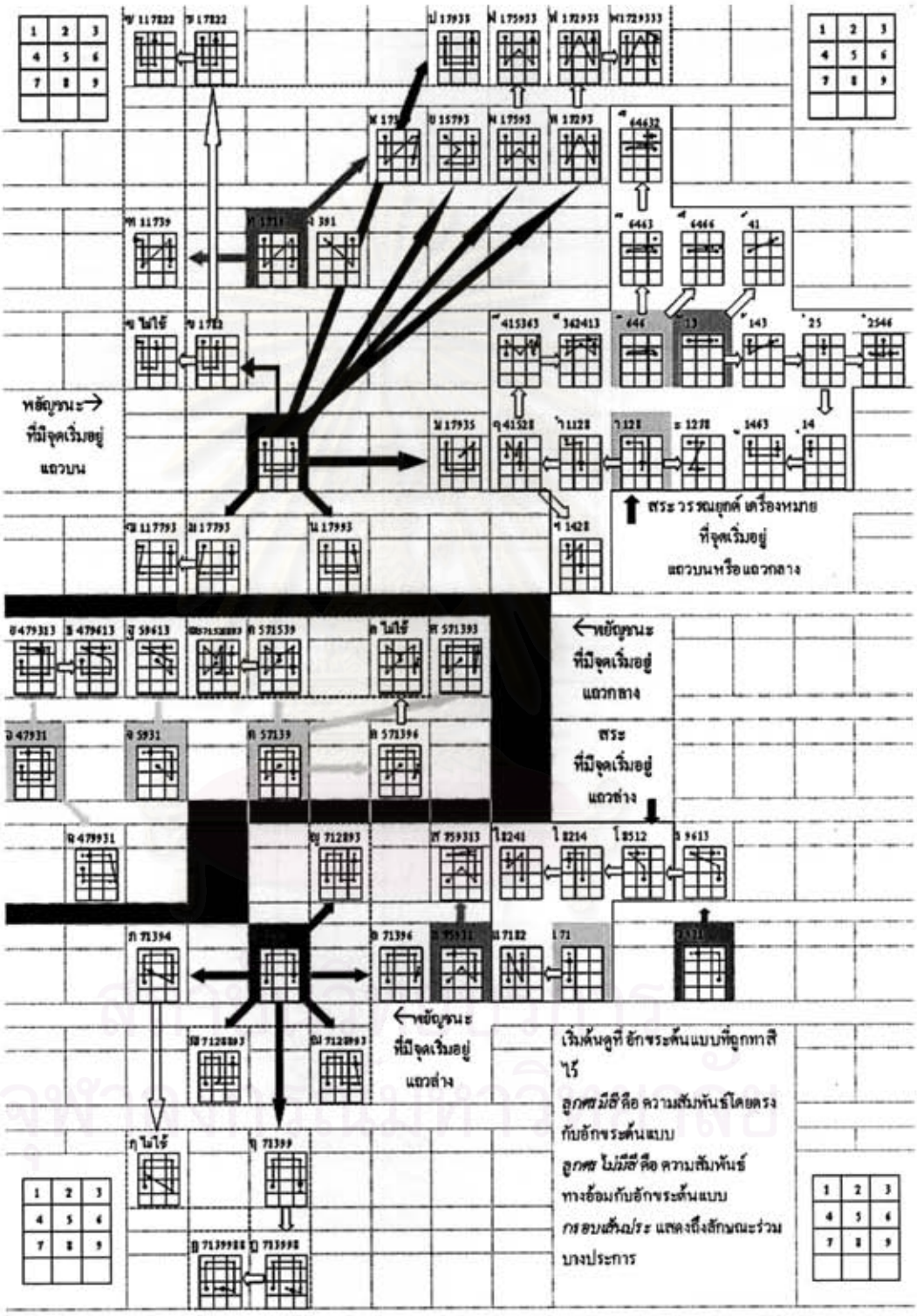
่	้	๊	๋				
วรรณยุกต์เอก หรือไม้เอก	วรรณยุกต์โท หรือไม้โท	วรรณยุกต์ตรี หรือไม้ตรี	วรรณยุกต์จัตวา หรือไม้จัตวา				
25	143	415363	2546				
							

