สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การแนะนำคำศัพท์แบบนีโมนิคโดยใช้อัลกอริทึมการออกเสียงเพื่อใช้ในการเรียนคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่น

MNEMONIC KEYWORD SUGGESTION USING PHONETIC ALGORITHM FOR JAPANESE VOCABULARY LEARNING

T138864

อรพินท์ อานนท์ธนทรัพย์

ORAPIN ANONTHANASAP

b.....
f.....

วพ. 0335 2558

สรหมู.....
เลขทะเบียน 138864
วัน เดือน ปี 16 มิ.ย. 2558

b. 12717083

วิทยานิพนธ์นี้สำหรับการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2558

KMITL-2015-IT-M-001-008

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MNEMONIC KEYWORD SUGGESTION USING PHONETIC ALGORITHM FOR JAPANESE VOCABULARY LEARNING

ORAPIN ANONTHANASAP

A THESIS SUBMITTED IN FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN INFORMATION TECHNOLOGY

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2015

KMITL-2015-IT-M-001-008

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2015

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การแนะนำคำศัพท์แบบเนมโมนิคโดยใช้อัลกอริทึมการออกเสียงเพื่อใช้ในการเรียนคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่น

Mnemonic keyword suggestion using phonetic algorithm for Japanese vocabulary learning

นักศึกษา นางสาวอรพินท์ อานนท์ธนทรัพย์

รหัสประจำตัว 57606153

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรพงศ์ ลีลานุภาพ

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รองศาสตราจารย์ ดร.นพพร โชติกกำธร	
รองศาสตราจารย์ ดร.รัตติกร วรากูลศิริพันธุ์	
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรพงศ์ ลีลานุภาพ	
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กันต์พงษ์ วรรัตน์ปัญญา	
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติ์สุชาต พสุภา	

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ วันพุธที่ 22 กรกฎาคม 2558 เวลา 09.30 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ห้อง 333 ชั้น 3 คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศรับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร.จันทร์บูรณ์ สถิตวิริยวงศ์)

คณบดีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

วันที่ 27 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อ	การแนะนำคำศัพท์แบบนีโมนิคโดยใช้อัลกอริทึมการออกเสียงเพื่อใช้ในการเรียนคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่น
นักศึกษา	นางสาวอรพินท์ อานนท์ธนทรัพย์
รหัสนักศึกษา	57606153
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีสารสนเทศ
แขนงวิชา	วิทยาการสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2557
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรพงศ์ ลีลานุภาพ

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอวิธีใหม่สำหรับสร้างนีโมนิคคีย์เวิร์ดในภาษาอังกฤษเพื่อใช้ช่วยในการเรียนคำศัพท์พื้นฐานภาษาญี่ปุ่นขึ้นมาแบบอัตโนมัติโดยใช้อัลกอริทึมการออกเสียงที่ได้คิดค้นขึ้นมาใหม่ มีชื่อว่า เจ็มซาวเดกซ์ ซึ่งนำเสนอการถอดถ่ายเสียงของตัวอักษรภาษาญี่ปุ่นไปยังภาษาอังกฤษเพื่อที่จะจับคู่ของเสียงทั้งสองภาษาเข้าด้วยกันได้ คำศัพท์นีโมนิคคีย์เวิร์ดที่มีประสิทธิภาพถูกเลือกและจัดลำดับโดยการพิจารณาเสียงของคำศัพท์ทั้งสองรวมไปถึงความคล้ายคลึงของการสะกดคำ ความคล้ายคลึงของความหมายและกำลังของภาษาศาสตร์เชิงจิตวิทยาของคำศัพท์ การประเมินประสิทธิภาพโดยใช้ระบบเป็นศูนย์กลาง (system-oriented evaluation) และการประเมินประสิทธิภาพโดยใช้ผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง (user-oriented evaluation) ได้ถูกทำการประเมินทั้งในห้องปฏิบัติการและในการทำงานแบบร่วมสร้างสรรค์ของกลุ่มคนจำนวนมาก (crowdsourcing) เพื่อที่จะประเมินประสิทธิภาพของวิธีที่นำเสนอโดยเฉพาะอย่างยิ่งเจ็มซาวเดกซ์ (JemSoundex) อัลกอริทึมใหม่ที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ การทำการทดลองมีจุดประสงค์เพื่อยืนยันว่าเจ็มซาวเดกซ์มีประสิทธิภาพในการค้นคืนและช่วยในการเรียนรู้ภาษาญี่ปุ่นได้ จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าเจ็มซาวเดกซ์นั้นให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าวิธีการอื่น ๆ ที่นำมาเปรียบเทียบ ได้แก่ สัทอักษร (International Phonetic Alphabet - IPA) และอัลกอริทึมการออกเสียงที่มีอยู่ดั้งเดิม ได้แก่ ซาวเดกซ์ (Soundex) โดยผลการทดลองนั้นได้รับการยืนยันจากทั้งการประเมินประสิทธิภาพโดยใช้ระบบเป็นศูนย์กลางและการประเมินประสิทธิภาพโดยใช้มนุษย์เป็นศูนย์กลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Mnemonic Keyword Suggestion Using Phonetic Algorithm for Japanese Vocabulary Learning
Student	Ms. Orapin Anonthanasap
Student ID.	57606153
Degree	Master of Science
Program	Information Technology
Major	Information Science
Academic Year	2014
Advisor	Asst.Prof. Dr. Teerapong Leelanupab

ABSTRACT

This thesis proposes a new methodology that automatically generates English mnemonic keywords to support the learning of basic Japanese vocabulary. A new phonetic algorithm, called *JemSoundex*, is also introduced for phonetically transliterating the Japanese and English languages for phonetic matching. The effective mnemonic keywords are selected and ranked by considering their phonetic, orthographic and semantic similarities, as well as psycholinguistic power. A system-oriented and user-centered evaluations were conducted in laboratory and online crowdsourcing platform to evaluate the proposed methodology, and in particular an approach on the basis of the JemSoundex algorithm. The experiments were aimed at validating our newly proposed JemSoundex in terms of the retrieval effectiveness and the supportiveness of Japanese vocabulary learning. The experimental results show that the JemSoundex outperforms other comparative approaches, such as International Phonetic Alphabet , and the original Soundex in both system-based retrieval and human learning studies.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ “การแนะนำคำศัพท์แบบนีโมนิคโดยใช้อัลกอริทึมการออกเสียง” สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือและสนับสนุนจากครอบครัว เพื่อน ๆ และอาจารย์ที่ปรึกษา รวมไปทั้งคณาจารย์คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ความช่วยเหลือ ให้กำลังใจ ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรพงศ์ ลีลานุภาพ ในคำแนะนำในการพัฒนาระบบ และให้แนวทางในการทำวิจัย ขอขอบคุณในความเอาใจใส่ดูแลเสมอมา และให้อิสระและโอกาสในการทำหัวข้อวิจัยนี้ จนทำให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ Professor Kitamura Yoshifumi และAssistant Prof. Kazuki Takashima อาจารย์จาก School of Computing Science ที่ Tohoku University ประเทศญี่ปุ่น ผู้คอยดูแลและให้คำปรึกษาในการทำวิจัย เมื่อข้าพเจ้าไปแลกเปลี่ยนทำวิจัย ณ ประเทศญี่ปุ่น ผู้ก่อให้เกิดที่แรงบันดาลในการริเริ่มทำงานวิจัยนี้ รวมทั้งขอขอบคุณเพื่อน ๆ ในแลป Interactive Content Design ที่คอยให้ความช่วยเหลือเกื้อกูลมาโดยตลอด รวมไปถึงเพื่อน ๆ พี่ ๆ จากคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้กับบิดามารดา และครอบครัว ผู้ซึ่งเป็นที่เคารพและรักยิ่ง

อรพินท์ อานนท์ธนทรัพย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VII

สารบัญรูป VIII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา 2

1.3 ขอบเขตการวิจัย 2

1.4 ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในงานวิจัย 3

1.5 คำถามงานวิจัยของวิทยานิพนธ์ 3

1.6 การมีส่วนร่วมต่องานวิจัยในสาขาวิชา 4

1.7 ขั้นตอนของการศึกษา 4

1.8 ผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์ 4

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6

2.1 ความสำคัญของคำศัพท์ในการเรียนภาษา 6

2.2 เทคนิคช่วยจำคำศัพท์นีโมนิค 6

2.3 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนภาษา 8

2.4 เทคนิคช่วยจำคำศัพท์นีโมนิคในสาขาการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับคอมพิวเตอร์ 9

2.5 คำศัพท์เฉพาะทางด้านภาษาศาสตร์ 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.6 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการค้นคืนสารสนเทศ 14

2.7 กระบวนการประเมินประสิทธิภาพการค้นคืนสารสนเทศ 19

บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย 25

3.1. คุณลักษณะของนีโมนิคคีย์เวิร์ด 25

3.2. การถอดถ่ายเสียงของอักษรภาษาญี่ปุ่นเป็นอักษรโรมัน 30

3.3. ซาวเดกซ์ในภาษาญี่ปุ่นเพื่อใช้สำหรับนีโมนิคคีย์เวิร์ดภาษาอังกฤษ 31

3.4 วิธีในการเลือกนีโมนิคคีย์เวิร์ด 33

บทที่ 4 การประเมินประสิทธิผลของการแนะนำนีโมนิคคีย์เวิร์ด 36

4.1 การทดสอบระบบนำร่อง 37

4.2. การทดสอบอัลกอริทึมการออกเสียงที่ถูกปรับปรุงใหม่ 41

บทที่ 5 การประเมินประสิทธิภาพของการเรียนรู้จากนีโมนิคคีย์เวิร์ด 50

5.1 จุดประสงค์ของการทดลอง 50

5.2 การศึกษาการเรียนรู้คำศัพท์ 50

5.3 การตั้งค่าการทดลอง 51

5.4 ผู้เข้าร่วมการทดลอง 52

5.4 ขั้นตอนการทดการทดลอง 55

5.5 ตัวชี้วัดในการประเมินคะแนน 61

5.6 ประเมินประสิทธิภาพของการเรียนรู้จากนีโมนิคคีย์เวิร์ด 62

บทที่ 6 บทสรุป 80

บรรณานุกรม 82

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน 88
ภาคผนวก ก. ผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์.....90
ภาคผนวก ข. เอกสารประกอบการทดลองกับผู้ใช้ในห้องปฏิบัติการ 122

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

3.1 แสดงถึงพยางค์การออกเสียงของภาษาญี่ปุ่น 31
4.1 ข้อมูลทางสถิติของคอลเลคชันการทดสอบ 37
4.2 แสดงผลการค้นคืนของทั้งสามระบบ 40
4.3 ข้อมูลทางสถิติของคอลเลคชันการทดสอบ 41
4.4 แสดงถึงผลการประเมินประสิทธิภาพของทุกระบบแบบปกติ 43
4.5 แสดงถึงผลการประเมินประสิทธิภาพของทุกระบบแบบเพิ่มเทคนิคจำกัดตัวอักษรตัวหน้า 43
5.1 แสดงตัวอย่างของคีย์เวิร์ดที่ค้นคืนออกมาจากแต่ละระบบ 52
5.2 แสดงถึงการทดลองแบบจตุรัสเกรโคที่ใช้ในการทดลองในห้องปฏิบัติการ 54
5.3 แสดงคะแนนการเรียนคำศัพท์จากนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้อัลกอริทึมการออกเสียง 62
5.4 แสดงคะแนนแบบแบ่งระดับในการเรียนคำศัพท์จากนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้ระบบที่ไม่มีคีย์เวิร์ดในห้องปฏิบัติการ 64
5.5 แสดงคะแนนแบบแบ่งระดับในการเรียนคำศัพท์จากนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้สัทอักษรสากล 64
5.6 แสดงคะแนนแบบแบ่งระดับในการเรียนคำศัพท์จากนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้ซาวเดกซ์ 65
5.7 แสดงคะแนนแบบแบ่งระดับในการเรียนคำศัพท์จากนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้เจ็มซาวเดกซ์ ในห้องปฏิบัติการ 65
5.8 แสดงคะแนนการประเมินการช่วยในการเรียนรู้ของระบบและคีย์เวิร์ด 69
5.9 แสดงความพึงพอใจของระบบจากแบบสอบถามก่อนออกจากการทดลอง 70
5.10 แสดงคะแนนการเรียนคำศัพท์จากนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้อัลกอริทึมการออกเสียงใน AMT ..74
5.11 แสดงคะแนนแบ่งระดับในการเรียนคำศัพท์จากนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้ระบบที่ไม่มีคีย์เวิร์ดใน AMT 75
5.12 แสดงคะแนนแบบแบ่งระดับในการเรียนคำศัพท์จากนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้ระบบสัทอักษรสากล ในAMT 76
5.13 แสดงคะแนนแบบแบ่งระดับในการเรียนคำศัพท์จากนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้ระบบซาวเดกซ์ ในAMT 76
5.14 แสดงคะแนนแบบแบ่งระดับในการเรียนคำศัพท์จากนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้ระบบเจ็มซาวเดกซ์ ในAMT 76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 แสดงตัวอย่างการใช้เทคนิคการจดจำคำศัพท์แบบนีโมนิค....7
2.2 แสดงตัวอย่างการใช้อัลกอริทึมการออกเสียงแบบซาวเดกซ์เข้ารหัสคำศัพท์....12
2.3 แสดงตัวอย่างการใช้ระยะทางเลเวนชเตย์นในการเปรียบเทียบความเหมือนของคำ....14
2.4 แสดงตัวอย่างการใช้ระยะทางเลเวนชเตย์นในการเปรียบเทียบความเหมือนของคำ....15
2.5 แสดงตัวอย่างการใช้ซาวน์เดกและระยะทางเลเวนชเตย์นในการเปรียบเทียบ....16
2.6 แสดงตัวอย่างการใช้ระยะทางเลเวนชเตย์นในการเปรียบเทียบความเหมือนของคำด้วยการเข้ารหัสเสียงด้วยซาวเดกซ์....17
2.7 แสดงตัวอย่างการใช้ระยะทางเลเวนชเตย์นในการเปรียบเทียบความเหมือนของคำด้วยการเข้ารหัสเสียงด้วยซาวเดกซ์....17
3.1 แสดงภาพรวมของการแนะนำนีโมนิคคีย์เวิร์ดจากความสอดคล้องทางเสียง....27
3.2 แสดงถึงจำนวนของการอ้างอิงโดยวารสารวิชาการในแต่ละปีของ MRC....28
4.1 แสดงผลลัพธ์ของคิวรีทั้งหมดใน P@5....40
4.2 แสดงถึงค่าเฉลี่ยของกราฟของ Precision-Recall ที่ถูกวาดบน 11 Standard Recall Levels ของทุกระบบแบบจำกัดอักษรแรก....45
4.3 แสดงตัวอย่างของฮิตในอะเมซอนมะแคนนิเคิลเติร์ก....48
4.4 แสดงกราฟแสดงจำนวนคำตอบของคำที่เหมาะสมในการเป็นนีโมนิคคีย์เวิร์ดจากอะเมซอนมะแคนนิเคิลเติร์ก....49
5.1 แสดงตัวอย่างอินเตอร์เฟสของเว็บแอพพลิเคชั่นในส่วนของคำสั่งและตัวอย่าง....57
5.2 แสดงตัวอย่างอินเตอร์เฟสแสดงคำศัพท์ที่ต้องเรียนทั้งหมดในระบบ ก่อนเริ่มการเรียน....57
5.3 แสดงตัวอย่างอินเตอร์เฟสของเว็บแอพพลิเคชั่นในส่วนการเรียนรู้....58
5.4 แสดงตัวอย่างอินเตอร์เฟสของเว็บแอพพลิเคชั่นในส่วนการเรียนรู้....59
5.5 แสดงตัวอย่างอินเตอร์เฟสของเว็บแอพพลิเคชั่นในส่วนการจดจำ....60
5.6 แสดงตัวอย่างอินเตอร์เฟสของเว็บแอพพลิเคชั่นในส่วนการสะกดคำ....60
5.7 แสดงกราฟของคะแนนการเรียนคำศัพท์จากนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้อัลกอริทึมการออกเสียงในห้องปฏิบัติการ....63
5.8 แสดงกราฟของคะแนนแบบแบ่งระดับในการเรียนคำศัพท์จากนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้อัลกอริทึมการออกเสียงในห้องปฏิบัติการ....67
5.9 แสดงกราฟคะแนนการประเมินการช่วยในการเรียนรู้ของระบบและคีย์เวิร์ด....69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.10 แสดงกราฟของคะแนนการเรียนคำศัพท์จากนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้อัลกอริทึมการออกเสียงใน AMT 74
5.11 แสดงกราฟของคะแนนการเรียนคำศัพท์จากนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้อัลกอริทึมการออกเสียงใน AMTแบบแบ่งระดับ 78
ข.1 แบบฟอร์มแสดงความยินยอมในการทดลอง 122
ข.2 แบบสอบถามข้อมูลพื้นฐานก่อนเข้าการทดลอง (entry questionnaire) 123
ข.3 แบบสอบถามหลังการเรียนคำศัพท์ (post-task questionnaire) 124
ข.4 แบบสอบถามหลังการเรียนคำศัพท์ (post-task questionnaire) (ต่อ) 125
ข.5 แบบสอบถามก่อนออกจากการทดลอง (exit questionnaire) 126

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ภาษาเป็นวิธีที่ทำให้มนุษย์สามารถสื่อสารกันเพื่อให้เกิดความเข้าใจซึ่งกันและกัน รวมทั้งใช้ในการแสดงออกถึงความรู้, ความคิด, ความรู้สึก และทัศนคติต่าง ๆ ส่วนสำคัญของการเรียนภาษาใหม่คือ การใช้เทคนิคทางด้านการจำ เช่น การจดจำไวยากรณ์, รูปประโยค และบริบทการใช้งานของคำ และสิ่งหนึ่งที่สำคัญในการเรียนภาษา นั้น คือ การเรียนคำศัพท์ ซึ่งในการจดจำคำศัพท์นั้นประกอบไปด้วย ความหมายของคำ, การสะกดคำ, การออกเสียง เป็นต้น โดยผู้ที่เรียนภาษาต่างประเทศนั้นจำเป็นที่จะต้องรู้คำศัพท์อย่างน้อยในระดับพื้นฐานเพื่อที่จะเข้าถึงภาษานั้น ๆ ได้ หากผู้เรียนมีความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์ไม่เพียงพอ ก็จะทำให้ไม่สามารถเข้าใจในสิ่งที่ผู้อื่นสื่อสาร รวมถึงสิ่งที่ได้ฟังและได้อ่านผ่านทางสื่อต่าง ๆ Bower and Hilgard [1] กล่าวว่าคำศัพท์เป็นสิ่งที่บ่งบอกได้ว่าบุคคลนั้นสามารถสื่อสารได้มีประสิทธิภาพเพียงใด จึงเป็นสิ่งที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้อยู่เสมอ การพัฒนาทักษะด้านคำศัพท์นั้นต้องใช้ความพยายามตั้งแต่การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของคำศัพท์กับภาษาหลักของผู้เรียนและการฝึกฝนซ้ำแล้วซ้ำเล่า

การใช้เทคนิคช่วยจำ (Mnemonics) ได้ถูกยอมรับว่าเป็นเทคนิคที่ช่วยในพัฒนาทักษะการเรียนคำศัพท์ภาษาต่างประเทศ [2] โดยเฉพาะอย่างยิ่งคำศัพท์ที่ผู้เรียนไม่คุ้นเคยและยากต่อการจดจำในผู้เรียนระดับเริ่มต้น หนึ่งในวิธีที่ใช้เทคนิคนีโมนิคช่วยจำคำศัพท์ คือ การค้นหาคำศัพท์ในภาษาแม่ของผู้เรียนหรือภาษาที่ผู้เรียนเชี่ยวชาญ เช่น ภาษาอังกฤษ โดยนำมาใช้เป็นนีโมนิคคีย์เวิร์ด (mnemonic keyword) โดยคำศัพท์นั้นมีเสียงที่มีเสียงคล้ายคลึงกับคำศัพท์ในภาษาต่างประเทศที่ผู้เรียนต้องการเรียน เพื่อทำให้ผู้เรียนสามารถสร้างความสัมพันธ์ระหว่างคำศัพท์สองภาษาเพื่อช่วยในการจดจำคำศัพท์ในภาษาต่างประเทศที่ยังไม่คุ้นเคยได้ ตัวอย่างเช่น ผู้เรียนที่ใช้ภาษาอังกฤษเป็นภาษาแม่ต้องการที่จะเรียนภาษาญี่ปุ่น เพื่อที่จะจดจำคำว่า “Ki (Tree)” ในภาษาญี่ปุ่น ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่นนั้นกับนีโมนิคคีย์เวิร์ดที่มีเสียงคล้ายคลึงกัน เช่น “Key” ในภาษาแม่ของเขา นั่นก็คือ ภาษาอังกฤษ และสร้างประโยคในรูปที่ช่วยในการจดจำหรือจินตนาการเชื่อมโยงระหว่างนีโมนิคคีย์เวิร์ดและคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่นที่ต้องการเรียนนั้น ตัวอย่างเช่น “Imagine I put the Key under the Tree” สุดท้ายผู้เรียนสามารถใช้นีโมนิคคีย์เวิร์ดเพื่อใช้ประโยชน์ในการเรียนรู้และการระลึกถึงคำศัพท์ภาษาต่างประเทศมากกว่าการพยายามจดจำด้วยตนเอง เพื่อที่จะช่วยการเรียนภาษาต่างประเทศโดยใช้เทคนิคนีโมนิค วิทยานิพนธ์นี้ได้นำเสนอกระบวนวิธีใหม่ที่สามารถแนะนำคำศัพท์แบบนีโมนิคแบบอัตโนมัติโดยใช้อัลกอริทึมการออกเสียงเพื่อใช้ในการเรียนคำศัพท์พื้นฐานในภาษาญี่ปุ่น โดยกระบวนวิธีของวิทยานิพนธ์นี้จะแนะนำลิสต์ที่ถูกจัดอันดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของนีโมนิคคีย์เวิร์ดในภาษาอังกฤษจากคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่นที่ผู้เรียนต้องการเรียน โดยนีโมนิคคีย์เวิร์ดเหล่านี้จะเป็นคำที่มีเสียงคล้ายคลึงกับภาษาญี่ปุ่นและช่วยในการระลึกถึงคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่นได้

ถึงแม้ว่าการใช้เทคนิคนีโมนิคในการเรียนรู้ภาษาจะมีมายาวนานแล้ว แต่ในด้านของการนำคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้กับเทคนิคนีโมนิคสำหรับการเรียนคำศัพท์นั้นกลับมีจำนวนน้อยมาก โดยส่วนใหญ่หากผู้เรียนหรือครูผู้สอนต้องการใช้เทคนิคนีโมนิคในการช่วยจดจำนั้นต้องทำการค้นหาด้วยตนเองเท่านั้น ในวิทยานิพนธ์นี้จึงนำเทคนิคนีโมนิคเข้ามาผสมกับการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เพื่อทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้คำศัพท์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อสร้างและพัฒนากระบวนวิธีใหม่สำหรับแนะนำคำศัพท์แบบนีโมนิคแบบอัตโนมัติเพื่อใช้ในการเรียนคำศัพท์พื้นฐานในภาษาญี่ปุ่น
2. เพื่อสร้างและพัฒนาการอัลกอริทึมการออกเสียงใหม่สำหรับใช้ในบริบทการสร้างนีโมนิคคีย์เวิร์ดภาษาอังกฤษเพื่อการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาญี่ปุ่น
3. เพื่อประเมินและเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้อัลกอริทึมการออกเสียงที่ได้คิดค้นขึ้นมาใหม่ในวิทยานิพนธ์นี้ในการสร้างนีโมนิคคีย์เวิร์ดภาษาอังกฤษเพื่อการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาญี่ปุ่นกับกระบวนวิธีอื่น ๆ ในแง่ของความเหมาะสมของนีโมนิคคีย์เวิร์ด
4. เพื่อประเมินและเปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้อัลกอริทึมการออกเสียงที่ได้คิดค้นขึ้นมาใหม่ในวิทยานิพนธ์นี้ในการสร้างนีโมนิคคีย์เวิร์ดภาษาอังกฤษเพื่อการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาญี่ปุ่นกับกระบวนวิธีอื่น ๆ ในแง่ของการเรียนรู้ของผู้เรียน
5. เพื่อบูรณาการศาสตร์ โดยนำเทคนิคนีโมนิคทางด้านจิตวิทยาการศึกษา (educational psychology) มารวมกับการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เพื่อทำให้เกิดนวัตกรรมของสื่อการเรียนแบบใหม่

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1. วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอเทคนิคในการแนะนำศัพท์นีโมนิคแบบอัตโนมัติเพื่อสนับสนุนการเรียนคำศัพท์โดยใช้เทคนิคนีโมนิคซึ่งที่ถูกนำเสนอโดยนักจิตวิทยาการศึกษาและการรู้คิด (educational and cognitive psycologists) โดยมิได้มีจุดประสงค์เพื่อนำเสนอเทคนิคการเรียนแบบใหม่และวัดประสิทธิผลการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคนีโมนิค
2. วิทยานิพนธ์นี้มุ่งเน้นเฉพาะการแนะนำคำศัพท์แบบนีโมนิคในภาษาอังกฤษเพื่อใช้ในการเรียนคำศัพท์พื้นฐานในภาษาญี่ปุ่นเท่านั้น ไม่ครอบคลุมในภาษาอื่น ๆ นอกเหนือจากนี้
3. วิทยานิพนธ์นี้มุ่งเน้นเฉพาะการแนะนำคำศัพท์แบบนีโมนิคเท่านั้น ไม่ครอบคลุมในส่วนของการสร้างประโยคช่วยจำจากนีโมนิคคีย์เวิร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. อัลกอริทึมการออกเสียงใหม่ที่คิดค้นมาในวิทยานิพนธ์นี้มีจุดประสงค์เพื่อใช้ในบริบทการสร้างนีโมนิคคีย์เวิร์ดภาษาอังกฤษเพื่อการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาญี่ปุ่นเท่านั้น ไม่ครอบคลุมการเปรียบเทียบคำภาษาญี่ปุ่นและภาษาอังกฤษเพื่อใช้ในจุดประสงค์อื่น ๆ

1.4 ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในงานวิจัย

ในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นการแนะนำคำศัพท์ภาษาอังกฤษแบบนีโมนิคซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้ในการช่วยจำที่ถูกนำเสนอโดยนักจิตวิทยาทางการศึกษาและได้รับการยอมรับว่าเป็นวิธีที่ช่วยทำให้ความจำมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น [2] มาใช้ในการเรียนคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่นระดับพื้นฐาน โดยจะนำอัลกอริทึมการออกเสียงซึ่งโดยปกติแล้วจะใช้ในบริบทของการค้นหาคำหรือชื่อที่มีการสะกดผิดมาประยุกต์ใช้ในการสร้างนีโมนิคคีย์เวิร์ด รวมไปถึงการคิดค้นอัลกอริทึมการออกเสียงใหม่เพื่อใช้บริบทของการสร้างนีโมนิคคีย์เวิร์ดภาษาอังกฤษเพื่อการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาญี่ปุ่นให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และมีการผนวกกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction: CAI) มาใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการจดจำคำศัพท์ของผู้เรียนมากยิ่งขึ้น ภายใต้คำถามงานวิจัยดังต่อไปนี้

1.5 คำถามงานวิจัยของวิทยานิพนธ์ (Research Questions)

RQ1. นีโมนิคคีย์เวิร์ดภาษาอังกฤษสามารถถูกคำนวณออกมาแบบอัตโนมัติได้อย่างไร?
โดยคำนึงถึง

i. ความคล้ายคลึงของการออกเสียง
ii. ความคล้ายคลึงทางด้านความหมาย
iii. ความคล้ายคลึงของการสะกดคำ และ
iv. กำลังของภาษาศาสตร์เชิงจิตวิทยาของคำศัพท์

เพื่อช่วยในการเรียนคำศัพท์พื้นฐานในภาษาญี่ปุ่นได้มีประสิทธิภาพ

RQ2. นอกจากการใช้งานสัทอักษรสากล ยังมีวิธีอื่น เช่น อัลกอริทึมการออกเสียง ที่สามารถนำมาถอดถ่ายเสียงของคำอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อใช้สร้างนีโมนิคคีย์เวิร์ดได้หรือไม่?

RQ3. ทำอย่างไรจึงจะปรับปรุงอัลกอริทึมการออกเสียงแบบดั้งเดิมเพื่อใช้เฉพาะในการถอดถ่ายเสียงข้ามภาษาระหว่างคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่นและนีโมนิคคีย์เวิร์ดภาษาอังกฤษในการเรียนคำศัพท์พื้นฐานภาษาญี่ปุ่นได้?

RQ4. การใช้อัลกอริทึมการออกเสียงในการแนะนำนีโมนิคคีย์เวิร์ดภาษาอังกฤษช่วยให้ผู้เรียนจดจำคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่นได้ดีเทียบเท่าหรือดีกว่าการใช้อัลกอริทึมการออกเสียงแบบดั้งเดิมและการใช้สัทอักษรสากลได้หรือไม่?

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 การมีส่วนร่วมต่องานวิจัยในสาขาวิชา (Contribution)

1. งานวิจัยนี้เป็นงานแรกที่ประยุกต์ใช้อัลกอริทึมการออกเสียงสำหรับแนะนำนีโมนิคคีย์เวิร์ดแบบอัตโนมัติ
2. งานวิจัยนี้คิดค้นและนำเสนออัลกอริทึการออกเสียงใหม่สำหรับเปรียบเทียบการออกเสียงคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่นกับภาษาอังกฤษ ในบริบทของการแนะนำนีโมนิคคีย์เวิร์ดแบบอัตโนมัติเพื่อใช้ในการเรียนคำศัพท์พื้นฐานในภาษาญี่ปุ่น
3. ทำการประเมินและเปรียบเทียบนีโมนิคคีย์เวิร์ดจากอัลกอริทึมการออกเสียงที่นำเสนอใหม่ในแง่ของประสิทธิผลของการค้นคืนและความสามารถในการช่วยเรียนรู้คำศัพท์พื้นฐานภาษาญี่ปุ่น

1.7 ขั้นตอนของการศึกษา

1. สำรวจและรวบรวมฐานความรู้ที่เกี่ยวข้องจากแหล่งต่าง ๆ
2. ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง (literature review)
3. วางแผนและออกแบบการทดลองวิจัย
4. ทดสอบและปรับปรุงการทำงานของอัลกอริทึมจากการทำการศึกษาแบบทดสอบเบื้องต้น (pilot study)
5. ทำการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูล
6. สรุปรายงาน และนำเสนอผลการวิจัย เขียนบทความวิจัย และสรุปรายงานวิจัย

1.8 ผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์

ผลงานตีพิมพ์ตลอดการทำวิทยานิพนธ์นี้ ทั้งหมด 5 บทความ ได้แก่

[1] *Automated English Mnemonic Keyword Suggestion for Learning Japanese Vocabulary*; **O. Anonthanasap** and T. Leelanupab; in Proceedings of the 7th International Conference on Information Technology and Electronical Engineering, ICITEE 2015, Chiang Mai, Thailand, to appear

[2] *iMnem: Interactive Mnemonic Word Suggestion Using Phonetic Algorithms* **O. Anonthanasap** and T. Leelanupab; in Proceedings of the 20th International Society on Artificial Life and Robotics, ISAROB 2015, Beppu, Japan

[3] *Mnemonic-Based Interactive Interface for Second-Language Vocabulary Learning* **O. Anonthanasap**, C. He, K. Takashima, T. Leelanupab and Y. Kitamura in Proceedings of the Conference on 2014 (Japanese) Human Interface Society, HIS 2014, Kyoto, Japan

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[4] *The Development of iCALL Application for Thai Learners to Study a LAO Language (ASEAN Language)*

O. Anonthanasap, P. Iamjanchai, and T. Leelanupab; in Proceedings of the 3rd International Student Project Conference, ICT-ISPC 2014, Nakhon Pathom, Thailand

[5] *Interactive Computer-Assisted Language Learning System for Teaching a LAO Language (ASEAN Language)*

O. Anonthanasap, P. Iamjanchai, and T. Leelanupab; in Proceedings of the 6th National Conference on Information Technology, NCIT 2014, Nakhon Ratchasima, Thailand

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความสำคัญของคำศัพท์ในการเรียนภาษา

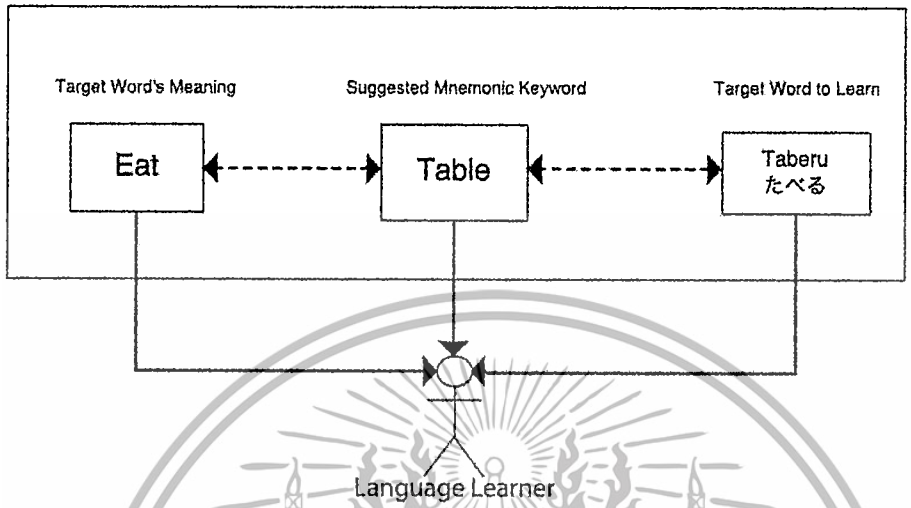
คำศัพท์เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของการสื่อสารภาษา การขาดความรู้ทางด้านคำศัพท์เป็นหนึ่งในอุปสรรคของการเข้าใจภาษานั้น ๆ Yeh and Wang [3] กล่าวว่า การสอนคำศัพท์ในการเรียนภาษาอังกฤษโดยเป็นภาษาต่างประเทศ (EFL) หรือ L2 (second language: ภาษาที่สอง) หากผู้เรียนมีความรู้ของคำศัพท์ไม่เพียงพอจะเป็นอุปสรรคต่อการเรียนภาษาต่างประเทศอย่างมาก ตัวอย่างเช่น กรณีศึกษาของนักเรียนไต้หวัน ในระดับมัธยมปลายควรจะรู้คำศัพท์ประมาณ 5000-7000 คำ แต่พบว่านักเรียนส่วนใหญ่รู้เพียง 2000-3000 คำเท่านั้น ซึ่งถ้าผู้เรียนมีความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์ไม่เพียงพอ ก็จะทำให้ไม่สามารถเข้าใจในสิ่งที่ผู้อื่นสื่อสาร รวมถึงสิ่งที่ได้ฟังและได้อ่านผ่านทางสื่อต่าง ๆ อีกทั้งยังไม่สามารถสื่อความหมายและความต้องการของตนเองแก่ผู้อื่นได้ ทำให้ไม่ประสบผลสำเร็จในการสื่อสาร

2.2 เทคนิคช่วยจำคำศัพท์นีโมนิค (Mnemonic Keyword Strategy)

นีโมนิคเป็นเทคนิคการช่วยจำที่ถูกนำเสนอโดยนักจิตวิทยาการศึกษาและการรู้คิด โดยเทคนิคนี้ได้รับการยอมรับว่าเป็นวิธีที่ช่วยทำให้ความจำมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น [2] งานวิจัยจำนวนมากได้ศึกษาและแสดงให้เห็นว่าการใช้นีโมนิคเป็นคีย์เวิร์ดในการช่วยจำนั้นสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของผู้เรียนในการจดจำคำศัพท์ ทั้งในด้านของความเร็วและการระลึกถึงคำศัพท์ภาษาต่างประเทศได้ในทันที [4, 5] การใช้เทคนิคช่วยจำมีจุดประสงค์เพื่อแปลงข้อมูลเดิมที่ยากต่อการจดจำ ไปเป็นในรูปแบบใหม่ที่สามารถจดจำได้ง่ายขึ้น [6] หนึ่งในตัวอย่างของการใช้เทคนิคนีโมนิค คือ การสร้างความสัมพันธ์ของการออกเสียงระหว่างคำศัพท์ของภาษาต่างประเทศที่ต้องการเรียนและคำศัพท์ในภาษาแม่ของผู้เรียนที่มีเสียงคล้ายคลึงกับคำศัพท์ในภาษาต่างประเทศนั้น โดยอาจเรียกได้ว่า คำศัพท์นีโมนิค หรือ “นีโมนิคคีย์เวิร์ด (mnemonic keyword)” โดยมีหลักการสำคัญ คือ การให้ผู้เรียนสร้างภาพจินตนาการในใจเพื่อที่จะใช้เชื่อมโยงนีโมนิคคีย์เวิร์ดไปยังคำศัพท์ภาษาต่างประเทศที่ต้องการเรียน [5, 7] ตัวอย่างเช่น ในกรณีที่ผู้เรียนมีภาษาอังกฤษเป็นภาษาแม่หรือมีความคุ้นเคยในภาษาอังกฤษเป็นอย่างดี เพื่อที่จะจำคำภาษาญี่ปุ่นคำว่า “เซ็นโซ” “sensou” หรือที่เขียนว่า 戦争, せんそう ในภาษาญี่ปุ่น ซึ่งมีความหมายว่า “สงคราม” หรือ “war” ในภาษาอังกฤษ นีโมนิคคีย์เวิร์ดที่ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ช่วยจำได้ คือ คำว่า “เซ็นเซอร์” “sensor” ในภาษาอังกฤษ ซึ่งผู้เรียนสามารถสร้างภาพในจินตนาการเชื่อมโยงระหว่างนีโมนิคคีย์เวิร์ด (sensor) คำศัพท์ภาษาญี่ปุ่น (sensou) และความหมายได้ ตัวอย่างเช่น “a heat **sensor** for detection of enemy

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

aircraft during **war**". โดยนีโมนิคคีย์เวิร์ด (sensor) จะเชื่อมโยงความจำไปยังคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่น (Sensou) ได้โดยโยงไปหาความหมายของคำศัพท์จากรูปประโยคที่ผู้เรียนสร้าง



รูปที่ 2.1 แสดงตัวอย่างการใช้เทคนิคการจดจำคำศัพท์แบบนีโมนิคในคนต่างชาติที่ต้องการเรียนภาษาญี่ปุ่น

โดยคำศัพท์นีโมนิคนั้นถูกศึกษาอย่างกว้างขวางและเทคนิคนี้ถูกสร้างขึ้นมาจากนักการศึกษาหลายท่าน [8, 9] อีกหนึ่งตัวอย่างที่แสดงให้เห็นภาพชัดเจนขึ้นแสดงในรูปที่ 2.1 นักเรียนต่างชาติต้องการจดจำคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่นคำว่า "taberu" หรือ "ทาเบะรุ" ที่มีความหมายว่า "กิน" แต่คำว่าทาเบะรุนั้นยากต่อการจดจำสำหรับคนต่างชาติ เนื่องจากไม่คุ้นเคยต่อภาษาญี่ปุ่น จึงนำคำในภาษาอังกฤษที่มีเสียงคล้ายคลึงกัน คือ คำว่า "table" หรือ "เทเบิล" มาเชื่อมโยงในการจำ โดยผู้เรียนสามารถจดจำในรูปแบบประโยคที่เชื่อมโยงคำแปลหรือความหมายของ "taberu: eat (กิน)" และนีโมนิคเป็นคีย์เวิร์ด "table" ไว้ด้วยกัน เช่น "I eat my lunch on the table every day." โดยคำว่า "table" ในภาษาอังกฤษนั้นจะนำไปเชื่อมโยงกับคำว่า Taberu หรือ ทาเบะรุในภาษาญี่ปุ่น ทำให้สามารถนึกถึงความหมายและจดจำได้ง่ายขึ้น

งานวิจัยศึกษาเริ่มแรกของการใช้คีย์เวิร์ดเพื่อช่วยในการจดจำคำศัพท์ในภาษาต่างประเทศ นั้นเกิดขึ้นในปี 1975 Atkinson *et al.* [5] รายงานผลการประเมินประสิทธิภาพของเทคนิคช่วยจำคำศัพท์นีโมนิคคีย์เวิร์ดในการเรียนคำศัพท์ภาษารัสเซีย โดยแบ่งการทดลองเป็น 2 ช่วง ช่วงแรกให้ผู้ทดลองเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างคำศัพท์ภาษาต่างประเทศกับคำศัพท์ภาษาอังกฤษซึ่งใช้เป็นคำศัพท์นีโมนิคโดยมีการออกเสียงที่คล้ายคลึงกับคำศัพท์ภาษาต่างประเทศ จากนั้นช่วงที่สองให้ผู้ทดลองสร้างรูปภาพจากความนึกคิด (mental image) ของคำศัพท์นีโมนิคโดยรูปภาพจะมีความสัมพันธ์กับคำแปลในภาษาอังกฤษของคำศัพท์ภาษาต่างประเทศ ดังนั้นในการเรียนด้วยวิธีการใช้คีย์เวิร์ดจะมีการเชื่อมโยงทั้งสองแบบ คือ เชื่อมโยงคำศัพท์ภาษาต่างประเทศกับคำศัพท์นี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โมนิคคีย์เวิร์ดด้วยเสียงที่คล้ายคลึง (acoustic link) และคำศัพท์นีโมนิคคีย์เวิร์ดจะเชื่อมโยงกับรูปภาพ (imagery link) ของคำแปลภาษาอังกฤษของคำศัพท์ภาษาต่างประเทศ ผลการทดลองได้เปรียบเทียบการใช้คำศัพท์นีโมนิคคีย์เวิร์ดกับวิธีเรียนแบบควบคุมในการเรียนคำศัพท์ภาษารัสเซีย (control group) คือ มีเพียงคำศัพท์ภาษรัสเซียและคำแปลเท่านั้น ไม่มีคำศัพท์นีโมนิกช่วยในการจดจำ โดยได้ผลลัพธ์ของทุกตัวชี้วัดในทุกกระบวนการเปรียบเทียบว่าวิธีการใช้เทคนิคช่วยจำคำศัพท์นีโมนิคคีย์เวิร์ดมีประสิทธิภาพที่สูงจากผลการทดสอบมีคะแนนความถูกต้องสูงถึง 72% เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีคะแนนการทดสอบเพียง 46% เท่านั้น จากการทดลองสรุปได้ว่าการใช้เทคนิคช่วยจำคำศัพท์แบบนีโมนิคคีย์เวิร์ดนั้นมีประสิทธิภาพ

Fritz *et al.* [7] ได้ทำการศึกษาและได้ผลการทดลองที่แสดงว่าเทคนิคช่วยจำคำศัพท์นีโมนิคคีย์เวิร์ดสามารถช่วยในการพัฒนาการจดจำและการระลึกถึงคำศัพท์ต่างประเทศได้ Ellis และ Beaton [10] ได้กล่าวถึงปัจจัยของการเรียนคำศัพท์ในภาษาต่างประเทศในเชิงของภาษาศาสตร์เชิงจิตวิทยา (Psycholinguistics) ว่าการใช้คีย์เวิร์ดนั้นมีประสิทธิภาพโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีของการเรียนแบบการทำซ้ำ (receptive learning) โดยขึ้นอยู่กับประเภทของคำและความสามารถในการจินตนาการของคีย์เวิร์ดนั้น แต่คีย์เวิร์ดที่ใช้นั้นจำเป็นต้องมีเสียงที่คล้ายคลึงใกล้เคียงกับคำศัพท์ในภาษาต่างประเทศที่ผู้เรียนต้องการเรียนด้วยจึงจะมีประสิทธิภาพในการช่วยจำได้

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยจำนวนมากที่แสดงให้เห็นว่าการใช้นีโมนิคคีย์เวิร์ดนั้นมีประสิทธิภาพในการนึกถึงและจดจำคำศัพท์ภาษาต่างประเทศ เช่น ภาษารัสเซีย และ ภาษาสเปน [7, 11–13]

2.3 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนภาษา (Computer-Assisted Language Learning)

ในปัจจุบันมีการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนภาษา หรือ CALL (computer-assisted language learning) ซึ่งเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (computer-assisted instruction: CAI) ประเภทหนึ่ง โดย CALL นั้นจะเน้นเฉพาะด้านการเรียนรู้ทางด้านภาษาและมีการนำทฤษฎีการเรียนรู้ต่าง ๆ มาใช้ในการออกแบบเนื้อหาการสอนและรูปแบบการปฏิสัมพันธ์ระหว่างคอมพิวเตอร์กับมนุษย์ด้วย มีการใช้สื่อที่เป็นภาพและเสียงเพื่อทำให้สร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้แก่ผู้เรียน รวมทั้งมีการออกแบบวิธีการถ่ายทอดเนื้อหาบทเรียนแก่ผู้เรียนซึ่งอนุญาตให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตัวเอง รวมถึงการทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ โดยให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้โดยผ่านการปฏิสัมพันธ์ (interactive) กับคอมพิวเตอร์ แทนที่จะเป็นการให้ผู้เรียนใช้ความพยายามของตนเองในการเรียนรู้ ดังเช่น การเรียนแบบดั้งเดิม ผู้เรียนสามารถได้รับข้อมูลย้อนกลับได้ทันทีซึ่งเป็นการช่วยเสริมแรง (reinforcement) ให้แก่ผู้เรียน และผู้เรียนสามารถเรียนซ้ำได้ตามต้องการ ในการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นมีเทคนิคการออกแบบการเรียนรู้แบบต่าง ๆ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด [14-15] Martinez-Lage [16] แนะนำว่านอกจากการเพิ่มปริมาณของการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อธิบายคำศัพท์ เช่น คำอธิบายประกอบ (annotations) การเรียนรู้คำศัพท์ผ่านทางคอมพิวเตอร์ช่วยเรียนรู้ภาษา ยังช่วยให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับคำศัพท์และเข้าใจถึงบริบทของการใช้งาน

2.4 เทคนิคช่วยจำคำศัพท์นีโมนิคในสาขาการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับคอมพิวเตอร์ (Mnemonics in HCI)

การใช้วิทยาการคอมพิวเตอร์กับการเรียนภาษานั้นมีการดำเนินมาอย่างยาวนานและมีการศึกษาวิจัยอยู่เป็นจำนวนมาก [17-18] ในปี 2014 Savva *et al.* [19] ได้นำเสนอ "TransPhoner" ระบบสร้างคีย์เวิร์ดสำหรับคำศัพท์แบบข้ามหลายภาษา (universal cross-language) โดยหลักการทำงานของระบบใช้สัทอักษรสากล (International Phonetic Alphabet: IPA) เป็นหลัก อย่างไรก็ตามระบบไม่ได้มุ่งเน้นที่ภาษาใดเป็นพิเศษและระบบใช้เพียงแค่ใช้สัทอักษรสากลสำหรับการถอดถ่ายเสียงเพียงอย่างเดียว ในงานวิจัยนี้ได้ทำการประเมินผลประสิทธิภาพการเรียนของผู้เรียนโดยใช้ระบบ โดยการประเมินผลครั้งนี้ใช้การเรียนเฉพาะคำศัพท์ภาษา*เยอรมัน* ผลการทดลองของงานวิจัยนี้ได้แสดงออกมาว่า TransPhoner นั้นช่วยพัฒนาการจดจำคำศัพท์ของผู้เรียนได้ อย่างไรก็ตามในงานวิจัยนี้ไม่ได้มุ่งเน้นไปที่การพัฒนาอัลกอริทึมสำหรับการสร้างคำศัพท์ แต่มีประโยชน์ในการริเริ่มในการวางแนวทางการวิจัยในการพัฒนาระบบอัตโนมัติสำหรับสร้างนีโมนิคคีย์เวิร์ดมาสำนับสนุนการเรียนคำศัพท์ภาษาต่างประเทศ

2.5 คำศัพท์เฉพาะทางด้านภาษาศาสตร์ (Linguistics Terminology)

2.5.1 สัทอักษรสากล (International Phonetic Alphabet: IPA)

สัทอักษรสากลเป็นสัญกรณ์มาตรฐานสำหรับการแทนเสียงพูดในทุกภาษา [20] และถูกใช้ในพจนานุกรมหลายภาษาเพื่อที่จะชี้ให้เห็นถึงการออกเสียงของคำศัพท์ สมาคมสัทศาสตร์สากล (International Phonetic Association) ได้รวบรวมและแยกประเภทของพยัญชนะและสระที่ถูกแสดงออกมาทั้งหมดในการพูดของมนุษย์และสามารถถูกใช้เป็นตัวแทนของ*หน่วยเสียง* (phone) ได้ โดยแต่ละภาษานั้นจะมีการใช้สับเซตของหน่วยเสียง หรือที่เรียกว่า หน่วยคำ (phonemes) ซึ่งเป็นหน่วยที่ใช้การแยกความแตกต่างทางความหมายในทางภาษาศาตร์ที่เฉพาะแตกต่างกันออกไป หน่วยคำนั้นถูกรวมเพื่อที่จะสร้างการออกเสียงของแต่ละคำศัพท์และสามารถถูกมองเป็นเซตของหน่วยเสียงในทางภาษาศาสตร์ที่เทียบเท่ากับการออกเสียงของภาษาทั่วไปด้วย สัญลักษณ์ในสัทอักษรสากลหรืออาจเรียกว่า หน่วยย่อยของเสียง (allophones) นั้นส่วนใหญ่นั้นดัดแปลงจากอักษรโรมัน สัญลักษณ์บางตัวนำมาจากอักษรกรีก และบางตัวประดิษฐ์ขึ้นใหม่โดยไม่สัมพันธ์กับอักษรภาษาใดเลย สัทอักษรสากลสามารถถูกใช้ในการถอดถ่ายเสียงซึ่งเป็นหน่วยที่เล็กที่สุดในทางภาษาศาสตร์ในการข้ามภาษาได้ (cross-language transcription) อย่างไรก็ตามปัญหาของการใช้สัทอักษรสากล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการเปรียบเทียบข้ามภาษา คือ การใช้สัทอักษรสากลนั้นมีความละเอียดมาก จึงทำให้ในบางครั้งไม่สามารถค้นเจอคำศัพท์ที่มีเสียงคล้ายคลึงกันได้ โดยเฉพาะการเปรียบเทียบเสียงข้ามต่างภาษากัน [21-22] นีโมนิคดีย์เวิร์ดสำหรับการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพความจำของคำศัพท์ในภาษาต่างประเทศนั้นจำเป็นต้องมีเสียงที่คล้ายคลึงกับบางส่วนของคำศัพท์ภาษาต่างประเทศที่ผู้เรียนต้องการเรียน ด้วยเหตุนี้การใช้สัทอักษรสากลนั้นจึงยากสำหรับการค้นหานีโมนิคดีย์เวิร์ดที่มีเสียงตรงกับคำศัพท์ภาษาต่างประเทศได้ ตัวอย่างเช่น คำว่า "ฟูเนะ" หรือที่เขียนได้ว่า "舟, ふね" ในภาษาญี่ปุ่น ซึ่งมีความหมายว่า "เรือ" ซึ่งถูกแสดงการออกเสียงในสัทอักษรสากลว่าว่า "ɸune" หรือ "fune" ในตัวอักษรโรมันจิหรือที่เรียกว่าการเขียนคำอ่านของคำภาษาญี่ปุ่นในอักษรลาตินตามลำดับ ซึ่งในการแปลงเสียงคำศัพท์เป็นคำอ่านแบบสัทอักษรสากลนั้นไม่สามารถค้นเจอคำที่มีเสียงคล้ายคลึงกันอย่าง "fun" ได้ เนื่องจากคำว่า "fun" นั้นมีคำอ่านแบบสัทอักษรสากลว่า "fʌn" เนื่องด้วยความแตกต่างระหว่าง "ɸ" ซึ่งเป็นเสียงที่มีลักษณะการออกเสียงแบบเสียดแทรก (sibilant sound) ที่มีตำแหน่งเกิดเสียงที่ริมฝีปากแบบไม่ก้อง แต่ตัวขึ้นต้นของ "fun" นั้นคือ "f" ซึ่งหมายถึง เสียงที่มีลักษณะการออกเสียงแบบเสียดแทรก (sibilant sound) ที่มีตำแหน่งเกิดเสียงที่ริมฝีปากกับฟันแบบไม่ก้อง ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงนำเสนอการใช้อัลกอริทึมการออกเสียงในการแนะนำนีโมนิคดีย์เวิร์ด

2.5.2 อัลกอริทึมการออกเสียง (Phonetic Algorithm)

มีอัลกอริทึมจำนวนมากที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อเปรียบเทียบความคล้ายคลึงของเสียงระหว่างคำ โดยใช้การออกเสียงของคำเป็นเกณฑ์ ทำให้สามารถค้นหาเจอคำที่มีเสียงคล้ายคลึงกันได้ถึงแม้จะมีรูปการสะกดคำที่แตกต่างกัน โดยอัลกอริทึมการออกเสียงนี้จะทำการกำหนดดัชนีของคำต่าง ๆ โดยหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการกำหนดนั้นจะขึ้นอยู่กับประเภทของอัลกอริทึมนั้น ๆ [23] โดยที่มาของการเริ่มต้นการคิดค้นอัลกอริทึมการออกเสียงนั้นเริ่มมาจากปัญหาของการค้นหาชื่อในฐานข้อมูลขนาดใหญ่ เช่น ฐานข้อมูลของสายการบิน ฐานข้อมูลทางการแพทย์ เป็นต้น ซึ่งโดยทั่วไปการค้นหาชื่อนั้นมักมีการสะกดผิดเนื่องจากชื่อนั้นมาจากหลายภาษา บางภาษามีการสะกดที่ไม่เหมือนกัน หรือสะกดใกล้เคียงแต่ไม่สามารถค้นเจอในฐานข้อมูลที่ต้องการคิวรี (query) ที่ตรงกับข้อมูลในฐานข้อมูลทุกประการ (exact match) ต่อมาจึงมีการพัฒนาอัลกอริทึมการออกเสียงขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหานี้ด้วยการใช้การค้นหาคำที่มีเสียงคล้ายคลึงกันแทนการค้นหาคำที่มีการสะกดตรงกันทุกประการ [23, 21] ตัวอย่างเช่น ชื่อ "Smith" นั้นบางครั้งอาจมีการสะกดผิดเป็น "Smyth" ซึ่งเป็นการสะกดที่ได้เสียงคล้ายคลึงกัน แต่ตัวอักษรไม่ตรงกันกับต้นฉบับ จึงทำให้ค้นหาในฐานข้อมูลไม่เจอ ในกรณีนี้จะใช้ขั้นตอนวิธีเชิงสัทลักษณ์ซึ่งจะทำให้การค้นหาคำที่มีเสียงคล้ายคลึงกันได้ง่ายขึ้น นอกจากนี้ยังมีการนำอัลกอริทึมการออกเสียงไปใช้ในการแก้ไขการสะกดคำของคิวรี หรือคำค้นหาที่ผู้ใช้ใส่มาในในเสิร์ชเอนจิน (search engine) อีกด้วย [24] ในงานวิจัยนี้เล็งเห็นข้อดีของการใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัลกอริทึมการออกเสียงจึงได้นำมาประยุกต์ใช้ในการแนะนำคำศัพท์แบบนีโมนิคในภาษาอังกฤษเพื่อใช้ในการเรียนคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่น อัลกอริทึมที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้มีดังต่อไปนี้

- **ซาวเดกซ์ (Soundex)**

สำหรับการถอดถ่ายเสียงด้วยอัลกอริทึมซาวเดกซ์ เป็นหนึ่งในอัลกอริทึมการออกเสียงที่เป็นที่รู้จักกันมากที่สุด ซึ่งถูกพัฒนามาโดย Russell และ O'Dell [25] อัลกอริทึมนี้สามารถแปลงคำพ้องเสียง (homophone) ไปเป็นรหัสเสียงที่เหมือนกันได้ถึงแม้คำทั้งสองนั้นจะมีการสะกดที่แตกต่างกันได้ คำที่มีเสียงคล้ายคลึงกันจะถูกแทนที่ด้วยรหัสตัวเดียวกัน รหัสของซาวเดกซ์ประกอบด้วยอักษรละติน 1 ตัวตามด้วยตัวเลขอีก 3 หลัก ตัวอย่างเช่น A123 ดังนั้นจึงสามารถที่จะจับคู่คำศัพท์ที่มีเสียงคล้ายคลึงกันได้ หลักการคำนวณหลักนั้นขึ้นอยู่กับการแบ่งกลุ่มของพยัญชนะด้วยเลขลำดับต่าง ๆ [24] โดยขั้นตอนการสร้างรหัสของซาวเดกซ์มีดังต่อไปนี้

1) เมื่อได้คำศัพท์ที่ต้องการแปลงมา เก็บอักษรตัวแรกไว้ (upper case) ตัวอย่างเช่น คำว่า CAR ให้เก็บตัว C ไว้
2) แทนที่อักษรเหล่านี้ A, E, I, O, U, Y, H, W ด้วย hyphen (-) เนื่องจากจะไม่นำไปเข้ารหัสต่อไป เพราะอาจจะทำให้รหัสเกิดความผิดพลาดได้ ในกรณีของคำว่า CAR จะแปลงได้เป็น "C-R"
3) แทนที่อักษรอื่น ๆ ด้วยเลขต่อไปนี้

   เลข 1: B, F, P, V

   เลข 2: C, G, J, K, Q, S, X, Z

   เลข 3: D, T

   เลข 4: L

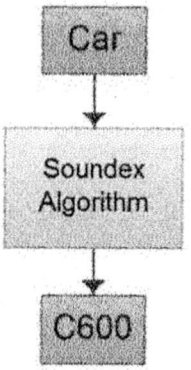
   เลข 5: M, N

   เลข 6: R

   ในกรณีตัวอย่าง C-R (CAR) จะกลายเป็น C-6
4) หากมีตัวอักษรที่ซ้ำกันและติดกันให้ลบออกไป
5) ลบเครื่องหมาย hyphen (-) ในกรณีตัวอย่าง C-6 (CAR) จะกลายเป็น C6
6) เก็บหมายเลขสามตัวแรกไว้ หรือ แทนที่ด้วย 0 ในกรณีตัวอย่าง C6 (CAR) จะกลายเป็น C600

   ภาพรวมของการใช้อัลกอริทึมการออกเสียงแบบซาวเดกซ์เข้ารหัสคำศัพท์คำว่า Car ได้รหัสเสียงผลลัพธ์ว่า C600 จะปรากฏในรูปที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 แสดงตัวอย่างการใช้อัลกอริทึมการออกเสียงแบบซาวเดกซ์เข้ารหัสคำศัพท์คำว่า Car ได้รหัสเสียงผลลัพธ์ว่า C600

อย่างไรก็ตามซาวเดกซ์นั้นถูกออกแบบโดยยึดหลักของการออกเสียงในภาษาอังกฤษจึงไม่สามารถนำมาใช้กับภาษาอื่น ๆ ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ซึ่งก็มีนักวิจัยบางท่านได้ปรับแต่งซาวเดกซ์ให้เข้ากับภาษาต่าง ๆ เช่น ซาวเดกซ์สำหรับภาษาไทย [26–28] ซาวเดกซ์ของเดตช์-โมโคทอฟฟ์ที่พัฒนามาให้เหมาะสมกับภาษาสลาวิกและภาษายิดดิช [29] เป็นต้น Suwanvisat และ Prasitjutrakul [28] ได้นำเสนออัลกอริทึมสำหรับถอดถ่ายเสียงภาษาไทยไปยังภาษาอังกฤษโดยมีจุดประสงค์เพื่อใช้ในการค้นคืนข้อมูลผลลัพธ์ภาษาอังกฤษเมื่อใส่คิวรีเป็นภาษาไทย ในงานวิจัยนี้ได้ใช้ซาวเดกซ์และระยะทางแก้ไขของเลเวนชเตย์นโดยการปรับปรุงตารางพยัญชนะ และเพิ่มจำนวนรหัสเสียงเพื่อให้เหมาะสมกับภาษาไทย แต่ในงานวิจัยนี้รองรับเพียงแค่การข้ามภาษาระหว่างภาษาไทยและภาษาอังกฤษเท่านั้น สำหรับภาษาญี่ปุ่นนั้นมีงานวิจัยเพียงเล็กน้อย Tsuji [30] นำเสนอวิธีอัตโนมัติในการสกัดคู่คำแปลของคำศัพท์ในอักษรคาตากานะภาษาญี่ปุ่นและภาษาอังกฤษจากคอลเลคชั่นสองภาษา ในงานวิจัยนี้ได้คิดค้นกฎการถอดถ่ายอักษรโดยยึดหลักของการถอดถ่ายเสียงเป็นอักษรโรมันแบบเฮ็ปเบิร์น (Hepburn romanization) Htun *et al.* [31] ได้นำเสนอกระบวนการในการเปรียบเทียบความคล้ายคลึงของเสียงข้ามหลายภาษาในอาเซียน ได้แก่ ภาษาไทย ภาษาพม่า ภาษาจีน ภาษาญี่ปุ่น ภาษาเกาหลี โดยอัลกอริทึมการเปรียบเทียบเสียงข้ามภาษานั้นอิงตามตารางการแปลงเสียงของสัทอักษรสากลเป็นหลัก Yasukawa *et al.* [32] นำเสนอฟังก์ชันของการเปรียบเทียบความคล้ายของเสียงภาษาญี่ปุ่นโดยนำเสนอเป็นฟังก์ชันระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ในลักษณะของซอฟต์แวร์เสรี ได้แก่ โพสต์เกรสคิวเอล (PostgreSQL) ในฐานข้อมูล แต่ในงานวิจัยนี้รองรับเพียงภาษาญี่ปุ่นเท่านั้น โดยไม่มีการเปรียบเทียบข้ามภาษา

- เมทาโฟน (Metaphone)

เมทาโฟนนั้นพัฒนามาจากอัลกอริทึมการออกเสียงแบบซาวเดกซ์โดยมีการใช้ข้อมูลของหลักการออกเสียงในภาษาอังกฤษโดยคำนึงถึงกฎพื้นฐานในการออกเสียงภาษาอังกฤษด้วย เพื่อที่จะสร้างรหัสเสียงที่แม่นยำขึ้น โดยรหัสเสียงของเมทาโฟนนี้ประกอบไปด้วยตัวอักษรจากอักษรใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อไปนี้ 0BFHJKLMNPRSTWXY สระ AEIOU นั้นจะถูกใช้เพียงแค่รหัสเสียงตัวแรกเท่านั้น รหัสเสียงต่อ ๆ ไปจะทำการตัดสระออก โดยอัลกอริทึมการเข้ารหัสเสียงแบบเมทาโฟนมีดังต่อไปนี้ [33]

1. ลบตัวอักษรที่ซ้ำกันและติดกันทิ้ง ยกเว้นตัว C
2. ถ้าคำขึ้นต้นด้วย 'KN', 'GN', 'PN', 'AE', 'WR', ลบตัวอักษรตัวแรก
3. ลบ 'B' ถ้าอยู่หลัง 'M' ในตำแหน่งสุดท้ายของคำ
4. เปลี่ยน 'C' เป็น 'X' ถ้า 'C' นั้นตามมาด้วย 'IA' หรือ 'H' (นอกจากจะเป็นส่วนหนึ่งของ '-SCH-' ในกรณีนี้จะถูกเปลี่ยนเป็น 'K')
   เปลี่ยน 'C' เป็น 'S'ถ้า 'C' นั้นตามมาด้วย 'I', 'E', หรือ 'Y'
   มิเช่นนั้นแล้ว เปลี่ยน 'C' เป็น 'K'.
5. เปลี่ยน 'D' เป็น 'J' ถ้า 'D' นั้นตามมาด้วย 'GE', 'GY', หรือ 'GI'. มิเช่นนั้นแล้ว เปลี่ยน 'D' เป็น 'T'
6. ลบ 'G' ถ้า 'G' นั้นตามด้วย 'H' และ 'H' ไม่ได้อยู่ในตำแหน่งสุดท้ายหรืออยู่ก่อนสระใด ๆ
   ลบ 'G' ถ้า 'G' นั้นตามด้วย 'N' หรือ 'NED' ในตำแหน่งสุดท้าย
7. เปลี่ยน 'G' เป็น 'J' ถ้า 'G' นั้นอยู่ก่อน 'I', 'E', หรือ 'Y', และไม่ได้อยู่ใน 'GG'
   มิเช่นนั้นแล้ว เปลี่ยน 'G' เป็น 'K'
8. ลบ 'H' ถ้า 'H' นั้นอยู่หลังสระและไม่ได้อยู่ก่อนสระ
9. เปลี่ยน 'CK' เป็น 'K'
10. เปลี่ยน 'PH' เป็น 'F'
11. เปลี่ยน 'Q' เป็น 'K'
12. เปลี่ยน 'S' เป็น 'X' ถ้า 'S' นั้นตามหลังด้วย 'H', 'IO', หรือ 'IA'.
13. เปลี่ยน 'T' เป็น 'X' ถ้า 'T' นั้นตามหลังด้วย 'IA' หรือ 'IO'
    เปลี่ยน 'TH' เป็น '0'
    ลบ 'T' ถ้า 'T' นั้นตามหลังด้วย 'CH'
14. เปลี่ยน 'V' เป็น 'F'
15. เปลี่ยน 'WH' เป็น 'W' ถ้าอยู่ตำแหน่งแรกของคำ
    ลบ 'W' ถ้า 'W' ไม่ได้ตามหลังด้วยสระ
16. เปลี่ยน 'X' เป็น 'S' ถ้า 'X' นั้นอยู่ในตำแหน่งแรกของคำ
    มิฉะนั้นแล้วเปลี่ยน 'X' เป็น 'KS'
17. ลบ 'Y' ถ้า 'Y' ไม่ได้ตามด้วยสระ
18. เปลี่ยน 'Z' เป็น 'S'
19. ลบสระทั้งหมดทิ้งยกเว้นสระนั้นจะเป็นตัวขึ้นต้นของคำ

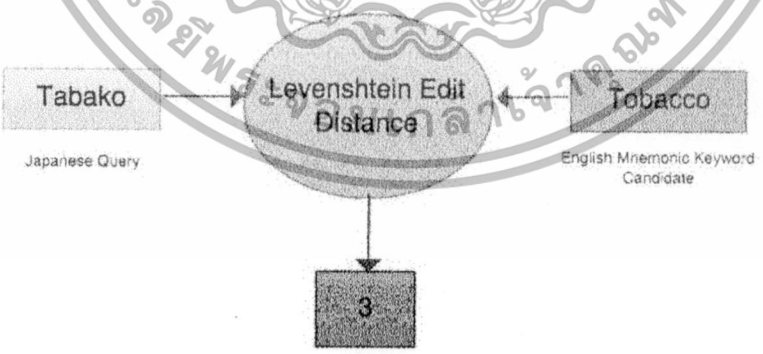
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างไรก็ตามเมทาโฟนนั้นออกแบบมาเพื่อใช้สำหรับคำศัพท์ที่มีอยู่ในพจนานุกรมภาษาอังกฤษเท่านั้น ไม่ได้ถูกพัฒนามาเพื่อใช้กับชื่อ หรือคำอื่น ๆ ที่ไม่ได้อยู่ในภาษาอังกฤษ

2.6 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการค้นคืนสารสนเทศ (Related Theories in Information Retrieval)

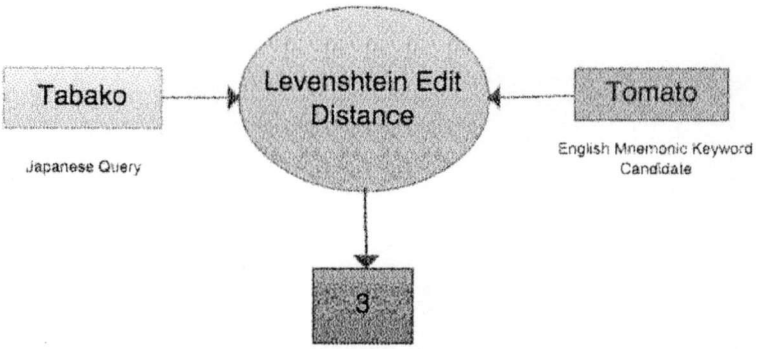
2.6.1 ระยะทางแก้ไขของเลเวนชเตย์น (Levenshtein Edit Distance)

ระยะทางแก้ไขของเลเวนชเตย์นเป็นอัลกอริทึมที่โดยแรกเริ่มนั้นพัฒนามาเพื่อใช้ในการประเมินความคล้ายคลึงของสายอักขระ (string) อัลกอริทึมนี้จะทำการนับจำนวนที่น้อยที่สุดของการดำเนินการแก้ไข (edit operation) ได้แก่ การแทรกเพิ่ม (insertion) การลบ (deletion) และการแทนที่ (substitute) ที่ตัวอักษรหนึ่งตัวต้องการ [24, 34] ผลของการนับของแต่ละอักขระจะถูกใช้สำหรับเปรียบเทียบความคล้ายคลึงกับอักขระอื่น ๆ ตัวอย่าง คำว่า “tabako” หรือ “たばこ” ในภาษาญี่ปุ่นที่มีความหมายว่า “บุหรี่” เมื่อนำมาเทียบกับคำว่า “tobacco” ในภาษาอังกฤษจะมีระยะทางแก้ไขของเลเวนชเตย์นดังต่อไปนี้ ความแตกต่างที่ ‘a’ และ ‘o’ ในตำแหน่งที่ 2 (การแทนที่), ที่ ‘k’ และ ‘c’ ในตำแหน่งที่ 5 (การแทนที่) และที่ ‘c’ ในตำแหน่งที่ 6 (การแทรกเพิ่ม) ของคำภาษาอังกฤษ จึงนับรวมระยะทางแก้ไขได้เท่ากับ 3 เป็นต้น ในขณะเดียวกันระยะห่างของคำว่า “tabako” และคำที่มีเสียงไม่สอดคล้องตัวอย่างเช่น คำว่า “tomato” ในภาษาอังกฤษก็มีระยะห่างเท่ากับ 3 เช่นกัน ดังรูปที่ 2.3 และรูปที่ 2.4 จึงเห็นได้ชัดว่าวิธีเปรียบเทียบด้วยระยะทางแก้ไขของเลเวนชเตย์นโดยใช้อักขระนั้นไม่เหมาะสม เนื่องจากวิธีนี้คิดคำนวณเพียงแค่จำนวนการดำเนินการแก้ไขของสองอักขระเท่านั้นไม่ได้มีความสัมพันธ์ใด ๆ กับการคำนวณความสอดคล้องทางเสียงเลย



รูปที่ 2.3 แสดงตัวอย่างการใช้ระยะทางเลเวนชเตย์นในการเปรียบเทียบความเหมือนของคำระหว่าง Tabako และ Tobacco

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 แสดงตัวอย่างการใช้ระยะทางเลเวนชเตย์นในการเปรียบเทียบความเหมือนของคำระหว่าง Tabako และ Tomato

อย่างไรก็ตาม หากอักขระทั้งสองนั้นถูกเข้ารหัสโดยใช้อัลกอริทึมการออกเสียงแล้ว วิธีการใช้ระยะทางแก้ไขของเลเวนชเตย์นนี้ก็ถือว่าเป็นวิธีที่สามารถนำมาใช้ได้ หลายงานวิจัยได้นำระยะทางแก้ไขของเลเวนชเตย์นมาใช้ในการคำนวณความคล้ายคลึงของเสียง โดยมีการใช้งานที่แตกต่างกันไป ตัวอย่างเช่น Htun *et al.* [31] นำเสนอการเข้ารหัสเสียงด้วยวิธีใหม่แบบผสมผสานและทำการเทียบความคล้ายคลึงระหว่างคำด้วยระยะทางแก้ไขของเลเวนชเตย์น และ Savva *et al.* [19] ใช้คำอ่านของเสียงจากสัทอักษรสากลและนำไปเปรียบเทียบความคล้ายคลึงของเสียงด้วยระยะทางแก้ไขของเลเวนชเตย์น เป็นต้น ด้วยเหตุนี้จึงสามารถกล่าวได้ว่าคุณภาพของการเปรียบเทียบความคล้ายคลึงของเสียงโดยใช้วิธีคำนวณจากระยะทางแก้ไขของเลเวนชเตย์นนั้นสามารถถูกคำนวณได้ด้วยสมการที่ 2.1 โดย ระยะทางแก้ไขของเลเวนชเตย์นระหว่างอักขระ a และ b คือ $\mathrm{lev}_{a,b}(|a|,|b|)$ โดยที่

$$\mathrm{lev}_{a,b}(i,j) = \begin{cases} \max(i,j) & \text{if } \min(i,j) = 0, \\ \min \begin{cases} \mathrm{lev}_{a,b}(i-1,j)+1 \\ \mathrm{lev}_{a,b}(i,j-1)+1 \\ \mathrm{lev}_{a,b}(i-1,j-1)+1_{(a_i \neq b_j)} \end{cases} & \text{otherwise} \end{cases} \tag{2.1}$$

ต่อมาได้มีการพัฒนาระยะทางแก้ไขไดมารูน-เลเวนชเตย์น (Damerau–Levenshtein distance) [35] โดยเพิ่มชนิดของการดำเนินการแก้ไขเป็น 4 ชนิด ได้แก่ การแทรกเพิ่ม การลบ การแทนที่ และการสลับตำแหน่ง (transposition) ของสองตัวอักษรที่ติดกัน ทั้งนี้การพัฒนานั้นมีจุดประสงค์เพื่อใช้ในการแก้คำที่ผู้ใช้สะกดผิดเพื่อพัฒนาแอพพลิเคชั่นการตรวจคำผิด (spell checkers) เป็นต้น และต่อมาได้ถูกนำไปใช้ในทางชีววิทยาเพื่อประเมินความแตกต่างระหว่าง DNA ด้วย อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาในบริบทการใช้กับการแนะนำคำศัพท์แบบนีโมนิคโดยใช้อัลกอริทึมการออกเสียงเพื่อใช้ในการเรียนคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่นนั้น พิจารณาว่าไม่เหมาะสม เนื่องจากการสลับตำแหน่งอัลกอริทึมการออกเสียงไม่ควรจะถูกพิจารณาในการดำเนินการแก้ไขด้วย เพราะว่าอัลกอริทึมการออกเสียงนั้นพิจารณาที่รหัสเสียง หากรหัสเสียงมีการสลับตำแหน่งกัน จะทำให้เสียงนั้นมีความแตกต่างอย่าง

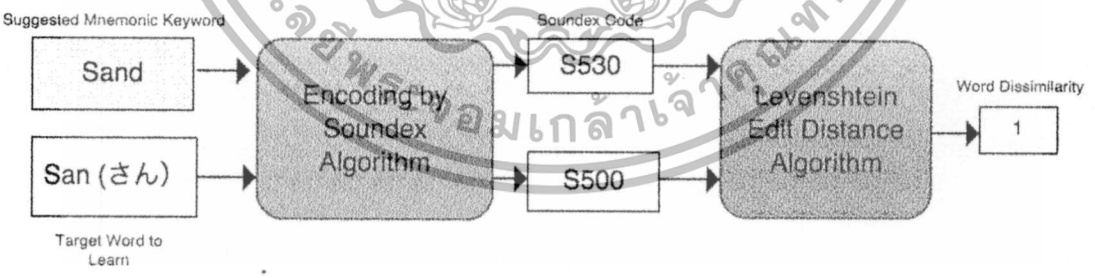
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาก เช่น คำว่า “ashita” (明日) หรือ “อะชิตะ” ในภาษาญี่ปุ่นมีรหัสเสียงซาวเดกซ์ คือ A230 ในฝั่งของภาษาอังกฤษมีคำว่า “aids” มีรหัสเสียง A320 และ “ashy” มีรหัสเสียง A200 ตามลำดับ ซึ่งทั้งสองคำนี้มีระยะทางแก้ไขไดมารูน-เลเวนชเตย์นกับ“Ashita” เท่ากับ 1 เท่ากัน แต่จะเห็นได้ชัดว่า คำว่า “Ashy” มีความสอดคล้องทางเสียงกับคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่นมากกว่า “aids” จึงเหมาะสมที่จะใช้ระยะทางแก้ไขของเลเวนชเตย์แบบดั้งเดิมมากกว่า

2.6.2 การประเมินความคล้ายคลึงของเสียง (Phonetic Similarity Measure)

ในการคำนวณความคล้ายคลึงของเสียงของการออกเสียง (pronunciation) ของคำศัพท์ระหว่างภาษาผู้วิจัยจะแปลงคำศัพท์ทุกคำโดยใช้อัลกอริทึมการออกเสียงแบบซาวเดกซ์ จากนั้นจะใช้ระยะทางแก้ไขของเลเวนชเตย์นเพื่อที่จะคำนวณระยะห่างระหว่างเสียงของสองคำศัพท์ในต่างภาษากัน Savva *et al.* [19] ได้ทำการค้นหาวิธีการจับคู่เสียงคำศัพท์ในภาษาหนึ่งไปอีกภาษาหนึ่ง ก็คือการใช้ระยะทางเลเวนชเตย์นที่น้อยที่สุด ซึ่งหมายความว่ามีเสียงใกล้เคียงกันมากที่สุด

สำหรับขั้นตอนการประเมินความคล้ายคลึงของเสียง ได้ทำการเริ่มต้นจากแปลงคำศัพท์จากในเซตคำศัพท์ภาษาอังกฤษและภาษาญี่ปุ่นทั้งหมดเป็นรหัสเสียง โดยจะขึ้นอยู่กับอัลกอริทึมที่ใช้ ได้แก่ ซาวเดกซ์และเมทาโฟน จากนั้นจึงทำการคำนวณระยะห่างของรหัสเสียงระหว่างคิวรีภาษาญี่ปุ่นและคำที่มีแนวโน้มจะเป็นนิโมนิคคีย์เวิร์ด หรือ เซตคำศัพท์ภาษาอังกฤษทั้งหมดจากระยะทางแก้ไขของเลเวนชเตย์น โดยผลลัพธ์ของการคำนวณระยะทางแก้ไขของเลเวนชเตย์นจะชี้ให้เห็นถึงค่าของความแตกต่าง (dissimilarity) ระหว่างคำ ค่าของระยะทางที่น้อยนั้นมีความหมายว่าสองคำนั้นมีความคล้ายคลึงกัน ในรูปที่ 2.5 นั้นแสดงตัวอย่างของกระบวนการคำนวณความคล้ายคลึงกันของคำศัพท์



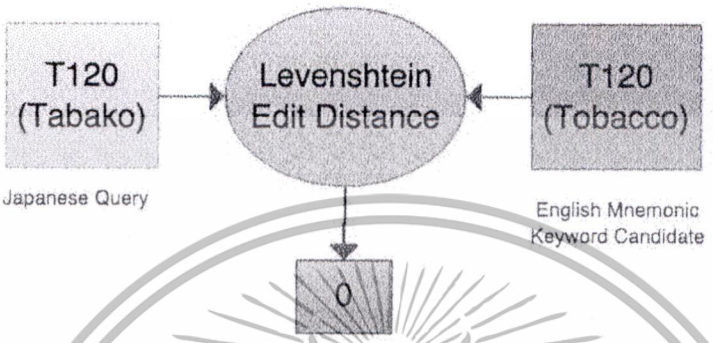
รูปที่ 2.5 แสดงตัวอย่างการใช้ซาวน์เดกและระยะทางเลเวนชเตย์นในการเปรียบเทียบความเหมือน

จากตัวอย่างที่กล่าวมา คำว่า “tabako” ในภาษาญี่ปุ่น เมื่อนำมาเข้ารหัสเสียงด้วยซาวเดกซ์จะได้รหัสว่า T120 และคำว่า “tobacco” ในภาษาอังกฤษจะได้รหัสว่า T120 เช่นกัน ซึ่งเมื่อใช้ระยะทางแก้ไขของเลเวนชเตย์นคำนวณความแตกต่างระหว่างรหัสเสียงแล้วจะมีค่าเท่ากับ 0 เนื่องจากมีรหัสเสียงตัวเดียวกัน ในขณะเดียวกันคำว่า “tomato” นั้นได้รหัสเสียง T530 เมื่อเปรียบเทียบกับคำภาษาญี่ปุ่น “tabako” จะมีระยะทางแก้ไขของเลเวนชเตย์นเท่ากับ 2 ดังรูปที่ 2.6-2.7 ซึ่งในการนำ

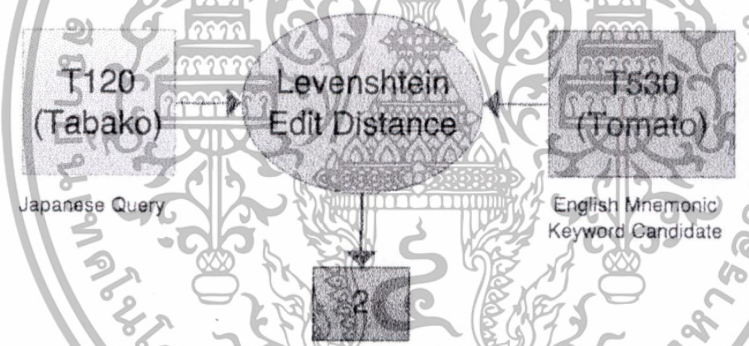
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

อัลกอริทึมการออกเสียงมาใช้นี้ สามารถทำให้แยกความแตกต่างระหว่างคำที่มีเสียงคล้ายคลึงและคำที่มีเสียงไม่คล้อยคลึงได้ดีกว่าการเทียบอักขระเพียงอย่างเดียว ในงานวิจัยนี้จึงนำเสนอการใช้อัลกอริทึมการออกเสียงโดยใช้การเปรียบเทียบความสอดคล้องของเสียงด้วยระยะทางแก้ไขของเลเวนชเตย์น



รูปที่ 2.6 แสดงตัวอย่างการใช้ระยะทางเลเวนชเตย์นในการเปรียบเทียบความเหมือนของคำด้วยการเข้ารหัสเสียงด้วยซาวเดกซ์ระหว่าง Tabako และ Tobacco



รูปที่ 2.7 แสดงตัวอย่างการใช้ระยะทางเลเวนชเตย์นในการเปรียบเทียบความเหมือนของคำด้วยการเข้ารหัสเสียงด้วยซาวเดกซ์ระหว่าง Tabako และ Tomato

2.6.3 การค้นคืนสารสนเทศกับการเปรียบเทียบเสียง

การเปรียบเทียบเสียงนั้นมีบทบาทสำคัญในการค้นคืนสารสนเทศ ในบริบทของการแนะนำคำศัพท์แบบนีโมนิคโดยใช้อัลกอริทึมการออกเสียงเพื่อใช้ในการเรียนคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่นก็เช่นกัน เมื่อผู้เรียนต้องการเรียนคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่นระบบเปรียบเสมือนคิวรี จะค้นคืนนีโมนิคคีย์เวิร์ดในภาษาอังกฤษออกมาซึ่งเปรียบเสมือนการค้นคืนเอกสารในการค้นคืนสารสนเทศ ดังนั้นทั้งการค้นคืนสารสนเทศ (information retrieval) และการเปรียบเทียบเสียง (phonetic matching) สามารถถูกประเมินด้วยตัวชี้วัดเดียวกันได้ เช่น การใช้ตัวชี้วัดการเรียกคืน และ ความแม่นยำ ซึ่งเป็นตัวชี้วัดพื้นฐานที่ถูกใช้สำหรับการประเมินผลประสิทธิภาพของงานการค้นคืน [28,31] และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
138864

สามารถประเมินประสิทธิภาพของขั้นตอนวิธีการเปรียบเทียบเสียง (algorithm for phonetic matching) ด้วยการใช้คอลเลคชั่นของการทดสอบ (test collection) ที่ประกอบไปด้วย เซตของคำทั้งหมดที่มีแนวโน้มจะเป็นนีโมนิคคีย์เวิร์ด (candidate mnemonic vocabularies) เปรียบเสมือนเซตของเอกสารทั้งหมดในการค้นคืนระบบสารสนเทศ เซตของข้อมูลนำเข้าหรือคิวรีภาษาญี่ปุ่น และเซตของข้อมูลที่ตัดสินแล้วว่าสอดคล้องสัมพันธ์กับคิวรี (relevance judgment) หรือ เฉลยของคำศัพท์นีโมนิคคีย์เวิร์ด (relevance judgements) โดยข้อมูลในการทดสอบนี้สามารถถูกใช้กับการทดลองในการค้นคืนสารสนเทศได้ สามารถใช้ Recall-Precision โดยใช้ 11-point average กำหนดค่าความแม่นยำที่คำนวณหลากหลายของคำตอบที่ได้จากการค้นคืนออกมา และทดสอบความน่าเชื่อถือ (reliability) ของการทดสอบด้วย Wilcoxon signed-rank test และวิธีอื่น ๆ ได้ Wallis and Thorn [36] กล่าวว่าสิ่งที่แตกต่างกันของการค้นคืนสารสนเทศและการเปรียบเทียบเสียง คือ วิธีของการประเมินค่า (assessment) โดยเฉพาะอย่างยิ่งความแตกต่างกันระหว่างการตัดสินว่าเสียงนั้นคล้ายคลึงกันหรือไม่ [20] นอกจากนี้วิธีการที่พัฒนาประสิทธิภาพในการค้นคืนสารสนเทศยังสามารถใช้กับการเปรียบเทียบเสียงได้เหมือนกันอีกด้วย เช่น การจัดอันดับ (ranking) ว่านีโมนิคคีย์เวิร์ดคำใดมีเสียงคล้ายคลึงกับคิวรีที่ป้อนเข้ามามากที่สุด

Zobel and Dart [23] กล่าวว่าการเปรียบเทียบความคล้ายคลึงของเสียงหรือเอกสารในการค้นคืนสารสนเทศและการเปรียบเทียบเสียงนั้นอยู่บนพื้นฐานของความไม่แน่นอน เนื่องจากมนุษย์ (human judgment) เป็นผู้ตัดสินว่าเอกสารหรือคำที่ทำการค้นคืนออกมานั้นถูกต้องและมีแนวโน้มที่จะอยู่ในเซตของการจัดอันดับหรือไม่ มากกว่าที่จะตัดสินไปอย่างชัดเจนว่าคำนั้นหรือเอกสารนั้นสอดคล้อง (relevant) หรือไม่สอดคล้อง (non-relevent) เท่านั้น ทั้งนี้เนื่องจากความคล้ายคลึง (similarity) นั้นมีความสัมพันธ์กัน ไม่สามารถที่จะแยกออกมาเดี่ยว ๆ เพื่อที่จะกำหนดว่าคิวรีและคำตอบไหนที่มีความคล้ายคลึงกันเท่านั้น จึงยากที่จะให้ความถูกต้องแม่นยำในความจำกัดความของคำว่า ความเกี่ยวข้องหรือความสอดคล้องสัมพันธ์

ตัวอย่างเช่น ต้องการเปรียบเทียบเสียงคำว่า ashi (あし,足) หรือ “อะชิ” ในภาษาญี่ปุ่น ที่แปลว่า “ขา” กับคำว่า airship, ash และ ago สามารถตัดสินได้ว่าคำว่า airship มีเสียงที่คล้ายคลึงกับคำว่า ashi (อะชิ) มากที่สุด และคำว่า ash มีความคล้ายคลึงรองลงมา ส่วน ago ไม่มีเสียงที่คล้ายคลึง แต่หากเพิ่มคำศัพท์ในการเปรียบเทียบเข้ามาเช่น ashy ผู้ตัดสินอาจมีการตัดสินใจต่างออกไปจากจากเดิมให้คำว่า airship มีเสียงคล้ายคลึงมากที่สุด เปลี่ยนเป็น ashy มีเสียงคล้ายคลึงมากที่สุด เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 กระบวนการประเมินประสิทธิภาพการค้นคืนสารสนเทศ (IR Evaluation Methodology)

การประเมินผลนั้นมีความสำคัญมากในส่วนของงานวิจัยสายการค้นคืนสารสนเทศ เพื่อที่จะพัฒนาระบบค้นคืนที่ดียิ่งขึ้นต่อไป หนึ่งในเป้าหมายหลัก คือ การประเมินค่าของทั้งประสิทธิผล (effectively) และประสิทธิภาพ (efficiently) ของระบบซึ่งจะชี้ให้เห็นถึงความสามารถของระบบที่จะช่วยเหลือผู้ใช้งานในการค้นคืนข้อมูลต่าง ๆ ได้ตรงกับความต้องการและอย่างรวดเร็ว

นอกจากนี้ ประสิทธิผลของระบบนั้นสามารถถูกอนุมานจากการประเมินความพึงพอใจจากผู้ใช้กับระบบ นั่นก็คือ การวัดว่าผู้ใช้นั้นพึงพอใจกับผลลัพธ์ที่ระบบให้มาจากคิวรีของผู้ใช้หรือไม่ เพราะฉะนั้นทฤษฎีและโมเดลของการค้นคืนสารสนเทศนั้นถูกพัฒนาด้วยพื้นฐานของเป้าหมายที่จะทำให้ความพึงพอใจของผู้ใช้เพิ่มขึ้นมากที่สุดจากคิวรีที่ผู้ใช้ให้มา [37] เพื่อที่จะวัดว่าวิธีใดหรือระบบใดนั้นทำให้ผู้ใช้พึงพอใจมากที่สุด การประเมินผลของการค้นคืนสารสนเทศนั้นมีหลักการพื้นฐานขึ้นอยู่กับวิธีในการทดสอบที่มีความเที่ยงตรงและทำซ้ำได้บนการทดลองที่มีขนาดของข้อมูลใหญ่ได้ ในส่วนต่อไปจะกล่าวถึงสองวิธีของการประเมินผล ซึ่งก็คือ การประเมินผลโดยใช้ระบบเป็นศูนย์กลาง (system-oriented evaluation) และการประเมินผลโดยใช้ผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง (user-centered evaluation)

2.7.1 การประเมินผลโดยใช้ระบบเป็นศูนย์กลาง (System-Oriented Evaluation)

วิธีที่ใช้กันแพร่หลายมากที่สุดในการประเมินผลวิธีการในการค้นคืนสารสนเทศ คือ การใช้ระบบเป็นศูนย์กลาง (system-oriented) วิธีในการประเมินผลนี้ถูกออกแบบมาให้เปรียบเทียบระบบค้นคืนอย่างมีระบบและยุติธรรมตามความจริง การประเมินผลโดยใช้ระบบเป็นศูนย์กลางนั้นตั้งอยู่บนพื้นฐานในงานของ Cleverdon et al. [38] ซึ่งเป็นผู้ที่เริ่มต้นการใช้คอลเลคชั่นการทดสอบโดยจะถูกควบคุมการตั้งค่าเพื่อใช้ในการประเมินผลของระบบการค้นคืนที่ขึ้นอยู่กับคอมพิวเตอร์นั่นก็คือผู้ใช้ไม่มีส่วนร่วมในการประเมิน

- ***แบบจำลองการประเมินผลของแครนฟิลด์ (Cranfield evaluation paradigm)***

เมื่อกล่าวถึงวิธีการประเมินผลโดยใช้ระบบเป็นศูนย์กลางนั้นโดยทั่วไปจะถูกอ้างอิงไปถึงแบบจำลองการประเมินผลของแครนฟิลด์ [38] (Cranfield evaluation paradigm) ในแบบจำลองนี้นักวิจัยได้รวมคอลเลคชั่นการทดสอบหรือคลังข้อมูลของการประเมินผล (evaluation corpus) [39] ที่ประกอบไปด้วยเอกสารข้อมูล, คิวรีที่ผู้ใช้ป้อนเข้ามา, เฉลยที่ตัดสินว่าเอกสารข้อมูลที่ค้นคืนมานั้นตรงหรือไม่ หรืออาจเรียกได้ว่าคำตอบที่ถูกต้องของการค้นคืนนั้น ๆ และการวัดผลของอัตราส่วนของความแม่นยำและการเรียกคืน การประเมินผลของแครนฟิลด์ก่อให้เกิดระเบียบปฏิบัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการทำวิจัยซึ่งได้จากประสบการณ์หรือการทดลองมากกว่าทฤษฎีจากการพัฒนาและทดสอบระบบการค้นคืน สิ่งสำคัญในระเบียบปฏิบัติในการทำวิจัยนั้นถูกควบคุมทั้งหมด เฉลยที่ตัดสินว่าเอกสารข้อมูลที่ค้นคืนนั้นจะถูกกำหนดออกมาไว้ล่วงหน้าและตัวแปรทั้งหมดถูกควบคุม ด้วยการควบคุมตัวแปรของการทดลองทั้งหมดแบบนี้นักวิจัยสามารถร่างข้อสรุปจากผลลัพธ์ที่ได้จากระบบค้นคืนได้เลย โดยหลักการของแบบจำลองการประเมินผลของแครนฟิลด์มีดังต่อไปนี้

- จัดเตรียมคอลเลคชันของเอกสาร มีจุดประสงค์เพื่อเตรียมเอกสารของการทดสอบในการประเมินผลระบบที่เหมือนกันซึ่งจะทำให้เกิดความยุติธรรมเสมอภาคในการเปรียบเทียบระบบที่แตกต่างกัน
- สร้างชุดของความต้องการข้อมูล หรือ ชุดของคิวรี โดยจะถูกใช้เป็นข้อมูลนำเข้าหรืออินพุทของระบบ
- รวบรวมเซตเฉลยที่ตัดสินเอกสารข้อมูลที่ค้นคืนของแต่ละงานการค้นหา (search task) อาจเรียกสั้น ๆ ว่า คิวแรล (qrel) โดยทั่วไปแล้วจะเป็นไบนารี่ คือ เกี่ยวข้องกับคิวรีที่ป้อนเข้ามา หรือไม่เกี่ยวข้องกับคิวรีที่ป้อนเข้ามา โดยตัดสินในแต่ละคู่ของคิวรีกับเอกสารที่ได้รับการค้นคืนมา
- ประเมินผลลัพธ์ของการค้นคืนของแต่ละระบบเปรียบเทียบกับเฉลย ประเมินในแง่ของสมรรถภาพต่าง ๆ ตามแต่ตัวชี้วัด (measures) ที่เกี่ยวข้องในแต่ละงานของการค้นหา ถ้าระบบมีมากกว่าสองระบบควรจะถูกเปรียบเทียบในเชิงสถิติด้วย

- ***ตัวชี้วัดประสิทธิภาพของการค้นคืน (Measures of Retrieval Effectiveness)***

มีตัวชี้วัดประสิทธิภาพที่ต่างกันมากมายที่ถูกคิดค้นมาสำหรับการประเมินประสิทธิภาพของระบบค้นคืน แต่สิ่งที่มีร่วมกันอย่างหนึ่งก็คือทุกตัวชี้วัดนั้นตั้งอยู่บนพื้นฐานของหลักการที่คล้ายคลึงกันนั่นก็คือ จำนวนของเอกสารที่เกี่ยวข้องที่ได้รับการค้นคืนมาจากระบบ วิธีที่ง่ายแต่มีประสิทธิภาพสำหรับการประเมินผลระบบนั้นตั้งอยู่บนพื้นฐานของการประเมินความเกี่ยวข้องแบบไบนารี่ซึ่งเป็นตัวที่จะแสดงว่าจำนวนของเอกสารที่เกี่ยวข้องที่ได้รับมา (retrieved relevant documents) มีจำนวนเท่าใด และเอกสารที่เกี่ยวข้องแต่ไม่ได้รับมามีจำนวนเท่าใด

ตัวชี้วัดแบบเซ็ต (Set-Based Measures)

ความแม่นยำ (precision) และ การเรียกคืน (recall) เป็นตัวชี้วัดทั่วไปที่ถูกใช้สำหรับการประเมินผลประสิทธิภาพของงานการค้นคืน ทั้งสองตัวชี้วัดสามารถถูกประเมิน ณ ตำแหน่งที่กำหนดได้ หลักการของความแม่นยำ (precision) และ การเรียกคืนถูกนำเสนอครั้งแรกโดย Kent et al. [40] และถูกใช้วิเคราะห์ในกลุ่มนักวิจัยสาขาการค้นคืนสารสนเทศ [40,41,42] ความแม่นยำ และการเรียกคืนเป็นตัวชี้วัดพื้นฐานที่ถูกใช้อย่างสอดคล้องกันโดยตลอดในงานของการค้นคืน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความแม่นยำ (Precision)

ความแม่นยำนั้นชี้วัดถึงอัตราส่วนของเอกสารที่เกี่ยวข้อง กับคิวรีที่ได้รับมาจากผู้ใช้ต่อเอกสารที่ได้รับมาทั้งหมด ซึ่งในบริบทของงานวิจัยนี้ นีโมนิคคีย์เวิร์ด เปรียบเสมือนเอกสารในมุมของการค้นคืนสารสนเทศ ดังนั้นความแม่นยำจะสะท้อนถึงนีโมนิคคีย์เวิร์ดที่สอดคล้องและถูกค้นคืนมา โดยนำมาหารด้วยนีโมนิคคีย์เวิร์ดที่ถูกค้นคืนมาทั้งหมด ตามสมการที่ 2.2

$$\text{Precision} = \frac{\sharp\,(\text{relevant mnemonic keywords retrieved})}{\sharp\,(\text{retrieved mnemonic keywords})} \tag{2.2}$$

การเรียกคืน (Recall)

การเรียกคืนนั้นสะท้อนถึงอัตราส่วนของเอกสารที่เกี่ยวข้องกับคิวรีของผู้ใช้ที่ได้รับมากับเอกสารที่เกี่ยวข้องกับคิวรีของผู้ใช้ทั้งหมดที่มี ซึ่งในบริบทของงานวิจัยนี้จะเปลี่ยนแปลงเป็นดังต่อไปนี้ คือ นีโมนิคคีย์เวิร์ดที่สอดคล้องและถูกค้นคืนมาหารด้วยนีโมนิคคีย์เวิร์ดที่สอดคล้องทั้งหมด ตามสมการที่ 2.3

$$\text{Recall} = \frac{\sharp\,(\text{relevant mnemonic keywords retrieved})}{\sharp\,(\text{relevant mnemonic keywords})} \tag{2.3}$$

ตัวชี้วัดแบบคำนึงลำดับ (Ranked Retrieval Measures)

ระบบค้นคืนส่วนใหญ่จะนำเสนอในรูปแบบของลิสต์ของเอกสารที่ถูกจัดลำดับออกมา ดังนั้นผู้ใช้จึงมีแนวโน้มที่จะเผชิญกับเอกสารที่ตรงความต้องการในตำแหน่งด้านบนของลิสต์นั้น ๆ เป็นแบบจำลองพฤติกรรมการดูข้อมูลของผู้ใช้ที่ได้รับการยอมรับมากที่สุด คือ ผู้ใช้จะมองข้อมูลจากบนลงล่าง และตรวจสอบผลการค้นคืน ได้แก่ เอกสารหรือนีโมนิคคีย์เวิร์ดทีละหนึ่งคำ โดยจะหยุดที่บางตำแหน่งที่ r ในทำนองเดียวกัน ตัวชี้วัดการค้นคืนโดยพื้นฐานของการจัดลำดับส่วนใหญ่ใช้แบบจำลองนี้เพื่อประเมินประโยชน์ที่ได้รับของเอกสารที่เกี่ยวข้อง นั่นก็คือ มุ่งเน้นความสนใจที่เอกสารหรือนีโมนิคคีย์เวิร์ดที่ถูกจัดอยู่ในลำดับสูง ๆ ตัวชี้วัดที่ถูกใช้โดยทั่วไปจะถูกอธิบายดังต่อไปนี้

ค่ากลางเฉลี่ยความแม่นยำ (Mean Average Precision - MAP)

ค่าเฉลี่ยของความแม่นยำ (average precision หรือ AP) สะท้อนถึงค่าเฉลี่ยของค่าของความแม่นยำที่ได้รับมาหลังจากที่แต่ละเอกสารที่เกี่ยวข้องได้รับมาภายในอับดับสูงสุด k ลำดับ [39] ค่าของค่าเฉลี่ยของความแม่นยำจะถูกทำการเฉลี่ยตลอดเซตของคิวรีเพื่อนำมาคำนวณค่ากลางเฉลี่ยความแม่นยำ (mean average precision - MAP) ตามที่ถูกแสดงในสมการที่ 2.4

$$\text{MAP} = \frac{1}{|Q|} \sum_{i:q_i:\in Q} \frac{1}{|R_{i,k}|} \sum_{j:d_j \in R_{i,k}} \text{Precision@}j \tag{2.4}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ q_i อ้างอิงถึงคิวรีในเซตของคิวรี Q $J(d_i, q)$

$R_{i,j}$ อ้างอิงถึงเซตของคำศัพท์เมมโมนิกที่สอดคล้องสำหรับอันดับที่ i คิวรีจากผลลัพธ์ตำแหน่งสูงสุดจนถึงคำศัพท์เมมโมนิกที่ตำแหน่งที่ k

d_j คือ คำศัพท์เมมโมนิกที่สอดคล้องที่อันดับ j

MAP ให้บทสรุปที่สั้นกระชับของประสิทธิภาพของระบบค้นคืนทุกคิวรีในคอลเลคชันการทดสอบ

Normalised Discounted Cumulative Gain (nDCG):

nDCG เป็นหนึ่งในตัวชี้วัดประสิทธิผลแบบคำนึงลำดับที่ได้รับความนิยม โดย nDCG ทำการประเมินค่าของความเกี่ยวข้องแบบมีหลายระดับ (graded relevance) หรือตัดสินประโยชน์ที่ได้รับจากเอกสาร (document's untility หรือ gain) โดยคำนวณประโยชน์สะสมที่ได้รับมาจากเอกสารตามถูกจัดลำดับจากบนลงล่าง โดยประโยชน์สะสมนี้ ถูกเรียกว่า cumulative gains โดย nDCG นั้นถูกสร้างจากแบบจำลองผู้ใช้ที่จะมองดูในเอกสารที่จัดลำดับจากบนลงมาล่าง โดยประโยชน์ที่ได้รับเพิ่มจากแต่ละเอกสารที่เกี่ยวข้อง (gain) นั้นจะถูกลดทอน (discounted) ลงไปขึ้นอยู่กับว่าผู้ใช้มีแนวโน้มที่จะมองเห็นเอกสารนั้นมากแค่ไหน โดยมีเงื่อนไขของตำแหน่งของเอกสารที่ถูกจัดลำดับ โดยค่า discounted cumulative gain (DCG) ที่ตำแหน่ง r ถูกกำหนดไว้ดังต่อไปนี้ สมการที่ 2.5 และ 2.6

$$\mathrm{DCG@}r = \sum_{i=1}^{r} \frac{J(d_i, q)}{log_2(1+i)} \tag{2.5}$$

$$\mathrm{NDCG@}r = \frac{\mathrm{DCG@}r}{\mathrm{DCG'@}r} \tag{2.6}$$

โดยที่ $J(d_i, q)$ คือ ค่าของการตัดสินความเกี่ยวข้อง (relevance judgement) ของเอกสารตำแหน่งที่ i โดยคิวรี q ที่ถูกให้มาในลิสต์ที่ถูกจัดลำดับ และตัวหารลอการิทึม (logarithm) เป็น discount factor โดยขึ้นอยู่กับตำแหน่งของการจัดลำดับของเอกสาร nDCG ได้รับมาจากการ Normalizing ค่าคะแนน DCG@r โดยคะแนนของลิสค์ของการจัดอันดับในอุดมคติ (ideal ranked list)

ในงานวิจัยนี้ความเกี่ยวข้องแบบมีหลายระดับ (graded relevance) ถูกใช้ใน nDCG และพิจารณานีโมนิคคีย์เวิร์ดแทนเอกสารที่ถูกค้นคืนมา ในขณะที่ ความเกี่ยวข้องแบบมีสองระดับ (binary relevance) ถูกใช้ใน Precision, Recall และ MAP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2 การประเมินผลโดยใช้ผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง (User-Centered Evaluation)

ปัจจุบันในสายของการค้นคืนสารสนเทศ มีสองแบบจำลองหลักที่ใช้ในการประเมินผล คือ การประเมินผลโดยใช้ระบบเป็นศูนย์กลางและการประเมินผลโดยใช้ผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง โดยการประเมินผลโดยใช้ระบบเป็นศูนย์กลางที่กล่าวไปแล้วนั้นถูกกล่าวว่าไม่ได้เป็นตัวแทนของความต้องการของผู้ใช้จริง ๆ โดยแครนฟิลด์โมเดลนั้นเป็นการใช้ตัวชี้วัดความเกี่ยวข้อง (relevance-based measures) ตัวอย่างเช่น ความแม่นยำและ การเรียกคืน แบบจำลองของแครนฟิลด์มีปัญหาที่ถกเถียงกันในเรื่องของหลักการหลักของความเกี่ยวข้อง (concept of relevance) ยิ่งไปกว่านั้นสองสมมุติฐานพื้นฐานหลักของแบบจำลองของแครนฟิลด์ คือ

1. *ผู้ใช้มีความต้องการที่จะได้รับเอกสารที่ตรงความต้องการกับคิวรีที่ผู้ใช้ป้อนเข้าไป และไม่ต้องการเห็นเอกสารที่ไม่ตรงกับความต้องการกับคิวรีที่ป้อนเข้าไป*
2. *ค่าของความเกี่ยวข้องของแต่ละเอกสารกับคิวรีผู้ใช้นั้นปรากฏอย่างชัดเจนในเอกสารนั้น ๆ*

สมมุติฐานทั้งสองนั้นไม่ได้ตระหนักถึงกระบวนการคิดและพฤติกรรม ประสบการณ์ของผู้ใช้กับการตัดสินว่าเอกนั้นตรงความต้องการหรือไม่ ซึ่งในความจริงแล้วความต้องการของผู้ใช้นั้นเปลี่ยนแปลงตลอดเมื่อผู้ใช้ได้พบกับข้อมูลใหม่ ๆ จากผลการค้นคืนปรวนแปรไปตามผู้ใช้แต่ละคน [44]

ในสายงานของการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์ (human-computer interaction) และจิตวิทยาแล้ว แบบจำลองที่นิยมใช้ในการประเมินประสิทธิภาพ คือ การประเมินผลโดยใช้ผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง (user-oriented evaluation) หรือ การประเมินผลโดยใช้งานเป็นศูนย์กลาง (task-oriented evaluation) โดยจะคำนึงถึงธรรมชาติของผู้ใช้ในการมีปฏิสัมพันธ์ การรับรู้ซึ่งขึ้นกับบุคคล (subjective perception) และพฤติกรรมในการตัดสินความเกี่ยวข้องในขั้นตอนของการค้นหาและการค้นคืน Borlund [45] นำเสนอการประเมินผลโดยใช้ผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง (user-oriented evaluation) เป็นแบบจำลองที่สามารถประเมินผลระบบค้นคืนสารสนเทศแบบมีปฏิสัมพันธ์ (interactive IR systems) ได้ Borlund ได้ทำการโต้แย้งว่าระบบค้นคืนสารสนเทศแบบมีปฏิสัมพันธ์ควรจะถูกประเมินภายใต้การใช้งานจริง นั่นก็คือ กระบวนการของการประเมินผลควรจะมีแบบจำลองของงานที่ให้ทำการค้นหาข้อมูลจริง ดังนั้น Borlund จึงแนะนำให้มีการรวมผู้ใช้เป็นหนึ่งใน test subjects ของระบบค้นคืนสารสนเทศในการทดลอง ในแบบจำลองนี้ การรับรู้ของผู้ใช้และพฤติกรรมของผู้ใช้เป็นศูนย์กลางของการประเมินผลแทนที่การใช้ตัวชี้วัดในการประเมินผลแบบใช้ระบบเป็นศูนย์กลาง เช่น ความแม่นยำ หรือ การเรียกคืน ใจความหลักของประเมินผลนี้คือเพิ่มเติมบริบทของการค้นคืนของจริงขึ้นมา จากเดิมที่เพียงแค่ควบคุมการทดลองจากคอมพิวเตอร์เท่านั้น ในขณะที่ตัวแปรอื่น ๆ ก็ถูกควบคุมเช่นเดิม โดยจะมีโจทย์ที่เป็นการจำลองงาน (simulated

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

work) ที่เป็นเรื่องราวครอบคลุมทั้งหมด โดยอธิบายสถานการณ์ที่ผู้ใช้จะต้องการข้อมูลอย่างไร ชัดเจน เพื่อที่จะนำไปค้นหาในระบบค้นคืนสารสนเทศ ดังนั้นผู้ใช้จะได้ทำการค้นหาข้อมูลที่เหมาะสมกับสิ่งที่ตนเองต้องการ จากสถานการณ์ที่โจทย์กำหนดเพื่อนำไปใช้ในการประเมินระบบต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1. คุณลักษณะของนีโมนิคคีย์เวิร์ด (Mnemonic Keyword Features)

ก่อนที่จะทำการเลือกคุณลักษณะ (features) ของนีโมนิคคีย์เวิร์ดด้วยวิธีการที่จะนำเสนอในหัวข้อนี้ ผู้วิจัยจะต้องทำเข้าใจก่อนว่าลักษณะที่ดีของนีโมนิคคีย์เวิร์ดเป็นอย่างไร ผู้วิจัยได้ทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับการศึกษา (educational) จิตวิทยาการรู้คิด (cognitive psychology) และภาษาศาสตร์คอมพิวเตอร์ (computational linguistics) [4,5,19] ในทางทฤษฎีส่วนที่สำคัญที่สุดของนีโมนิคคีย์เวิร์ดที่มีลักษณะดีนั้น คือ ต้องมีเสียงที่คล้ายคลึงกับภาษาต่างประเทศ ตัวอย่างเช่น นีโมนิคคีย์เวิร์ดเป็นคำในภาษาอังกฤษที่มีเสียงคล้ายคลึงกับคำศัพท์ที่ต้องการเรียนในภาษาญี่ปุ่น คำศัพท์ที่ใช้เป็นนีโมนิคคีย์เวิร์ดต้องเป็นคำที่คุ้นเคยกันดี (familiar word) เพื่อที่จะง่ายต่อการจดจำ รวมถึงเป็นคำที่มีความสามารถในการนำไปจินตนาการนึกภาพได้ (imageable) ความสัมพันธ์ของการสะกดคำของคำศัพท์ (orthographic) ของคำศัพท์ทั้งสองภาษาก็ควรถูกพิจารณาด้วยเนื่องจากสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้คำศัพท์ และคำศัพท์ที่ใช้เป็นนีโมนิคคีย์เวิร์ดควรจะมีความหมาย (semantics) ที่เชื่อมโยงกันกับความหมายของคำศัพท์ในภาษาต่างประเทศที่ต้องการเรียนด้วย ในหัวข้อนี้ผู้วิจัยจึงทำการรวบรวมและอธิบายคุณลักษณะของนีโมนิคคีย์เวิร์ดดังต่อไปนี้

3.1.1 ความสอดคล้องทางเสียง (Phonetic Similarity)

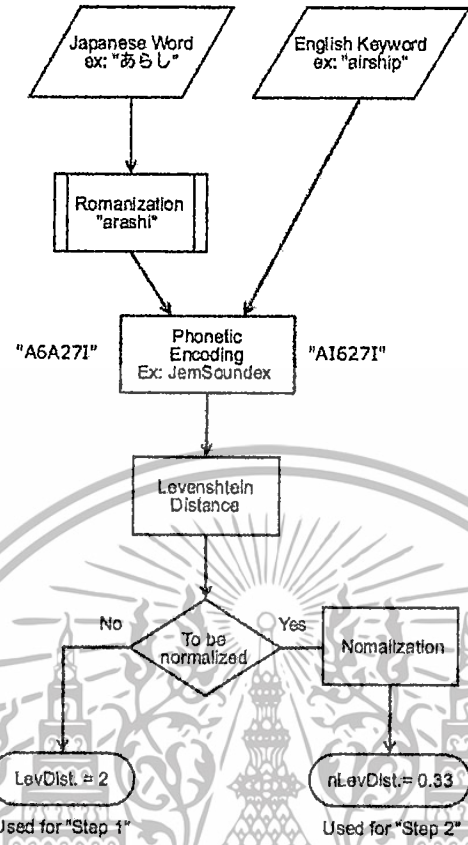
จากที่ได้กล่าวไว้ในบทที่สอง ความสอดคล้องของเสียงนั้นถูกพิจารณาว่ามีประสิทธิผลและช่วยในการเรียนรู้คำศัพท์รวมไปถึงเป็นตัวที่ชี้นำไปถึงการออกเสียงของคำศัพท์ภาษาต่างประเทศที่ต้องการเรียน ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงพิจารณาให้ความสอดคล้องทางเสียงมีความสำคัญมากที่สุดสำหรับคุณลักษณะของนีโมนิคคีย์เวิร์ดที่ดี เพื่อที่จะคำนวณความสอดคล้องทางเสียงของคำศัพท์ในภาษาญี่ปุ่นและภาษาอังกฤษ ผู้วิจัยได้พิจารณาคำศัพท์เป็นลำดับของเสียง (sequence of phones) ซึ่งจะถูกเข้ารหัสทั้งในรูปแบบของการถอดถ่ายของเสียงเป็นสัทอักษรสากลเป็นตัวเปรียบเทียบหลัก (baseline) และเข้ารหัสด้วยอัลกอริทึมการออกเสียงต่าง ๆ ที่ทำการศึกษา ซึ่งงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยแรกที่นำเสนอขึ้นเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบเสียงในต่างภาษาที่มีความคล้ายคลึงกัน (cross language) เพื่อใช้ในจุดประสงค์แนะนำนีโมนิคคีย์เวิร์ดเพื่อช่วยในการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาต่างประเทศ นอกจากนี้ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทำการเพิ่มเติมและปรับปรุงอัลกอริทึมการออกเสียงแบบซาวเดกซ์ดั้งเดิมของ Odell และ Russel [25] ให้มีความเหมาะสมสำหรับการเปรียบเทียบเสียงระหว่างภาษาญี่ปุ่นและภาษาอังกฤษเพื่อใช้ในการสร้างนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยมีชื่อว่า "เจ็มซาวเดกซ์" โดยจะถูกกล่าวถึงในหัวข้อที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของวิธีการประเมินความสอดคล้องทางเสียงในงานวิจัยนี้ใช้ระยะทางแก้ไขของเลเวนชเตย์น โดยมีการใช้น้ำหนักเมตริกซ์ (weight matrix) ที่เท่า ๆ กันระหว่างรหัสของเสียง ระยะทางเลเวนชเตย์น [34] ดังที่เคยกล่าวไว้ในบทที่ 2 นั้นจะคำนวณโดยใช้ระยะห่างระหว่างสองลำดับนั้นซึ่งสามารถหาได้จากจำนวนของ i) การแทรกเพิ่ม ii) การลบ และ iii) การแทนที่ จากคำหนึ่งที่จะแปลงเป็นอีกคำหนึ่งว่ามีระยะทางที่แตกต่างเท่าไหร่

จากรูปที่ 3.1 แสดงให้เห็นถึงขั้นตอนการแนะนำนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยพิจารณาจากความสอดคล้องทางเสียง โดยมีคิวรีคือ “あらし” ซึ่งมีคำอ่านว่า “arashi” หรือ “อะระชิ” ในภาษาญี่ปุ่น จากนั้นนำไปเข้ากระบวนการถอดถ่ายเสียงของอักษรภาษาญี่ปุ่นเป็นอักษรโรมัน จากตัวอย่าง จะได้ออกมาเป็นคำว่า “arashi” จากนั้นนำมาเข้ารหัสเสียงทั้งคิวรีคำภาษาญี่ปุ่น (arashi) และคำศัพท์ซึ่งมีแนวโน้มที่จะเป็นนีโมนิคคีย์เวิร์ดซึ่งตามปกติจะใช้เซตของคำศัพท์ภาษาอังกฤษทั้งหมดเข้ามาเทียบทีละคำ แต่ในที่นี้จะยกตัวอย่างการเทียบ 1 คำ ซึ่งคือคำว่า “airship” ซึ่งการเข้ารหัสนั้นจะขึ้นอยู่กับอัลกอริทึมการออกเสียงที่ใช้ ในกรณีตัวอย่างใช้อัลกอริทึมการออกเสียงแบบเจ็มซาวเดกซ์ เมื่อเข้ารหัสแล้ว “arashi” จะได้รหัสเสียงว่า “A6A27I” และ “airship” ได้รหัสเสียงว่า “AI627I” จากนั้นนำทั้งสองรหัสเสียงนี้มาเปรียบเทียบความคล้ายคลึงของเสียง โดยใช้ระยะทางแก้ไขของเลเวนชเตย์น ซึ่งจะได้ค่าเท่ากับ 2 จากนั้นพิจารณาว่าจะทำค่าให้เป็นมาตรฐานหรือมีการนอร์มัลไลซ์ (normalized) หรือไม่ หากอยู่ในขั้นตอนที่ 1 คือพิจารณาเฉพาะความคล้ายคลึงของเสียง จะไม่ทำการนอร์มัลไลซ์แต่หากอยู่ในขั้นตอนที่ 2 จะทำการนอร์มัลไลซ์ ซึ่งจะใช้ ค่าเดิมของระยะทางแก้ไขของเลเวนชเตย์นหารกับจำนวนหลักของรหัสเสียง ซึ่งในที่นี้คือ 6 จึงได้ค่าระยะทางแก้ไขของเลเวนชเตย์นที่ทำการนอร์มัลไลซ์แล้วเป็น 2/6 = 0.33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 แสดงภาพรวมของการแนะนำนีโมนิคคีย์เวิร์ดจากความสอดคล้องทางเสียง

3.1.2 กำลังของภาษาศาสตร์เชิงจิตวิทยา (Psycholinguistic Power)

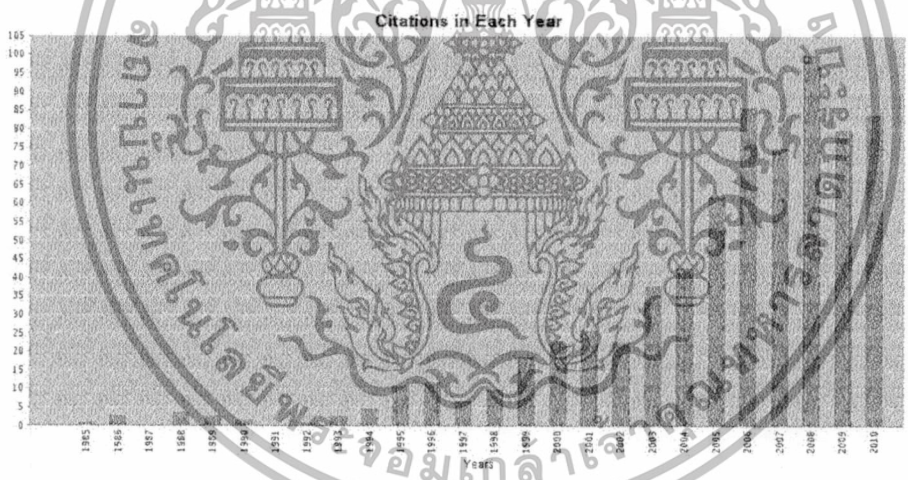
กำลังของภาษาศาสตร์เชิงจิตวิทยานั้นจะแตกต่างจากคุณลักษณะของนีโมนิคคีย์เวิร์ดอื่น ๆ คือ ค่าของภาษาศาสตร์เชิงจิตวิทยาจะขึ้นอยู่กับตัวของมันเอง ไม่มีการจับคู่เปรียบเทียบกับคำศัพท์ภาษาต่างประเทศเหมือนค่าอื่น ๆ กำลังของภาษาศาสตร์เชิงจิตวิทยาของคำศัพท์นั้นสามารถทำให้มนุษย์ได้รับ เข้าใจ จดจำ และใช้ภาษาใหม่ได้ ถึงแม้ว่าภาษาศาสตร์เชิงจิตวิทยานั้นจะมีการศึกษาอย่างแพร่หลายในเชิงของจิตวิทยาการรู้คิด แต่ว่าวิธีการที่จะคำนวณออกมาอย่างอัตโนมัตินั้นยังไม่มีการคิดค้นอย่างแน่ชัด ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทำการคำนึงถึงสามคุณลักษณะย่อย (sub-features) ของกำลังของภาษาศาสตร์เชิงจิตวิทยามากกว่าที่จะคำนึงถึงเพียงความสามารถในการจินตนาการเป็นภาพของคำศัพท์ (imageability of words) เพียงอย่างเดียวเหมือนที่ Savva *et al.* [19] ได้ทำวิจัยไว้ โดยสามคุณลักษณะย่อยประกอบไปด้วยอายุของการเข้าใจภาษา (AoA: age of acquisition) ความสามารถในการจินตนาการเป็นภาพ (imageability) และความคุ้นเคย (familiarity) ของคำศัพท์

อายุของการเข้าใจภาษา คือ ค่าของอายุโดยเฉลี่ยที่มนุษย์ในวัยเด็กได้รับรู้คำศัพท์คำนั้น หรือกล่าวได้ว่าเป็นค่าของความยากง่ายของคำศัพท์ ในส่วนของงานวิจัยนี้ได้เริ่มจากการประเมินค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความยากง่ายของคำแต่ละคำใช้ค่าอายุของการเข้าใจภาษาที่เก็บข้อมูลและประเมินมาจาก คราวด์ซอร์สซิ่ง (crowdsourcing) ของ Amazon Mechanical Turk จากคลังข้อมูล (corpus) ของ Kuperman et al. [46] โดยคลังข้อมูลของอายุของการเข้าใจภาษาในคำศัพท์นั้นประกอบไปด้วยคำศัพท์ภาษาอังกฤษจำนวน 30,121 คำ โดยเป็น คำนาม กริยา และ คำวิเศษณ์

ต่อมาได้ทำการนำค่าของความสามารถในการจินตนาการเป็นภาพ และความคุ้นเคยของคำศัพท์จาก English MRC Psycholinguistic Database [47] ซึ่งเป็นฐานข้อมูลที่พร้อมใช้งาน ประกอบด้วยข้อมูลจากพจนานุกรมภาษาอังกฤษ 150,837 คำที่ประกอบไปด้วย 26 คุณสมบัติในทางจิตวิทยาและสายภาษาศาสตร์ โดยถูกนำมาใช้เพื่อพัฒนาการทดลอง หรือใช้การพัฒนาปัญญาประดิษฐ์ (artificial intelligence) ในสายของวิทยาศาสตร์ทางคอมพิวเตอร์สำหรับผู้ที่ต้องการข้อมูลทางภาษาศาสตร์เชิงจิตวิทยาของคำต่าง ๆ ฐานข้อมูลของ English MRC Psycholinguistic นั้นมีรากฐานมาจาก “Oxford Psycholinguistic Database” จากสำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยอ๊อกฟอร์ดในต้นปี 1991 ในปี 2008 ฐานข้อมูล English MRC Psycholinguistic นี้ได้ถูกอ้างอิงในวารสารวิชาการถึง 500 ฉบับ



รูปที่ 3.2 แสดงถึงจำนวนของการอ้างอิงโดยวารสารวิชาการในแต่ละปี
ที่มา http://www.psych.rl.ac.uk/MRC_citations_Oct2010.png

ในงานวิจัยนี้ได้นำค่าของความสามารถในการจินตนาการเป็นภาพและความคุ้นเคยของคำศัพท์จาก ฐานข้อมูลดังกล่าว ความสามารถในการจินตนาการเป็นภาพเป็นคุณสมบัติสะท้อนถึงความง่ายหรือยากของคำศัพท์นั้นที่จะนำไปสร้างเป็นการรับรู้ทางภาพในจิตใจ [48] หรือกล่าวได้ว่าคำที่มีความสามารถในการจินตนาการมากจะง่ายต่อการฟังแล้วนำไปนึกภาพจินตนาการ ความคุ้นเคยของคำศัพท์ได้ถูกนิยามว่าเป็นคุณภาพของความน่าจดจำของคำศัพท์โดยมีความสัมพันธ์กับความรู้สึกของการรับรู้หรือความจำในคำศัพท์ที่เคยพบเจอมาก่อน กล่าวได้ว่าคำศัพท์ที่เคยพบเจอมาแล้วเป็นเวลานานจะมีค่าของความน่าจดจำมาก ในส่วนของฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

English MRC Psycholinguistic ค่าของทั้งสองนี้ ประกอบไปด้วยค่าของความสามารถในการจินตนาการเป็นภาพจำนวน 4830 คำ และค่าของความคุ้นเคยของคำศัพท์ 4898 คำ ตามลำดับ หลังจากได้ทำการลบคำศัพท์ที่ซ้ำกันออกแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการรวมคำศัพท์ทุกคำศัพท์ที่มีค่าอย่างน้อย 1 ค่าในสามค่าของคุณลักษณะย่อยนี้ (อายุของการเข้าใจภาษา, ความสามารถในการจินตนาการเป็นภาพและความคุ้นเคยของคำศัพท์) โดยได้รวมมาเป็นเซ็ตของ 31,762 ตัวแทนของคำศัพท์ที่มีแนวโน้มจะเป็นคีย์เวิร์ด จากนั้นได้ทำการคำนวณค่าของกำลังของภาษาศาสตร์เชิงจิตวิทยาในแต่ละคำโดยใช้วิธีการเฉลี่ยดังสมการที่ 7 ที่จะกล่าวไว้ในหัวข้อย่อยต่อไป สำหรับคำศัพท์ที่ไม่มีทั้งในค่าของอายุของการเข้าใจภาษาจาก Kuperman และค่าของความสามารถในการจินตนาการเป็นภาพและความคุ้นเคยของคำศัพท์จาก English MRC Psycholinguistic โดยจะนำคำศัพท์นั้นออกไปใช้เพียงแต่คำศัพท์ที่มีอย่างน้อยหนึ่งในค่าทั้งสามเท่านั้น

3.1.3 ความคล้ายคลึงของการสะกดคำ (Orthographic Similarity)

ใช้วิธีคำนวณคล้ายคลึงกับค่าความสอดคล้องทางเสียง ค่าของความคล้ายคลึงของการสะกดคำนั้นจะถูกคำนวณโดยใช้ระยะทางแก้ไขของเลเวนชเตย์นเพื่อที่จะประเมินความคล้ายคลึงของการจัดเรียงของตัวอักษรในทั้งสองคำที่นำมาเปรียบเทียบในรูปแบบตัวอักษรเดียวกัน ค่าของระยะทางแก้ไขของเลเวนชเตย์นคำนวณมากจากการนับจำนวนที่น้อยที่สุดของการแก้ไขของตัวอักษรเดี่ยว 1 ตัว โดยค่าของระยะทางแก้ไขของเลเวนชเตย์ที่มีค่าน้อยนั้นมีความหมายว่าทั้งสองคำนั้นมีความใกล้เคียงทางการสะกดคำมาก ในกรณีของงานวิจัยนี้ในส่วนของภาษาญี่ปุ่น จำเป็นจะต้องใช้อักษรโรมัน (เช่น a, b, c) แทนตัวอักษรญี่ปุ่น (เช่น あ, い, う, え, お) โดยใช้การถอดถ่ายเสียงมา (transliterate) ผู้วิจัยจึงได้นำตัวอักษรภาษาญี่ปุ่นทั้งหมดมาแปลงเป็นตัวอักษรโรมันจิ (Romaji) ก่อนที่จะทำการหาค่าความคล้ายคลึงของการสะกดคำโดยเปรียบเทียบกับคำศัพท์ภาษาอังกฤษ

3.1.4 ความคล้ายคลึงของความหมาย (Semantic Similarity)

ค่าของความคล้ายคลึงของความหมายนั้นสะท้อนไปถึงความเกี่ยวข้องกันระหว่างกรอบความคิดของสองคำ (word concepts) ในเทคนิคการจัดแบ่งเป็นกลุ่ม (taxonomy) อย่างเช่น WordNet [49] มีหลายหลายวิธี ที่ถูกนำเสนอเพื่อที่จำประมาณค่าของความคล้ายคลึงของความหมายระหว่างกรอบความคิดของสองคำในในเทคนิคการจัดแบ่งเป็นกลุ่ม อย่างเช่น การใช้ค่าของความคล้ายคลึงของสัมประสิทธิ์ (similarity coefficients) และการใช้ระยะทาง [50-51] แต่ว่างานวิจัยนี้ไม่ได้เน้นที่การคำนวณค่าของความคล้ายคลึงของความหมาย งานวิจัยนี้เพียงนำวิธีการของ Lin's similarity [52] มาใช้เป็นตัวแทนในการคำนวณเพื่อวัดค่าของความคล้ายคลึงของความหมายในคำศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2. การถอดถ่ายเสียงของอักษรภาษาญี่ปุ่นเป็นอักษรโรมัน (Japanese Romanization)

ในภาษาญี่ปุ่นนั้นมี 3 ระบบหลักของการถอดถ่ายเสียงของอักษรภาษาญี่ปุ่นเป็นอักษรโรมัน (Japanese romanization) ได้แก่ เฮ็ปเบิร์น หรือ เฮะบงชิกิ (ヘボン式), นิฮงชิกิ (日本式) และคุงเรชิกิ (訓令式) ในสามตัวนี้ระบบเฮ็ปเบิร์นนั้นถูกใช้อย่างแพร่หลายมากที่สุดโดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศของผู้ใช้ภาษาอังกฤษซึ่งเฮ็ปเบิร์นนั้นถูกปรับปรุงพัฒนาตามการออกเสียงจริงมากขึ้นสำหรับในแง่ของการเปรียบเทียบข้ามภาษาระหว่างภาษาอังกฤษและภาษาญี่ปุ่น ในงานวิจัยนี้ได้นำระบบเฮ็ปเบิร์นมาใช้เนื่องจากเล็งเห็นว่ามีความเหมาะสมมากที่สุดมากกว่าสองระบบที่เคยถูกใช้ในงานวิจัยอื่น ๆ [32] เนื่องจากความสอดคล้องทางเสียงของตัวเขียน (phonetic script) มีความคล้ายคลึงกับภาษาอังกฤษและถูกทำให้เป็นมาตฐานในสหรัฐอเมริกาโดย James Curtis Hepburn ในปี 1887 เสียงของภาษาญี่ปุ่นถูกแสดงออกมาในตาราง 5×10 และเพิ่มออกมาอีก 1 ช่องสำหรับตัว ん, ン ("n") ตารางที่ 3.1 แสดงถึงพยางค์การออกเสียงของภาษาญี่ปุ่น โดยแสดงทั้งตัวอักษรฮิระงะนะ (ซ้าย) และตัวอักษรคะตะกะนะ (ขวา) โดยแบ่งตัวอักษรทั้งสองประเภทนี้ด้วย (,) ภายใต้อักษรทั้งสองนี้นั้นจะแสดงด้วยพยางค์การออกเสียงของภาษาญี่ปุ่นที่ถูกถอดถ่ายให้เป็นตัวอักษรโรมันแล้ว สามช่องสีเทาสำหรับตัว "yi", "ye", "wu" นั้นถูกปล่อยให้ว่างไว้ เนื่องจากตัวอักษรเหล่านี้ไม่มีการนำมาใช้งานแล้วในภาษาญี่ปุ่นสมัยใหม่ เนื่องจากมีเสียงที่เหมือนกันกับสระ "i", "e", "u", ตามลำดับ นอกจากนั้นในตัว つ, ツ ได้ใช้ตัวอักษรโรมันเป็น ("tu") จากระบบนิฮงชิกิแทน ("tsu") ในระบบของเฮ็ปเบิร์น เนื่องจากในพจนานุกรมภาษาอังกฤษมีคำน้อยมากที่ขึ้นต้นด้วยตัว ("tsu") ยกเว้นคำว่า "Tsunami" ที่เป็นคำยืมมาจากภาษาญี่ปุ่น [53]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 แสดงถึงพยางค์การออกเสียงของภาษาญี่ปุ่น

Hepburn Romanization (ヘボン式ローマ字)				
A	I	U	E	O
あ, ア	い, イ	う, ウ	え, エ	お, オ
a	i	u	e	o
か, カ	き, キ	く, ク	け, ケ	こ, コ
ka	ki	ku	ke	ko
さ, サ	し, シ	す, ス	せ, セ	そ, ソ
sa	shi	su	se	so
た, タ	ち, チ	つ, ツ	て, テ	と, ト
ta	chi	tu (tsu)	te	to
な, ナ	に, ニ	ぬ, ヌ	ね, ネ	の, ノ
na	ni	nu	ne	no
は, ハ	ひ, ヒ	ふ, フ	へ, ヘ	ほ, ホ
ha	hi	fu	he	ho
ま, マ	み, ミ	む, ム	め, メ	も, モ
ma	mi	mu	me	mo
や, ヤ		ゆ, ユ		よ, ヨ
ya		yu		yo
ら, ラ	り, リ	る, ル	れ, レ	ろ, ロ
ra	ri	ru	re	ro
わ, ワ	ゐ, ヰ		ゑ, ヱ	を, ヲ
wa	wi		we	wo
ん, ン				
n				

3.3. ซาวเดกซ์ในภาษาญี่ปุ่นเพื่อใช้สำหรับนีโมนิคคีย์เวิร์ดภาษาอังกฤษ

(Soundex for Japanese to English Mnemonic Keywords)

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอซาวเดกซ์อัลกอริทึมใหม่พัฒนาสำหรับใช้ในการเปรียบเทียบภาษาญี่ปุ่นเพื่อใช้สำหรับสร้างนีโมนิคคีย์เวิร์ดภาษาอังกฤษโดยมีชื่อว่า *"เจ็มซาวเดกซ์"* (Japanese to English Mnemonic Keyword: JemSoundex) ซึ่งมีความแตกต่างจากซาวเดกซ์ดั้งเดิมโดย เจ็มซาวเดกซ์นั้นถูกออกแบบมาเพื่อการเปรียบเทียบเสียงของภาษาญี่ปุ่นที่ถูกนำมาแปลงแล้วเป็นตัวโรมันด้วยวิธี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของเฮ็ปเบิร์นกับเสียงของนีโมนิคดีย์เวิร์ดในภาษาอังกฤษ สิ่งสำคัญที่เจ็มซาวเดกซ์นั้นแตกต่างจากซาวเดกซ์ดั้งเดิมมีดังต่อไปนี้