เครื่องหมาย (เรียงตามรหัสแอสกี)

ฯ	ๆ	์					
ไปยาลน้อย	ไม้ยมกหรือยมก	ทัณฑฆาต					
1428	41528	41					
							

ภาคผนวก ง

ตารางอักขระสัมพันธ์



ภาคผนวก จ

ข้อมูลผู้ทดลอง

เพศ	ชาย	หญิง	หญิง	ชาย	ชาย	ชาย	ชาย	ชาย	หญิง
อายุ	20->24	25->29	25->29	25->29	25->29	20->24	25->29	20->24	25->29
การศึกษา	ตรี	โท	ตรี	โท	โท	โท	โท	ตรี	ตรี
COM/Week	< 10	20->30	< 10	> 30	> 30	> 30	> 30	> 30	> 30
พิมพ์ดีด	พิมพ์ได้	พิมพ์ได้ดี	พิมพ์ไม่ได้	พิมพ์ได้	พิมพ์ได้ดี	พิมพ์เก่ง	พิมพ์ได้	พิมพ์ได้ดี	พิมพ์ได้ดี
มือถือ	มี คือยี่ห้อ	มี คือยี่ห้อ	มี คือยี่ห้อ	มี คือยี่ห้อ	มี คือยี่ห้อ	มี คือยี่ห้อ	มี คือยี่ห้อ	มี คือยี่ห้อ	มี คือยี่ห้อ
ยี่ห้อ	Nokia	Nokia	Nokia	Nokia	Nokia	Siemens	Nokia	sagem	i-mobile
แป้นไทย	มี	มี	มี	มี	มี	มี	มี	มี	มี
ใช้มือถือทำ	sms	sms	sms					sms	sms
ใช้มือถือทำ							organi		organi
ใช้มือถือทำ				เล่นเกม			เล่นเกม	เล่นเกม	
ใช้อีกทำ									ตั้งปลุก
SMS/Week	4->10	1->3	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	4->10	4->10
ThaiSMS	ไทยล้วน	31->50 %	51->70 %	1->10 %	ไทยล้วน	eng all	eng all	91->99 %	eng all
ThaiProb	จำไม่ได้	จำไม่ได้	จำไม่ได้	จำไม่ได้		จำไม่ได้	จำไม่ได้	จำไม่ได้	
ThaiProb	ค้วเยอะช้า	ค้วเยอะช้า	ค้วเยอะช้า	ค้วเยอะช้า	ค้วเยอะช้า		ค้วเยอะช้า	ค้วเยอะช้า	ค้วเยอะช้า
ThaiProb			ผังไม่กลาง					ผังไม่กลาง	
ThaiProb								กดเลย ไม่มีให้ดูว่ามีตัวไหนบ้าง	
มือกดแป้น	ซ้าย	ขวา	ขวา	ขวา	ขวา	ขวา	ขวา	ทั้งสองข้าง	ขวา
ThaiNeeไม่	most	จำเป็น	จำเป็น	จำเป็น	จำเป็น	จำเป็น	none	จำเป็น	most
ป๊อนไทยกับ	phonebook		phonebook		phonebook			phonebook	
ป๊อนไทยกับ				mem	mem				
ป๊อนไทยกับ				organizer		organizer			
ป๊อนอีกกับ					ชื่อเพลง,ชื่อรูป		none		ไม่มี
1.Tap	รู้	รู้	รู้	รู้	รู้	รู้	รู้	รู้	รู้
1.Tap	เคย	เคย	เคย	เคย	เคย	ไม่เคย	เคย	เคย	เคย
2.T9	ไม่รู้	รู้	ไม่รู้	รู้	รู้	รู้	รู้	รู้	รู้
2.T9	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	เคย	เคย	เคย
3.Hutch	ไม่รู้	ไม่รู้	ไม่รู้	ไม่รู้	รู้	ไม่รู้	ไม่รู้	รู้	รู้
3.Hutch	Nเคย	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	เคย	เคย
4.TRUE	ไม่รู้	ไม่รู้	รู้	ไม่รู้	รู้	รู้	ไม่รู้	รู้	ไม่รู้
4.TRUE	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย
Like	Tap	Tap	Tap	Tap	Tap	Tap	Tap	Tap	Tap
Unlike	TRUE	TRUE	T9	T9	T9	Hut	TRUE	TRUE	TRUE

ภาคผนวก จ (ต่อ)

เพศ	ชาย	ชาย	ชาย	ชาย	ชาย	หญิง	หญิง	หญิง	หญิง
อายุ	20->24	25->29	25->29	20->24	20->24	25->29	20->24	25->29	20->24
การศึกษา	โท	โท	ตรี	ตรี	โท	โท	โท	ตรี	ปริญญาเอก
COM/Week	20->30	> 30	20->30	> 30	> 30	20->30	> 30	> 30	> 30
พิมพ์คีด	พิมพ์ได้ดี	พิมพ์ได้ดี	พิมพ์เก่ง	พิมพ์ได้ดี	พิมพ์ได้ดี	พิมพ์ได้ดี	พิมพ์ได้ดี	พิมพ์ได้ดี	พิมพ์ได้
มือถือ	มี คือยี่ห้อ	มี คือยี่ห้อ	มี คือยี่ห้อ	มี คือยี่ห้อ	มี คือยี่ห้อ	มี คือยี่ห้อ	มี คือยี่ห้อ	มี คือยี่ห้อ	มี คือยี่ห้อ
ยี่ห้อ	Nokia	Nokia	SonyEricson	sagem	i-mobile	Nokia	i-mobile	Nokia	Siemens
แป้นไทย	มี	มี	มี	มี	ไม่มี	มี	ไม่มี	มี	ไม่มี
ใช้มือถือทำ	sms	sms		sms	sms	sms	sms	sms	
ใช้มือถือทำ	organi					organi		organi	
ใช้มือถือทำ	เล่นเกม			เล่นเกม	เล่นเกม	เล่นเกม	เล่นเกม	เล่นเกม	
ใช้อีกทำ	GPRS								
SMS/Week	< 1	4->10	1->3	4->10	1->3	4->10	4->10	4->10	< 1
ThaiSMS	eng all	91->99 %	31->50 %	91->99 %	11->30 %	31->50 %	ไทยล้วน	51->70 %	eng all
ThaiProb	จำไม่ได้			จำไม่ได้	จำไม่ได้	จำไม่ได้	จำไม่ได้	จำไม่ได้	จำไม่ได้
ThaiProb	ตัวเยอะช้า	ตัวเยอะช้า	ตัวเยอะช้า	ตัวเยอะช้า	ตัวเยอะช้า		ตัวเยอะช้า	ตัวเยอะช้า	
ThaiProb				ผังไม่กลาง	ผังไม่กลาง		ผังไม่กลาง	ผังไม่กลาง	
ThaiProb				กดเลย ไม่มีให้ดูว่ามีตัวไหนบ้าง					
มือกดแป้น	ซ้าย	ขวา	ขวา	ทั้งสองข้าง	ขวา	ขวา	ขวา	ขวา	ขวา
ThaiNeeไม่	จำเป็น	จำเป็น	จำเป็น	จำเป็น	จำเป็น	จำเป็น	most	จำเป็น	จำเป็น
ป๊อนไทยกับ			phonebook	phonebook	phonebook				phonebook
ป๊อนไทยกับ			mem			mem	mem	mem	
ป๊อนไทยกับ			organizer			organizer			
ป๊อนอีกกับ		ไม่ได้ใช้เลย				MMS			
1.Tap	รู้	รู้	รู้	รู้	รู้	รู้	รู้	รู้	รู้
1.Tap	เคย	เคย	เคย	เคย	เคย	เคย	เคย	เคย	เคย
2.T9	รู้	ไม่รู้	รู้	รู้	รู้	รู้	รู้	รู้	รู้
2.T9	เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	เคย	เคย	เคย	ไม่เคย	เคย	เคย
3.Hutch	รู้	ไม่รู้	ไม่รู้	รู้	รู้	รู้	ไม่รู้	รู้	รู้
3.Hutch	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	เคย	ไม่เคย
4.TRUE	รู้	ไม่รู้	ไม่รู้	รู้	รู้	รู้	รู้	ไม่รู้	ไม่รู้
4.TRUE	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย
Like	Hut	Tap	Tap	Tap	T9	Tap	Tap	Hut	Hut
Unlike	Tap	TRUE	T9	TRUE	TRUE	T9	T9	T9	T9