1. เจ็มซาวเดกซ์ผู้วิจัยมีจุดประสงค์ที่จะเก็บสระตัวแรกทั้งหมดของสายลำดับที่ต่อเนื่องที่สระปรากฏในคำศัพท์นั้นไว้ เพราะว่าเมื่อสระตัวแรกรวมกับพยัญชนะตัวก่อนหน้า จะทำให้สามารถระบุถึงเสียงที่ชัดเจนขึ้นได้ จึงทำการเก็บสระตัวแรกที่ตามแต่ละพยัญชนะไว้ในรหัสเสียงในรูปแบบของตัวอักษรภาษาอังกฤษแบบตัวพิมพ์ใหญ่ ในขณะเดียวกันที่ซาวเดกซ์ดั้งเดิมนั้นถูกพัฒนามามีจุดประสงค์เพื่อลดปัญหาที่เกิดจากการสะกดคำค้นหาผิดแล้วนำไปสู่การหาข้อมูลในฐานข้อมูลหาไม่พบ จึงทำการแก้ไขปัญหาโดยการใช้เสียงของพยัญชนะในการทำนายคำค้นหาที่ถูกต้อง ซึ่งแตกต่างจากจุดประสงค์ของเจ็มซาวเดกซ์
2. ต่อมาผู้วิจัยได้เพิ่มหมวดหมู่ตัวเลขเข้าไป 3 หมวดหมู่สำหรับ “h”, “w”, “y” เนื่องจากทั้งสามตัวนี้ถูกใช้เป็นเสียงพยัญชนะในระบบเฮ็ปเบิร์น
3. สุดท้ายผู้วิจัยได้ทำการเพิ่มขนาดของรหัสเสียงเป็น 6 ตัว เพื่อรองรับจำนวนตัวเลขและสระ ซึ่งแตกต่างจากซาวเดกซ์ดั้งเดิมที่มีขนาดเพียง 4 ตัวเท่านั้น

ต่อไปจะเป็นการนำเสนอการเข้ารหัสพื้นฐานของ เจ็มซาวเดกซ์

3.3.1 เจ็มซาวเดกซ์

1) เก็บตัวอักษรตัวแรกของคำศัพท์ไว้ในรูปแบบของตัวอักษรพิมพ์ใหญ่และแปลงตัวอักษรอื่น ๆ ที่เหลือเป็นตัวพิมพ์เล็ก
2) แทนที่พยัญชนะทั้งหมด รวมถึงอักษรเหล่านี้ (h, w, y) ด้วยตัวเลขดังต่อไปนี้ และเก็บสระทั้งหมดในรูปแบบตัวอักษรพิมพ์ใหญ่:

▷ b,f,p,v=⇒1

▷ c,g,j,k,q,s,x,z=⇒2

▷ d,t=⇒3

▷ l=⇒4

▷ m,n=⇒5

▷ r=⇒6

▷ h=⇒7

▷ w=⇒8

▷ y=⇒9

▷ a=⇒A

▷ e=⇒E

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

▷ i=⇒I

▷ o=⇒O

▷ u=⇒U

3) ลบตัวที่ติดกันที่มีรหัสเสียงเลขเดียวกันของพยัญชนะ

4) เก็บสระตัวแรกในทุกกลุ่มของไว้สระที่ต่อเนื่องกันและลบสระตัวติดกันที่เหมือนกัน

5) เก็บ 6 รหัสแรกเอาไว้หรือหากมีไม่ครบ 6 ให้ใส่เลขศูนย์ไปจนครบ 6 หลัก

3.4 วิธีในการเลือกนีโมนิคคีย์เวิร์ด (Approach to Mnemonic Keyword Selection)

เป้าหมายแรกของการค้นหานีโมนิคคีย์เวิร์ดนั้นคือการค้นหาคีย์เวิร์ดที่มีเสียงสอดคล้องใกล้เคียงกับคำศัพท์ภาษาต่างประเทศที่ต้องการเรียน ต่อมาคือค้นหาคีย์เวิร์ดที่ที่มีคุณลักษณะต่อไปนี้รวมไว้ด้วยกัน คือ ความสอดคล้องทางเสียง, กำลังของภาษาศาสตร์เชิงจิตวิทยา, ความคล้ายคลึงของความหมาย และความคล้ายคลึงของการสะกดคำ ในงานวิจัยนี้จึงทำการแบ่งวิธีในการเลือกนีโมนิคคีย์เวิร์ดเป็น 2 ขั้นตอน

3.4.1 การได้มาซึ่งคำศัพท์ซึ่งมีแนวโน้มที่จะเป็นนีโมนิคคีย์เวิร์ด (Acquiring Candidate Mnemonic Keywords)

ในขั้นตอนแรกมีจุดประสงค์เพื่อลบคำศัพท์ที่มีระยะห่างระหว่างเสียงที่มากเกินไปออก ผู้วิจัยจึงทำการใช้เทคนิคการตัดทิ้ง (pruning technique) เพื่อที่จะกำจัดคำศัพท์ที่อาจจะทำลายถูกต้องให้ลดต่ำลง ในขั้นตอนนี้จึงได้รับเซทของคำศัพท์ซึ่งมีแนวโน้มที่จะเป็นนีโมนิคคีย์เวิร์ด W'_θ จาก:

$$W'_\theta = \bigcup_{W_x = w_1, \ldots, w_x} \delta_{p.\theta}(w_x, w_f) \tag{3.1}$$

$$\delta_{p,\theta}(w_x, w_f) = \begin{cases} w_x, & \text{LevDist}(\text{phone}(w_x), \text{phone}(w_f)) < \theta \\ \varnothing, & \text{otherwise} \end{cases} \tag{3.2}$$

โดยที่ W_x คือข้อมูลของเซทของคำศัพท์ภาษาอังกฤษที่ป้อนเข้ามา (input) $\delta_{p.\theta}(w_x, w_f)$ คือ ระยะห่างของเสียง (Phonetic Distance) ระหว่างคำศัพท์ภาษาอังกฤษและคำศัพท์ภาษาต่างประเทศ ซึ่งในงานวิจัยนี้คือ คำศัพท์ภาษาญี่ปุ่น (w_f) ภายใต้เงื่อนไขการกรองออก (filter) ด้วยค่าตัวแปร θ โดยให้ r เป็นตำแหน่งของการจัดอันดับ (ranking position) และ Θ คือค่าระยะทางระหว่างเสียงที่มากที่สุดโดยจะขึ้นอยู่กับการเข้ารหัสเสียงแต่ละประเภท phone (w) (ได้แก่ i.e., IPA, Soundex, Metaphone or JemSoundex) โดยกำหนดดังนี้:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{phone}(w) = \begin{cases} \text{IPA}(w) \\ \text{Soundex}(w) \\ \text{Metaphone}(w) \\ \text{JemSoundex}(w) \end{cases} \tag{3.3}$$

$$\theta = \begin{cases} \min_{\theta \in \Theta}(\theta), & \text{if } W'_\theta \geq r \\ \Theta, & \text{otherwise} \end{cases} \tag{3.4}$$

ในการทดลองที่จะทำในงานวิจัยนี้ ทางผู้วิจัยได้ตั้งค่า r ไว้เท่ากับ 10 เพราะว่าต้องการที่จะทำการวิเคราะห์ผลการค้นคืนของระบบ 10 อันดับแรก นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้ทำการเพิ่มอีกหนึ่งเทคนิคทางเลือกที่เชื่อว่าจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของทุกวิธีที่ศึกษาในงานวิจัยนี้ได้ โดยเทคนิคดังกล่าวก็คือ การจำกัดการเลือกคำ เลือกเฉพาะคำที่มีอักษรตัวแรกตรงกันกับอักษรตัวแรกของคำศัพท์ภาษาต่างประเทศเท่านั้น เทคนิคนี้นำมาจากแนวคิดที่ว่ามนุษย์มีแนวโน้มที่จะจำตัวอักษรตัวแรกได้มากกว่าตัวอักษรตามหลังอื่น ๆ โดยอัลกอริทึมการออกเสียงที่ใช้เทคนิคนี้จะใช้ชื่อตามหลังด้วย "_fix" ซึ่งหมายความว่าจำกัดว่าตัวอักษรแรกของคำต้องตรงกัน เช่น "IPA_fix", "JemSoundex_fix" เป็นต้น

3.4.2 การจัดลำดับนีโมนิคคีย์เวิร์ด (Ranking Mnemonic Keywords)

ขั้นตอนที่สองมีจุดประสงค์เพื่อจัดลำดับของคำศัพท์ซึ่งมีแนวโน้มที่จะเป็นนีโมนิคคีย์เวิร์ด โดยประกอบด้วย 4 คุณลักษณะของนีโมนิคคีย์เวิร์ดที่กล่าวไว้ในหัวข้อย่อยที่ผ่านมา คำศัพท์ที่มีแนวโน้มจะเป็นคีย์เวิร์ดนั้นจะถูกจัดลำดับโดยฟังก์ชันเป้าหมาย (objective function) ต่อไปนี้:

λ_s คำศัพท์ w_i คือ คำที่ถูกจัดอันดับที่ตำแหน่งที่ i ค่ามากที่สุดจากการรวมกันของค่าของ 4 คุณลักษณะของนีโมนิคคีย์เวิร์ดที่ถูกถ่วงน้ำหนักค่าไว้ต่าง ๆ กันแล้ว ได้แก่

- ความสอดคล้องทางเสียง (Phonetic Similarity) γ_p
- กำลังของภาษาศาสตร์เชิงจิตวิทยา (Psycholinguistic Power) γ_{pl}
- ความคล้ายคลึงของการสะกดคำ (Orthographic Similarity) γ_o
- ความคล้ายคลึงของความหมาย (Semantic Similarity) γ_s

$$\begin{aligned} w_i = \underset{w_y \in W'_\theta \setminus WL}{\text{argmax}} \; & \lambda_p \gamma_p(w_y, w_f) + \lambda_{pl} \gamma_{pl}(w_y) \\ & + \lambda_o \gamma_o(w_y, w_f) + \lambda_s \gamma_s(w_y, w_f) \end{aligned} \tag{3.5}$$

โดยที่ WLนั้นคือลิสต์ของนีโมนิคคีย์เวิร์ดที่ถูกจัดอันดับแล้ว w_y คือ คำศัพท์ซึ่งมีแนวโน้มที่จะเป็นนีโมนิคคีย์เวิร์ดซึ่งเป็นสมาชิกของเซตคำศัพท์ซึ่งมีแนวโน้มที่จะเป็นนีโมนิคคีย์เวิร์ด W'_θ ที่ได้รับมาจากขั้นตอนที่ 1 แต่ยังไม่ได้ทำการจัดอันดับของคำศัพท์ ซึ่งก็คือ $W'_\theta \setminus WL$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แลมดา λ คือ ค่าถ่วงน้ำหนัก ซึ่งค่านี้จะสะท้อนไปถึงความสำคัญของคุณลักษณะของนีโมนิคคีย์เวิร์ดแต่ละตัว ในงานวิจัยนี้เปลี่ยนแปลงแต่ละค่าของแลมดาทีละ 0.05 โดยค่าอยู่ในช่วง [0,1] ซึ่งจะได้ทั้งหมด 20×4 = 80 กรณี แต่ในงานวิจัยนี้ได้ทำการรันค่าทั้งหมดและทำการสังเกตเบื้อต้นพบว่าการกำหนดค่า λ_p = 1, λ_{pl}=0.75, λ_o=0.75 และ λ_s=0.5 นั้นได้ผลลัพธ์ดีที่สุด การตั้งค่าเหล่านี้ได้ถูกตั้งไว้อย่างตายตัวและกำหนดค่าไว้เท่ากันทั้งหมดสำหรับทุกวิธีที่นำมาทำการเปรียบเทียบเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่เท่าเทียม ซึ่งก่อนที่จะรวมทั้งสี่ค่าเข้าด้วยกัน ทั้งสี่ค่านี้ได้ถูกนอร์มัลไลซ์แล้วโดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0 และ 1 โดยแต่ละค่านั้นถูกคำนวณดังต่อไปนี้:

$$\gamma_p(w_y, w_f) = 1 - \mathrm{nLevDist}(\mathrm{phone}(w_y), \mathrm{phone}(w_f)) \quad (3.6)$$

$$\gamma_{pl}(w_y) = \langle \mathrm{nImg}(w_y) : \mathrm{nAoa}(w_y) : \mathrm{nFam}(w_y) \rangle \quad (3.7)$$

$$\gamma_o(w_y, w_f) = 1 - \mathrm{nLevDist}(w_y, w_f) \quad (3.8)$$

$$\gamma_s(w_y, w_f) = \mathrm{nLin}(w_y, w_f) \quad (3.9)$$

สมการที่ 3.6 นั้นเป็นการคำนวณความสอดคล้องทางเสียงโดยทำการนอร์มัลไลซ์ให้ค่าอยู่ในช่วง 0-1 และทำให้ค่าสอดคล้องกับค่าอื่น ๆ นั่นก็คือ หากค่าความสอดคล้องทางเสียงมีค่ามากหมายความว่าเสียงคล้ายคลึงกันมาก โดยการคำนวณความสอดคล้องทางเสียงนั้นได้ถูกอธิบายไว้ในหัวข้อที่ 3.4.1 สมการที่ 3.7 นั้นหมายถึงการคำนวณกำลังของภาษาศาสตร์เชิงจิตวิทยาโดยจะคำนวณค่าเฉลี่ยของอายุของการเข้าใจภาษา, ความสามารถในการจินตนาการเป็นภาพและความคุ้นเคยของคำศัพท์ ซึ่งต้องมีค่าอย่างน้อยหนึ่งตัว หากตัวใดไม่มีค่านั้นให้ตัดออกและหารด้วยจำนวนของค่าที่มีอยู่ สมการที่ 3.8 คือ การคำนวณความคล้ายคลึงของการสะกดคำ โดยจะนำระยะทางแก้ไขของเลเวนชเตย์นมาใช้ในการคำนวณ สุดท้ายคือสมการที่ 3.9 ทำการคำนวณความคล้ายคลึงของความหมาย โดยค่าของความคล้ายคลึงของความหมายนี้จะสะท้อนถึงความเกี่ยวข้องกันระหว่างกรอบความคิดของสองคำในงานวิจัยนี้นำวิธีการของ Lin's similarity [52] มาใช้เป็นตัวแทนในการคำนวณเพื่อวัดค่าของความคล้ายคลึงของความหมายในคำศัพท์ ความสัมพันธ์ระหว่าง 2 จำพวกหรือคลาส (class) C_1 และ C_2 นั้นไม่ได้เกี่ยวเพียงแค่ภายในคลาสของพวกมันเองแต่จะถูกนิยามด้วยการเปรียบเทียบของกรอบความคิดใน โครงสร้างต้นไม้แบบมีลำดับชั้นของมันนั่นก็คือ (C_1, C_2) สามารถถูกใช้ในการคำนวณความสัมพันธ์ทางความหมายของ x_1 และ x_2 เมื่อ $x_1 \in C_1$ และ $x_2 \in C_2$ และ C_0 นั้นเป็นคลาสแรกที่มีร่วมกันที่จัดกลุ่มทั้งสองคลาส C_1และ C_2 โดยที่ $x_1 \in C_0 \wedge x_2 \in C_0$ โดยวิธีคำนวณดังสมการที่ 3.10

$$sim(C_1, C_2) = \frac{2 \cdot \log P(C_0)}{\log P(C_1) + \log P(C_2)} \quad (3.10)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การประเมินประสิทธิผลของการแนะนำนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้อัลกอริทึมการออกเสียง

ในบทนี้จะเน้นไปที่การประเมินประสิทธิผลของอัลกอริทึมการออกเสียงในการแนะนำนีโมนิคคีย์เวิร์ด โดยใช้ทั้งการประเมินผลแบบใช้ระบบเป็นศูนย์กลางและการประเมินประสิทธิภาพโดยใช้ผู้ใช้เป็นศูนย์กลางจากการทำงานแบบร่วมสร้างสรรค์ของกลุ่มคนจำนวนมาก (crowdsourcing) เพื่อที่จะประเมินประสิทธิผลของการแนะนำนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้อัลกอริทึมการออกเสียงโดยเฉพาะอย่างยิ่งเจ็มซาวเดกซ์ อัลกอริทึมใหม่ที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ การทำการทดลองมีจุดประสงค์เพื่อยืนยันว่าเจ็มซาวเดกซ์มีประสิทธิผลในการค้นคืนที่ดี โดยการทดลองทั้งสามในบทนี้ทำเพื่อพิสูจน์สมมุติฐานดังต่อไปนี้

H1. เพื่อช่วยในการเรียนคำศัพท์พื้นฐานในภาษาญี่ปุ่น นีโมนิคคีย์เวิร์ดภาษาอังกฤษสามารถถูกคำนวณแบบ*อัตโนมัติ* โดยคำนึงถึงความคล้ายคลึงของการออกเสียง ความสัมพันธ์ทางด้านความหมาย และการสะกดคำ รวมทั้งกำลังของภาษาศาสตร์เชิงจิตวิทยาของคำศัพท์

H2. นอกจากการใช้งานสัทอักษรสากล อัลกอริทึมการออกเสียงสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการแนะนำนีโมนิคคีย์เวิร์ดที่มีประสิทธิภาพได้

H3. อัลกอริทึมการออกเสียงสามารถถูกปรับปรุงใหม่ให้ดีขึ้น*โดยเฉพาะ* สำหรับแนะนำนีโมนิคคีย์เวิร์ดภาษาอังกฤษเพื่อเรียนคำศัพท์พื้นฐานภาษาญี่ปุ่นได้

ในบทนี้จะประกอบไปด้วย 3 การทดลองดังต่อไปนี้

i. การทดสอบระบบนำร่อง (pilot system-centered study) โดยจะทำการทดสอบเฉพาะความสอดคล้องทางเสียง

ii. การทดสอบอัลกอริทึมการออกเสียงที่ถูกปรับปรุงใหม่ "เจ็มซาวเดกซ์" โดยจะเป็นการระบบรวมทั้ง 4 คุณลักษณะของนีโมนิคคีย์เวิร์ดเพื่อประเมินประสิทธิผลของการแนะนำนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้อัลกอริทึมการออกเสียงโดยเฉพาะอย่างยิ่งเจ็มซาวเดกซ์ เพื่อยืนยันว่าเจ็มซาวเดกซ์มีประสิทธิภาพในการค้นคืนที่ดี

iii. การประเมินประสิทธิผลของความเหมาะสมในการใช้เป็นนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยมีผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง (side-by-side user study)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 การทดสอบระบบนำร่อง (Pilot System-Centered Study)

ในหัวข้อย่อยนี้จะเป็นการประเมินผลประสิทธิภาพระบบเฉพาะความสอดคล้องทางเสียง โดยมีสมมุติฐานว่าการใช้อัลกอริทึมการออกเสียงจะได้ผลลัพธ์การแนะนำคำศัพท์นีโมนิคคีย์เวิร์ดได้ดีกว่าหรือเทียบเท่าการใช้สัทอักษรสากลในแง่ของประสิทธิภาพการค้นคืน เพื่อที่จะพิสูจน์ว่าสมมุติฐานนี้เป็นจริงหรือไม่ ผู้วิจัยได้ทำการประเมินผลโดยใช้ระบบเป็นศูนย์กลาง นั่นก็คือ ในการทดลองนี้จะต้องใช้คอลเลคชั่นทดสอบ (test collection) คิวรีหรือคำค้นหาในภาษาต่างประเทศซึ่งในกรณีนี้ คือ คำศัพท์ภาษาญี่ปุ่น และเฉลยที่ตัดสินว่าคำศัพท์นีโมนิคคีย์เวิร์ดที่ค้นคืนมานั้นสอดคล้องกับคิวรีคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่นหรือไม่ หรืออาจเรียกได้ว่าคำตอบที่ถูกต้องของการค้นคืน

4.1.1 คอลเลคชั่นของการทดสอบของการทดสอบระบบเฉพาะความสอดคล้องทางเสียง

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลทางสถิติของคอลเลคชันการทดสอบ

จำนวนของคำทั้งหมดที่มีแนวโน้มจะเป็นนีโมนิคคีย์เวิร์ด	จำนวนของคิวรี
5000	18

4.1.2 คำทั้งหมดที่มีแนวโน้มจะเป็นนีโมนิคคีย์เวิร์ด (Candidate Mnemonic Vocabularies)

นำคำศัพท์ภาษาอังกฤษที่เป็นคำนามและถูกใช้บ่อยในชีวิตประจำวันจำนวน 5,000 คำมาใช้เป็นเซตของคำที่มีแนวโน้มจะเป็นนีโมนิคคีย์เวิร์ด โดยเซตคำศัพท์นี้เป็นซับเซตของคลังข้อมูลของ contemporary American English (COCA) [54] ที่เปิดให้ดาวน์โหลดมาใช้ได้ฟรีดังข้อมูลในตารางที่ 4.1

4.1.3 ข้อมูลนำเข้าหรือ คิวรีภาษาญี่ปุ่น

คำภาษาญี่ปุ่นที่ถูกเลือกโดยการสุ่มมาจากเซตของคำศัพท์ที่ใช้สำหรับเรียนภาษาญี่ปุ่นสำหรับผู้เริ่มต้นหรือเทียบเท่า Japanese-Language Proficiency Test (JLPT) ระดับ N5 ทั้งหมดจำนวน 18 คำดังข้อมูลในตารางที่ 4.2

4.1.4 เฉลยของคำศัพท์นีโมนิคคีย์เวิร์ด

เฉลยที่ตัดสินว่าคำศัพท์นีโมนิคคีย์เวิร์ดที่ค้นคืนมานั้นสอดคล้องกับคิวรีคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่นหรือไม่ หรืออาจเรียกได้ว่าคำตอบที่ถูกต้องของการค้นคืนหรือเรียกว่าข้อมูลความจริงขั้นพื้นฐาน (ground truth data) โดยในการทดลองนี้ใช้พูลลิ่งเทคนิคหรือเทคนิคการใส่เข้ากองกลาง (pooling technique) [24,55] เพื่อที่จะสร้างลิสต์ที่จะใช้ในการประเมินค่าจากสับเซตของนีโมนิคคีย์เวิร์ดที่ถูกระบบแนะนำมา โดยทำการสร้างสร้างลิสต์ที่จะใช้ในการประเมินค่าด้วยการรวมกันของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำศัพท์ภาษาอังกฤษที่ถูกแนะนำให้เป็นนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยสามระบบที่ทำการศึกษาได้แก่ สัทอักษรสากล, ซาวเดกซ์และเมทาโฟน พูลนี้ถูกสร้างโดยการรวมเข้าด้วยกันของคีย์เวิร์ด 10 ลำดับแรกที่ถูกคืนออกมาในแต่ละคิวรีจากแต่ละระบบโดยตัดคำศัพท์ที่ผลการค้นคืนออกมาเหมือนกันที่ซ้ำกันออกเหลือเพียงตัวที่ไม่ซ้ำกันเท่านั้น อาจารย์สอนภาษาญี่ปุ่นสามคนอาสาสมัครที่จะเป็นผู้ประเมินในการทดลองนี้เพื่อที่จะสร้างเฉลยของคำศัพท์นีโมนิคคีย์เวิร์ดจากลิสต์ของคำศัพท์ที่มีอยู่ในพูลโดยการประเมินแต่ละคำศัพท์นั้นจะใช้การประเมินค่าของความเกี่ยวข้องแบบมีหลายระดับ (graded relevance) ซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้ทั้งหมด 5 ระดับ คือ {0,1,2,3,4} โดยการประเมินค่าเป็นไปตามการตัดสินของอาสาสมัครโดยอยู่บนพื้นฐานของความเหมาะสมของคำศัพท์ที่จะเป็นนีโมนิคคีย์เวิร์ดในแต่ละคิวรี คำศัพท์ที่ไม่มีการตัดสินจะถูกคำนึงว่าไม่มีความสอดคล้อง

4.1.5 ตัวชี้วัดประสิทธิภาพของการค้นคืน (Measures of Retrieval Effectiveness)

ในการประเมินผลนี้จะใช้ตัวชี้วัดประสิทธิภาพของการค้นคืนทั้งหมด 4 ตัวได้แก่

- ความแม่นยำ
- การเรียกคืน
- ค่ากลางเฉลี่ยความแม่นยำ
- Normalised Discounted Cumulative Gain (nDCG)

โดยตัวชี้วัดทั้งหมดนี้จะสนใจในตำแหน่งที่ 5 และตำแหน่งที่ 10 เนื่องจากว่าในการทดสอบระบบนี้สนใจเฉพาะผลการค้นคืน 10 อันดับแรกเท่านั้น วิธีในการคำนวณโดยตัวชี้วัดแต่ละตัวนั้นได้ถูกกล่าวไว้ในบทที่ 2 หัวข้อที่ 2.7.1. การประเมินผลโดยใช้ระบบเป็นศูนย์กลาง

4.1.6 ระบบการทดลองและการตั้งค่า (Experimental Systems and Settings)

เพื่อที่จะประเมินผลประสิทธิภาพการสร้างคำศัพท์นีโมนิคคีย์เวิร์ดของทั้งสามระบบ ผู้วิจัยได้ใช้ “TREC eval” ซึ่งเป็นเครื่องมือมาตรฐานที่ถูกใช้ในแวดวงสายของการค้นคืนสารสนเทศ ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาทั้งสามระบบขึ้นมา ได้แก่ ระบบที่ใช้อัลกอริทึมการออกเสียง คือ ซาวเดกซ์และเมทาโฟน และสัทอักษรสากลที่ใช้เป็นระบบที่ทำการเปรียบเทียบ โดยการประเมินผลนี้เริ่มต้นจากนำคำศัพท์ภาษาอังกฤษที่เป็นคำนามและถูกใช้บ่อยในชีวิตประจำวันจำนวน 5,000 คำมาใช้เป็นเซตของคำที่มีแนวโน้มจะเป็นนีโมนิคคีย์เวิร์ด โดยนำมาจาก contemporary American English (COCA)[54] สำหรับระบบเปรียบเทียบหรือสัทอักษรสากลได้ทำการนำตัวสัทอักษรสากลมาจากการออกเสียงภาษาอังกฤษจากพจนานุกรมและสำหรับภาษาญี่ปุ่นจะใช้การตัดสินใจโดยการใช้กฎ (rule-based) โดยอ้างอิงจาก [19] ความสอดคล้องระหว่างเสียงระหว่างคิวรีและเซตของคำศัพท์ภาษาอังกฤษที่มีแนวโน้มจะเป็นนีโมนิคคีย์เวิร์ดจะถูกคำนวณโดยใช้ระยะทางเลเวนชเตย์นโดยใช้ตัวอักษรสัทอักษรสากล สำหรับระบบสัทอักษรสากล และรหัสเสียงสำหรับซาวเดกซ์และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมทาโฟน ในการประเมินผลนี้สนใจเพียงแค่คำที่ค้นคืนออกมา 10 ลำดับแรกของแต่ละคิวรีจากแต่ละระบบที่ทำการศึกษาเพื่อประเมินประสิทธิภาพ ต่อมาใช้พูลลิ่งเทคนิคกับคำที่ระบบค้นคืนออกมาทั้งสามระบบ เพื่อที่จะสร้างลิสต์ที่จะใช้ในการประเมินค่าจากสับเซตของนีโมนิคคีย์เวิร์ดที่ถูกระบบแนะนำมา โดยทำการสร้างสร้างลิสต์ที่จะใช้ในการประเมินค่าด้วยการรวมกันของคำศัพท์ภาษาอังกฤษที่ถูกแนะนำให้เป็นนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยสามระบบที่ทำการศึกษาได้แก่ สัทอักษรสากล , ซาวเดกซ์และเมทาโฟน พูลนี้ถูกสร้างโดยการรวมเข้าด้วยกันของคีย์เวิร์ด 10 ลำดับแรกที่ถูกคืนออกมาในแต่ละคิวรีจากแต่ละระบบโดยตัดคำศัพท์ที่ผลการค้นคืนออกมาเหมือนกันที่ซ้ำกันออกเหลือเพียงตัวที่ไม่ซ้ำกันเท่านั้น จากนั้นให้อาสาสมัครที่เป็นอาจารย์สอนภาษาญี่ปุ่นสามคน ทำการสร้างเฉลยที่ตัดสินว่าคำศัพท์นีโมนิคคีย์เวิร์ดที่ค้นคืนมานั้นสอดคล้องกับคิวรีคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่นหรือไม่ โดยประเมินในการทดลองนี้เพื่อที่จะสร้างเฉลยของคำศัพท์นีโมนิคคีย์เวิร์ดจากลิสต์ของคำศัพท์ที่มีอยู่ในพูลโดยการประเมินแต่ละคำศัพท์นั้นจะใช้ การประเมินค่าของความเกี่ยวข้องแบบมีหลายระดับ (graded relevance) ซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้ทั้งหมด 5 ระดับ คือ {0,1,2,3,4} โดยการประเมินค่าเป็นไปตามการตัดสินของอาสาสมัครโดยอยู่บนพื้นฐานของความเหมาะสมของคำศัพท์ที่จะเป็นนีโมนิคคีย์เวิร์ดในแต่ละคิวรี

4.1.7 ผลการประเมินผลระบบ (Evaluation Results)

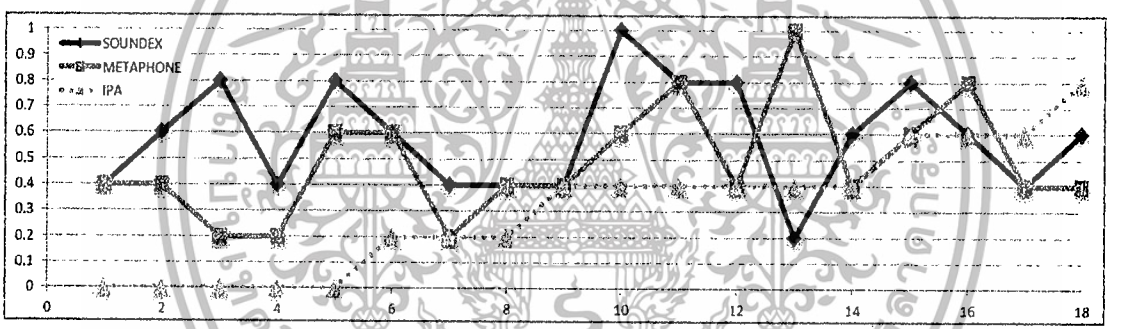
ตารางที่ 4.2 รายงานถึงผลของการประเมินผลประสิทธิภาพของซาวเดกซ์และเมทาโฟนและสัทอักษรสากล ซึ่งถูกประเมินผลโดยตัวชี้วัดคือ Precision, Recall, MAP และ nDCG ที่การจัดลำดับ 5 และ 10 ลำดับแรก ผลลัพธ์ที่แสดงเป็นตัวหนาคือผลลัพธ์ที่ได้ค่าดีที่สุดของตัวชี้วัดนั้น ๆ โดยค่าความแตกต่างแบบมีนัยะสำคัญ โดยในที่นี้ใช้การทดสอบแบบสองหาง (two-tailed *t*-test) ด้วยค่า $p<0.05$ โดยเปรียบเทียบแต่ละระบบกับระบบที่เป็นพื้นฐานการเปรียบเทียบนั่นก็คือระบบสัทอักษรสากล โดยรายงานผลนี้ด้วย * ตามที่แสดงในตารางที่ 2 นั้นระบบสัทอักษรสากล มีประสิทธิภาพน้อยที่สุดในทุกตัวชี้วัด ตามมาด้วยเมทาโฟนและซาวเดกซ์ โดยซาวเดกซ์ได้รับคะแนนสูงสุดและมีความแตกต่างแบบมีนัยยะสำคัญกับระบบสัทอักษรสากล ในค่าความแม่นยำที่ตำแหน่ง 5 ลำดับสูงสุด หรือ Precision@5 (0.59) และค่าการค้นคืนที่ตำแหน่ง 5 คำดับสูงสุด หรือ Recall@5 (0.44) นั่นหมายความว่า ผู้ใช้สามารถหานีโมนิคคีย์เวิร์ดที่สอดคล้องได้ภายในตำแหน่งที่ 5 ในระบบซาวเดกซ์ ในขณะที่ลำดับที่ 10 นั่นก็คือ เมื่อนีโมนิคคีย์เวิร์ดถูกค้นคืนมา 10 ลำดับ เมทาโฟนให้ผลลัพธ์ที่ดีในจุดนี้ด้วยค่าความแม่นยำที่ตำแหน่ง 10 ลำดับสูงสุด หรือ Precision@510 (0.45) และค่าการค้นคืนที่ตำแหน่ง 10 คำดับสูงสุด หรือ Recall@10 (0.59)ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการค้นคืนของทั้งสามระบบ

ประเภทของตัวชี้วัด	ซาวเดกซ์	เมทาโฟน (Metaphone)	สัทอักษรสากล
P@5, @10	**0.59***,0.42*	0.49*,**0.45***	0.31,0.27
R@5, @10	**0.44***,0.56*	0.33*,**0.59***	0.19,0.35
nDCG@5,@10	**0.60***,**0.61***	0.45,**0.54***	0.32,0.36
MAP@5,@10	**0.38***,**0.46***	0.25,0.39*	0.17,0.23

ยิ่งไปกว่านั้นทั้งซาวเดกซ์และเมทาโฟนยังได้รับคะแนนสูงสุดในตัวชี้วัดแบบอิงลำดับ MAP และ nDCG ผลลัพธ์เหล่านี้ชี้ให้เห็นว่าวิธีการที่งานวิจัยนี้นำเสนอพยายามที่จะค้นคืนนีโมนิคคีย์เวิร์ดที่ตำแหน่งสูงที่สุดเท่าที่สามารถทำได้ ด้วยเหตุนี้ผู้เรียนจึงสามารถที่จะเจอกับนีโมนิคคีย์เวิร์ดได้ที่ตำแหน่งแรก ๆ จากผลลัพธ์เหล่านี้ จากผลลัพธ์เหล่านี้สรุปได้ว่าอัลกอริทึมการออกเสียงทั้งสอง ได้แก่ ซาวเดกซ์และเมทาโฟนนั้นสามารถถูกใช้ในการสร้างนีโมนิคคีย์เวิร์ดที่มีประสิทธิภาพได้ตามถูกประเมินในทุกตัวชี้วัด



รูปที่ 4.1 แสดงผลลัพธ์ของคิวรีทั้งหมดใน P@5

จากรูปที่ 4.1 แสดงผลลัพธ์จากตัวชี้วัดความแม่นยำในตำแหน่ง 5 ลำดับแรก จากที่เห็นจะพบว่าซาวเดกซ์และเมทาโฟนให้ผลที่ดีในเกือบทุกคิวรี

ในการทดสอบระบบนำร่องนี้ได้นำเสนอการทดสอบการใช้อัลกอริทึมการออกเสียง ได้แก่ ซาวเดกซ์และเมทาโฟน ในการสร้างนีโมนิคคีย์เวิร์ดที่มีเสียงสอดคล้องกับคำศัพท์ภาษาต่างประเทศ การทดสอบระบบนำร่องแบบการประเมินผลโดยใช้ระบบเป็นศูนย์กลางนี้ได้แสดงให้เห็นว่าวิธีการที่นำเสนอนั้นมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าระบบที่นำมาเป็นพื้นฐานเปรียบเทียบหรือระบบสัทอักษรสากล โดยเฉพาะอย่างยิ่งอัลกอริทึมซาวเดกซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2. การทดสอบอัลกอริทึมการออกเสียงที่ถูกปรับปรุงใหม่ โดยรวมทั้ง 4 คุณลักษณะของนีโมนิคคีย์เวิร์ด (System-centered study)

ต่อมาได้ทำการนำเสนออัลกอริทึมการออกเสียงใหม่ที่ผู้วิจัยปรับปรุงเพื่อพัฒนาสำหรับใช้ในการเปรียบเทียบภาษาญี่ปุ่นเพื่อใช้สำหรับสร้างนีโมนิคคีย์เวิร์ดภาษาอังกฤษ ชื่อ เจ็มซาวเดกซ์ โดยวิธีคำนวณรหัสเสียงของเจ็มซาวเดกซ์นั้นได้กล่าวไปในบทที่ 3 หัวข้อที่ 3.3 และทำการเพิ่มอีกสามคุณลักษณะของนีโมนิคคีย์เวิร์ดนอกเหนือจากความสอดคล้องทางเสียงเพียงอย่างเดียวดังที่ทำไปในการทดสอบนำร่อง นั่นก็คือ กำลังของภาษาศาสตร์เชิงจิตวิทยา ความคล้ายคลึงของการสะกดคำ ความคล้ายคลึงของความหมาย รวมเป็นทั้ง 4 คุณลักษณะของนีโมนิคคีย์เวิร์ด นอกจากนี้ยังเพิ่มเทคนิคทางเลือกที่เชื่อว่าจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของทุกวิธีที่ศึกษาในงานวิจัยนี้ได้ ซึ่งก็คือ การจำกัดการเลือกคำ เลือกเฉพาะคำที่มีอักษรตัวแรกตรงกันกับอักษรตัวแรกของคำศัพท์ภาษาต่างประเทศเท่านั้น เทคนิคนี้นำมาจากแนวคิดที่ว่ามนุษย์มีแนวโน้มที่จะจำตัวอักษรตัวแรกได้มากกว่าตัวอักษรตามหลังอื่น ๆ เพื่อที่ทำการประเมินผลประสิทธิภาพของวิธีการใหม่ที่นำเสนอนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งอัลกอริทึมที่นำเสนอขึ้นมาใหม่คือ เจ็มซาวเดกซ์ ผู้ทดลองได้ออกแบบและเตรียมการทดลองโดยใช้การประเมินผลโดยใช้ระบบเป็นศูนย์กลาง โดยมีพื้นฐานมาจากแบบจำลองการประเมินผลของแครนฟิลด์ [56] แบบจำลองนี้ต้องใช้คอลเลคชั่นการทดสอบและควบคุมตัวแปรโดยคอลเลคชั่นของการทดสอบมีดังต่อไปนี้

4.2.1 คอลเลคชั่นของการทดสอบของการทดสอบระบบรวมทั้ง 4 คุณลักษณะของนีโมนิคคีย์เวิร์ด

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลทางสถิติของคอลเลคชันการทดสอบ

จำนวนของคำทั้งหมดที่มีแนวโน้มจะเป็นนีโมนิคคีย์เวิร์ด	จำนวนของคิวรี
31,762	24

4.2.2 คำทั้งหมดที่มีแนวโน้มจะเป็นนีโมนิคคีย์เวิร์ด

31,762 คำจากภาษาอังกฤษโดยนำมาจากการใช้เทคนิคพูลลิ่งคำในคลังข้อมูลของ Kuperman และ MRC ดังที่แสดงในตารางที่ 4.3

4.2.3 ข้อมูลนำเข้าหรือ คิวรีภาษาญี่ปุ่น

24 คำศัพท์ภาษาญี่ปุ่นถูกใช้เป็นคิวรี โดยทำการสุ่มเลือกมาจากเซตของคำศัพท์ที่ใช้สำหรับเรียนภาษาญี่ปุ่นสำหรับผู้เริ่มต้นหรือเทียบเท่า Japanese-Language Proficiency Test (JLPT) ระดับ N5 ดังที่แสดงในตารางที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 เฉลยของคำศัพท์นีโมนิคคีย์เวิร์ด

พูลลิ่งเทคนิค [24] ถูกใช้ในการสร้างลิสต์เพื่อใช้ในการประเมินค่าจากซับเซตของนีโมนิคคีย์เวิร์ด ลิสต์ของคำที่จะทำการประเมินค่าของความสอดคล้องนั้นถูกสร้างจากพูลของนีโมนิคคีย์เวิร์ด ที่ถูกแนะนำมาจาก 8 ระบบที่ทำการศึกษา นั่นก็คือ ซาวเดกซ์เมทาโฟน สัทอักษรสากล และเจ็มซาวเดกซ์ โดยแต่ละระบบจะทดสอบทั้งสองเงื่อนไขคือ แบบปกติ และแบบกำหนดให้คืนค่าเฉพาะคำที่มีอักษรตัวแรกตรงกัน โดยพูลนี้จะถูกสร้างโดยการรวมกันของผลการค้นคืนใน 10 อันดับแรกของทุกระบบของแต่ละคิวรี หลังจากที่ทำการรวมและลบคำศัพท์ที่ระบบทั้งแปดค้นคืนมาซ้ำกันแล้ว จึงได้คำศัพท์ที่เหลือทั้งหมด 873 คำเพื่อจะทำการประเมินความสอดคล้องต่อไป จากนั้นได้ทำการให้อาจารย์สอนภาษาญี่ปุ่นที่เป็นอาสาสมัครทั้งหมดสามคนมาเป็นผู้ประเมินความสอดคล้องของคำศัพท์ที่มีแนวโน้มจะเป็นนีโมนิคคีย์เวิร์ดในการทดลองนี้โดยทำการประเมินเพียงคำที่มีอยู่ในพูลที่กล่าวมาเท่านั้น ในการประเมินนั้นจะใช้การประเมินค่าของความเกี่ยวข้องแบบมีหลายระดับซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้ทั้งหมด 5 ระดับ คือ {0,1,2,3,4} โดยการประเมินค่าเป็นไปตามการตัดสินของอาสาสมัคร โดยอยู่บนพื้นฐานของความเหมาะสมของคำศัพท์ที่จะเป็นนีโมนิคคีย์เวิร์ดในแต่ละคิวรี คำที่ไม่ถูกประเมินถือว่าไม่มีความสอดคล้อง

จุดประสงค์ของการทดลองนี้เพื่อที่จะประเมินสมมุติฐานของงานวิจัยที่ว่าการใช้เจ็มซาวเดกซ์เพื่อใช้ในการแนะนำนีโมนิคคีย์เวิร์ดนั้นให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าหรือเทียบเท่ากันกับการใช้อัลกอริทึมอื่น ๆ ในแง่ของประสิทธิภาพของการค้นคืน เพื่อที่จะทำการทดสอบสมมุติฐานนี้ผู้ทดลองจึงได้ใช้การถอดถ่ายเสียงแบบต่าง ๆ เป็นตัวแปรอิสระ ในการทดลองนี้ได้ พิจารณาให้เจ็มซาวเดกซ์เป็นวิธีการหลัก ซาวเดกซ์และสัทอักษรสากล เป็นระบบฐานในการเปรียบเทียบและเมทาโฟนเป็นก็ถูกใช้เป็นระบบที่ใช้ในการเปรียบเทียบเช่นกัน ยิ่งไปกว่านั้น ในการทดลองยังได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของวิธีการจำกัดคำศัพท์เฉพาะที่มีตัวพยัญชนะแรกตัวเดียวกันในแง่ของประสิทธิภาพของการค้นคืนอีกด้วย

4.2.5 ตัวชี้วัดประสิทธิผลของการค้นคืน (Measures of Retrieval Effectiveness)

ในการประเมินผลนี้จะใช้ตัวชี้วัดประสิทธิภาพมาตรฐานของการค้นคืนทั้งหมด 4 ตัว ได้แก่

- ความแม่นยำ
- การเรียกคืน
- ค่ากลางเฉลี่ยความแม่นยำ (mean average precision - MAP)
- Normalised Discounted Cumulative Gain (nDCG)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยตัวชี้วัดทั้งหมดนี้จะสนใจในตำแหน่งที่ 5 และตำแหน่งที่ 10 เนื่องจากว่าในการทดสอบระบบนี้สนใจเฉพาะผลการค้นคืน 10 อันดับแรกเท่านั้น วิธีในการคำนวณโดยตัวชี้วัดแต่ละตัวนั้นได้ถูกกล่าวไว้ในบทที่ 2 หัวข้อที่ 2.7.1. การประเมินผลโดยใช้ระบบเป็นศูนย์กลาง

4.2.6 ผลการประเมินผลระบบ (Evaluation Results)

ตารางที่ 4.4 แสดงถึงผลการประเมินประสิทธิภาพของทุกระบบแบบปกติ

แบบปกติ (Regular)				
ประเภทของตัวชี้วัด	สัทอักษรสากล	ซาวเดกซ์	เมทาโฟน	เจ็มซาวเดกซ์
P@5	0.48	0.58	0.60	0.63
P@10	0.39	0.49	0.48	0.53*
recall@5	0.17	0.22	0.24*	0.27*
recall@10	0.28	0.37	0.37	0.43*
map@5	0.14	0.19	0.20*	0.24*
map@10	0.21	0.29	0.28	0.35*
nDCG@5	0.39	0.54*	0.54*	0.61*
nDCG@10	0.37	0.50	0.50*	0.60*

ตารางที่ 4.5 แสดงถึงผลการประเมินประสิทธิภาพของทุกระบบแบบแบบเพิ่มเทคนิคจำกัดตัวอักษรตัวหน้า

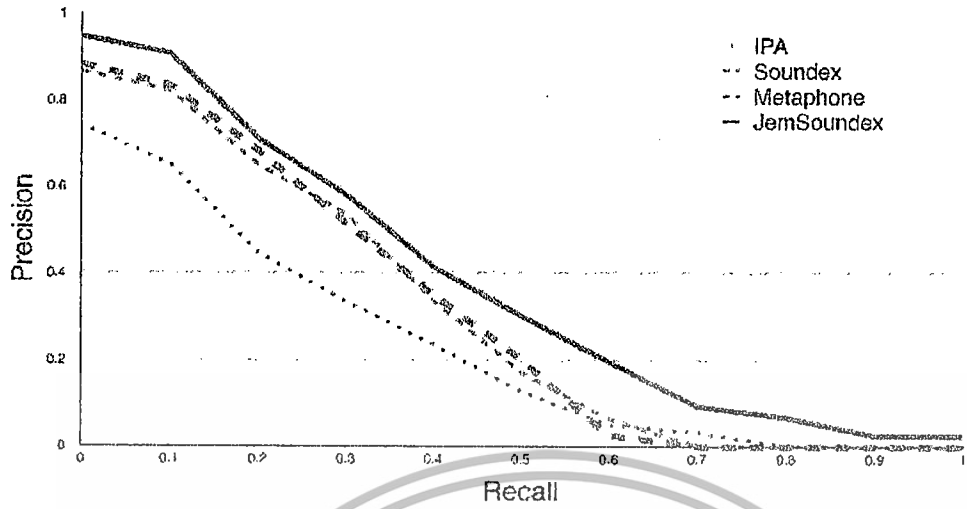
แบบเพิ่มเทคนิคจำกัดตัวอักษรตัวหน้า (Restrict with the same first consonant)				
ประเภทของตัวชี้วัด	สัทอักษรสากล (IPA_Fix)	ซาวเดกซ์ (Soundex_Fix)	เมทาโฟน (Metaphone_Fix)	เจ็มซาวเดกซ์ (JemSoundex_Fix)
P@5	0.53	0.62	0.65	0.82*†
P@10	0.41	0.53	0.54*	0.65*†
recall@5	0.18	0.23	0.26*	0.34*†
recall@10	0.28	0.40	0.41*	0.53*†
map@5	0.15	0.21	0.24*	0.32*†
map@10	0.22	0.32	0.35*	0.47*†
nDCG@5	0.40	0.56*	0.60*	0.74*†
nDCG@10	0.37	0.53*	0.56*	0.71*†

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

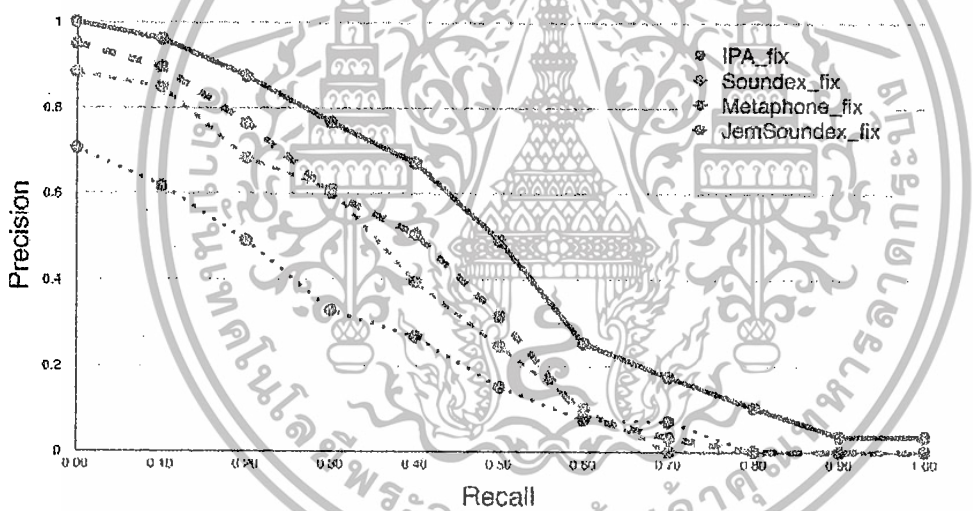
ตารางที่ 4.4 และ 4.5 รายงานถึงผลลัพธ์ของซาวเดกซ์ เมทาโฟน สัทอักษรสากล และเจ็มซาวเดกซ์ ที่เพิ่มด้วยเทคนิคจำกัดตัวอักษรตัวหน้า โดยจะต่อท้ายชื่อระบบด้วย "_fix"ผลลัพธ์เหล่านี้เป็นผลลัพธ์ที่ถูกเฉลี่ยของทุกคิวรีรวมกัน และผลลัพธ์ที่มีค่าดีที่สุดในแต่ละตัวชี้วัดนั้น ๆ จะถูกเน้นด้วยตัวหนาไว้ โดยค่าความแตกต่างแบบมีนัยะสำคัญในที่นี้ใช้การทดสอบแบบสองหางด้วยค่า $p<0.05$ เปรียบเทียบกับสองที่นำมาเป็นระบบพื้นฐานในการเปรียบเทียบนั่นก็คือซาวเดกซ์สัทอักษรสากล โดยแยกเป็นแต่ละกรณี โดยทำการรายงานด้วย * และ † ตามลำดับ โดยมีหมายเหตุว่าการหาค่าความแตกต่างทางนัยยะสำคัญนั้นถูกวิเคราะห์แยกในแต่ละกลุ่ม นั่นก็คือ แบบปกติและแบบจัดกัดพยัญชนะตัวแรกแต่ว่าจะใช้สัญลักษณ์ในการรายงานอันเดียวกัน

ตามที่แสดงไว้ในตารางของผลลัพธ์ทั้งสองกลุ่ม คือ แบบปกติ และ แบบจำกัดตัวอักษรตัวแรก วิธีพื้นฐานที่นำมาใช้เป็นการเปรียบเทียบนั่นก็คือ สัทอักษรสากล นั้นมีสมรรถภาพต่ำที่สุดในทุกตัวชี้วัด ตามมาด้วยซาวเดกซ์และเมทาโฟน เจ็มซาวเดกซ์แบบปกติได้รับคะแนนที่สูงสุดและมีความแตกต่างอย่างมีนัยยะสำคัญกับสัทอักษรสากล เกือบทุกตัวชี้วัด เมื่อพิจารณาเจ็มซาวเดกซ์แบบจำกัดพยัญชนะตัวแรก พบว่ามีแนวโน้มของผลลัพธ์ไปในทางเดียวกันและมีผลลัพธ์ที่ดีกว่าแบบมีนัยยะสำคัญกับทั้งซาวเดกซ์แบบดั้งเดิมและสัทอักษรสากล จากการพิจารณาผลลัพธ์ทั้งหมดจะเห็นได้ว่าเจ็มซาวเดกซ์แบบจำกัดตัวอักษร (JemSoundex_fix) นั้นพัฒนาถึง 55.13%, 52.55% จาก IPA และ IPA_fix ตามลำดับสำหรับ MAP@5 โดยผลลัพธ์นี้สะท้อนให้เห็นว่าโดยเฉลี่ยผู้ใช้สามารถค้นเจอนีโมนิคคีย์เวิร์ดที่สอดคล้องได้ภายใน 5 อันดับแรกสำหรับทุกคิวรีจากระบบเจ็มซาวเดกซ์แบบจำกัดตัวอักษร ยิ่งไปกว่านั้น nDCG@5 และ@10 ก็สามารถชี้ให้เห็นว่าการจัดลำดับคีย์เวิร์ดโดยทั้งสองวิธีจากเจ็มซาวเดกซ์ได้ค้นคืนผลลัพธ์ของนีโมนิคคีย์เวิร์ดที่มีความสอดคล้องสูงออกมาในตำแหน่งบน ๆ ของการจัดลำดับ นั่นหมายความว่าผู้ใช้สามารถเห็นนีโมนิคคีย์เวิร์ดได้จากผลการค้นคืนลำดับแรก ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 แสดงถึงค่าเฉลี่ยของกราฟของ Precision-Recall ที่ถูกวาดบน 11 Standard Recall Levels ของทุกระบบแบบปกติ



รูปที่ 4.3 แสดงถึงค่าเฉลี่ยของกราฟของ Precision-Recall ที่ถูกวาดบน 11 Standard Recall Levels ของทุกระบบแบบจำกัดอักษรแรก

รูปที่ 4.2 และ 4.3 แสดงถึงค่าเฉลี่ยของกราฟ precision-recall ของทุกระบบสำหรับสมรรถภาพโดยรวมบนคอลเลคชัน แกนแนวนอนเป็นตัวแทนของค่า Recall ทั้ง 11 ระดับมาตรฐาน ได้แก่ {0, 0.1, 0.2, ..., 1} แกนแนวตั้งเป็นตัวแทนของการประมาณค่าในช่วงของค่าความแม่นยำ (interpolated precision) เมื่อพิจารณาถึงกราฟ precision- recall plots นั่นหมายถึงกราฟใดที่มีเส้นโค้งที่มีเส้นใกล้กับจุดทางขวาบนมากที่สุดจะถูกพิจารณาว่ามีประสิทธิภาพมากกว่าระบบอื่นที่ไม่ใกล้กับจุดขวาบน โดยในการทดลองนี้วิธีเจ็มซาวเดกซ์นั้นมีกราฟอยู่ใกล้กับมุมขวาบนมากที่สุดทั้งแบบปกติและแบบจำกัดตัวอักษรตัวแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการนำเสนอวิธีใหม่สำหรับการแนะนำคำศัพท์ภาอังกฤษเพื่อใช้เป็นนีโมนิคคีย์เวิร์ดสำหรับการเรียนภาษาญี่ปุ่น นอกจากนี้ยังได้นำเสนอซาวเดกซ์อัลกอริทึมแบบปรับปรุงใหม่พัฒนาสำหรับใช้ในการเปรียบเทียบภาษาญี่ปุ่นเพื่อใช้สำหรับสร้างนีโมนิคคีย์เวิร์ดภาษาอังกฤษ หรือที่เรียกว่า เจ็มซาวเดกซ์ เพื่อมช้ในการเปรียบเทียบเสียงภาษาอังกฤษกับภาษาญี่ปุ่น ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพโดยใช้ระบบเป็นศูนย์กลางโดยเปรียบเทียบกับวิธีสัทอักษรและอัลกอริทึมการออกเสียงต่าง ๆ ผลลัพธ์จากการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าเจ็มซาวเดกซ์มีประสิทธิภาพที่ดีกว่าวิธีในการค้นคืนอื่น ๆ ในแง่ของการค้นคืนนีโมนิคคีย์เวิร์ดสำหรับภาษาญี่ปุ่น ในบทต่อไปจะกล่าวถึงการประเมินผลระบบโดยประเมินประสิทธิภาพของการเรียนรู้และความจำของการเรียนภาษาญี่ปุ่น

4.3 การประเมินประสิทธิผลของความเหมาะสมในการใช้เป็นนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยมีผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง (Side-by-side user study)

4.3.1 อะเมซอนมะแคนนิเคิลเติร์ก (Amazon Mechanical Turk)

Amazon Mechanical Turk เป็นเว็บเซอร์วิซ (web service) ที่ให้บริการการทำงานแบบร่วมสร้างสรรค์ของกลุ่มคนจำนวนมากที่ประสานกันทั้งอุปสงค์และอุปทานของงานที่ต้องการใช้มนุษย์ในการทำให้สำเร็จงานนั้น [57] มะแคนนิเคิลเติร์ก (Mechanical Turk) เป็นตลาดแรงงานที่ผู้ถูกว่าจ้าง หรือที่เรียกว่า ผู้ทำงาน หรือ Worker ในมะแคนนิเคิลเติร์กจะถูกจ้างโดยผู้ว่าจ้าง หรือที่เรียกว่า ผู้ร้องขอ หรือ requesters สำหรับการทำงานต่าง ๆ หรือที่เรียกในมะแคนนิเคิลเติร์กว่า ฮิตส์ (HITs) ซึ่งย่อมาจาก Human Intelligence Tasks ด้วยการแลกเปลี่ยนงานกับเงินค่าตอบแทน หรือที่เรียกว่า รางวัล (reward) โดยทั้งฝั่งผู้ทำงานและผู้ว่าจ้างนั้นจะไม่รู้ตัวตนซึ่งกันและกันโดยการทำงานของผู้ถูกจ้างจะถูกกำหนดเป็นไอดี (ID) ผ่านทางเจ้าของเว็บเซอร์วิซ คือ อเมซอน (Amazon)

ผู้ว่าจ้าง จะประกาศ HITs ผ่านทางเว็บเซอร์วิซ โดยจะสามารถเห็นได้แค่สำหรับ ผู้ทำงานที่มีคุณสมบัติตรงกับที่ผู้ว่าจ้างต้องการเท่านั้น เช่น ภูมิลำเนาที่อยู่อาศัย หรือ เปอร์เซ็นการทำงานสำเร็จ เป็นต้น เมื่อผู้ทำงานได้เข้าเว็บไซต์ก็จะเห็นลิสต์ของงานมากมายที่ผู้ทำงานนั้นมีคุณสมบัติที่สามารถทำได้ โดยทั้งนี้จะแสดงไปถึงค่าจ้างที่จะได้รับและเวลาที่ต้องใช้ด้วย ผู้ทำงานสามารถอ่านคำอธิบายโดยย่อและเข้าไปดูงานนั้นก่อนที่จะตัดสินใจรับทำงาน

ตัวอย่างงานในมะแคนนิเคิลเติร์กนั้นมีมากมาย ตัวอย่างเช่น แปลงเสียงออกมาเป็นคำ ค้นหาข้อมูลตามคำสั่ง ตอบความคิดเห็นในแบบสำรวจ เป็นต้น เมื่อทำงานเสร็จแล้วผู้ว่าจ้างจะทำการตรวจงานที่เขาทำมาและจ่ายเงินตามที่ระบุไว้ โดยค่าจ้างนั้นเริ่มต้นตั้งแต่ 0.01 ดอลลาร์จนถึงมากกว่า 1 ดอลลาร์ โดยเมื่อแปลงหน่วยเป็นค่าจ้างต่อชั่วโมงแล้วจะอยู่ที่ 1.40 ดอลลาร์ต่อชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[58] โดยผู้ว่าจ้างสามารถให้โบนัสกับผู้ทำงานหรือลงโทษผู้ทำงานที่งานไม่มีคุณภาพโดยการไม่จ่ายค่าว่าจ้างหรือบล็อคไม่ให้มาทำงานนี้อีกได้

4.3.2 ระบบการทดลองและการตั้งค่า (Experimental Systems and Settings)

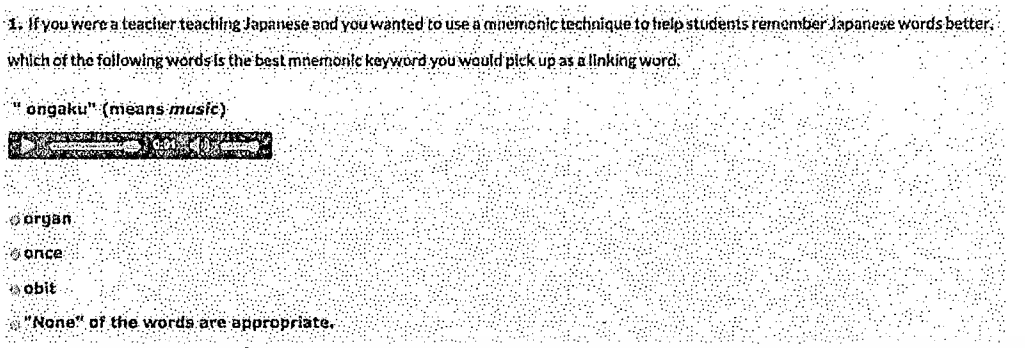
โดยในการประเมินประสิทธิภาพโดยใช้ผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง นี้จะใช้อะเมซอนมะแคนนิเคิลเติร์กมาใช้ โดยให้กลุ่มคนจำนวนมากมาช่วยประเมินผลการค้นคืนนีโมนิคคีย์เวิร์ดจากสามระบบ คือ เจ็มซาวเดกซ์ ซาวเดกซ์ และสัทอักษรสากล แต่ละระบบจะแสดงผลการค้นคืนนีโมนิคคีย์เวิร์ดเพียงแค่อันดับที่ดีที่สุด หรือลำดับที่ 1 เท่านั้น และทุกระบบใช้เทคนิคจำกัดอักษรตัวหน้า โดยในการทดลองครั้งนี้ใช้คิวรีภาษาญี่ปุ่นทั้งหมด 32 คำ โดยใช้เฉพาะคำที่ถูกค้นคืนมาในลำดับที่ 1 ของแต่ละระบบแต่มีผลลัพธ์ที่ไม่ซ้ำกัน เนื่องจากอาจจะมีบางกรณีที่ผลการค้นคืนนีโมนิคคีย์เวิร์ดของระบบ ค้นคืนออกมาเหมือนกัน เช่น คำว่า すな หรือ Suna ที่แปลว่า ทราย ซึ่งในกรณีนี้ทั้งสามระบบ ค้นคืนออกมาในลำดับที่ 1 ได้นีโมนิคคีย์เวิร์ดที่เหมือนกันคือ “Sun” ทั้งสามระบบ ในกรณีเช่นนี้จะไม่นำมาพิจารณาในการทดลองนี้ โจทย์หรือคิวรีภาษาญี่ปุ่นทั้งหมด 32 คำ โดยแต่ละโจทย์ตั้งค่าของจำนวนของงานที่มอบหมายต่อฮิต (Number of assignments per HIT) ไว้ที่ 12 ครั้งต่อฮิต ซึ่งหมายความว่าการทดลองครั้งนี้จะมีการเข้ามาตอบจากคนทั้งหมด 384 ครั้ง โดยกำหนดคำสั่งดังต่อไปนี้

ถ้าคุณเป็นอาจารย์สอนภาษาญี่ปุ่นและคุณต้องการที่จะใช้นีโมนิคเทคนิคเพื่อที่จะช่วยนักเรียนของคุณในการจำคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่นได้ดีขึ้น คำใดดังต่อไปนี้ที่คุณจะเลือกเพื่อใช้เป็นนีโมนิคคีย์เวิร์ดที่ดีที่สุดในการเชื่อมความจำไปยังคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่น โดยนีโมนิคคีย์เวิร์ดที่ดีต้องเป็นคำที่มีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1. *มีเสียงสอดคล้องและคล้ายคลึงกับคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่นที่ต้องการเรียน*
2. *เป็นคำศัพท์ที่มีความสามารถในการนำไปจินตนาการเป็นภาพสูง*
3. *มีความหมายที่สอดคล้องกับความหมายของคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่น*
4. *มีการสะกดคำที่คล้ายคลึงกัน*

จากนั้นจะแสดงคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่น และความหมายในภาษาอังกฤษ ทั้งนี้ในฮิตนี้ยังมีการออกเสียงภาษาญี่ปุ่นให้ผู้ใช้ฟัง 1 ครั้ง โดยผู้ใช้สามารถกดฟังทวนซ้ำได้ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความสอดคล้องทางเสียงระหว่างโจทย์หรือคิวรีภาษาญี่ปุ่น กับตัวแทนที่มีแนวโน้มจะเป็นนีโมนิคคีย์เวิร์ดในตัวเลือกทั้งสาม ด้านล่างต่อมาจะตามด้วยตัวเลือกของนีโมนิคคีย์เวิร์ดสามตัวที่ค้นคืนมาจากอันดับที่หนึ่งของสามระดับดังกล่าวตามด้วยตัวเลือกสุดท้ายคือ ไม่มีคำศัพท์ใดเหมาะสมกับการใช้เป็นนีโมนิคคีย์เวิร์ดเลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 แสดงตัวอย่างของยิตในอะเมซอนมะแคนนิเคิลเติร์ก

จากงานวิจัย [59] พบว่าในหมู่ของกลุ่มคนที่เข้ามาทำงานนั้น มักจะมีสแปมเมอร์ (Spammer) ปะปนอยู่ด้วย โดยในเบื้องต้นได้ทำการกรองผู้เข้ามาทำงานโดยอนุญาติเฉพาะผู้ที่มีเปอร์เซ็นจากการตอบรับงานทั้งหมดที่ทำจากผู้ว่าจ้างมากกว่า 80% เท่านั้น นอกจากนี้ยังทำการคัดกรองสแปมเมอร์เพิ่มเติมอีกโดยการเพิ่มคำสั่งเข้าไปอีกสองข้อได้แก่ ข้อแรก ให้ผู้ทำงานบอกเหตุผลว่าทำไมถึงเลือกคำ ๆ นั้น โดยหากผู้ทำงานไม่มีการใส่คำตอบโดยปล่อยเว้นว่างไว้ จะปฏิเสธการจ่ายค่าตอบแทนและไม่รับผลลัพธ์นั้นมาใช้ในการประเมินประสิทธิภาพ นอกจาก ข้อที่สองให้นำคำภาษาอังกฤษที่เลือกมาเป็นนีโมนิคคีย์เวิร์ดนั้นมาแต่งประโยคเพื่อใช้ในการจำของผู้เรียน โดยในหนึ่งประโยคจะต้องประกอบด้วย คำภาษาอังกฤษที่เลือกมาเป็นนีโมนิคคีย์เวิร์ด และความหมายภาษาอังกฤษของคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่นที่ต้องการเรียน ตัวอย่างเช่น

คำภาษาญี่ปุ่นที่ต้องการเรียน: Sensou

คำแปลภาษาอังกฤษ: War

นีโมนิคคีย์เวิร์ดที่เลือก: Sensor

*ประโยคที่แต่งเพื่อช่วยจำ: "A heat **sensor** for detection of enemy aircraft during **war**"*

4.3.3. ผลการประเมินผลระบบ (Evaluation Results)

ในการทดลองนี้ผู้ทดลองได้มาทั้งหมด 445 ครั้งของการตอบเข้ามา เมื่อกรองเอาแสปมเมอร์ออกแล้วจะเหลือเป็นจำนวน 384 คำตอบตามที่ต้องการ โดยผลการทดลองมีดังต่อไปนี้

คำตอบจากผู้ทำงาน:

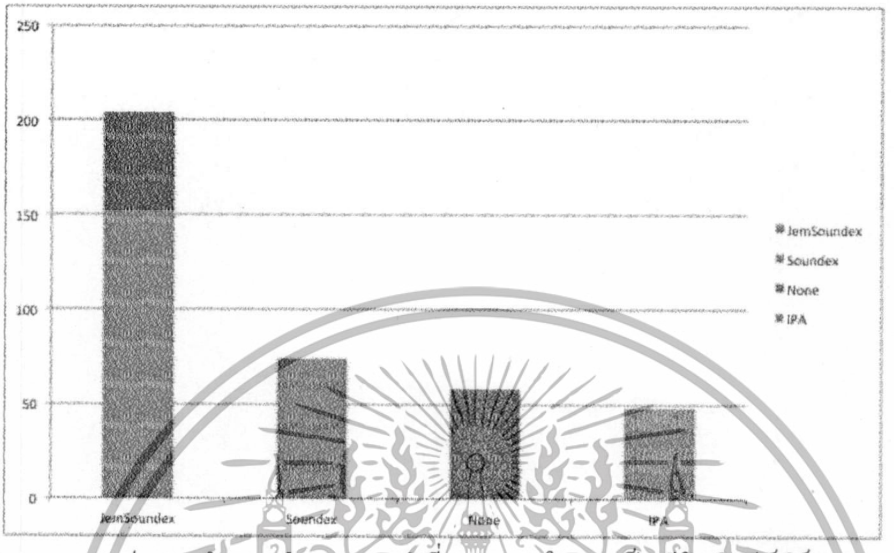
เจ็มซาวเดกซ์ : 204 คำตอบ คิดเป็น 53.12%

สัทอักษรสากล : 48 คำตอบ คิดเป็น 12.5%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซาวเดกซ์ : 74 คำตอบ คิดเป็น 19.27%

ไม่มีคำตอบใดสอดคล้อง (None): 58 คำตอบ คิดเป็น 15.10%



รูปที่ 4.5 แสดงกราฟแสดงจำนวนคำตอบของคำที่เหมาะสมในการเป็นนีโมนิคคีย์เวิร์ดจากอะเมซอนมะแคนนิเคิลเติร์ก

จากการประเมินประสิทธิผลของความเหมาะสมในการใช้เป็นนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยมีผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง (Side-by-side user study) ครั้งนี้ชี้ให้เห็นชัดว่าเจ็มซาวเดกซ์มีความเหมาะสมในการใช้เป็นนีโมนิคคีย์เวิร์ดมากที่สุด ตามมาด้วยซาวเดกซ์และสัทอักษรสากลตามลำดับ

4.4 บทสรุปของการประเมินประสิทธิผลของการแนะนำนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้อัลกอริทึมการออกเสียง

ได้มีการประเมินประสิทธิผลของการแนะนำนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้อัลกอริทึมการออกเสียงโดยใช้การประเมินผลโดยใช้ระบบเป็นศูนย์กลางในส่วนของการทดสอบระบบนำร่องที่เน้นเฉพาะความสอดคล้องทางเสียงในการพิจารณานีโมนิคคีย์เวิร์ด และการทดสอบระบบรวมทั้ง 4 คุณลักษณะของนีโมนิคคีย์เวิร์ดเพื่อประเมินประสิทธิผลของเจ็มซาวเดกซ์ ผลลัพธ์จากการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าเจ็มซาวเดกซ์มีประสิทธิภาพที่ดีกว่าวิธีในการค้นคืนอื่น ๆ ในแง่ของการค้นคืนนีโมนิคคีย์เวิร์ดสำหรับภาษาญี่ปุ่น ต่อมาได้ทำการประเมินประสิทธิผลโดยใช้ผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง ผลลัพธ์จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าเจ็มซาวเดกซ์มีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นนีโมนิคคีย์เวิร์ดมากที่สุด รองลงมาด้วยซาวเดกซ์แบบดั้งเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
การประเมินประสิทธิภาพของการเรียนรู้จากนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้อัลกอริทึมการออกเสียง

5.1 จุดประสงค์ของการทดลอง

เพื่อที่จะประเมินประสิทธิภาพของนีโมนิคคีย์เวิร์ดที่สร้างมาจากวิธีที่ผู้วิจัยได้นำเสนอนั่นก็คือการใช้อัลกอริทึมการออกเสียงสำหรับการแนะนำคำศัพท์แบบนีโมนิคเพื่อใช้ในการเรียนคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือ เจ็มซาวเดกซ์ ซึ่งเป็นวิธีที่ผู้วิจัยได้นำเสนอขึ้นใหม่ ในการประเมินประสิทธิภาพของการเรียนรู้จากนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้อัลกอริทึมการออกเสียงนี้ได้ทำการเปรียบเทียบทั้งหมด 4 ระบบด้วยกัน ได้แก่ เจ็มซาวเดกซ์, ซาวเดกซ์, สัทอักษร และระบบที่ไม่มีคีย์เวิร์ดช่วยในการเรียนรู้เลย ที่ถูกเรียกว่า "None" โดยเป้าหมายของการทดลองนี้เพื่อแสดงให้เห็นว่าวิธีที่ถูกนำเสนอขึ้นหรือเจ็มซาวเดกซ์ สามารถช่วยในการเรียนและจดจำคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่น ได้ดีกว่าหรือเทียบเท่าวิธีอื่น ๆ ซึ่งจะทำการประเมินประสิทธิภาพทั้งสองแบบ ได้แก่

1. การประเมินประสิทธิภาพของการเรียนรู้จากนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้อัลกอริทึมการออกเสียงที่ดำเนินการทดลองในห้องปฏิบัติการ
2. การประเมินประสิทธิภาพของการเรียนรู้จากนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้อัลกอริทึมการออกเสียงที่ดำเนินการทดลองในแพลตฟอร์มการทำงานแบบร่วมสร้างสรรค์ของกลุ่มคนจำนวนมากออนไลน์ (online crowdsourcing) ในอะเมซอนมะแคนนิเคิลเติร์ก

5.2 การศึกษาการเรียนรู้คำศัพท์ (Vocabulary Learning Study)

การทดลองนี้ทำเพื่อพิสูจน์สมมุติฐานดังต่อไปนี้

H1. เพื่อช่วยในการเรียนคำศัพท์พื้นฐานในภาษาญี่ปุ่น นีโมนิคคีย์เวิร์ดภาษาอังกฤษสามารถถูกคำนวณแบบอัตโนมัติ โดยคำนึงถึงความคล้ายคลึงของการออกเสียง ความสัมพันธ์ทางด้านความหมาย และการสะกดคำ รวมทั้งกำลังของภาษาศาสตร์เชิงจิตวิทยาของคำศัพท์

H2. นอกจากการใช้งานสัทอักษรสากล อัลกอริทึมการออกเสียงสามารถนำมาประยุกต์และปรับปรุงให้ดีขึ้นเพื่อใช้ในการแนะนำนีโมนิคคีย์เวิร์ดภาษาอังกฤษสำหรับการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาญี่ปุ่นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

H3. การใช้อัลกอริทึมการออกเสียงในการแนะนำนีโมนิคคีย์เวิร์ดภาษาอังกฤษช่วยให้ผู้เรียนจดจำคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่นได้ดีเทียบเท่าหรือดีกว่าการใช้อัลกอริทึมการออกเสียงแบบดั้งเดิมและการใช้สัทอักษรสากล

5.3 การตั้งค่าการทดลอง (Experimental Settings)

5.3.1 คำศัพท์ที่ใช้ในการทดลอง

ทั้งการทดลองในห้องปฏิบัติการและในแพลตฟอร์มการทำงานแบบร่วมสร้างสรรค์ของกลุ่มคน ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาญี่ปุ่นของผู้ใช้ โดยใช้เซตคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่นทั้งหมด 24 คำ ในส่วนของการประเมินประสิทธิภาพของการเรียนรู้จากนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้อัลกอริทึมการออกเสียง *ในห้องปฏิบัติการ* ทำการแบ่งคำศัพท์เป็น 4 บล็อค บล็อคละ 6 คำ และการประเมินประสิทธิภาพของการเรียนรู้จากนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้อัลกอริทึมการออกเสียง *ในการทำงานแบบร่วมสร้างสรรค์ของกลุ่มคน* ทำการแบ่งคำศัพท์เป็น 2 บล็อค บล็อคละ 12 คำ

โดยคำศัพท์นั้นทำการเลือกโดยการสุ่มมาจากเซตของคำภาษาญี่ปุ่นสำหรับเรียนภาษาญี่ปุ่นสำหรับผู้เริ่มต้นหรือเทียบเท่า Japanese-Language Proficiency Test (JLPT) ระดับ N5 นีโมนิคคีย์เวิร์ดของทุกระบบได้มาจากผลการค้นคืนอันดับที่ 1 ของสามระบบที่นำมาเปรียบเทียบโดยใช้เซตของคำทั้งหมดที่มีแนวโน้มจะเป็นนีโมนิคคีย์เวิร์ด (English candidate keywords)ทั้งหมด 31,762 คำจากภาษาอังกฤษ โดยนำมาจากการใช้เทคนิคพูลลิ่งคำในคลังข้อมูลของ Kuperman และ MRC และทั้งหมดใช้การจัดอันดับโดยทั้ง 4 คุณสมบัติโดยรายละเอียดได้ถูกกล่าวไปแล้วในบทที่ 3 ดังนั้นการทดลองนี้จะมีทั้งหมด 4 ระบบได้แก่

5.3.2 ระบบที่ใช้ในการทดลอง (Systems)

S_1: ระบบที่ไม่มีคีย์เวิร์ดช่วยในการเรียนรู้เลย หรือจะเรียกว่า “None”

S_2: สัทอักษรสากล

S_3: ซาวเดกซ์

S_4: เจ็มซาวเดกซ์

ตารางที่ 5.1 แสดงตัวอย่างนีโมนิคคีย์เวิร์ดของระบบทั้งสี่ สำหรับคำตัวอย่างภาษาญี่ปุ่นสามคำได้แก่ ちきゅう(chikyu) ,うんどう(undou) ,しゃりん(sharin) และ おんがく (ongaku)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.1 แสดงตัวอย่างของคีย์เวิร์ดที่ค้นคืนออกมาจากแต่ละระบบ

Japanese Word	IPA	Soundex	JemSoundex
jp: ちきゅう(**chikyu**) earth	en: **cheek** side of face/ part/ disrespect	en: **cake** sweat/ savoury food	en: **chicken** fowl
jp: うんどう(**undou**) exercise	en: **unfix** not fixed	en: **unit** thing/ quantity/ device	en: **undo** unfasten/ cancel
jp: しゃりん(**sharin**) wheel	en: **shower** light falling/ cubicle	en: **siren** warning device/ amphibian	en: **shark** fish
jp: おんがく(**ongaku**) music	en: **obit** obituary	en: **once** occasion/ time	en: **organ** musical instrument/organism

5.4 ผู้เข้าร่วมการทดลอง (Participants)

5.4.1 การประเมินประสิทธิภาพของการเรียนรู้จากนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้อัลกอริทึมการออกเสียงในห้องปฏิบัติการ

ผู้เข้าร่วมการทดลองเป็นคนไทยที่มีความรู้ภาษาอังกฤษเป็นอย่างดีและไม่มีความรู้ในภาษาญี่ปุ่นเลย มีผู้ร่วมการทดลองทั้งหมด 16 คน เพศชาย 10 เพศหญิง 6 อายุเฉลี่ยผู้ทดลอง 23.87 ปี โดยมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุ (Standard Deviation: SD) 3.13 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี 37.50% นักศึกษาระดับปริญญาโท 25% นักศึกษาระดับปริญญาเอก 6.25% และผู้ที่จบการศึกษาระดับปริญญาตรีและทำงานอยู่ 31.25% โดยได้ทำการคัดกรองผู้เข้าร่วมการทดลองจากการตอบแบบสอบถามก่อนทำการทดลอง ซึ่งจะเป็นคำถามเกี่ยวกับความเชี่ยวชาญทางภาษาทั้งสอง เพื่อยืนยันว่ามีคุณสมบัติตามต้องการ ผู้เข้าร่วมการทดลองจะได้ใช้ทั้งหมดครบทั้ง 4 ระบบภายใต้การควบคุมในห้องปฏิบัติการ นอกจากนี้ยังทำการเก็บข้อมูลของความพึงพอใจจากผู้ใช้เพื่อที่จะประเมินประสิทธิภาพของระบบอีกด้วย

- การออกแบบการทดลองแบบจตุรัสเกรโค (Graeco Latin Square Design)

โดยธรรมชาติของพฤติกรรมมนุษย์ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เช่น การใช้ระบบ หรือการแก้ปัญหางานต่าง ๆ พฤติกรรมที่ทำในครั้งแรกจะมีอิทธิพลต่อการทำงานครั้งอื่น ๆ หรือกล่าวได้ว่าในการทำการทดลอง มนุษย์จะเริ่มเรียนรู้ในการทำการทดลองครั้งแรก เมื่อครั้งต่อ ๆ ไปมนุษย์จะคุ้นเคยและมีแนวโน้มที่จะทำการทดลองที่ให้ผลลัพธ์ดีขึ้นกว่าครั้งแรก [60] ดังนั้นเพื่อที่จะทำให้การทดลองมีความเป็นกลาง จึงมีการนำการทดลองแบบจตุรัสเกรโคมาใช้ เพื่อที่จะควบคุมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนแปลงของตัวแปรในการทดลอง โดยในการทดลองนี้จะประเมินผลประสิทธิภาพของ 4 ระบบตามที่อธิบายในหัวข้อย่อยก่อนหน้านี้

เซตของคำศัพท์ที่ใช้ในการทดลองในห้องปฏิบัติการ สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 บล็อค โดยแต่ละบล็อคประกอบด้วย 6 คำศัพท์ ที่มีชุดของคำศัพท์ที่แตกต่างกัน รวมเป็นเป็นทั้งหมด 24 คำ โดยแทนแต่ละบล็อคด้วย

W_1: คำศัพท์เซตที่ 1

W_2: คำศัพท์เซตที่ 2

W_3: คำศัพท์เซตที่ 3

W_4: คำศัพท์เซตที่ 4

ตารางที่ 5.2 แสดงถึงการทดลองแบบจตุรัสเกรโคที่ใช้ในการทดลองนี้ โดยผู้ใช้แต่ละคนจะทำการทดลองทั้งหมดทุกระบบทั้งหมด 4 ระบบในชุดคำศัพท์ที่แตกต่างกันทั้งหมด 4 ชุด "user" นั้นหมายถึงผู้ทำการทดลองแต่ละคน ซึ่งในการทดลองนี้มีทั้งหมด 16 คน ตัวอย่างเช่น ผู้เข้าร่วมการทดลองคนที่ 1 เริ่มต้นจาก

1. ทำระบบ S_1 (ระบบที่ไม่มีคีย์เวิร์ดช่วยในการเรียนรู้เลย) ด้วยคำศัพท์เซตที่ 1 (W_1)
2. ทำระบบ S_2 (สัทอักษรสากล) ด้วยคำศัพท์เซตที่ 2 (W_2)
3. ทำระบบ S_3 (ซาวเดกซ์) ด้วยคำศัพท์เซตที่ 3 (W_3)
4. ทำระบบ S_4 (เจ็มซาวเดกซ์) ด้วยคำศัพท์เซตที่ 4 (W_4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.2 แสดงถึงการทดลองแบบจตุรัสเกรโคที่ใช้ในการทดลองในห้องปฏิบัติการ

User 1	S_1,W_1	S_2,W_2	S_3,W_3	S_4,W_4
User 2	S_2,W_1	S_3,W_2	S_4,W_3	S_1,W_4
User 3	S_3,W_1	S_4,W_2	S_1,W_3	S_2,W_4
User 4	S_4,W_1	S_1,W_2	S_2,W_3	S_3,W_4
User 5	S_1,W_2	S_2,W_3	S_3,W_4	S_4,W_1
User 6	S_2,W_2	S_3,W_3	S_4,W_4	S_1,W_1
User 7	S_3,W_2	S_4,W_3	S_1,W_4	S_2,W_1
User 8	S_4,W_2	S_1,W_3	S_2,W_4	S_3,W_1
User 9	S_1,W_3	S_2,W_4	S_3,W_1	S_4,W_2
User 10	S_2,W_3	S_3,W_4	S_4,W_1	S_1,W_2
User 11	S_3,W_3	S_4,W_4	S_1,W_1	S_2,W_2
User 12	S_4,W_3	S_1,W_4	S_2,W_1	S_3,W_2
User 13	S_1,W_4	S_2,W_1	S_3,W_2	S_4,W_3
User 14	S_2,W_4	S_3,W_1	S_4,W_2	S_1,W_3
User 15	S_3,W_4	S_4,W_1	S_1,W_2	S_2,W_3
User 16	S_4,W_4	S_1,W_1	S_2,W_2	S_3,W_3

5.4.2 การประเมินประสิทธิภาพของการเรียนรู้จากนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้อัลกอริทึมการออกเสียงในการทำงานแบบร่วมสร้างสรรค์ของกลุ่มคนจำนวนมากออนไลน์ในอะเมซอนมะแคนนิเคิลเติร์ก

เนื่องจากต้องการเพิ่มความน่าเชื่อถือของผลการทดลองและให้ได้มาซึ่งความหลากหลายของกลุ่มจำนวนประชากรของผู้เข้าร่วมการทดลองที่มีภาษาอังกฤษเป็นภาษาแม่ ในการทดลองครั้งนี้จึงได้รับผู้เข้าร่วมการทดลองมาจาก Amazon Mechanical Turk (AMT) โดยผู้เข้าร่วมการทดลองต้องไม่มีความรู้ในภาษาญี่ปุ่นเลยและเป็นมีภาษาอังกฤษเป็นภาษาแม่โดยได้ทำการคัดผู้เข้าการทดลองจากทั้งหมด 198 คนเหลือผู้ที่ผ่านเข้าทำการทดลองทั้งหมด 54 คน โดยทำการกรองผู้ทำงานที่มีอัตราการตอบรับการทำงานมากกว่า 90% เท่านั้น นอกจากนี้ยังให้ผู้ทำงานตอบคำถามในการทำข้อสอบกรองคุณสมบัติ (qualification test) ผู้ทำงานขณะทำข้อสอบจะไม่ทราบเกณฑ์ในการคัดกรองของนักวิจัย ผู้ทำงานต้องตอบคำถามเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานภาษาญี่ปุ่นโดยผู้ทำงานที่ถูกคัดเลือกจะต้องไม่มีความรู้ภาษาญี่ปุ่นเลย

เพื่อยืนยันว่ามีคุณสมบัติตามต้องการ ผู้เข้าร่วมการทดลองจะได้รับค่าตอบแทนในการทำการทดลอง 1.4 ดอลลาร์ และได้รับเพิ่มอีก 0.2 ดอลลาร์สำหรับค่าตอบแทนที่ทำข้อสอบกรองคุณสมบัติผ่าน สำหรับผู้ทำงานที่เข้ามาและไม่ตั้งใจในการเรียนรู้ ผู้วิจัยทำการกรองออกจากผลการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดลอง หากผลลัพธ์ในการเรียนรู้ได้น้อยกว่า 25% จึงเหลือทั้งหมด 48 คน โดยแต่ละระบบจะมีผู้ทำระบบทั้งหมด 12 คน ผู้ใช้จะถูกเลือกแบบสุ่มให้ทำหนึ่งในสี่ระบบ

5.4 ขั้นตอนการทดการทดลอง (Procedure)

ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่นที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมาใช้ในการศึกษาการเรียนคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่นของผู้เรียน โดยมีการออกแบบให้ตรงกับการทดลองก่อนหน้านี้ของ Ellis [10] และ Savva *et al.* [19] ได้ทำการทดลองในเรื่องของการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาต่างประเทศโดยใช้นีโมนิคคีย์เวิร์ดไว้

5.4.1 การประเมินประสิทธิภาพของการเรียนรู้จากนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้อัลกอริทึมการออกเสียงในห้องปฏิบัติการ

ผู้เข้าร่วมการทดลองทำแบบสอบถามก่อนเข้าการทดลอง (entry questionnaire) โดยแบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลพื้นฐาน เช่น ชื่อ อายุ เพศ ความสามารถด้านภาษา เป็นต้น ผู้เข้าร่วมทำการทดลองจะได้รับการบอกถึงจุดประสงค์ของการทดลองและคำสั่งในงานที่ต้องทำจากผู้ควบคุมการทดลอง จากนั้นผู้ร่วมการทดลองจะได้เข้าใช้งานในเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อทำการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาญี่ปุ่นจำนวน 6 คำ จากระบบแรกและชุดคำศัพท์แรกที่ได้รับมอบหมาย ส่วนนี้จะเรียกว่า "การเรียนรู้ (learning)" โดยผู้ใช้หนึ่งคนจะได้เรียนรู้คำศัพท์ 4 ชุด 4 ระบบ ลำดับของระบบและเซตคำศัพท์นำมาจากการทดลองแบบจตุรัสเกรโค ที่กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 5.3.1 การเรียนรู้คำศัพท์จากเว็บแอพพลิเคชั่นจะกล่าวถึงรายละเอียดในหัวข้อต่อไป เมื่อผู้เข้าร่วมทำการทดลองเรียนรู้คำศัพท์เสร็จสิ้น จะเข้าสู่ส่วนของการทดสอบการจำคำศัพท์ได้ (recognition) และการทดสอบการสร้างคำศัพท์ (generation) ตามลำดับ เมื่อผู้เข้าร่วมทำการทดลอง ทำครบทั้งสามส่วนแล้ว ผู้เข้าร่วมการจะได้รับมอบหมายให้ทำแบบสอบถามหลังการเรียนคำศัพท์ (post-task questionnaire) โดยจะเป็นคำถามเกี่ยวกับระบบที่ผู้ใช้เพิ่งทำการเรียนเสร็จ เช่น ระบบนี้มีประสิทธิภาพช่วยในการเรียนรู้มากแค่ไหน คุณภาพของนีโมนิคคีย์เวิร์ดที่ระบบแนะนำมาเป็นอย่างไรในเชิงของความสามารถในการช่วยจดจำ, ความสอดคล้องทางเสียง, ความสามารถในการนำไปจินตนาการ, ความสอดคล้องทางความหมาย เป็นต้น

หลังจบทั้งส่วนของการเรียนรู้, การทดสอบการจำได้, การทดสอบการสร้างคำศัพท์ และทำแบบสอบถามหลังการเรียนคำศัพท์แล้ว กระบวนการทดลองนี้ก็จะถูกทำซ้ำอีกสามครั้ง โดยชุดคำศัพท์และระบบที่แตกต่างกัน จนครบทั้งสี่ระบบ 24 คำศัพท์ เมื่อครบทั้ง 4 ระบบของการเรียนคำศัพท์แล้ว ผู้เข้าร่วมทำการทดลองจะทำแบบสอบถามก่อนออกจากการทดลอง (exit questionnaire) ซึ่งให้ผู้เข้าร่วมทำการทดลองจัดลำดับของระบบที่คิดว่าช่วยในการเรียนรู้มากที่สุดสี่อันดับ เมื่อทำเสร็จก็จะเสร็จสิ้นการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4.2 การประเมินประสิทธิภาพของการเรียนรู้จากนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้อัลกอริทึมการออกเสียงในการทำงานแบบร่วมสร้างสรรค์ของกลุ่มคนจำนวนมากออนไลน์ในอะเมซอนมะแคนนิเคิลเติร์ก

ผู้ร่วมทำการทดลองทำแบบทดสอบคุณสมบัติเพื่อยืนยันว่ามีคุณสมบัติตามต้องการ จากนั้นทำการเข้าสู่เว็บแอพพลิเคชั่น เพื่อทำการเรียนรู้คำศัพท์ภาษาญี่ปุ่นจำนวน 12 คำ โดยการทดลองจะมีทั้งหมดสามส่วนเหมือนกับการทดลองในห้องปฏิบัติการ เมื่อจบการทดลองผู้เข้าร่วมทำการทดลองจะได้รับโค้ดรางวัลเพื่อนำมาแลกค่าตอบแทนจากการทำการทดลองในอะเมซอนมะแคนนิเคิลเติร์ก

5.4.3 เว็บแอพพลิเคชั่นที่ใช้ในการทดลอง

เมื่อเข้าสู่เว็บแอพพลิเคชั่น ผู้เข้าร่วมการทดลองจะได้อ่านคำสั่งสิ่งที่ต้องทำและวิธีการใช้ระบบคร่าว ๆ โดยในระบบที่มีการแนะนำนีโมนิคคีย์เวิร์ด ผู้เข้าร่วมการทดลองจะได้รับคำสั่งว่า "Imagine a visual scene connecting the given keyword with the English meaning, and the sound of the Japanese word" และมีตัวอย่างให้ผู้เข้าร่วมทำการทดลองทำความเข้าใจดังรูปที่ 5.1 โดยการทดลองจะมีทั้งหมดสามส่วน คือ

1. การเรียนรู้
2. การจำได้
3. การสร้างคำศัพท์

รูปที่ 5.1 แสดงคำสั่งของการทดลอง คือ ให้ผู้เข้าร่วมทำการทดลองทำการจินตนาการภาพที่เชื่อมโยงระหว่างคีย์เวิร์ดที่ระบบให้มา (คำตรงกลาง), คำแปลภาษาอังกฤษของคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่น (ขวา) กับเสียงของคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่น (ซ้าย) ตัวอย่างเช่น

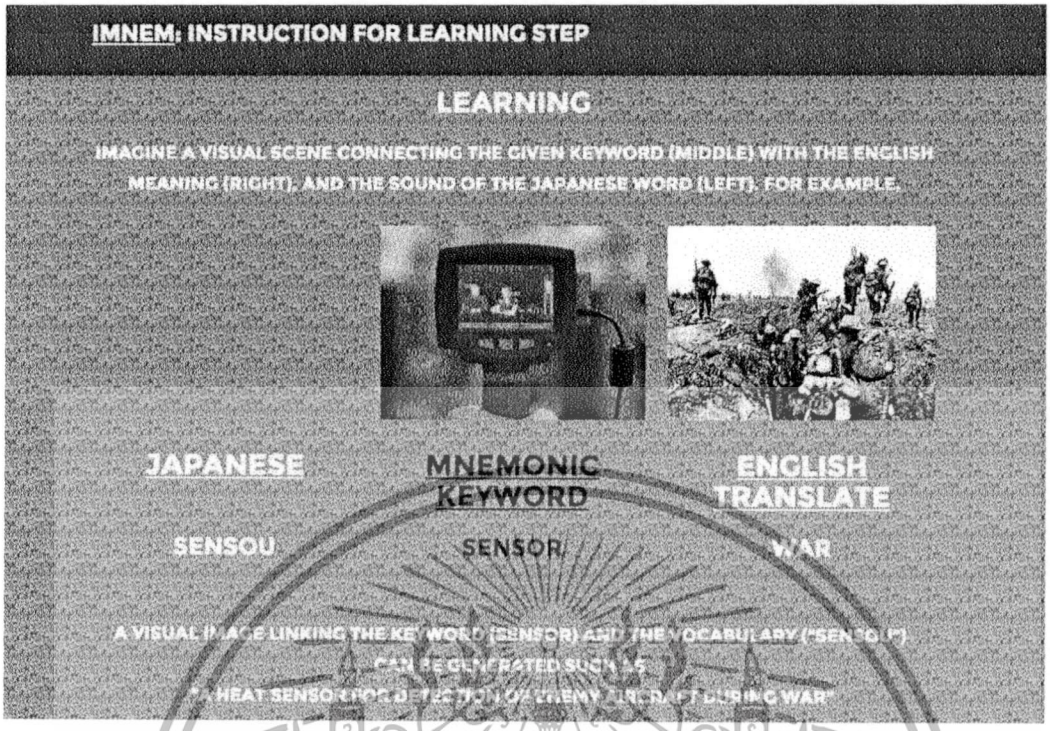
คำศัพท์ภาษาญี่ปุ่น: Sensou

นีโมนิคคีย์เวิร์ด: Sensor

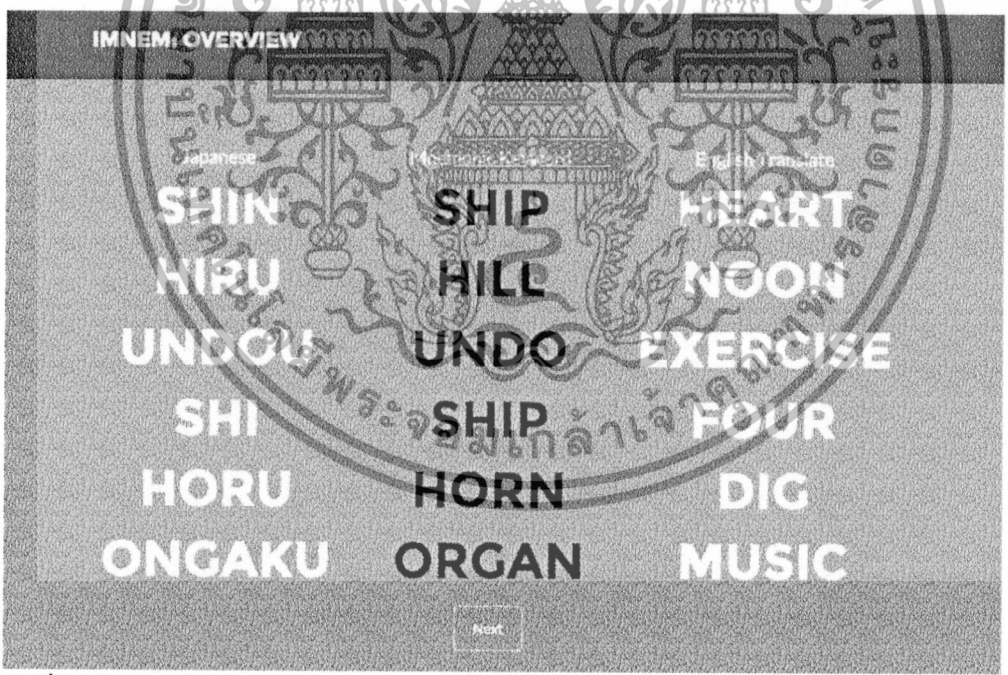
คำแปลภาษาอังกฤษ: War

ผู้เข้าร่วมทำการทดลองจะทำการจินตนาการภาพที่เชื่อมโยงคีย์เวิร์ดกับคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่น เช่น "A heat SENSOR for detection of enemy aircraft during WAR." โดยนีโมนิคคีย์เวิร์ด "Sensor" ให้ผู้ใช้ระลึกไปถึงคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่นที่มีเสียงสอดคล้องกัน คือ "Sensou"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.1 แสดงตัวอย่างอินเตอร์เฟสของเว็บแอพพลิเคชั่นในส่วนของคำสั่งและตัวอย่าง

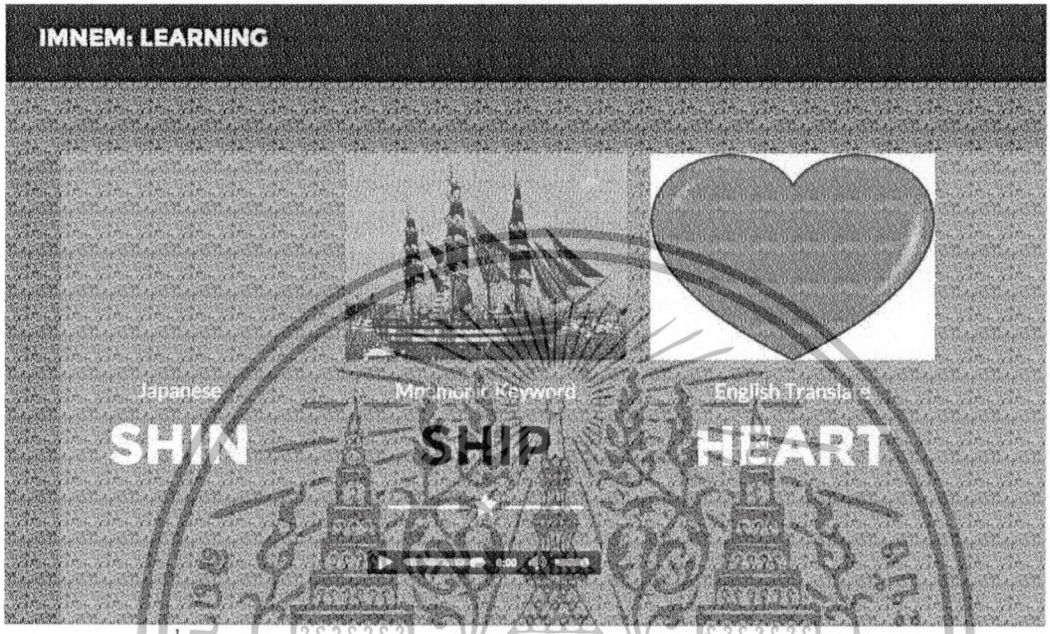


รูปที่ 5.2 แสดงตัวอย่างอินเตอร์เฟสแสดงคำศัพท์ที่ต้องเรียนทั้งหมดในระบบ ก่อนเริ่มการเรียน

หลังจากได้อ่านคำสั่งซึ่งกำหนดสิ่งที่ต้องทำและวิธีการใช้ระบบคร่าว ๆ แล้ว ผู้เข้าร่วมทำการทดลองจะได้เห็นคำศัพท์ที่ต้องเรียนในครั้งนี้ทั้งหมด 6 คำ ดังรูปที่ 5.2 สำหรับการทดลองในห้องปฏิบัติการ และ 12 คำสำหรับการทดลองในการทำงานแบบร่วมสร้างสรรค์ของกลุ่มคนจำนวนมากออนไลน์ในอะเมซอนมะแคนนิเคิลเติร์ก โดยแบ่งออกเป็นสามคอลัมน์ คือ คอลัมน์แรกเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

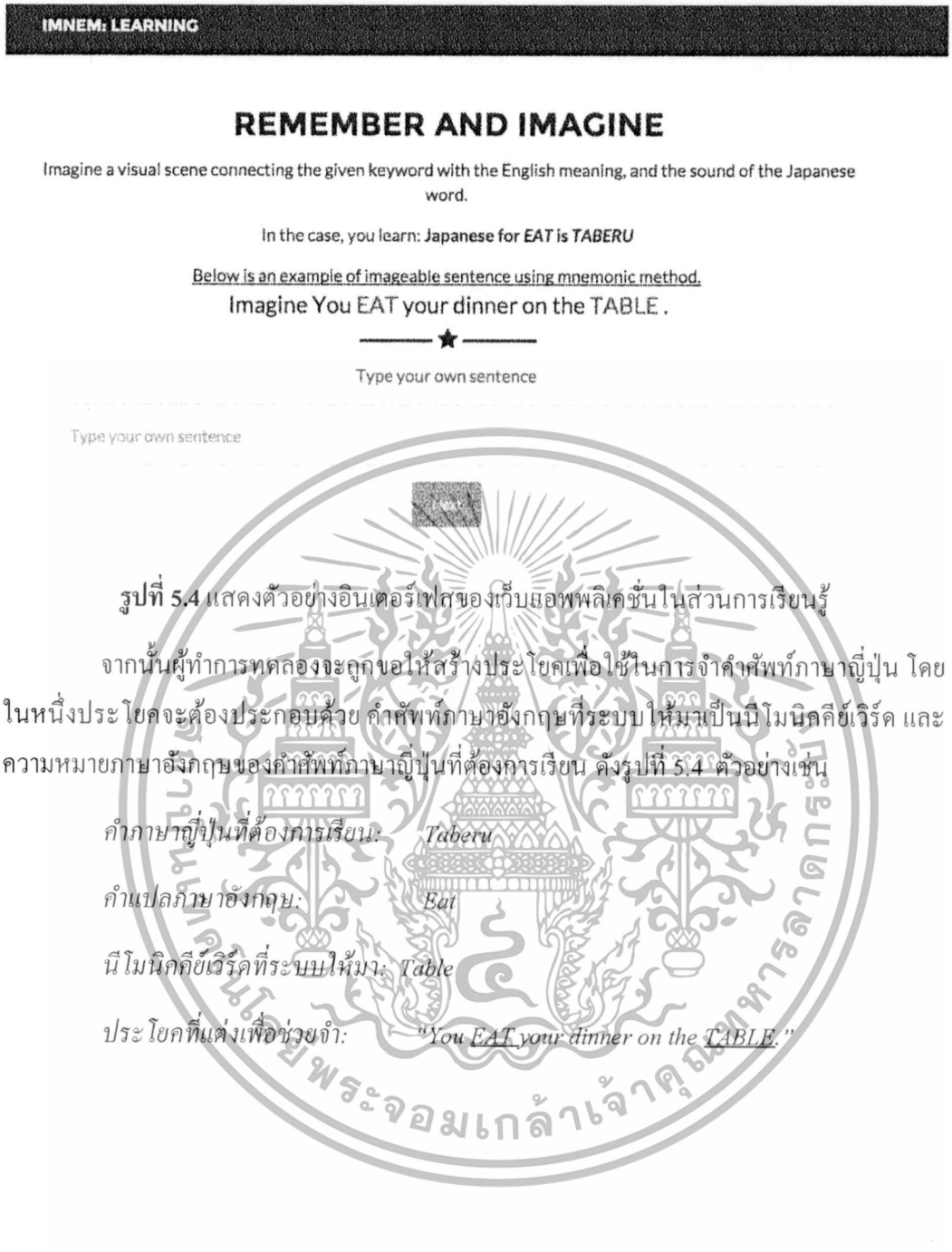
คำศัพท์ภาษาญี่ปุ่นที่ต้องการเรียน ตรงกลางจะแสดงนีโมนิคคีย์เวิร์ดที่ระบบนั้น ๆ แนะนำมา โดยในกรณีของระบบ None จะไม่มีในส่วนนี้ จะเป็นพื้นที่ว่างเปล่าแทน และคอลัมน์สุดท้ายคือคำแปลภาษาอังกฤษของคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่นในคอลัมน์แรก จากนั้นเมื่อผู้ทำการทดลองพร้อมแล้ว ก็จะกดปุ่ม Next เพื่อเข้าสู่ส่วนของการเรียนรู้ ดังรูปที่ 5.3



รูปที่ 5.3 แสดงตัวอย่างอินเตอร์เฟสของเว็บแอพพลิเคชั่นในส่วนการเรียนรู้

เมื่อเข้าสู่ส่วนของการเรียนรู้จะแสดงคำศัพท์ที่ผู้ใช้จะต้องเรียนทีละคำไปจนครบ 12 คำ โดยจะมีรูปประกอบเพื่อช่วยผู้ทำการทดลองในการจินตนาการภาพด้วยมือเข้าในหน้าการเรียนรู้แต่ละคำ ระบบจะออกเสียงคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่นที่เรียนโดยอัตโนมัติและผู้ทำการทดลองสามารถกดเพื่อฟังซ้ำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.4 แสดงตัวอย่างอินเตอร์เฟสของเว็บแอพพลิเคชั่นในส่วนการเรียนรู้

จากนั้นผู้ทำการทดลองจะถูกขอให้สร้างประโยคเพื่อใช้ในการจำคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่น โดยในหนึ่งประโยคจะต้องประกอบด้วย คำศัพท์ภาษาอังกฤษที่ระบบให้มาเป็นนีโมนิคคีย์เวิร์ด และความหมายภาษาอังกฤษของคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่นที่ต้องการเรียน ดังรูปที่ 5.4 ตัวอย่างเช่น

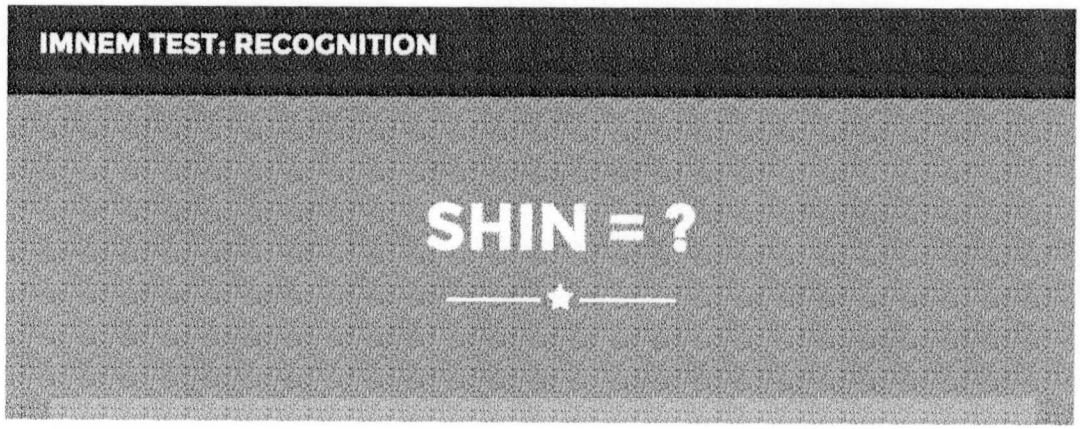
คำภาษาญี่ปุ่นที่ต้องการเรียน: *Taberu*

คำแปลภาษาอังกฤษ: *Eat*

นีโมนิคคีย์เวิร์ดที่ระบบให้มา: *Table*

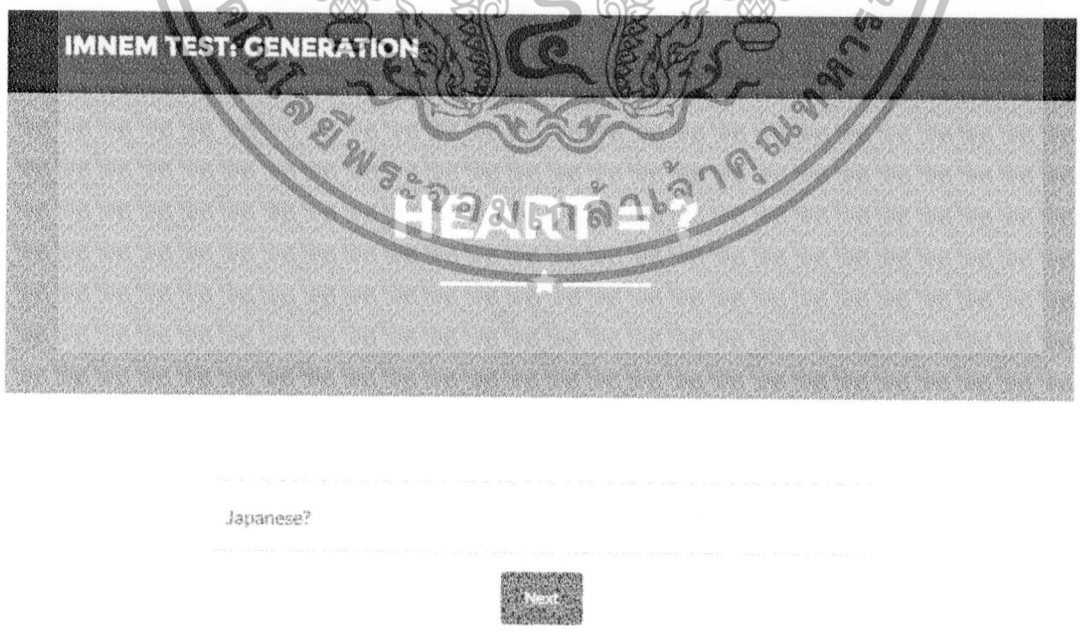
ประโยคที่แต่งเพื่อช่วยจำ: *"You EAT your dinner on the TABLE."*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.5 แสดงตัวอย่างอินเตอร์เฟสของเว็บแอพพลิเคชั่นในส่วนการจดจำ

จากนั้นเมื่อเรียนครบทั้ง 12 คำแล้ว ผู้ใช้จะเข้าสู่ส่วนของการทบทวนความจำ เพื่อใส่ความหมายของคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่นที่ได้เรียนมาทั้งหมดจนครบทุกคำที่ได้เรียนมา ดังรูปที่ 5.5 คำศัพท์ด้านบน (“Shin”) คือ คำศัพท์ภาษาญี่ปุ่นที่ได้ทำการเรียนไปแล้ว โดยผู้เข้าร่วมทำการทดลองต้องตอบคำแปลของคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่นนี้ในช่องว่าง



รูปที่ 5.6 แสดงตัวอย่างอินเตอร์เฟสของเว็บแอพพลิเคชั่นในส่วนการสะกดคำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุดท้าย ผู้เข้าร่วมการทดลองจะต้องสะกดคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่นตามความหมายที่ระบบให้มา เช่นดังตัวอย่าง คำว่า heart ผู้เข้าร่วมทำการทดลองต้องสะกดคำภาษาญี่ปุ่นให้ถูกต้อง ดังรูปที่ 5.6 หลังจากนั้นจึงเสร็จสิ้นการทดลอง

5.5 ตัวชี้วัดในการประเมินคะแนน

หลังจากได้รับผลการเรียนจากคำตอบที่ผู้เข้าร่วมทำการทดสอบตอบเข้ามาในเว็บแอพพลิเคชั่นแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการเก็บคะแนนเป็นสองส่วน ได้แก่ ส่วนของการจำได้และส่วนของการสร้างคำได้ คะแนนทั้งสองส่วนนั้นถูกคำนวนแบบอัตโนมัติด้วยคอมพิวเตอร์โดยมีการใช้ระยะทางแก้ไขของเลเวนชเตยน์ระหว่างคำตอบที่ถูกต้องและคำตอบจากผู้เข้าร่วมการทดลอง โดยค่าของระยะทางแก้ไขของเลเวนชเตยน์นั้นจะทำการ นอร์มัลไลเซชัน ให้อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 โดยค่า 1 นั้นมีความหมายถึงไม่มีความแตกต่างกันระหว่างคำตอบทั้งคู่ หรือกล่าวได้ว่าถูกต้องทุกประการ รายละเอียดในการประเมินคะแนนทั้งสองส่วนนั้น จะถูกกล่าวดังต่อไปนี้

5.5.1 คะแนนการจำได้

คะแนนจะถูกคำนวนโดยใช้การเปรียบเทียบระหว่างคำตอบที่ถูกต้องกับคำตอบที่ผู้เข้าร่วมทำการทดลองตอบเข้ามา โดยคำนวนดังสมการต่อไปนี้

$$Score = 1 - \frac{LevDist(A_{res}, A_{correct})}{\max(A_{res}, A_{correct})} \qquad (5.1)$$

ค่าคะแนนที่ต่ำกว่า 0.5 จะถูกประเมินว่าเปนคำตอบที่ผิดในทุกกรณีและจะถูกบันทึกผลการเรียนของผู้เข้าร่วมทำการทดลองว่าเป็น 0 คะแนน ส่วนในกรณีของคะแนนที่มากกว่า 0.5 คะแนนนั้นจะถูกพิจารณาอีกครั้งว่าเป็นการผิดพลาดโดยการสะกดผิด หรือ ความหมายผิด ถ้าคำตอบที่พิมพ์เข้ามาเป็นการสะกดผิด จะถือว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้องและให้ค่าคะแนนเป็น 1 เนื่องจากว่าในการทดลองนั้นมุ่งเน้นที่การจำจดความหมายของคำศัพท์ได้มิใช่การสะกดคำศัพท์ภาษาอังกฤษได้ถูกต้อง ในขณะเดียวกันคำที่มีความหมายเดียวกันกับคำตอบที่ถูกต้องจะถือว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้อง เช่น “refrigerator” และ “fridge” จะถูกประเมินว่าเป็นคำตอบที่ถูกต้องทั้งคู่ ดังนั้นในส่วนของคะแนนการจำได้ จะมีคะแนนเพียงแค่ค่า 0 และ 1 เท่านั้น

5.5.2 คะแนนการสร้างคำได้

คะแนนจะถูกประเมินจากการเปรียบเทียบระหว่างคำตอบที่ถูกต้องในการสะกดคำภาษาญี่ปุ่นกับคำตอบที่ผู้เข้าร่วมทำการทดลองตอบเข้ามา โดยคะแนนถูกคำนวนด้วยสมการที่ 5.1 เช่นกัน ค่าคะแนนที่ต่ำกว่า 0.5 จะถูกประเมินว่าเปนคำตอบที่ผิดในทุกกรณีและจะถูกบันทึกผลการเรียนของผู้เข้าร่วมทำการทดลองว่าเป็น 0 คะแนน แต่ในกรณีของค่าคะแนนที่มากกว่า 0.5 นั้นจะให้คะแนนไปตามที่ระบบคำนวนได้ซึ่งแตกต่างจากกรณีของการจำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.6 การประเมินประสิทธิภาพของการเรียนรู้จากนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้อัลกอริทึมการออกเสียง

5.6.1 การประเมินประสิทธิภาพของการเรียนรู้จากนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้อัลกอริทึมการออกเสียงในห้องปฏิบัติการ

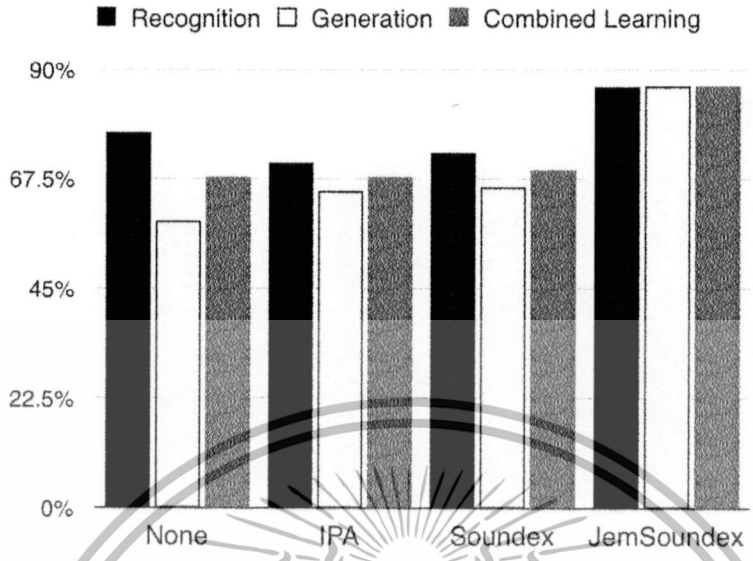
- ***คะแนนการเรียนคำศัพท์จากนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้อัลกอริทึมการออกเสียงในห้องปฏิบัติการ***

ตารางที่ 5.3 สรุปผลคะแนนการเรียนเฉลี่ยจากผู้เข้าร่วมการทดลอง โดยแบ่งเป็นอัตราการจำได้, อัตราการสร้างคำได้ และคะแนนเฉลี่ยรวมกันทั้งสองส่วน โดยระบบที่ได้คะแนนสูงสุดจะถูกเน้นด้วยตัวหนา คะแนนทั้งหมดถูกวิเคราะห์โดยใช้ Paired t–test สำหรับหาค่านัยยะสำคัญทางสถิติ ในส่วนของอัตราการจำได้ ผลการทดลองของระบบที่ใช้สัทอักษรสากล มีคะแนนน้อยที่สุด ตามด้วยซาวเดกซ์ ระบบที่ไม่มีคีย์เวิร์ดและเจ็มซาวเดกซ์ มีคะแนนสูงที่สุดถึง 86.45% เมื่อพิจารณาอัตราการสร้างคำได้พบว่าเจ็มซาวเดกซ์มีคะแนนสูงสุดที่ 86.68% โดยมีความแตกต่างแบบมีนัยยะสำคัญด้วยค่า $p < 0.05$ กับสัทอักษรสากล (แทนด้วย *) ระบบที่ไม่มีคีย์เวิร์ด (แทนด้วย +) และซาวเดกซ์ (แทนด้วย Δ) คะแนนรองลงมาตามมาด้วยซาวเดกซ์ สัทอักษรสากลและระบบที่ไม่มีคีย์เวิร์ดตามลำดับ ผลการทดลองที่น่าสนใจ คือ ระบบที่มีการแนะนำคีย์เวิร์ด ได้แก่ สัทอักษรสากล ซาวเดกซ์ และเจ็มซาวเดกซ์ นั้นมีคะแนนในส่วนของอัตราการสร้างคำได้ สูงเมื่อเทียบกับระบบที่ไม่มีคีย์เวิร์ด

ตารางที่ 5.3 แสดงคะแนนการเรียนคำศัพท์จากนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้อัลกอริทึมการออกเสียงในห้องปฏิบัติการ ระบบที่ได้คะแนนสูงสุดจะถูกเน้นด้วยตัวหนา ระบบที่มีความแตกต่างแบบมีนัยยะสำคัญด้วยค่า $p < 0.05$ กับสัทอักษรสากล (แทนด้วย *) ,ระบบที่ไม่มีคีย์เวิร์ด (แทนด้วย +) และซาวเดกซ์ (แทนด้วยΔ)

ชื่อระบบ	อัตราการจำได้	อัตราการสร้างคำได้	รวมกันทั้งสองส่วน
ระบบที่ไม่มีคีย์เวิร์ด (None)	77.08%	58.89%	67.99%
สัทอักษรสากล	70.83%	64.95%	67.89%
ซาวเดกซ์	72.91%	65.76%	69.34%
เจ็มซาวเดกซ์	**86.45%**	**86.68%**$^{*+\Delta}$	**86.57%**$^{*+\Delta}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.7 แสดงกราฟของคะแนนการเรียนคำศัพท์จากนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้อัลกอริทึมการออกเสียงในห้องปฏิบัติการ

รูปที่ 5.7 แสดงกราฟของคะแนนการเรียนคำศัพท์จากนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้อัลกอริทึมการออกเสียงในห้องปฏิบัติการ แกนตั้งหมายถึงอัตราของคะแนน แกนนอนหมายถึงชนิดของระบบทั้งสี่ โดยกราฟดำแสดงถึงอัตราการจำได้ กราฟสีขาวแสดงถึงอัตราการสร้างคำได้ และกราฟสีเทาแสดงถึงคะแนนเฉลี่ยรวมกันทั้งสองส่วน จะเห็นได้ชัดว่าเจ็มซาวเดกซ์นั้นมีคะแนนที่สูงสุดกว่าระบบอื่น ๆ ทั้งสามกราฟ ที่น่าสังเกตคือทั้งสัทอักษรสากล และซาวเดกซ์นั้นจะความแตกต่างของกราฟอัตราการจำได้ (สีดำ) และอัตราการสร้างคำได้ (สีขาว) โดยเฉพาะความแตกต่างนี้จะสังเกตเห็นได้มากขึ้นในระบบที่ไม่มีคีย์เวิร์ด (None) แต่ในส่วนของระบบที่ใช้เจ็มซาวเดกซ์นั้นกราฟขาวและกราฟสีดำมีความสูงพอ ๆ กัน และสีขาวมีความสูงมากกว่าเล็กน้อย บ่งชี้ว่าการใช้เจ็มซาวเดกซ์นั้นช่วยลดค่าความแตกต่างระหว่างอัตราการจำได้และอัตราการสร้างคำได้ โดยอยู่ในระดับสูงที่สุดเมื่อเทียบกับระบบอื่น ๆ ที่น่าสังเกตคือกราฟอัตราการจำได้ (สีดำ) ของระบบที่ไม่มีการแนะนำคีย์เวิร์ดนั้นมีค่าสูงกว่าสัทอักษรสากลและซาวเดกซ์ ซึ่งผู้วิจัยได้นำความคิดเห็นของผู้เข้าร่วมการทดลองมาวิเคราะห์ร่วมด้วยในภายหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ***คะแนนการเรียนคำศัพท์จากนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้อัลกอริทึมการออกเสียงในห้องปฏิบัติการแบบเชิงลึก***

ต่อมาได้ทำการวิเคราะห์คะแนนเชิงลึก โดยการแยกประเภทของคำศัพท์ที่ใช้ในการทดลองทั้งหมด 24 คำ เป็นสามระดับตามความยากง่ายโดยแบ่งตามพยางค์ของคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่นที่ผู้เข้าร่วมการทดลองทำการเรียนรู้ ได้แก่

ง่าย คือ คำศัพท์ที่มีพยางค์เดียว เช่น もん (mon) แปลว่า gate (ประตู)

ปานกลาง คือ คำศัพท์ที่มีสองพยางค์ เช่น むし (mushi) แปลว่า bug (แมลง)

ยาก คือ คำศัพท์ที่มีสามพยางค์ เช่น れいぞこ (reizoko) แปลว่า refrigerator (ตู้เย็น)

กราฟในรูปที่ 5.8 แสดงกราฟของคะแนนแบบแบ่งระดับในการเรียนคำศัพท์จากนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้อัลกอริทึมการออกเสียงในห้องปฏิบัติการ แกนตั้งหมายถึงอัตราของคะแนน แกนนอนแยกเป็นสี่กลุ่มใหญ่ ๆ หมายถึงชนิดของระบบทั้งสี่ ภายในกลุ่มจะแสดง อัตราการจำได้ อัตราการสร้างคำได้ และคะแนนเฉลี่ยรวมกันทั้งสองส่วน แต่ละหัวข้อจะประกอบด้วยกราฟสามแท่ง สีขาวแสดงถึงคำศัพท์ที่ง่าย สีเทาแสดงถึงคำศัพท์ระดับปานกลางและสีดำแสดงถึงคำศัพท์ระดับยาก

ตารางที่ 5.4 แสดงคะแนนแบบแบ่งระดับในการเรียนคำศัพท์จากนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้ระบบที่ไม่มีคีย์เวิร์ด (None) ในห้องปฏิบัติการ

ระบบที่ไม่มีคีย์เวิร์ด (None)			
ชนิดคำศัพท์	อัตราการจำได้	อัตราการสร้างคำได้	รวมกันทั้งสองส่วน
ง่าย	84.38%	81.25%	82.81%
ปานกลาง	76.67%	59.83%	68.25%
ยาก	82.29%	47.39%	64.84%

ตารางที่ 5.5 แสดงคะแนนแบบแบ่งระดับในการเรียนคำศัพท์จากนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้สัทอักษรสากล ในห้องปฏิบัติการ

สัทอักษรสากล			
ชนิดคำศัพท์	อัตราการจำได้	อัตราการสร้างคำได้	รวมกันทั้งสองส่วน
ง่าย	84.38%	87.50%	85.94%
ปานกลาง	79.31%	67.07%	73.19%
ยาก	65.71%	56.39%	61.05%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.6 แสดงคะแนนแบบแบ่งระดับในการเรียนคำศัพท์จากนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้ซาวเดกซ์ในห้องปฏิบัติการ

ซาวเดกซ์			
ชนิดคำศัพท์	อัตราการจำได้	อัตราการสร้างคำได้	รวมกันทั้งสองส่วน
ง่าย	81.25%	83.33%	82.29%
ปานกลาง	78.79%	63.64%	71.21%
ยาก	69.70%	57.47%	63.59%

ตารางที่ 5.7 แสดงคะแนนแบบแบ่งระดับในการเรียนคำศัพท์จากนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้เจ็มซาวเดกซ์ ในห้องปฏิบัติการ

เจ็มซาวเดกซ์			
ชนิดคำศัพท์	อัตราการจำได้	อัตราการสร้างคำได้	รวมกันทั้งสองส่วน
ง่าย	**93.75%**	**91.93%**	**92.84%**
ปานกลาง	**80.56%**	**89.58%**$^{*+\Delta}$	**85.07%**$^{\Delta}$
ยาก	**85.71%***	**77.98%**$^{*+\Delta}$	**81.85%***

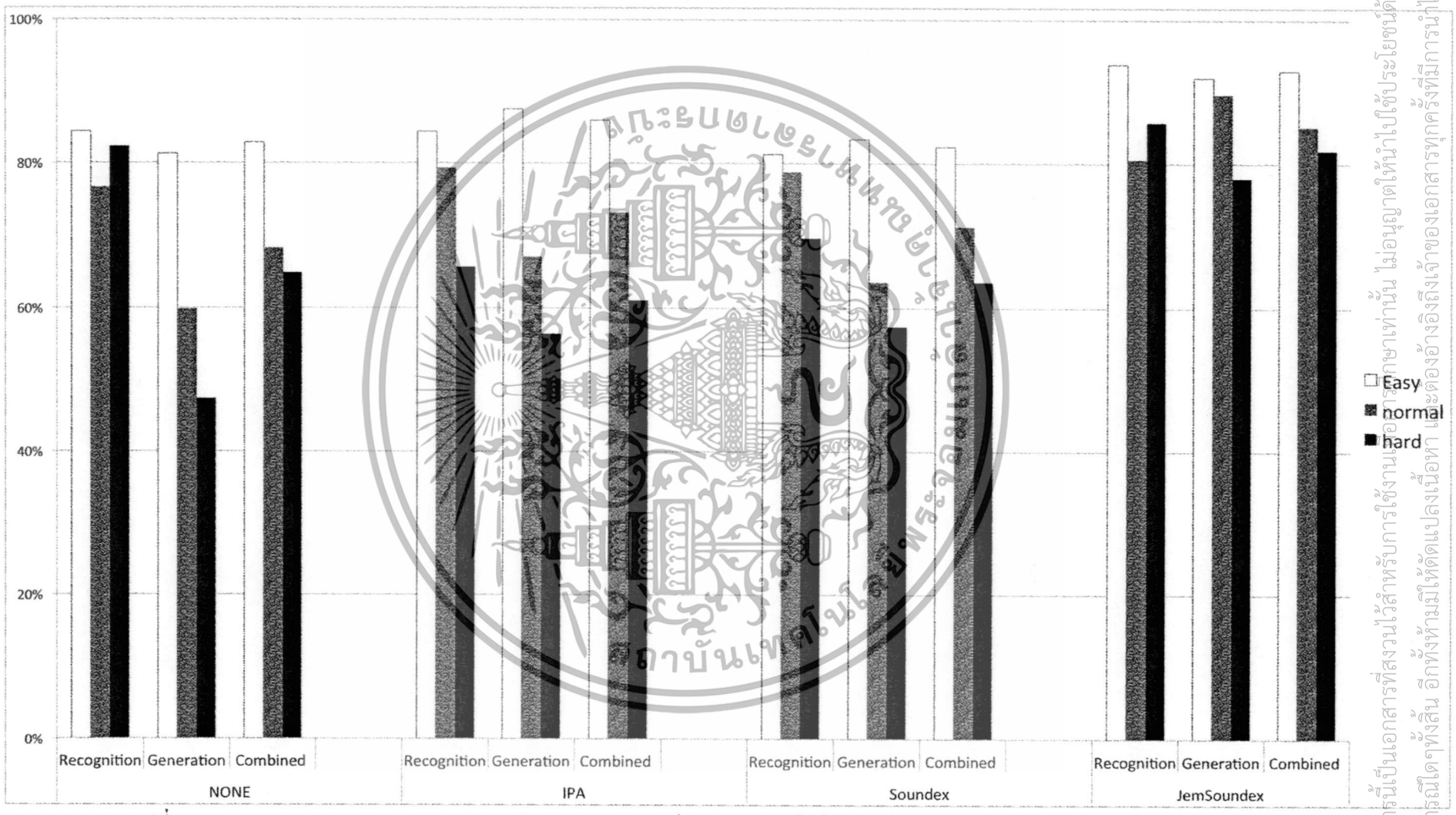
จากตารางที่ 5.4-5.7 แสดงให้เห็นว่า เจ็มซาวเดกซ์มีคะแนนสูงที่สุดอัตราการจำได้ อัตราการสร้างคำได้และคะแนนเฉลี่ยเมื่อรวมกันทั้งสองส่วน เมื่อพิจารณาลึกลงไป ในระดับง่ายนั้นทุกระบบมีอัตราการจำได้และสร้างคำได้สูงโดยเฉพาะเจ็มซาวเดกซ์นั้นมีคะแนนสูงที่สุดถึง 93.75% ในอัตราการจำได้และ 91.93% ในอัตราการสร้างคำได้ แต่จะสังเกตได้ว่าอัตราการจำได้กับอัตราการสร้างคำได้ของทุกระบบไม่ค่อยมีความแตกต่างกัน พิจารณาได้จากรูปในกราฟที่ 5.8 คำศัพท์ในระดับง่าย (กราฟสีขาว) มีอัตราการจำได้และอัตราการสร้างคำได้มีความสูงใกล้เคียงกัน แต่เมื่อพิจารณาคำศัพท์ในระดับปานกลาง (สีเทา) จากกราฟในรูปที่ 5.8 แล้วพบว่าช่วงความแตกต่างของอัตราการจำได้และอัตราการสร้างคำได้นั้นมีค่าลดลงอย่างมากมากถึง 17% ในระดับปานกลาง และลดลง 35% ในระดับยากของระบบที่ไม่มีคีย์เวิร์ดเมื่อพิจารณาเจ็มซาวเดกซ์จะพบว่าในระดับปานกลาง ความแตกต่างของอัตราการจำได้และอัตราการสร้างคำได้นั้นมีค่าเพิ่มขึ้นถึง 9% ในขณะที่ระบบที่ไม่มีคีย์เวิร์ด ลดลง 17% สัทอักษรสากล ลดลง 12% ซาวเดกซ์ ลดลง 15% ตามลำดับ คะแนนของอัตราการสร้างคำของเจ็มซาวเดกซ์มีค่าสูงถึง 89.58% โดยมีความแตกต่างแบบมีนัยยะสำคัญ $p < 0.05$ กับทั้งสามระบบ และในคำศัพท์ระดับยากค่าลดลงอย่างเพียง 8% และอัตราการสร้างคำได้มีค่าสูงถึง 77.98% โดยมีความแตกต่างแบบมีนัยยะสำคัญ $p < 0.05$ กับทั้งสามระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช่นกัน นอกจากนี้ยังมีความแตกต่างแบบมีนัยยะสำคัญในส่วนของอัตราการจำได้กับสัทอักษรสากล อีกด้วย

จึงสามารถสรุปได้ว่า เจ็มซาวเดกซ์มีค่าคะแนนสูงที่สุดในทุกมิติ ในคำศัพท์ระดับง่ายทุกระบบไม่ค่อยมีความแตกต่างกัน แต่เมื่อคำศัพท์ระดับปานกลางและยากจะเห็นความแตกต่างได้ว่าเจ็มซาวเดกซ์ช่วยในการเรียนรู้การสร้างคำได้ดีกว่าระบบอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.8 แสดงกราฟของคะแนนแบบแบ่งระดับในการเรียนคำศัพท์จากนิโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้อัลกอริทึมการออกเสียงในห้องปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **การประเมินการช่วยในการเรียนรู้ของระบบและคีย์เวิร์ด**

เมื่อทำการเรียนคำศัพท์พื้นฐานภาษาญี่ปุ่นและทำการทดสอบเสร็จแล้ว ผู้เข้าร่วมการทดลองจะได้รับมอบหมายให้ทำแบบสอบถามหลังการเรียนคำศัพท์โดยจะเป็นคำถามเกี่ยวกับระบบและคีย์เวิร์ดที่ได้แนะนำ ได้แก่

1. ระบบนี้มีประสิทธิภาพช่วยในการเรียนรู้มากแค่ไหน
2. นีโมนิคคีย์เวิร์ดช่วยในการจดจำคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่นมากแค่ไหน
3. นีโมนิคคีย์เวิร์ดมีความหมายสอดคล้องกับคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่น
4. นีโมนิคคีย์เวิร์ดง่ายต่อการนำไปจินตนาการ
5. นีโมนิคคีย์เวิร์ดมีเสียงที่สอดคล้องกับคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่น

โดยจะใช้ลิเคิร์ท 5 ระดับ (5 - Point Likert Scale) ได้แก่

คะแนน 5 หมายถึง มากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง มาก

คะแนน 3 หมายถึง ปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง น้อย

คะแนน 1 หมายถึง น้อยที่สุด

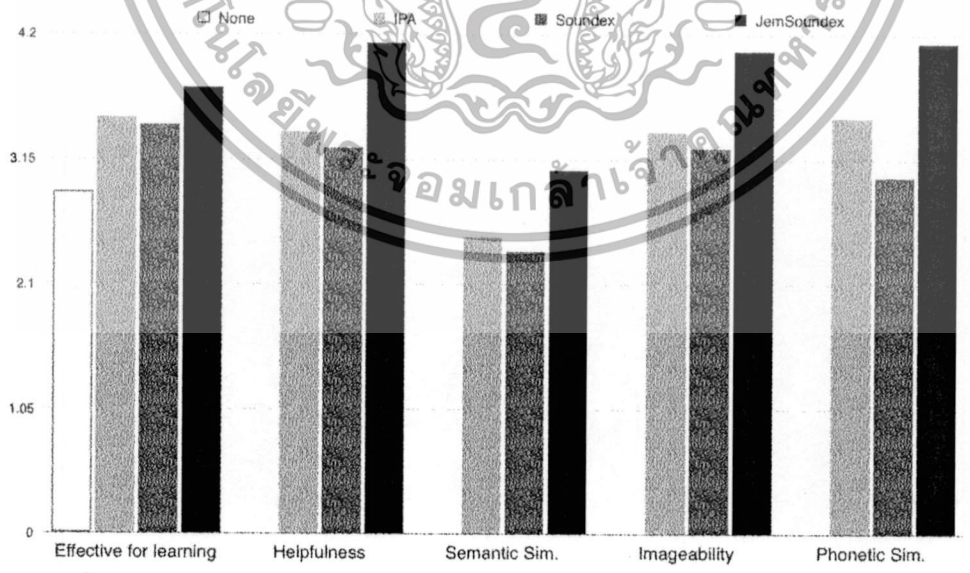
ค่าเฉลี่ยของคะแนนการช่วยในการเรียนรู้ของระบบและคีย์เวิร์ดปรากฏในตารางที่ 5.8 และรูปกราฟที่ 5.9 ในส่วนของประสิทธิภาพในการช่วยเรียนรู้คำศัพท์ของระบบ เจ็มซาวเดกซ์มีค่าสูงที่สุด โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยยะสำคัญ ($p < 0.05$) กับระบบที่ไม่มีคีย์เวิร์ด (None) ตามด้วยสัทอักษรสากล ซาวเดกซ์และระบบที่ไม่มีคีย์เวิร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.8 แสดงคะแนนการประเมินการช่วยในการเรียนรู้ของระบบและคีย์เวิร์ด

ชื่อระบบ	ประสิทธิภาพในการช่วยเรียนรู้คำศัพท์ของระบบ	นีโมนิคคีย์เวิร์ดช่วยในการจดจำคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่น	นีโมนิคคีย์เวิร์ดมีความหมายสอดคล้องกับคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่น	นีโมนิคคีย์เวิร์ดง่ายต่อการนำไปจินตนาการ	นีโมนิคคีย์เวิร์ดมีเสียงที่สอดคล้องกับคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่น
ระบบที่ไม่มีคีย์เวิร์ด	2.88	-	-	-	-
สัทอักษรสากล	3.50	3.38	2.50	3.38	3.50
ซาวเดกซ์	3.44	3.25	2.38	3.25	3.00
เจ็มซาวเดกซ์	**3.75**$^{+}$	**4.13**$^{*\Delta}$	**3.06**$^{\Delta}$	**4.06**$^{*\Delta}$	**4.13**$^{*\Delta}$

ในส่วนของคะแนนเกี่ยวกับคีย์เวิร์ดทั้งสี่ข้อเจ็มซาวเดกซ์ ได้รับคะแนนสูงสุดทั้งหมด โดยมีความแตกต่างโดยมีนัยยะสำคัญกับสัทอักษรสากล (แทนด้วย *) ซาวเดกซ์แทนด้วย Δ) คะแนนของสัทอักษรสากลและซาวเดกซ์ ในทุกมิติ มีค่าใกล้เคียงกันมาก สัทอักษรสากลมีค่าสูงกว่าเล็กน้อยในทุกมิติแต่ทั้งหมดนี้ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยยะสำคัญจึงสามารถสรุปได้ว่าเจ็มซาวเดกซ์นั้นมีประสิทธิภาพในการช่วยเรียนรู้คำศัพท์ของระบบมากที่สุด ตามมาด้วยสัทอักษรสากลและซาวเดกซ์ซึ่งทั้งสองระบบนี้มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกันไม่แตกต่างกันมากนัก และระบบที่มีประสิทธิภาพในการช่วยเรียนรู้คำศัพท์ของระบบน้อยที่สุดคือระบบที่ไม่มีคีย์เวิร์ด ในส่วนของประสิทธิภาพคีย์เวิร์ด



รูปที่ 5.9 แสดงกราฟคะแนนการประเมินการช่วยในการเรียนรู้ของระบบและคีย์เวิร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

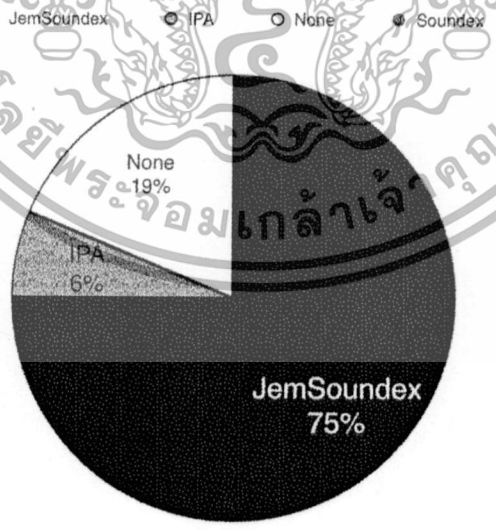
- การประเมินความพึงพอใจของระบบ

เมื่อทำการเรียนคำศัพท์พื้นฐานภาษาญี่ปุ่นและทำการทดสอบครบทุกสี่ระบบ ผู้เข้าร่วมการทดลองจะได้รับมอบหมายให้ทำแบบสอบถามหลังจากเสร็จจากการทดลองซึ่งให้ผู้เข้าร่วมทำการทดลองจัดลำดับของระบบที่ผู้เข้าร่วมการทดลองคิดว่าช่วยในการเรียนรู้มากที่สุด

ตารางที่ 5.9 แสดงความพึงพอใจของระบบจากแบบสอบถามก่อนออกจากการทดลอง

ชื่อระบบ	อันดับที่ 1	อันดับที่ 2	อันดับที่ 3	อันดับที่ 4
ระบบที่ไม่มีคีย์เวิร์ด (None)	3	2	3	**8**
สัทอักษรสากล	1	**6**	**6**	3
ซาวเดกซ์	0	**6**	5	5
เจ็มซาวเดกซ์	**12**	2	2	0

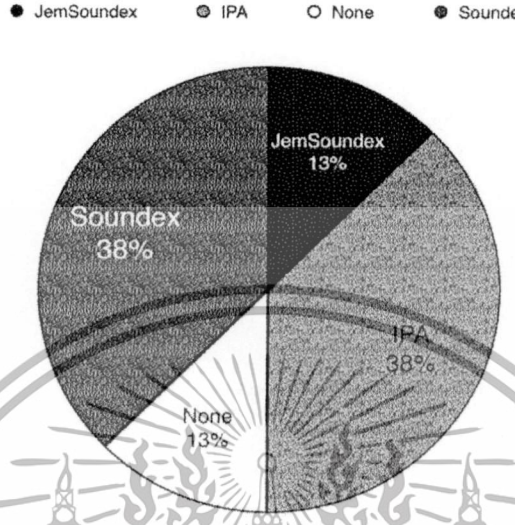
จากผลการการประเมินความพึงพอใจของระบบพบว่าผู้ใช้ส่วนใหญ่ลงคะแนนให้ระบบเจ็มซาวเดกซ์ช่วยในการเรียนรู้มากที่สุด โดยมีผู้ลงคะแนนจัดลำดับว่าเจ็มซาวเดกซ์ช่วยในการเรียนรู้มากที่สุด อันดับที่ 1 มีทั้งหมด 12 คนจากผู้ลงคะแนนทั้งหมด 16 คนคิดเป็น 75% มีผู้เข้าร่วมการทดลอง 3 คน เป็น 19% และ 1 คน เป็น 6% ที่คิดว่าระบบที่ไม่มีคีย์เวิร์ดและสัทอักษรช่วยในการเรียนรู้มากที่สุด อันดับที่ 1 ซึ่งเหตุผลจะทำการวิเคราะห์ต่อไปจากความคิดเห็นที่ได้รับมา



รูปที่ 5.10 แสดงผลการตอบแบบสอบถามระบบที่ผู้เข้าร่วมทำการทดลองจัดลำดับว่าช่วยในการเรียนรู้มากที่สุดเป็นอันดับที่ 1

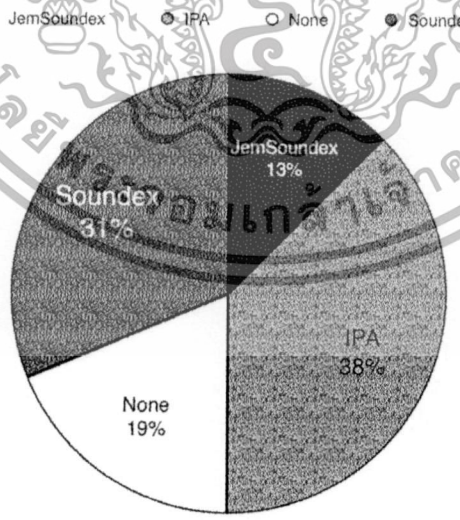
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ลงคะแนนจัดลำดับว่าซาวเดกซ์และสัทอักษรช่วยในการเรียนรู้เป็นอันดับที่ 2 มีจำนวนเท่ากัน คือ 6 คน เป็น 38% เท่ากันทั้งสองระบบ มีผู้เข้าร่วมการทดลองที่จัดลำดับเจ็มซาวเดกซ์และระบบที่ไม่มีคีย์เวิร์ดช่วยในการเรียนรู้เป็นอันดับที่ 2 เท่ากันทั้งสองระบบ จำนวน 2 คน เป็น 13%



รูปที่ 5.11 แสดงผลการตอบแบบสอบถามระบบที่ผู้เข้าร่วมทำการทดลองจัดลำดับว่าช่วยในการเรียนรู้มากที่สุดเป็นอันดับที่ 2

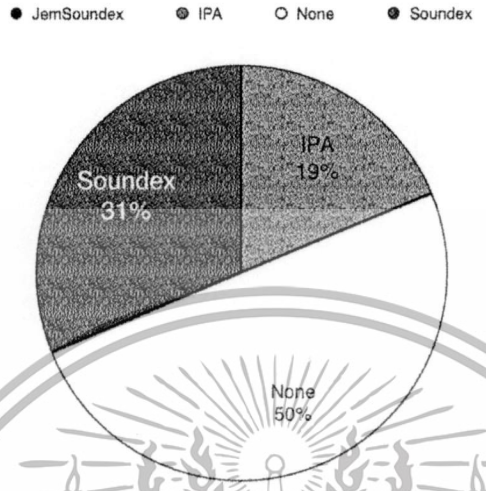
ผู้ลงคะแนนจัดลำดับว่าสัทอักษรช่วยในการเรียนรู้เป็นอันดับที่ 3 มีจำนวน คือ 6 คน เป็น 38% และซาวเดกซ์ 5 คน 31% มีผู้เข้าร่วมการทดลองที่จัดลำดับระบบที่ไม่มีคีย์เวิร์ดช่วยในการเรียนรู้เป็นอันดับที่ 3 จำนวน 3 คน เป็น 19% และเจ็มซาวเดกซ์ 2 คน 13%



รูปที่ 5.12 แสดงผลการตอบแบบสอบถามระบบที่ผู้เข้าร่วมทำการทดลองจัดลำดับว่าช่วยในการเรียนรู้มากที่สุดเป็นอันดับที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ลงคะแนนจัดลำดับว่าระบบที่ไม่มีคีย์เวิร์ดช่วยในการเรียนรู้เป็นอันดับสุดท้าย มีจำนวน คือ 8 คน เป็นร้อยละ 50% จากผู้เข้าร่วมการทดลองทั้งหมดและซาวเดกซ์ 5 คน 31% และสัทอักษรสากลจำนวน 3 คน เป็น 19%



รูปที่ 5.13 แสดงผลการตอบแบบสอบถามระบบที่ผู้เข้าร่วมทำการทดลองจัดลำดับว่าช่วยในการเรียนรู้มากที่สุดเป็นอันดับที่ 4

จึงสรุปได้ว่าระบบที่ช่วยในการเรียนรู้มากที่สุด

อันดับที่ 1 คือ เจ็มซาวเดกซ์

อันดับที่ 2 คือ ซาวเดกซ์

อันดับที่ 3 คือ สัทอักษรสากล

อันดับที่ 4 คือ ระบบที่ไม่มีคีย์เวิร์ด (None)

- **ความคิดเห็นของผู้เข้าร่วมการทดลอง**

หลังจากจบการทดลองผู้เข้าร่วมการทดลองถูกถามและบันทึกความเห็นจากการเรียนจากระบบทั้งสี่ ซึ่งในการออกความเห็นนี้ผู้วิจัยไม่ได้บังคับ ผู้เข้าร่วมการทดลองมีสิทธิที่จะไม่ออกความคิดเห็นก็ได้ โดยมีความเห็นบางส่วนที่น่าสนใจดังนี้

<u>ความคิดเห็นในแง่บวก</u>

"เป็นวิธีการเรียนที่แปลกใหม่ น่าสนใจมาก"

"คีย์เวิร์ดบางตัวเสียงสอดคล้องมาก ช่วยทำให้จำได้ดี"

"วิธีในการเรียนช่วยในการจดได้มากขึ้น"

"ช่วยให้คนจำได้ง่าย เพราะการจำมันต้องมีจินตนาการออกมาเป็นภาพ คีย์เวิร์ดก็เป็นหนึ่งในสิ่งที่จะจำโดยจินตนาการ จึงทำให้การจดคำศัพท์ง่ายขึ้น"

"ทำให้จำได้ง่ายขึ้นในบางคำ การเรียนแบบใหม่ทำให้สนใจในการเรียนรู้ศัพท์มากขึ้น น่าสนใจกว่าการ อ่าน ท่อง จำ ตามปกติ"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

"จำแบบมีนีโมนิคคีย์เวิร์ดมีข้อดีตรงที่มันมีอะไรที่สามารถสื่อไปถึงคำศัพท์ที่กำลังจำอยู่ได้ หากจำแบบปกติที่ไม่มีนีโมนิคคีย์เวิร์ด สักพักอาจจะลืม"

ความคิดเห็นในเชิงลบ

"เหมือนต้องจำทั้งคำศัพท์ภาษาอังกฤษ และคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่น"

"การเรียนแบบมีคีย์เวิร์ดช่วยได้ดี ในกรณีที่คำที่มีเสียงสอดคล้องกัน บางระบบแนะนำคำที่เสียงไม่สอดคล้องเลยทำให้สับสน"

"ทำให้จดจำคำศัพท์ได้ แต่ค่อนข้างเสียเวลามากในการคิดประโยค เพราะต้องคำนึงถึงไวยากรณ์ภาษาอังกฤษที่ถูกต้อง"

"ชอบจำแบบท่องเหมือนที่เรียนมาตอนเด็ก ๆ มากกว่า"

จากความคิดเห็นในเชิงบวกและเชิงลบที่ได้รับ สามารถตอบข้อสงสัยจากผลการทดลองได้ดังนี้ จากคะแนนการเรียนคำศัพท์จากนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้อัลกอริทึมการออกเสียงในห้องปฏิบัติการ ระบบที่ไม่มีการแนะนำคีย์เวิร์ดนั้นมีค่าสูงกว่าสัทอักษรสากลและซาวเดกซ์ เนื่องจากคนไทยชอบการท่องจำเป็นหลัก และภาษาอังกฤษไม่ใช่ภาษาแม่ทำให้ต้องมีการแปลภาษาจากสมองอีกครั้งหนึ่งเพื่อจำนีโมนิคคีย์เวิร์ด ไม่ได้ถูกจดจำไว้โดยธรรมชาติ รวมไปถึงการสร้างประโยคใช้เวลานาน เพราะต้องคิดคำนึงถึงรูปประโยค รูปไวยากรณ์ไม่ได้ออกมาจากความคุ้นเคยทางธรรมชาติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบที่แนะนำคำศัพท์ที่เสียงไม่สอดคล้อง ทำให้สับสนยิ่งขึ้น

5.6.2 การประเมินประสิทธิภาพของการเรียนรู้จากนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้อัลกอริทึมการออกเสียงในการทำงานแบบร่วมสร้างสรรค์ของกลุ่มคนจำนวนมากออนไลน์ในอะเมซอนมะแคนนิเคิลเติร์ก

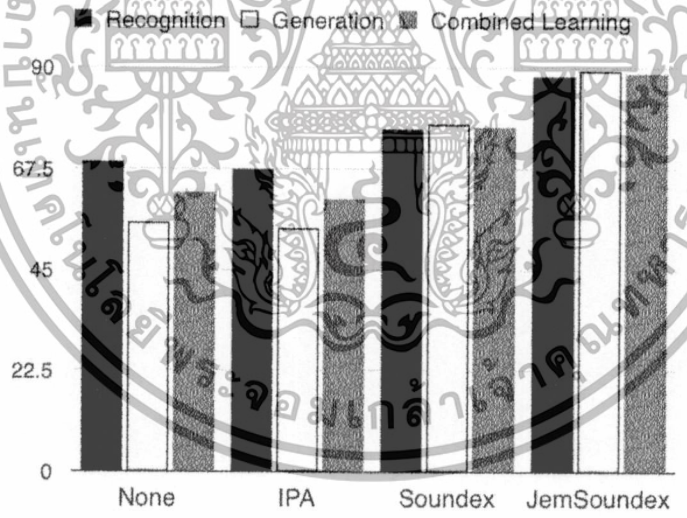
จากตารางที่ 5.10 ทำการสรุปค่าเฉลี่ยสรุปผลคะแนนการเรียนเฉลี่ยจากผู้เข้าร่วมการทดลองในการทำงานแบบร่วมสร้างสรรค์ของกลุ่มคนจำนวนมากออนไลน์ในอะเมซอนมะแคนนิเคิลเติร์ก โดยแบ่งเป็นอัตราการจำได้, อัตราการสร้างคำได้ และคะแนนเฉลี่ยรวมกันทั้งสองส่วน โดยระบบที่ได้คะแนนสูงสุดจะถูกเน้นด้วยตัวหนา คะแนนทั้งหมดถูกวิเคราะห์โดยใช้ Paired t–test สำหรับหาค่านัยยะสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ระบบที่ไม่มีคีย์เวิร์ดและสัทอักษรสากลมีผลคะแนนต่อและทั้งสองระบบนี้มีคะแนนใกล้เคียงกัน โดยสัทอักษรสากลมีคะแนนรวมทั้งสองส่วนต่ำที่สุด ตามด้วยซาวเดกซ์ และเจ็มซาวเดกซ์ มีคะแนนสูงที่สุดทั้งสองส่วนโดยได้คะแนนถึง 88.73% โดยมีความแตกต่างแบบมีนัยยะสำคัญด้วยค่า $p < 0.05$ กับสัทอักษรสากล (แทนด้วย *) ระบบที่ไม่มีคีย์เวิร์ด (แทนด้วย +) และซาวเดกซ์ (แทนด้วย Δ) ระบบ ซาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดกซ์ และเจ็มซาวเดกซ์ นั้นมีคะแนนในส่วนของอัตราการสร้างคำได้ สูงเมื่อเทียบกับระบบที่ไม่มีคีย์เวิร์ดและสัทอักษรสากล

ตารางที่ 5.10 แสดงคะแนนการเรียนคำศัพท์จากนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้อัลกอริทึมการออกเสียงในการทำงานแบบร่วมสร้างสรรค์ของกลุ่มคนจำนวนมากออนไลน์ ระบบที่ได้คะแนนสูงสุดจะถูกเน้นด้วยตัวหนา ระบบที่มีความแตกต่างแบบมีนัยยะสำคัญด้วยค่า $p < 0.05$ กับสัทอักษรสากล (แทนด้วย *) ,ระบบที่ไม่มีคีย์เวิร์ด (แทนด้วย +) และซาวเดกซ์ (แทนด้วยΔ)

ชื่อระบบ	อัตราการจำได้	อัตราการสร้างคำได้	รวมกันทั้งสองส่วน
ระบบที่ไม่มีคีย์เวิร์ด (None)	69.03%	55.74%	62.38%
สัทอักษรสากล	67.48%	54.40%	60.94%
ซาวเดกซ์	76.39%	77.40%	76.89%
เจ็มซาวเดกซ์	**88.14%**$^{*+\Delta}$	**89.40%**$^{*+\Delta}$	**88.77%**$^{*+\Delta}$



รูปที่ 5.14 แสดงกราฟของคะแนนการเรียนคำศัพท์จากนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้อัลกอริทึมการออกเสียงในการทำงานแบบร่วมสร้างสรรค์ของกลุ่มคนจำนวนมากออนไลน์ในอะเมซอนมะแคนนิเคิลเติร์ก

รูปที่ 5.14 แสดงกราฟของคะแนนการเรียนคำศัพท์จากนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้อัลกอริทึมการออกเสียงในการทำงานแบบร่วมสร้างสรรค์ของกลุ่มคนจำนวนมากออนไลน์ในอะเมซอนมะแคนนิเคิลเติร์ก แกนตั้งหมายถึงอัตราของคะแนน แกนนอนหมายถึงชนิดของระบบทั้งสี่ โดยกราฟสีดำแสดงถึงอัตราการจำได้ กราฟสีขาวแสดงถึงอัตราการ สร้างคำได้ และกราฟสีเทาแสดงถึงคะแนนเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวมกันทั้งสองส่วน จะเห็นได้ชัดว่าเจ็มซาวเดกซ์นั้นมีคะแนนที่สูงสุดกว่าระบบอื่น ๆ ทั้งสามกราฟที่น่าสังเกตคือทั้งสัทอักษรสากล และระบบที่ไม่มีคีย์เวิร์ดมีความแตกต่างของกราฟอัตราการจำได้ (สีดำ) และอัตราการสร้างคำได้ (สีขาว) มาก แต่ในส่วนของระบบที่ใช้ซาวเดกซ์ และเจ็มซาวเดกซ์นั้นกราฟขาวและกราฟสีดำมีความสูงใกล้เคียงกันมาก และสีขาวมีความสูงมากกว่าเล็กน้อย บ่งชี้ว่าการใช้เจ็มซาวเดกซ์และซาวเดกซ์ นั้นช่วยลดค่าความแตกต่างระหว่างอัตราการจำได้และอัตราการสร้างคำได้ โดยอยู่ในระดับสูงที่สุดเมื่อเทียบกับระบบอื่น ๆ นั่นหมายความว่าเจ็มซาวเดกซ์และซาวเดกซ์สามารถช่วยในการเรียนรู้ภาษาญี่ปุ่นโดยเฉพาะในส่วนของการสร้างคำหรือสะกดคำศัพท์ได้ดี

- ***คะแนนการเรียนคำศัพท์จากนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้อัลกอริทึมการออกเสียงในการทำงานแบบร่วมสร้างสรรค์ของกลุ่มคนจำนวนมากออนไลน์ในอะเมซอนมะแคนนิเคิลเติร์ก***

ต่อมาได้ทำการวิเคราะห์คะแนนเชิงลึก โดยการแยกประเภทของคำศัพท์ที่ใช้ในการทดลองทั้งหมด 24 คำ เป็นสามระดับตามความยากง่ายโดยแบ่งตามพยางค์ของคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่นที่ผู้เข้าร่วมการทดลองทำการเรียนรู้ ได้แก่

ง่าย คือ คำศัพท์ที่มีพยางค์เดียว เช่น もん (mon) แปลว่า gate (ประตู)

ปานกลาง คือ คำศัพท์ที่มีสองพยางค์ เช่น むし (mushi) แปลว่า bug (แมลง)

ยาก คือ คำศัพท์ที่มีสามพยางค์ เช่น れいぞこ (reizoko) แปลว่า refrigerator (ตู้เย็น)

กราฟในรูปที่ 5.14 แสดงกราฟของคะแนนแบบแบ่งระดับในการเรียนคำศัพท์จากนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้อัลกอริทึมการออกเสียงในการทำงานแบบร่วมสร้างสรรค์ของกลุ่มคนจำนวนมากออนไลน์ในอะเมซอนมะแคนนิเคิลเติร์ก แกนตั้งหมายถึงอัตราของคะแนน แกนนอนแยกเป็นสี่กลุ่มใหญ่ ๆ หมายถึงชนิดของระบบทั้งสี่ ภายในกลุ่มจะแสดง อัตราการจำได้ อัตราการสร้างคำได้ และคะแนนเฉลี่ยรวมกันทั้งสองส่วน แต่ละหัวข้อจะประกอบด้วยกราฟสามแท่ง สีขาวแสดงถึงคำศัพท์ที่ง่าย สีเทาแสดงถึงคำศัพท์ระดับปานกลางและสีดำแสดงถึงคำศัพท์ระดับยาก

ตารางที่ 5.11 แสดงคะแนนแบบแบ่งระดับในการเรียนคำศัพท์จากนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้ระบบที่ไม่มีคีย์เวิร์ด (None) ในการทำงานแบบร่วมสร้างสรรค์ของกลุ่มคนจำนวนมากออนไลน์ในอะเมซอนมะแคนนิเคิลเติร์ก

ระบบที่ไม่มีคีย์เวิร์ด (NONE)			
ชนิดคำศัพท์	อัตราการจำได้	อัตราการสร้างคำได้	รวมกันทั้งสองส่วน
ง่าย	80.95%	75.00%	77.98%
ปานกลาง	67.59%	62.13%	64.86%
ยาก	60.21%	31.69%	45.95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.12 แสดงคะแนนแบบแบ่งระดับในการเรียนคำศัพท์จากนิโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้ระบบสัทอักษรสากล ในการทำงานแบบร่วมสร้างสรรค์ของกลุ่มคนจำนวนมากออนไลน์ในอะเมซอนมะแคนนิเคิลเติร์ก

สัทอักษรสากล			
ชนิดคำศัพท์	อัตราการจำได้	อัตราการสร้างคำได้	รวมกันทั้งสองส่วน
ง่าย	76.19%	80.95%	78.57%
ปานกลาง	71.30%	57.50%	64.40%
ยาก	55.56%	27.69%	41.62%

ตารางที่ 5.13 แสดงคะแนนแบบแบ่งระดับในการเรียนคำศัพท์จากนิโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้ระบบซาวเดกซ์ ในการทำงานแบบร่วมสร้างสรรค์ของกลุ่มคนจำนวนมากออนไลน์ในอะเมซอนมะแคนนิเคิลเติร์ก

ซาวเดกซ์			
ชนิดคำศัพท์	อัตราการจำได้	อัตราการสร้างคำได้	รวมกันทั้งสองส่วน
ง่าย	85.71%	93.25%	89.48%
ปานกลาง	74.07%	82.78%	78.43%
ยาก	70.83%	57.48%	64.16%

ตารางที่ 5.14 แสดงคะแนนแบบแบ่งระดับในการเรียนคำศัพท์จากนิโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้ระบบเจ็มซาวเดกซ์ ในการทำงานแบบร่วมสร้างสรรค์ของกลุ่มคนจำนวนมากออนไลน์ในอะเมซอนมะแคนนิเคิลเติร์ก

เจ็มซาวเดกซ์			
ชนิดคำศัพท์	อัตราการจำได้	อัตราการสร้างคำได้	รวมกันทั้งสองส่วน
ง่าย	**95.24%***	**94.44%**$^{*+}$	**94.84%**$^{*+}$
ปานกลาง	**90.74%**$^{*+\Delta}$	**94.51%**$^{*+\Delta}$	**92.62%**$^{*+\Delta}$
ยาก	**79.17%**$^{*+}$	**79.24%**$^{*+\Delta}$	**79.20%**$^{*+\Delta}$

จากตารางที่ 5.11-5.14 แสดงให้เห็นว่า เจ็มซาวเดกซ์ มีคะแนนสูงที่สุดอัตราการจำได้ อัตราการสร้างคำได้และคะแนนเฉลี่ยเมื่อรวมกันทั้งสองส่วน เมื่อพิจารณาลึกลงไป ในระดับง่ายนั้น ทุกระบบมีอัตราการจำได้และสร้างคำได้สูงโดยเฉพาะเจ็มซาวเดกซ์นั้นมีคะแนนสูงที่สุดถึง 95.24% ในอัตราการจำได้และ 94.44% ในอัตราการสร้างคำได้ แต่จะสังเกตได้ว่าอัตราการจำได้กับอัตราการสร้างคำได้ของทุกระบบในระดับง่ายไม่ค่อยมีความแตกต่างกัน พิจารณาได้จากรูปในกราฟที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

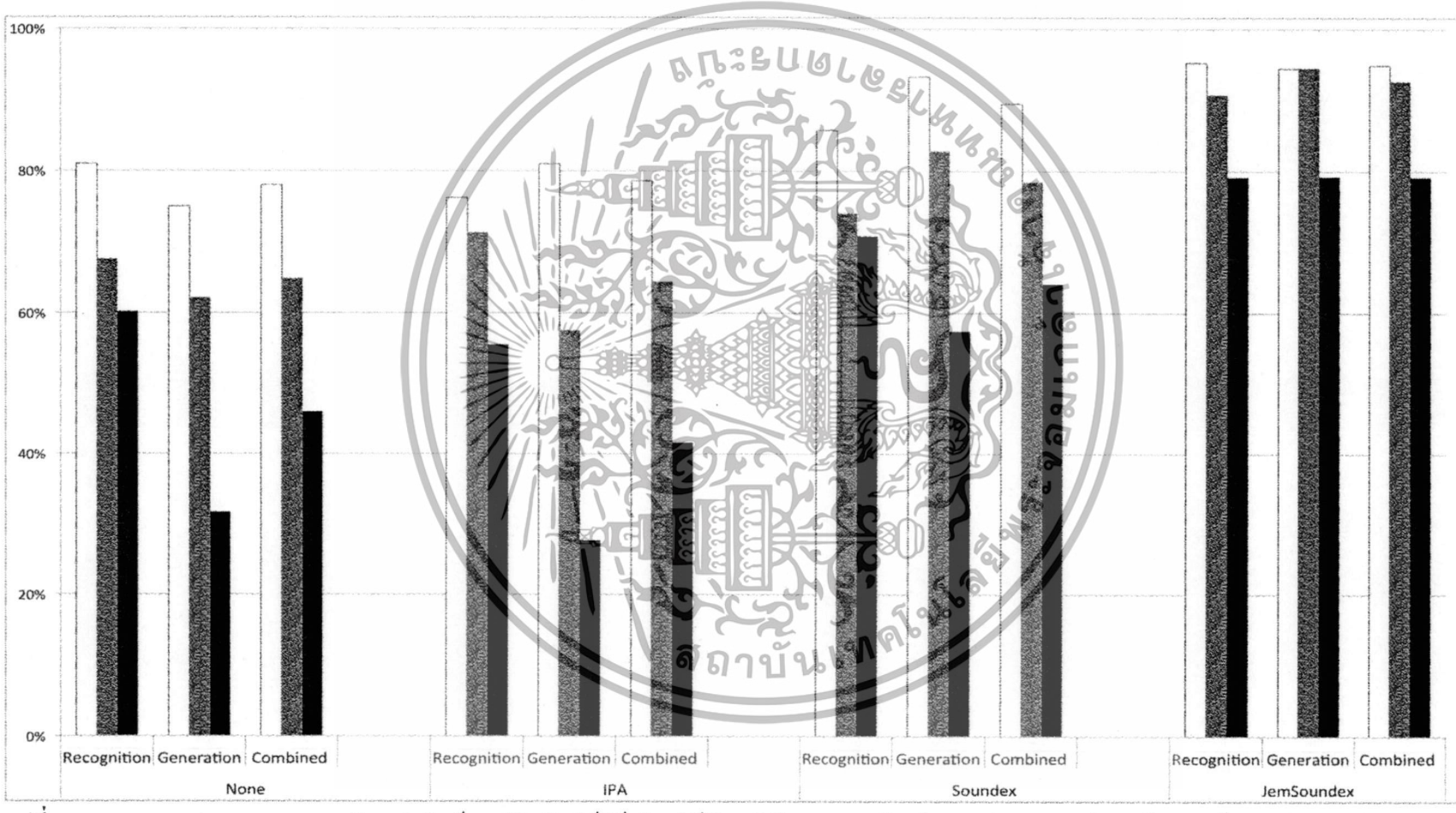
5.13 คำศัพท์ในระดับง่าย (กราฟสีขาว) มีอัตราการจำได้และอัตราการสร้างคำได้มีความสูงใกล้เคียงกัน แต่เมื่อพิจารณาคำศัพท์ในระดับปานกลาง (สีเทา) จากกราฟในรูปที่ 5.15 แล้วพบว่าช่วงความแตกต่างของอัตราการจำได้และอัตราการสร้างคำของสัทอักษรสากลนั้นมีค่าลดลงอย่างมากถึง 14% ในระดับปานกลาง และลดลง 28% เท่ากันกับระบบที่ไม่มีคีย์เวิร์ดแนะนำในระดับยาก

เมื่อพิจารณาเจ็มซาวเดกซ์จะพบว่าในระดับปานกลาง ความแตกต่างของอัตราการจำได้และอัตราการสร้างคำได้นั้นมีค่าเพิ่มขึ้นถึง 4% และซาวเดกซ์เพิ่มขึ้น 9% ในขณะที่ระบบ สัทอักษรสากล ลดลง 14% คะแนนของอัตราการสร้างคำของเจ็มซาวเดกซ์มีค่าสูงถึง 79.24% โดยมีความแตกต่างแบบมีนัยยะสำคัญ $p < 0.05$ กับทั้งสามระบบ และในคำศัพท์ระดับยากอัตราการจำได้และอัตราการสร้างคำมีค่าเท่ากัน อัตราการสร้างคำได้มีค่าสูงถึง 79.17% โดยมีความแตกต่างแบบมีนัยยะสำคัญ $p < 0.05$ กับทั้งสามระบบเช่นกัน

จึงสามารถสรุปได้ว่า เจ็มซาวเดกซ์ มีค่าคะแนนสูงที่สุดในทุกมิติ ในคำศัพท์ระดับง่ายทุกระบบไม่ค่อยมีความแตกต่างกัน แต่เมื่อคำศัพท์ระดับปานกลางและยากจะเห็นความแตกต่างได้ว่าเจ็มซาวเดกซ์ ช่วยในการเรียนรู้การสร้างคำได้ดีกว่าระบบอื่น ๆ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.15 แสดงกราฟของคะแนนการเรียนคำศัพท์จากนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้อัลกอริทึมการออกเสียงในการทำงานแบบร่วมสร้างสรรค์ของกลุ่มคนจำนวนมากออนไลน์ในอะเมซอนมะแคนนิเคิลเติร์กแบบแบ่งระดับความยากง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.7 บทสรุปของการประเมินประสิทธิภาพของการเรียนรู้จากนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้อัลกอริทึมการออกเสียง

ผลการประเมินประสิทธิภาพของการเรียนรู้จากนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้อัลกอริทึมการออกเสียงจากทั้งทดลองในห้องปฏิบัติการและการทดลองในแพลตฟอร์มการทำงานแบบร่วมสร้างสรรค์ของกลุ่มคนจำนวนมากออนไลน์ในอะเมซอนมะแคนนิเคิลเติร์กแสดงให้เห็นว่า อัลกอริทึมการออกเสียงทั้งซาวเดกซ์ และเจ็มซาวเดกซ์ นั้นสามารถเพิ่มการจำคำศัพท์ได้และการสร้างคำศัพท์ได้ อยู่ในระดับที่ดีมาก โดยเฉพาะเจ็มซาวเดกซ์คะแนนทั้งสองส่วนทั้งในการทดลองในห้องปฏิบัติการมีค่าถึง 86.45% และ 86.68% และการทดลองในแพลตฟอร์มการทำงานแบบร่วมสร้างสรรค์ของกลุ่มคนจำนวนมากออนไลน์ในอะเมซอนมะแคนนิเคิลเติร์กมีค่าถึง 88.14% และ 89.40% จากการสังเกตเห็นได้ชัดว่าการใช้อัลกอริทึมการออกเสียงทำให้พัฒนาการเรียนรู้ในส่วนของการสร้างคำศัพท์อย่างเด่นชัด

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปผล

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอการแนะนำคำศัพท์แบบนีโมนิคโดยใช้อัลกอริทึมการออกเสียงเพื่อใช้ในการเรียนคำศัพท์ภาษาญี่ปุ่น รวมถึงพัฒนาอัลกอริทึมการออกเสียงขึ้นมาใหม่ มีชื่อว่าเจ็มซาวเดกซ์ เพื่อนำเสนอการถอดถ่ายเสียงของตัวอักษรภาษาญี่ปุ่นไปยังภาษาอังกฤษได้ดียิ่งขึ้น นีโมนิคคีย์เวิร์ดถูกเลือกขึ้นมาและจัดลำดับโดยการพิจารณาเสียงของคำศัพท์ทั้งสองรวมไปถึงความคล้ายคลึงของการสะกดคำ ความคล้ายคลึงของความหมายและกำลังของภาษาศาสตร์เชิงจิตวิทยาของคำศัพท์ ซึ่งเจ็มซาวเดกซ์นี้ออกแบบมาเพื่อใช้สำหรับการถอดถ่ายเสียงของอักษรภาษาญี่ปุ่นเป็นอักษรโรมันแบบเฮปเบิร์นเท่านั้นในส่วนของการถอดถ่ายเสียงแบบนิฮงชิกิ และคุงเรชิกิ อาจจำเป็นจะต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม

ในวิทยานิพนธ์นี้ได้มีการประเมินประสิทธิผลของการแนะนำนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้อัลกอริทึมการออกเสียงโดยใช้การประเมินผลโดยใช้ระบบเป็นศูนย์กลางส่วนของการทดสอบระบบนำร่องที่เน้นเฉพาะความสอดคล้องทางเสียงในการพิจารณานีโมนิคคีย์เวิร์ด และการทดสอบระบบรวมทั้ง 4 คุณลักษณะของนีโมนิคคีย์เวิร์ดเพื่อประเมินประสิทธิผลของเจ็มซาวเดกซ์ ผลลัพธ์จากการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าเจ็มซาวเดกซ์มีประสิทธิภาพที่ดีกว่าวิธีในการค้นคืนอื่น ๆ ในแง่ของการค้นคืนนีโมนิคคีย์เวิร์ดสำหรับภาษาญี่ปุ่น ต่อมาได้ทำการประเมินประสิทธิผลโดยใช้ผู้ใช้เป็นศูนย์กลางผลลัพธ์จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าเจ็มซาวเดกซ์มีประสิทธิภาพที่ดีกว่าวิธีในการค้นคืนอื่น ๆ ในแง่ของการค้นคืนนีโมนิคคีย์เวิร์ดสำหรับภาษาญี่ปุ่น

ต่อมาได้ทำการประเมินประสิทธิภาพของการเรียนรู้จากนีโมนิคคีย์เวิร์ดโดยใช้อัลกอริทึมการออกเสียงโดยใช้ผู้ใช้เป็นศูนย์กลางได้ถูกทำการประเมินทั้งในห้องปฏิบัติการและในการทำงานแบบร่วมสร้างสรรค์ของกลุ่มคนจำนวนมาก เพื่อที่จะประเมินประสิทธิภาพของวิธีที่นำเสนอโดยเฉพาะอย่างยิ่งเจ็มซาวเดกซ์ จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าเจ็มซาวเดกซ์นั้นให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าวิธีการอื่น ๆ ที่นำมาเปรียบเทียบ ได้แก่ สัทอักษรสากล และอัลกอริทึมการออกเสียงที่มีอยู่ดั้งเดิม ได้แก่ ซาวเดกซ์ โดยผลการทดลองนั้นได้รับการยืนยันจากทั้งสองการทดลองว่าอัลกอริทึมการออกเสียงทั้งซาวเดกซ์ และเจ็มซาวเดกซ์ นั้นสามารถเพิ่มการจำคำศัพท์ได้ และการสร้างคำศัพท์ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพัฒนาการเรียนรู้ในส่วนของการสร้างคำศัพท์อย่างเด่นชัด โดยเฉพาะเจ็มซาวเดกซ์ คะแนนทั้งสองส่วนทั้งในการทดลองในห้องปฏิบัติการมีค่าถึง 86.45% และ 86.68% และการทดลองในแพลตฟอร์มการทำงานแบบร่วมสร้างสรรค์ของกลุ่มคนจำนวนมากออนไลน์ในอะเมซอนมะแคนนิเคิลเติร์กมีค่าถึง 88.14% และ 89.40%

ในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นด้านความคล้ายคลึงทางด้านเสียงเป็นหลัก ซึ่งเป็นคุณสมบัติหลักที่สำคัญที่สุดของนีโมนิกคีย์เวิร์ด ในส่วนของส่วนคุณลักษณะเสริมอีก 3 ตัว ได้แก่ กำลังของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาษาศาสตร์เชิงจิตวิทยา, ความคล้ายคลึงของการสะกดคำ และความคล้ายคลึงของความหมาย ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่น่าสนใจสำหรับเป็นแนวทางงานวิจัยในอนาคต เพื่อศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับอิทธิพลในการสร้างนีโมนิกคีย์เวิร์ด รวมทั้งผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงในค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละคุณสมบัติต่อนีโมนิกคีย์เวิร์ดที่ถูกสร้างขึ้น รวมไปถึงการศึกษาถึงการปรับแต่งค่าการถ่วงน้ำหนักที่ให้ผลดีต่อการสร้างนีโมนิกคีย์เวิร์ดมากที่สุดของทั้งสี่คุณสมบัติ ซึ่งค่าถ่วงน้ำหนักที่กำหนดเพื่อใช้ในงานวิจัยนี้เกิดจากการสังเกตเบื้องต้นว่าได้ค่าที่ดีที่สุดจากของผู้วิจัยเท่านั้น หากมีการสร้างคอลเลคชันมาตรฐานที่มีข้อมูลเฉลยที่ถูกต้องของคำศัพท์นีโมนิคีย์เวิร์ดก็จะสามารถนำมาปรับจูนกำหนดค่าถ่วงน้ำหนักที่เหมาะสมสำหรับแต่ละตัวชี้วัด เช่น ความแม่นยำ, ค่าการค้นคืน, MAP และ nDCG ที่ได้ค่ามากที่สุด แต่เนื่องจากในงานวิจัยนี้ได้สร้างลิสต์ของเฉลยที่ถูกต้องของคำศัพท์นีโมนิคคีย์เวิร์ดจากการใช้พูลลิ่งเทคนิคจึงไม่สามารถจัดทำข้อมูลเฉลยที่ถูกต้องของคำศัพท์นีโมนิกคีย์เวิร์ดได้ครบถ้วนทุกกรณี แนวทางของงานวิจัยต่อไปในอนาคตงานวิจัย สามารถประยุกต์ใช้เทคนิคเดียวกันสำหรับการเรียนภาษาอื่น ๆ ได้ เช่น ระบบเรียนภาษาไทยสำหรับคนต่างชาติโดยใช้เทคนิคนีโมนิค เป็นต้น นอกจากนี้ยังเล็งเห็นถึงแนวทางในการพัฒนาต่อยอดจากความคิดเห็นจากผู้เข้าร่วมการทดลอง เช่น ระบบสร้างประโยคระหว่างนีโมนิคคีย์เวิร์ดและคำแปลภาษาอังกฤษอัตโนมัติ โดยอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้ที่ไม่จำเป็นต้องเสียเวลาในการคิดประโยคเอง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] G. H. Bower and E. R. Hilgard, "Theories of learning," 1981.

[2] A. Paivio, "Mental Imagery in Associative Learning and Memory," *Psychol. Rev.*, vol. 76, no. 3, pp. 241–263, May 1969.

[3] Y. Yeh and C. Wang, "Effects of Multimedia Vocabulary Annotations and Learning Styles on Vocabulary Learning," *CALICO J.*, vol. 21, no. 1, p. 131, 2003.

[4] J. R. Levin and M. Pressley, "Mnemonic vocabulary instruction: What's fact, what's fiction," *Individ. Differ. Cogn.*, vol. 2, pp. 145–172, 1985.

[5] R. C. Atkinson and M. R. Raugh, "An Application of the Mnemonic Keyword Method to the Acquisition of a Russian Vocabulary," *J. Exp. Psychol. Hum. Learn. Mem. 1*, vol. 2, pp. 126–133, Mar. 1975.

[6] N. R. Carlson, D. Heth, H. Miller, J. Donahoe, and G. N. Martin, *Psychology: The Science of Behavior*. Pearson, 2009.

[7] C. O. Fritz, P. E. Morris, M. Acton, A. R. Voelkel, and R. Etkind, "Comparing and combining retrieval practice and the keyword mnemonic for foreign vocabulary learning," *Appl. Cogn. Psychol.*, vol. 21, no. 4, pp. 499–526, 2007.

[8] G. de, M. B. Annette, and A. G. van Hell, "The learning of foreign language vocabulary," *Handb. Biling.*, p. 9, 2005.

[9] V. P. Takac, *Vocabulary learning strategies and foreign language acquisition*, vol. 27. Multilingual matters, 2008.

[10] N. C. Ellis and A. Beaton, "Psycholinguistic Determinants of Foreign Language Vocabulary Learning," *Lang. Learn.*, vol. 43, no. 4, pp. 559–617, 1993.

[11] J. R. Levin, "The mnemonic `80s: Keywords in the classroom," *Educ. Psychol.*, vol. 16, no. 2, pp. 65–82, 1981.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[12] R. C. Atkinson, "Mnemotechnics in second-language learning.," *Am. Psychol.*, vol. 30, no. 8, 1975.

[13] M. R. Raugh and R. C. Atkinson, "A Mnemonic Method for Learning a Second-Language Vocabulary.," *J. Educ. Psychol.*, vol. 67, no. 1, p. 1, 1975.

[14] P. A. Chalmers, "User interface improvements in computer-assisted instruction, the challenge," *Comput. Human Behav.*, vol. 16, no. 5, pp. 507–517, 2000.

[15] R. M. Gagne, "Planning and Authoring Computer-Assisted Instruction Lessons.," *Educ. Technol.*, vol. 21, no. 9, pp. 17–21, 1981.

[16] A. Martinez-Lage, "Hypermedia technology for teaching reading," *Technol. Enhanc. Lang. Learn.*, pp. 121–163, 1997.

[17] N. Arnold and L. Ducate, *Present and future promises of CALL: From theory and research to new directions in language teaching*. Computer Assisted Language Instruction Consortium, 2011.

[18] R. Kern, "Perspectives on Technology in Learning and Teaching Languages," *TESOL Q.*, vol. 40, no. 1, pp. 183–210, 2006.

[19] M. Savva, A. X. Chang, C. D. Manning, and P. Hanrahan, "TransPhoner: Automated Mnemonic Keyword Generation," in *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '14*, 2014, pp. 3725–3734.

[20] D. Horga, "Handbook of the International Phonetic Association. A guide to the use of the international phonetic alphabet," *Govor*, vol. 16, no. 2, pp. 181–188, 1999.

[21] A. Beider and S. P. Morse, "Phonetic Matching: A Better Soundex," *Assoc. Prof. Geneal. Q.*, 2010.

[22] O. Anonthanasap and T. Leelanupab, "iMnem: Interactive Mnemonic Word Suggestion Using Phonetic Algorithms," in *Proceedings of the 20th International Society on Artificial Life and Robotics*, 2015, pp. 316–321.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[23] J. Zobel and P. Dart, "Phonetic String Matching: Lessons from Information Retrieval," in *Proceedings of the 19th Annual International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval*, 1996, pp. 166–172.

[24] B. Croft, D. Metzler, and T. Strohman, *Search Engines: Information Retrieval in Practice*, 1st ed. Addison-Wesley, 2009.

[25] K. M. Odell and R. C. Russell, "Soundex phonetic comparison system. vol. 1261167 edition," *US Pat.*, vol. 1261167, 1918.

[26] V. Lohjeerachoonhakul and C. Khuwinpan, "Thai soundex algorithm and Thai syllable separation algorithm," in *Research Report, Faculty of Applied Statistics, The National Institute of Development Administration*, 1982.

[27] W. Udompanich, "Applying homonymity to searching Thai sound-alike strings," Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand., 1983.

[28] P. Suwanvisat and S. Prasitjutrakul, "Transliterated word encoding and retrieval algorithms for Thai-English cross-language retrieval," in *Proceeding of the NCSEC99*, 1999.

[29] P. Rajkovic and D. Jankovic, "Adaptation and application of Daitch-Mokotoff Soundex algorithm on Serbian names," in *XVII Conference on Applied Mathematics*, 2007.

[30] K. Tsuji, "Automatic Extraction of Translational Japanese-KATAKANA and English Word Pairs from Bilingual Corpora," *Int. J. Comput. Process. Lang.*, vol. 15, 2002.

[31] O. Htun, S. Kodama, and Y. Mikami, "Cross-language Phonetic Similarity Measure on Terms Appeared in Asian Languages," *Int. J. Intell. Inf. Process.*, vol. 2, no. 2, 2011.

[32] M. Yasukawa, S. J. Culpeppery, and F. Scholery, "Phonetic Matching in Japanese," in *SIGIR 2012 Workshop on Open Source Information Retrieval*, 2012.

[33] L. Philips, "Hanging on the Metaphone," *Comput. Lang.*, vol. 7, no. 12 (December), 1990.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[34] V. I. Levenshtein, "Binary Codes Capable of Correcting Deletions, Insertions and Reversals," *Sov. Phys. Dokl.*, vol. 10, p. 707, 1966.

[35] F. J. Damerau, "A technique for computer detection and correction of spelling errors," *Commun. ACM*, vol. 7, no. 3, pp. 171–176, 1964.

[36] P. Wallis and J. A. Thom, "Relevance judgements for assessing recall," *Inf. Process. Manag.*, vol. 32, no. 3, pp. 273–286, 1996.

[37] C. J. van Rijsbergen, *Information Retrieval*, 2nd ed. Butterworth, 1979.

[38] C. W. Cleverdon, J. Mills, and M. Keen, "Factors Determining the Performance of Indexing Systems," *Tech. report, ASLIB Cranf. Proj.*, 1966.

[39] E. M. Voorhees and D. K. Harman, *TREC: Experiment and Evaluation in Information Retrieval*. MIT Press, 2005.

[40] A. Kent, M. M. Berry, and J. W. Perry, "Machine Literature Searching II. Problems in Indexing for Machine Searching," *Am. Doc.*, vol. 5, no. 1, pp. 22–25, 1954.

[41] C. W. Cleverdon, "On the Inverse Relationship of Recall and Precision," *J. Doc.*, vol. 28, no. 3, pp. 195–201, 1972.

[42] V. Raghavan, P. Bollmann, and G. S. Jung, "A Critical Investigation of Recall and Precision as Measures of Retrieval System Performance," *ACM Trans. Inf. Syst.*, vol. 7, no. 3, pp. 205–229, 1989.

[43] G. Salton, *The SMART Retrieval System--Experiments in Automatic Document Processing*. Prentice-Hall, 1971.

[44] P. Ingwersen and K. Järvelin, *The Turn: Integration of Information Seeking and Retrieval in Context (The Information Retrieval Series)*. Springer-Verlag, 2005.

[45] P. Borlund, "The IIR Evaluation Model: A Framework for Evaluation of Interactive Information Retrieval Systems," *Inf. Res.*, vol. 8, no. 3, 2003.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[46] V. Kuperman, H. Stadthagen-Gonzalez, and M. Brysbaert, "Age-of-acquisition ratings for 30,000 English words," *Behav. Res. Methods*, vol. 44, no. 4, pp. 978–990, 2012.

[47] M. D. Wilson, "The MRC Psycholinguistic Database: Machine Readable Dictionary, Version 2," *Behav. Res. Methods, Instruments Comput.*, vol. 20, no. 1, pp. 6–11, 1988.

[48] A. Paivio, J. C. Yuille, and S. A. Madigan, "Concreteness, imagery, and meaningfulness values for 925 nouns," *J. Exp. Psychol.*, vol. 76, no. 1, Pt.2, pp. 1–25, 1968.

[49] G. A. Miller, "WordNet: A Lexical Database for English," *Commun. ACM*, vol. 38, no. 11, pp. 39–41, Nov. 1995.

[50] J. J. Jiang and D. W. Conrath, "Semantic similarity based on corpus statistics and lexical taxonomy," in *Proceedings of the International Conference on Research in Computational Linguistics, CICLing '14*, 1997, pp. 19–33.

[51] P. Resnik, "Using Information Content to Evaluate Semantic Similarity in a Taxonomy," in *Proceedings of the 14th International Joint Conference on Artificial Intelligence, IJCAI '95*, 1995, pp. 448–453.

[52] D. Lin, "An Information-Theoretic Definition of Similarity," in *Proceedings of the Fifteenth International Conference on Machine Learning, ICML '98*, 1998, pp. 296–304.

[53] A. S. Hornby, *Oxford advanced learner's dictionary of current English*, vol. 7. Oxford University Press, 2005.

[54] M. Davies, "The 385+ million word Corpus of Contemporary American English (1990--2008+): Design, architecture, and linguistic insights," *Int. J. Corpus Linguist.*, vol. 14, no. 2, pp. 159–190, 2009.

[55] K. Spärck-Jones and C. J. van Rijsbergen, "Report on the Need for and Provision of an ``Ideal'' Information Retrieval Test Collection," British Library Research and Development Reports, 1975.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[56] C. W. Cleverdon, "The Significance of the Cranfield Tests on Index Languages," in *Proceedings of the 14th annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval*, 1991, pp. 3–12.

[57] G. Paolacci, J. Chandler, and P. G. Ipeirotis, "Running experiments on amazon mechanical turk," *Judgm. Decis. Mak.*, vol. 5, no. 5, pp. 411–419, 2010.

[58] J. J. Horton, D. G. Rand, and R. J. Zeckhauser, "The online laboratory: Conducting experiments in a real labor market," *Exp. Econ.*, vol. 14, no. 3, pp. 399–425, 2011.

[59] P. G. Ipeirotis, F. Provost, and J. Wang, "Quality management on amazon mechanical turk," in *Proceedings of the ACM SIGKDD workshop on human computation*, 2010, pp. 64–67.

[60] W. R. Shadish, T. D. Cook, and D. T. Campbell, *Experimental and Quasi-Experimental Designs for Generalized Causal Inference*, 2nd ed. Houghton Mifflin, 2001.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อผู้เขียน	นางสาว อรพินท์ อานนท์ธนทรัพย์
วันเกิด	17 กันยายน 2534
สถานที่เกิด	กรุงเทพ
วุฒิการศึกษาระดับปริญญาตรี	วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ (เกียรตินิยมอันดับ 1) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประสบการณ์	
พ.ศ.2556	Internship Student School of Science Department of Mathematics Tokai University Kanagawa, Japan
พ.ศ.2557	Cooperative Laboratory Student Graduate School of Information Sciences Tohoku University Sendai, Miyagi, Japan

ผลงานตีพิมพ์

[1] *Automated English Mnemonic Keyword Suggestion for Learning Japanese Vocabulary* **O. Anonthanasap** and T. Leelanupab; in Proceedings of the 7th International Conference on Information Technology and Electronical Engineering, ICITEE 2015, Chiang Mai, Thailand, to appear

[2] *iMnem: Interactive Mnemonic Word Suggestion Using Phonetic Algorithms* **O. Anonthanasap** and T. Leelanupab; in Proceedings of the 20th International Society on Artificial Life and Robotics, ISAROB 2015, Beppu, Japan

[3] *Mnemonic-Based Interactive Interface for Second-Language Vocabulary Learning* **O. Anonthanasap**, C. He, K. Takashima, T. Leelanupab and Y. Kitamura in Proceedings of the Conference on 2014 (Japanese) Human Interface Society, HIS 2014, Kyoto, Japan

[4] *The Development of iCALL Application for Thai Learners to Study a LAO Language (ASEAN Language)* **O. Anonthanasap**, P. Iamjanchai, and T. Leelanupab; in Proceedings of the 3rd International Student Project Conference, ICT-ISPC 2014, Nakhon Pathom, Thailand

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[5] *Interactive Computer-Assisted Language Learning System for Teaching a LAO Language (ASEAN Language)*

O. Anonthanasap, P. Iamjanchai, and T. Leelanupab; in Proceedings of the 6th National Conference on Information Technology, NCIT 2014, Nakhon Ratchasima, Thailand

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.
ผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์

ภาคผนวก ก. รวบรวมบทความฉบับสมบูรณ์ของผลงานวิจัย ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์นี้ โดยบทความทั้งหมดได้รับการตอบรับและตีพิมพ์ลงในการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ มีทั้งหมด 5 บทความ โดยมีรายการดังต่อไปนี้

[1] *Automated English Mnemonic Keyword Suggestion for Learning Japanese Vocabulary*

O. Anonthanasap and T. Leelanupab; in Proceedings of the 7th International Conference on Information Technology and Electronical Engineering, ICITEE 2015, Chiang Mai, Thailand, to appear

[2] *iMnem: Interactive Mnemonic Word Suggestion Using Phonetic Algorithms*

O. Anonthanasap and T. Leelanupab; in Proceedings of the 20th International Society on Artificial Life and Robotics, ISAROB 2015, Beppu, Japan

[3] *Mnemonic-Based Interactive Interface for Second-Language Vocabulary Learning*

O. Anonthanasap, C. He, K. Takashima, T. Leelanupab and Y. Kitamura in Proceedings of the Conference on 2014 (Japanese) Human Interface Society, HIS 2014, Kyoto, Japan

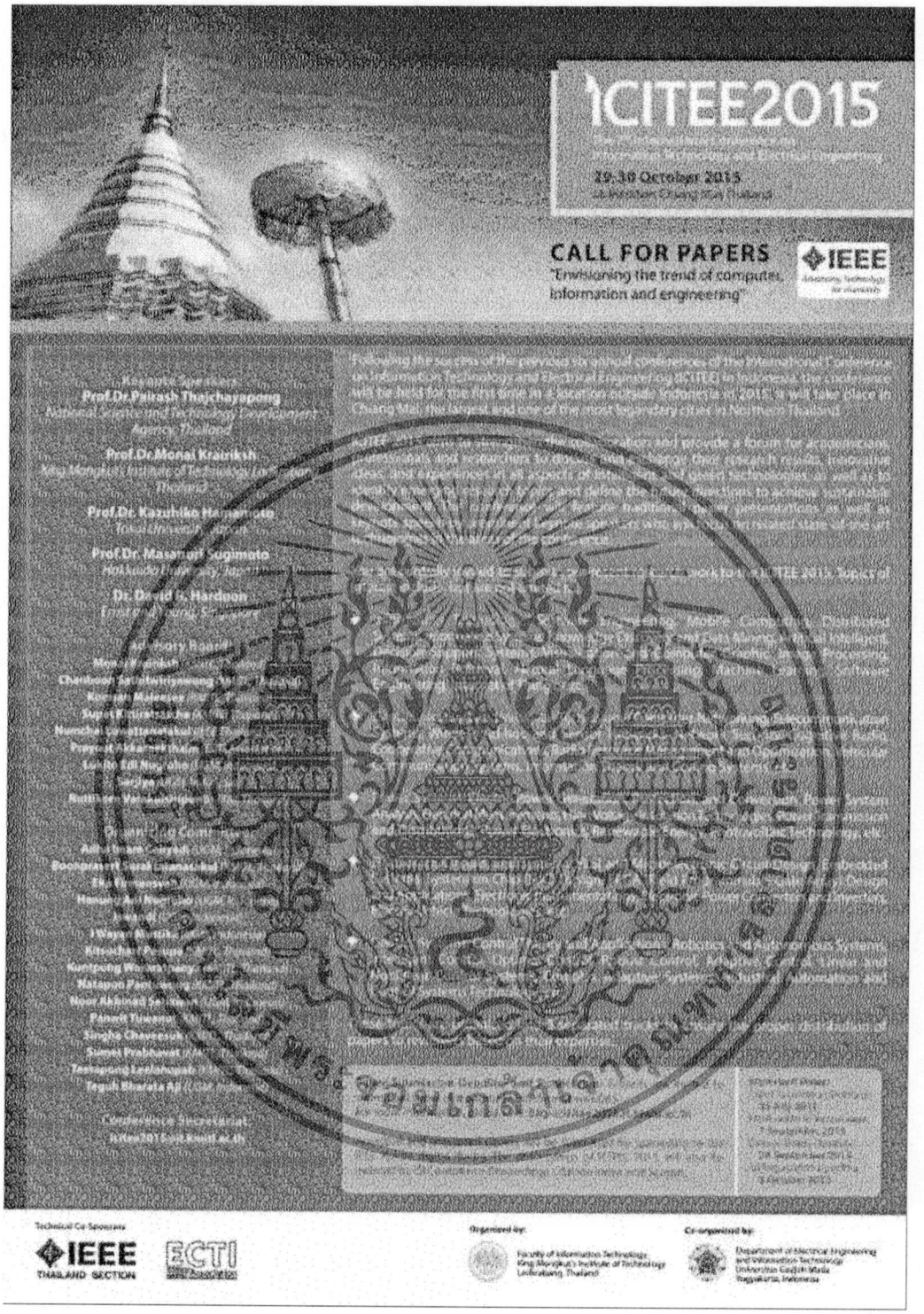
[4] *The Development of iCALL Application for Thai Learners to Study a LAO Language (ASEAN Language)*

O. Anonthanasap, P. Iamjanchai, and T. Leelanupab; in Proceedings of the 3rd International Student Project Conference, ICT-ISPC 2014, Nakhon Pathom, Thailand

[5] *Interactive Computer-Assisted Language Learning System for Teaching a LAO Language (ASEAN Language)*

O. Anonthanasap, P. Iamjanchai, and T. Leelanupab; in Proceedings of the 6th National Conference on Information Technology, NCIT 2014, Nakhon Ratchasima, Thailand

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Automated English Mnemonic Keyword Suggestion for Learning Japanese Vocabulary

Orapin Anonthanasap and Teerapong Leelanupab
Faculty of Information Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)
Bangkok, Thailand. 10520
Emails: o.anonthanasap@gmail.com, teerapong@it.kmitl.ac.th

***Abstract*—This paper proposes a new methodology that automatically generates English mnemonic keywords to support the learning of basic Japanese vocabulary. A new phonetic algorithm, called JemSoundex, is also introduced for phonetically transliterating the Japanese and English languages for phonetic matching. The effective mnemonic keywords are selected and ranked by considering their phonetic, orthographic and semantic similarities, as well as psycholinguistic power. A system-oriented evaluation is conducted to evaluate the proposed methodology, and in particular an approach on the basis of the JemSoundex algorithm. The experimental results show that the JemSoundex outperforms other comparative approaches, i.e., IPA, the original Soundex and Metaphone.**

Keywords*—*Mnemonic Keywords, Phonetic Algorithm, Psycholinguistic Power

I. Introduction

A major difficulty of learning a new language is the retention of unfamiliar information in a foreign language, such as vocabularies. Mnemonics is regarded as a helpful technique for foreign language acquisition. A common approach to constructing mnemonic materials for learning a foreign language (e.g., Japanese) is to *manually* find link-words or *keywords* with the same pronunciation in a known language (e.g., English). To support learning by a mnemonic technique, we propose a new methodology that performs an automated suggestion of English mnemonic keywords for basic Japanese vocabularies. Given a Japanese word, our methodology suggests a ranked list of English mnemonic keywords that are phonetically similar and supportive for recall of the Japanese word. As an extension of our previous works in which we firstly proposed to use phonetic algorithms for mnemonic word suggestion, we present a new phonetic algorithm, called JemSoundex, to improve the effectiveness of phonetic matching. Here, in our methodology we select an appropriate romanization system for cross-language matching and consider other essential attributes that are useful for being in mnemonic keywords. To our knowledge, we are the first to apply phonetic algorithms for mnemonic word generation.

The contributions of our paper are as follows: we proposed a methodology with a new phonetic algorithm for mnemonic keyword retrieval, focusing on generating English keywords for Japanese. We carried out a system-centered study, comparing our JemSoundex with the three state-of-the-art phonetic transcriptions, i.e., International Phonetic Alphabet (IPA), Soundex, and Metaphone.

II. Related Work

A. Mnemonics for Vocabulary Learning

Numerous studies have shown that the use of mnemonic keywords is a memorization technique that enhances the early stage of vocabulary learning and immediate recall of second-language vocabulary [1]. This technique aims to transform information, such as a word, that is difficult to remember into a memorable form. It creates a phonetic link with acoustic similarity between learning foreign vocabulary and mnemonic keyword in learner's native language. For example, to remember the Japanese word "ginkou" (or 銀行, ぎんこう in Japanese characters) which means "bank", one can use "ginkgo" as the mnemonic keyword. A visual image linking the keyword (ginkgo) and the vocabulary ("ginkou") can be generated such as "I have to visit the bank so I can afford ginkgo".

B. Mnemonics in Computing System

In 2014, Savva et al. [2] was published "TransPhoner", a universal cross-lingual system that generates keywords for vocabulary learning, based on IPA. However, their system does not specially focus on any individual language and purely relies on the IPA notation for encoding phonetic transcription. This work evaluated the learning performance of human participants using the system in a study of German vocabularies. Their results showed that TransPhoner led to an improvement in vocabulary recall.

C. Phonetic Transcriptions

IPA is a phonetic transcription to represent speech sounds for many languages. Each character in the IPA is written in Latin and Greek, and the alphabet corresponds to a unique sound. The IPA organizes and classifies all consonants and vowels presented in human speech: phones, phonemes, intonation, and syllables. The IPA can be used as a cross-language transcription of "phones", the smallest sound unit of speech. However, the problem with the IPA transcription is that it makes too fine distinctions between similar sounds, especially for cross-language comparison [3], [4]. The mnemonic keyword for boosting recall of the second-language vocabulary is required to have an acoustic similarity to some part of the foreign word. Consequently, it is extremely difficult to find an exact match of the mnemonic keyword to the candidate foreign word. For example, "船, ふね" (means "boat") is represented by/pronounced as "ɸune" or "fune" in IPA and Romaji[1] respectively. Phonetically encoding this word

[1]Romanization of Japanese words written in Latin script.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

in IPA cannot match the initial consonant with "fan" of the English word "fun" due to the difference between "ф" and "f". This argument has been discussed in our previous works [4], [5], in which we have presented preliminary experiments and proposed to use phonetic algorithms for mnemonic keyword generation.

For algorithm-based phonetic transcription, Soundex is one of the well-known phonetic algorithms developed by Russell and O'Dell [6]. This algorithm converts two words with similar pronunciation into the same script so that they can be matched despite minor differences in spelling. However, this algorithm was designed based on English pronunciation and thus may *not* be able to use directly for other languages in an effective manner. Modified Soundex for the Thai language was presented in [7].

For Japanese language, Tsuji [8] presents the method to extract translational Japanese-Katakana and English word pairs from bilingual corpora. However, this work is concerned more with transliteration rules and only focuses on translating the Japanese-Katakana borrowed word to its original English word pair. Htun et al. [9] performed a phonetic similarity measurement method across multiple Asian languages. The cross-language algorithm is based on the IPA transcription table and the transcriptions are language-specific. Yasukawa et al. [10] presented a set of Japanese phonetic matching functions, placing the proposed function as an open source tool in a relational database using PostgreSQL.

III. Proposed Methodology

A. Mnemonic Keyword Features

Before selecting features in our methodology, we need to understand what are characteristics of good mnemonic keywords. We thus review previous research on educational and cognitive psychology [1], [11] as well as computational linguistics [2]. In principle, the good mnemonic keyword should, most importantly, have as much similar sound to a foreign (e.g., Japanese) word as possible. The keyword should also be a familiar word that is easy to remember and simply links to an imageable concept. Spelling forms of words written in similar scripts should also be taken into consideration because their orthographic relationship can be effective for learning. Finally, the best keyword should have a semantic association with the foreign word to learn. In the following, we list the desirable requirements for the mnemonic keywords according to their importance:

*1) **Phonetic Similarity:*** As discussed earlier, phonetic similarity is regarded as effective and supportive for learning vocabulary and guiding pronunciation. As a result, we consider phonetic similarity as the most important feature of good mnemonic keywords. To compute phonetic similarities between pronunciations of words in Japanese and English, we consider each word as a sequence of phones encoded by either a standard IPA transcription or two original phonetic algorithms. The latter ones have been firstly proposed for this problem and empirically studied by us. Here, we instead aim to extend our previous works that use an original Soundex algorithm to be more suitable for comparing sounds between Japanese and English, especially for mnemonic keyword generation. We

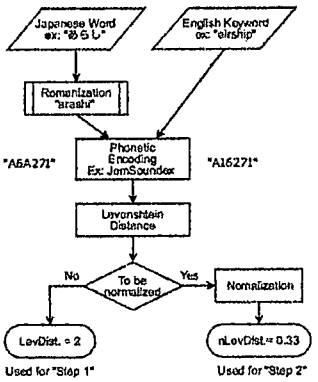


Fig. 1: An example of phonetic distance process for the Japanese word, "あらし" (arashi) and English candidate keyword, "airship".

introduce a new phonetic algorithm, called Japanese to English Mnemonic Soundex (JemSoundex), with careful modification of candidate keyword selection in our approach (see Step 1 in Section III-D). Our JemSoundex will be elaborated in Section III-C.

A simple way to measure phonetic similarity of word's transcription is to use phonetic distance. To do this, we use a Levenshtein edit distance with an equal weight matrix between their phonetic transcriptions/codes. The Levenshtein distance [12] calculates the minimum cost of operations (i.e., insertion, deletion and substitution) that are required to transform phones of one word into those of another. Figure 1 illustrates a sample process of computing a phonetic distance between "airship" in English and "あらし" (pronounced arashi) in Japanese, where the output on the left is used for the Step 1 and that normalized on the right is for the Step 2.

*2) **Psycholinguistic Power:*** Unlike the other similarity features computed from a pair of different words, psycholinguistic power lies in the words themselves. Psycholinguistic power of words enables humans to acquire, comprehend, recognize and use language. Although psycholinguistic components were largely studied in cognitive psychology, methods for automatically computing them are not well-established. Inspired by the work of Savva et al. [2], we explicitly consider three sub-features together as the psycholinguistic power rather than mainly focusing on imageability of words. These include age of acquisition (AoA), imageability and familiarity. In the following, we explain a simple approach that aims to acquire them as proxies for words' psycholinguistic power.

We begin by estimating the easiness of acquisition using AoA ratings in a new crowdsourcing-based corpus by Kuperman et al. [13]. The AoA rating is an estimate of the average age at which children successfully acquire a word. The corpus consists of AoA norms for 30,121 English

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

content words (nouns, verbs, and adjectives), collected from an online crowdsourcing platform.

Next, we derive the imageability and familiarity from English MRC Psycholinguistic Database [14]. Imageability is a property that reflects how easy or difficult a word or concept brings about a sensory mental image [15]. In other words, high imageable words is easier to visually or acoustically imagine. Familiarity is defined as a memorable quality associated with a feeling of knowing or remembering that a word has been previously encountered. Importantly, MRC Psycholinguistic Database contains imageability and familiarity values for 4830 and 4898 words respectively after duplicate words are removed.

We pool all words that have at least one value of the sub-features, to form an initial set of 31,762 English candidate keywords W_x. We then compute the psycholinguistic power of these keywords by using an averaging scheme[2]. Nevertheless, for words of which some sub-features are not covered by Kuperman or MRC corpora, we do use only available sub-feature(s) and exclude the missing one(s) from calculation.

*3) **Orthographic Similarity**:* Similar to phonetic similarity, orthographic similarity is computed by using a Levenshtein distance to measure similarity of character alignments written in the same script. Again, the Levenshtein distance counts the fewest number of editing operations of single characters required. In our case, alphabetic letters in alphabets (e.g., a, b, c) are used rather than syllabic characters in the Japanese kana (e.g., あ, ア). By doing so, we transliterate Japanese kana into Romaji before performing orthographic comparison with the English words.

*4) **Semantic Similarity**:* Semantic similarity refers to relatedness between two word concepts in a taxonomy such as the WordNet[3]. Many estimates [16], [17] have been proposed to approximate the similarity of two concepts in the taxonomy, such as similarity coefficients and distances. Though not our focus here, we simply use Lin's similarity [18] as a representative estimate to measure how similar two word senses are.

B. Japanese Romanization

In the Japanese language, there are three main romanization systems. These include Hepburn, Nihon-shiki and Kunrei-shiki romanizations. Among these, variants of the Hepburn system are the most widely used, particularly in the English-speaking nations. Furthermore, for cross-language comparison we believe that Hepburn system is more appropriate to our problem than the other two, like done in [10]. This is because its phonetic script is more relatively similar to that in the English language and was standardized in the USA, which is an English speaking country. The number of Japanese phonetic sounds is small and simply expressed in the 5×10 grid with additional one for ん,ン ("n"). Table I shows the Japanese syllabary in Hepburn romanization system, where both Hiragana symbols (left) and Katakana symbols (right) are displayed

TABLE I: Hepburn romanization system

Hepburn Romanization (ヘボン式ローマ字)				
A	I	U	E	O
あ,ア	い,イ	う,ウ	え,エ	お,オ
a	i	u	e	o
か,カ	き,キ	く,ク	け,ケ	こ,コ
ka	ki	ku	ke	ko
さ,サ	し,シ	す,ス	せ,セ	そ,ソ
sa	shi	su	se	so
た,タ	ち,チ	つ,ツ	て,テ	と,ト
ta	chi	tu (tsu)	te	to
な,ナ	に,ニ	ぬ,ヌ	ね,ネ	の,ノ
na	ni	nu	ne	no
は,ハ	ひ,ヒ	ふ,フ	へ,ヘ	ほ,ホ
ha	hi	fu	he	ho
ま,マ	み,ミ	む,ム	め,メ	も,モ
ma	mi	mu	me	mo
や,ヤ		ゆ,ユ		よ,ヨ
ya		yu		yo
ら,ラ	り,リ	る,ル	れ,レ	ろ,ロ
ra	ri	ru	re	ro
わ,ワ	ゐ,ヰ		ゑ,ヱ	を,ヲ
wa	wi		we	wo
ん,ン				
n				

and separated by comma (,). Below Japanese syllabic symbols are their phonetic script romanized. The three gray cells for "yi", "ye", "wu" are vacant as the symbols become lost in modern Japanese. The pronunciation for them are the same as that for three vowels "i", "e", "u", respectively. In addition, there is a special symbol (double consonant) っ,ッ ("tu"), which we use the phonetic script from Nihon-shiki. This is because there are too few words[4] starting by "tsu" in standard English dictionary [19].

C. Soundex for Japanese to English Mnemonic Keywords

Different from the original Soundex, we proposed a new Soundex algorithm for Japanese to English Mnemonic Keyword (JemSoundex). Our JemSoundex is specifically designed for phonetically mapping Japanese (Hepburn) romaji with *mnemonic* English keywords. The major differences between our JemSoundex and the original one are as follows. Firstly, we aim to keep the first vowel in the continuous sequence of vowels appearing in a word because it can combine with its preceding consonant to form a more specific sound. These remaining vowels are encoded into alphabetic codes in uppercase. Note that the original Soundex is developed for alleviating the problem of misspelling and instead uses consonant sounds to predict corrections for words. Secondly, we add three more numerical categories for "l", "w", "y" since they are consonants in the Hepburn system (see Table I). Finally, unlike the four-digits code in the original Soundex, our JemSoundex uses six-digits due to reserving more digits for vowel codes. In the following, we illustrate the basic encoding rules of our proposed JemSoundex.

[2] See equation (7).
[3] https://code.google.com/p/ws4j/
[4] Except for the word "tsunami" that the English language loans from Japanese

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

JemSoundex

1) Keep the first letter of the word in uppercase and convert all the remaining letters into lowercase.
2) Replace all consonants and these letters (h, w, y) by the following numerical codes and retain all vowels in uppercase (alphabetic codes):
   - b, f, p, v ⟹ 1
   - c, g, j, k, q, s, x, z ⟹ 2
   - d, t ⟹ 3
   - l ⟹ 4
   - m, n ⟹ 5
   - r ⟹ 6
   - h ⟹ 7
   - w ⟹ 8
   - y ⟹ 9
   - a ⟹ A
   - e ⟹ E
   - i ⟹ I
   - o ⟹ O
   - u ⟹ U
3) Delete adjacent repeats of the numerical codes of consonants.
4) Retain the first vowel in every *group* of sequential vowels and remove all its descendant adjacent vowels.
5) Keep the first six codes *or* pad out with zeros until there are six digits.

D. Approach to Mnemonic Keyword Selection

The primary goal of finding a mnemonic keyword is to find the word with associated pronunciation and the secondary goal is to find the keyword with, together, high phonetic, psycholinguistic, orthographic and semantic properties. We therefore divide our approach into two steps as follows:

Step 1: Acquiring Candidate Keywords

In the first step, we aim to remove the words with unsatisfied phonetic distance. To this end, we employ a pruning technique to eliminate such words that may deteriorate precision. We obtain the set of candidate mnemonic keywords W'_θ by:

$$W'_\theta = \bigcup_{W_x = w_1,\ldots,w_x} \delta_{p,\theta}(w_x, w_f) \tag{1}$$

$$\delta_{p,\theta}(w_x, w_f) = \begin{cases} w_x, & \text{LevDist}(\text{phone}(w_x), \text{phone}(w_f)) < \theta \\ \varnothing, & \text{otherwise} \end{cases} \tag{2}$$

where W_x is an input set of English words and $\delta_{p,\theta}(w_x, w_f)$ is the phonetic distance between an English word w_x and a foreign (Japanese) word w_f, conditioned on the filtering parameter θ. Let r be a ranking position and Θ be the maximum phonetic distance depending on each encoding method phone(w) (i.e., IPA, Soundex, Metaphone or JemSoundex), defined as:

$$\text{phone}(w) = \begin{cases} \text{IPA}(w) \\ \text{Soundex}(w) \\ \text{Metaphone}(w) \\ \text{JemSoundex}(w) \end{cases} \tag{3}$$

$$\theta = \begin{cases} \min_{\theta \in \Theta}(\theta), & \text{if } W'_\theta \geq r \\ \Theta, & \text{otherwise} \end{cases} \tag{4}$$

Note that we set $r = 10$ in this experiment since we analyze a ranking result at position 10. Furthermore, we add an additional *alternative* technique believed that it will increase the effectiveness of all studying approaches. By doing so, we restrict selected words that only starts with the identical consonant. This technique lies in the underlying concept that human tend to correctly remember the first sound of words better than other subsequent sounds. Approaches that apply this technique are named with "_fix", meaning "fix the same initial consonant", such as "IPA_fix", "JemSoundex_fix", etc.

Step 2: Ranking Mnemonic Keywords

The second step aims to rank candidate mnemonic keywords W'_θ according to combined four essential features as described in Section III-A. Formally, the candidate mnemonic keywords are ranked by the following objective function: a word w_i is ranked at position i such as it maximizes a weighted combination of phonetic similarity γ_p, psycholinguistic power γ_{pl}, orthographic similarity γ_o and semantic similarity γ_s:

$$w_i = \underset{w_y \in W'_\theta \setminus \mathcal{WC}}{\text{argmax}} \; \lambda_p \gamma_p(w_y, w_f) + \lambda_{pl} \gamma_{pl}(w_y) + \lambda_o \gamma_o(w_y, w_f) + \lambda_s \gamma_s(w_y, w_f) \tag{5}$$

where $\mathcal{WC}$ is a list of mnemonic keywords that have already been ranked, w_y is a candidate keyword belonging to the subsequent set of candidate keywords W'_θ obtained from the Step 1 but not ranked yet (i.e., $W'_\theta \setminus \mathcal{WC}$). Lambdas λ are weights, reflecting relative importance of four components. In our study, we vary each lambda by 0.05 but for the results presented here, we found $\lambda_p = 1$, $\lambda_{pl} = 0.75$, $\lambda_o = 0.75$ and $\lambda_s = 0.5$ providing good results. These settings are fixed for all comparative approaches for a fair comparison. Before combining the four components, they are normalized to be between 0 and 1 where each is computed as follows:

$$\gamma_p(w_y, w_f) = 1 - \text{nLevDist}(\text{phone}(w_y), \text{phone}(w_f)) \tag{6}$$

$$\gamma_{pl}(w_y) = \{\text{nImg}(w_y) : \text{nAoa}(w_y) : \text{nFam}(w_y)\} \tag{7}$$

$$\gamma_o(w_y, w_f) = 1 - \text{nLevDist}(w_y, w_f) \tag{8}$$

$$\gamma_s(w_y, w_f) = \text{nLin}(w_y, w_f) \tag{9}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE II: Retrieval performances of eight approaches performed in our methodology. Results are categorized into two groups where their statistical significances are analyzed separately: Regular (Left) and Restrict words starting with the same consonant (Right). Statistical significances at 0.05 level against approaches based on IPA, and Soundex are indicated by * and † respectively.

	Regular				Fixed (Restrict words with the same first consonant)			
	IPA	Soundex	Metaphone	JemSoundex	IPA_fix	Soundex_fix	Metaphone_fix	JemSoundex_fix
Prec@5	0.4533	0.5750	0.5600	0.6250	0.5250	0.6167	0.6500	0.8167*†
Prec@10	0.3675	0.4475	0.4750	0.5292*	0.4083	0.5250	0.5575*	0.6542*
Recall@5	0.1748	0.2158	0.2380*	0.2604*	0.1823	0.2343	0.2608*	0.3394*†
Recall@10	0.2767	0.3663	0.3654	0.4340*	0.2766	0.3979	0.4142*	0.5284*†
MAP@5	0.1406	0.1956	0.1960*	0.2436*	0.1514	0.2057	0.2460*	0.3201*†
MAP@10	0.2108	0.2859	0.2847	0.3548*	0.2243	0.3178	0.3593*	0.4703*†
nDCG@5	0.3672	0.5362*	0.5408*	0.6130*	0.3952	0.5628*	0.6018*	0.7439*†
nDCG@10	0.3749	0.4957	0.5091*	0.6022*	0.3674	0.5283*	0.5635*	0.7118*†

IV. Experiment

A. Test Collection and Experimental Design

To empirically evaluate the effectiveness of our methodology and JemSoundex algorithm, we design and set up an experiment using the system-oriented methodology based on a Cranfield paradigm [20]. This paradigm requires a test collection and a full control of all investigating variables. The test collection is composed of:

1) **English candidate keywords** - 31,762 English words is obtained by pooling words in Kuperman and MRC copora. The detail of word selection has already been explained in Section III-A2.
2) **Queries** - 24 Japanese words/queries randomly sampled from a recommended list of words to learn in a level of beginner or Japanese-Language Proficiency Test (JLPT) N5.
3) **Relevance assessments** - a pooling technique [20] was used to create the assessment list from a subset of keywords. Relevance assessments is performed on a pool of mnemonic keywords, suggested by eight studying approaches/systems, such as IPA, the original Soundex and our JemSoundex. This pool was created by merging results from the top 10 keywords, returned by the systems in response to each query. After duplicated words are removed, there are 873 words left to be judged. Three Japanese language teachers volunteered to be the experimental assessors to provide relevance judgments only for those keywords in the pool without knowing their sources. *Graded relevance* with a 5-point scale[5], i.e., {0,1,2,3,4}, was used according to their preferences on the basis of the suitability of words to be mnemonic keywords for each query. Unjudged words are considered non-relevant.

The objective of this experiment is to evaluate our hypothesis that using JemSoundex in our methodology for generating mnemonic keywords provides a better (or comparable) result than using other state-of-the-art algorithms in terms of retrieval effectiveness. To test this hypothesis, we use variants of phonetic transcriptions as independent variables. By doing so, we consider our JemSoundex as a main approach, IPA and the original Soundex as baselines, and Metaphone as another comparative one. Moreover, we also investigate the effect of fixing the same first consonant on the the improvement of retrieval effectiveness[6]. For fair comparison, four tuning parameters, λ, are fixed as described in the Step 2 of Section III-D.

B. Evaluation Results

To evaluate the results of retrieval keywords, we use four standard evaluation metrics commonly used in the Information Retrieval community. These metrics are Precision (Prec), Recall, Mean Average Precision (MAP) and Normalized Discounted Cumulative Gain (nDCG) [20]. In this study, graded relevance is used for nDCG, while binary relevance[7] is used for Prec, Recall and MAP. Retrieval results are evaluated at given cut-off rank 5 and 10. These measures are suffixed by @5 and @10 respectively, such as Prec@5 and nDCG@10.

Table II reports the results of IPA, Soundex, Metaphone and JemSoundex, as well as an additional technique, i.e., fixing words starting with the identical consonant (suffixed by "_fix"). These results are averaged over all queries and the results highlighted in bold show the best performance of the runs regarding the given measures. When statistical significant difference (according to a two-tailed t-test, with $p<0.05$) against two baseline approaches, IPA and the original Soundex, are individuated, we report them with * and † respectively. Note that statistical significances are analyzed separately in each group: i.e., regular and restrict the same initial consonant.

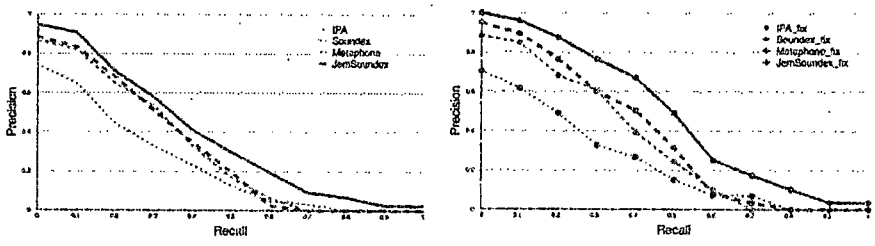
As shown in two result groups, Regular and Fixed, the baseline approach IPA had the lowest performance in all the values of evaluation metrics, followed by Soundex and Metaphone. Regular JemSoundex obtained the highest score with almost all significant differences to IPA. When considering JemSoundex that fixes the same initial consonant, we found the similar trend and even better results with significant improvement over both the IPA and the original Soundex. It was shown that JemSoundex_fix improve 55.13%, 52.55% over IPA and IPA_fix respectively for MAP@5. This result indicates that one can find on average the most number of relevant mnemonic keywords at rank 5 for all queries in our JemSoundex_fix system. Furthermore, nDCG@5 and @10 also indicate that ranking keywords by both JemSoundex approaches in our methodology returns highly relevant keywords in top ranked positions.

[5] 0 is for non-relevant, 1 for marginally relevant, 2 for fairly relevant, 3 for relevant, and 4 for highly relevant

[6] Recall that this technique is alternatively performed in the Step 1 of keyword candidate acquisition (see Section III-D)

[7] We obtained binary relevance by conflating four partial relevance grades {1,2,3,4} into 1 whereas 0 is still non-relevant.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(a) Regular (b) Fixed (Restrict words with the same first consonant)

Fig. 2: Average Precision-Recall Curves Plotted over 11 Standard Recall Levels

Fig. 2 illustrates average precision-recall graphs of all approaches for overall performance on a collection. The horizontal axis represents the recall values at 11 standard levels {0, 0.1, 0.2, ..., 1}. The vertical axis represents the interpolated precision value. When considering precision-recall plots, approaches whose curves are further to the origin (the top-right most) are considered being more effective than the others. Again, our JemSoundex approaches performed best in both regular and fixed conditions.

V. Conclusion and Future Work

In this work, we proposed a new methodology for automated English mnemonic keyword suggestion for learning Japanese vocabularies. This research also provided a new approach of the extended Soundex algorithm, called JemSoundex, for phonetically encoding Japanese words to map English mnemonic keywords. We conducted a system-oriented evaluation to empirically compare and contrast variants of methods of phonetic transcriptions. Results from our study presented that our JemSoundex approaches outperformed all of the other relative approaches based on IPA, Soundex and Metaphone in term of generating relevant mnemonic keywords.

The clearest direction for future work is to perform a human participant study, evaluating its effectiveness in assisting vocabulary learning and in improving recall and retention of Japanese target words.

References

[1] R. C. Atkinson and M. R. Raugh, "An Application of the Mnemonic Keyword Method to the Acquisition of a Russian Vocabulary," *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory 1*, vol. 2, pp. 126–133, Mar 1975.

[2] M. Savva, A. X. Chang, C. D. Manning, and P. Hanrahan, "TransPhoner: Automated Mnemonic Keyword Generation," in *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, ser. CHI '14, Toronto, Canada, 2014, pp. 3725–3734.

[3] A. Beider and S. P. Morse, "Phonetic Matching: A Better Soundex," *Association of Professional Genealogists Quarterly*, 2010.

[4] O. Anonthanasap and T. Leelanupab, "iMnem: Interactive Mnemonic Word Suggestion Using Phonetic Algorithms," in *Proceedings of the 20th International Society on Artificial Life and Robotics*, ser. AROB '15, 2015, pp. 316–321.

[5] O. Anonthanasap and T. Leelanupab, "Mnemonic-Based Interactive Interface for Second-Language Vocabulary Learning," in *Proceedings of the Conference on (Japanese) Human Interface Society*, ser. HIS '14, Kyoto, Japan, 2014, pp. 587–590.

[6] K. M. Odell and R. C. Russell, "Soundex Phonetic Comparison System," *US Patent*, vol. 1261167, 1918.

[7] P. Suwanvisat and S. Prasitjutrakul, "Transliterated Word Encoding and Retrieval Algorithms for Thai-English Cross-Language Retrieval," in *Proceeding of the National Computer Science and Engineering Conference*, ser. NCSEC' 99, Bangkok, Thailand, 1999.

[8] K. Tsuji, "Automatic Extraction of Translational Japanese-KATAKANA and English Word Pairs from Bilingual Corpora," *International Journal of Computer Processing of Languages*, vol. 15, 2002.

[9] O. Htun, S. Kodama, and Y. Mikami, "Cross-language Phonetic Similarity Measure on Terms Appeared in Asian Languages," *International Journal of Intelligent Information Processing*, vol. 2, no. 2, 2011.

[10] M. Yasukawa, S. J. Culpeppery, and F. Scholery, "Phonetic Matching in Japanese," in *SIGIR 2012 Workshop on Open Source Information Retrieval*, 2012.

[11] J. R. Levin and M. Pressley, "Mnemonic Vocabulary Instruction: What's Fact, What's Fiction," *Individual differences in cognition*, vol. 2, pp. 145–172, 1985.

[12] V. I. Levenshtein, "Binary Codes Capable of Correcting Deletions, Insertions and Reversals," *Soviet Physics Doklady*, vol. 10, pp. 707–710, 1966.

[13] V. Kuperman, H. Stadthagen-Gonzalez, and M. Brysbaert, "Age-of-Acquisition Ratings for 30,000 English Words," *Behavior Research Methods*, vol. 44, no. 4, pp. 978–990, 2012.

[14] M. D. Wilson, "The MRC Psycholinguistic Database: Machine Readable Dictionary, Version 2," *Behavioural Research Methods, Instruments and Computers*, vol. 20, no. 1, pp. 6–11, 1988.

[15] A. Paivio, J. C. Yuille, and S. A. Madigan, "Concreteness, Imagery, and Meaningfulness Values for 925 Nouns," *Journal of Experimental Psychology*, vol. 76, no. 1, Pt.2, pp. 1–25, 1968.

[16] J. J. Jiang and D. W. Conrath, "Semantic Similarity Based on Corpus Statistics and Lexical Taxonomy," in *Proceedings of the International Conference on Research in Computational Linguistics, ROCLing '97*, 1997, pp. 19–33.

[17] P. Resnik, "Using Information Content to Evaluate Semantic Similarity in a Taxonomy," in *Proceedings of the 14th International Joint Conference on Artificial Intelligence*, ser. IJCAI '95, Montreal, Canada, 1995, pp. 448–453.