ภาคผนวก จ (ต่อ)

เพศ	ชาย	ชาย	ชาย	ชาย	ชาย	หญิง	ชาย	ชาย	ชาย
อายุ	25->29	25->29	20->24	25->29	20->24	20->24	25->29	30->39	30->39
การศึกษา	ตรี	โท	ตรี	โท	โท	โท	โท	ไม่octoral ไม่egree	โท
COM/Week	> 30	> 30	> 30	< 10	> 30	> 30	> 30	10->20	> 30
พิมพ์คิด	พิมพ์ได้	พิมพ์ได้ดี	พิมพ์ได้ดี	พิมพ์ได้	พิมพ์ได้ดี	พิมพ์ได้	พิมพ์ได้	พิมพ์ไม่ได้	พิมพ์ได้ดี
มือถือ	มี คือยี่ห้อ	มี คือยี่ห้อ	มี คือยี่ห้อ	มี คือยี่ห้อ	มี คือยี่ห้อ	มี คือยี่ห้อ	มี คือยี่ห้อ	มี คือยี่ห้อ	มี คือยี่ห้อ
ยี่ห้อ	Nokia	Motorola	sagem	Nokia	Nokia	Nokia	Motorola	Motorola	Nokia
แป็นไทย	ไม่มี	ไม่มี	มี	มี	มี	มี	ไม่มี	ไม่มี	มี
ใช้มือถือทำ	sms	sms	sms		sms	sms	sms		sms
ใช้มือถือทำ	organi				organi				
ใช้มือถือทำ		เล่นเกม	เล่นเกม		เล่นเกม	เล่นเกม			
ใช้อีกทำ					WAP				
SMS/Week	1->3	1->3	4->10	< 1	11->20	4->10	< 1	< 1	4->10
ThaiSMS	1->10 %	1->10 %	91->99 %	eng all	31->50 %	71->90 %	eng all	eng all	eng all
ThaiProb		จำไม่ได้	จำไม่ได้	จำไม่ได้		จำไม่ได้	จำไม่ได้		จำไม่ได้
ThaiProb	ตัวเยอะช้า	ตัวเยอะช้า	ตัวเยอะช้า	ตัวเยอะช้า	ตัวเยอะช้า		ตัวเยอะช้า	ตัวเยอะช้า	ตัวเยอะช้า
ThaiProb	ผังไม่กลาง	ผังไม่กลาง	ผังไม่กลาง		ผังไม่กลาง	ผังไม่กลาง	ผังไม่กลาง		
ThaiProb			กดเลย ไม่มีให้ดูว่ามีตัวไหนบ้าง						
มือกดแป็น	ขวา	ขวา	ทั้งสองข้าง	ขวา	ขวา	ขวา	ขวา	ขวา	ขวา
ThaiNeeไม่	จำเป็น	จำเป็น	จำเป็น	จำเป็น	most	จำเป็น	จำเป็น	จำเป็น	จำเป็น
ป็อนไทยกับ		phonebook	phonebook	phonebook	phonebook	phonebook		phonebook	phonebook
ป็อนไทยกับ		mem		mem	mem	mem			
ป็อนไทยกับ				organizer	organizer				
ป็อนอีกกับ									
1.Tap	รู้	รู้	รู้	รู้	รู้	รู้	รู้	รู้	รู้
1.Tap	เคย	เคย	เคย	เคย	เคย	เคย	เคย	เคย	เคย
2.T9	รู้	รู้	รู้	รู้	รู้	ไม่รู้	รู้	รู้	ไม่รู้
2.T9	เคย	เคย	เคย	เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	เคย	เคย	ไม่เคย
3.Hutch	ไม่รู้	ไม่รู้	รู้	ไม่รู้	รู้	ไม่รู้	รู้	ไม่รู้	ไม่รู้
3.Hutch	ไม่เคย	ไม่เคย	เคย	ไม่เคย	เคย	ไม่เคย	เคย	ไม่เคย	ไม่เคย
4.TRUE	รู้	ไม่รู้	รู้	รู้	รู้	ไม่รู้	ไม่รู้	ไม่รู้	ไม่รู้
4.TRUE	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย	ไม่เคย
Like	T9	Tap	Tap	T9	Tap	Tap	Hut	Tap	Tap
Unlike	Hut	TRUE	TRUE	Hut	TRUE	TRUE	T9	Hut	TRUE

ภาคผนวก ฉ

จำนวนครั้งของความผิดพลาด

	มัลติแท็ป				ลำดับจุดเด่น			
	วัน1	วัน2	วัน3	วัน4	วัน1	วัน2	วัน3	วัน4
u1	55	4	5	16	146	65	66	54
u2	5	5	4	19	7	18	9	14
u3	22	90	24	20	19	19	28	28
u4	35	14	14	14	26	15	15	12
u5	31	19	11		31	10		
u6	12	5	20	10	52	30	26	26
u1	9	13	5	3	24	31	27	16
u2	87	28	33	26	165	53	64	38
u3	115	64	34	13	33	84		
u4	30	98	26	19	49	59		
u5	13	12	13	8	60	41	23	16
u6	32	21	12	19	39	19	24	19
u7	12	24			53	38	33	37
	ไทยเอสเอ็มเอสทู				ลำดับจุดเด่น			
	วัน1	วัน2	วัน3	วัน4	วัน1	วัน2	วัน3	วัน4
u1	40	29	10	18	70	27	25	26
u2	35	25	7	11	21	20	13	15
u3	51	3	13	8	53	52	92	31
u4	16	45			33	84		
u5	36	25	24	34	48	36	24	45
u1	57	19	11	9	22	25	9	16
u2	23	20	12	12	33	8	12	15
u3	44	32	27		84	51	25	10
u4	28	17	13	7	84	73	41	26
u5	52	30	24	38	30	71	54	12
	เมทริกซ์ไทย				ลำดับจุดเด่น			
	วัน1	วัน2	วัน3	วัน4	วัน1	วัน2	วัน3	วัน4
u1	80	7	5	10	39	22	28	14
u2	8	5	4	2	97	38	23	27
u3	84	25	25	34	39	52	41	64
u4	15	22			16	12		
u5	8	15	28	21	55	43	37	19
u1	7	19	11	8	33	84	24	34
u2	8	6	5	11	78	92	43	13
u3	16	12	21	8	54	65		
u4	30	13			28	38	22	
u5	59	14	20	49	37	32	78	38

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายอาธร นวทิพย์สกุล เกิดเมื่อวันที่ 10 เมษายน พ.ศ. 2522 ที่จังหวัดชลบุรี จบการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจากโรงเรียนชลราษฎรอำรุง อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนชลราษฎรอำรุง อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเมื่อปี 2544 แล้วเข้าศึกษาระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชา วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2546

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย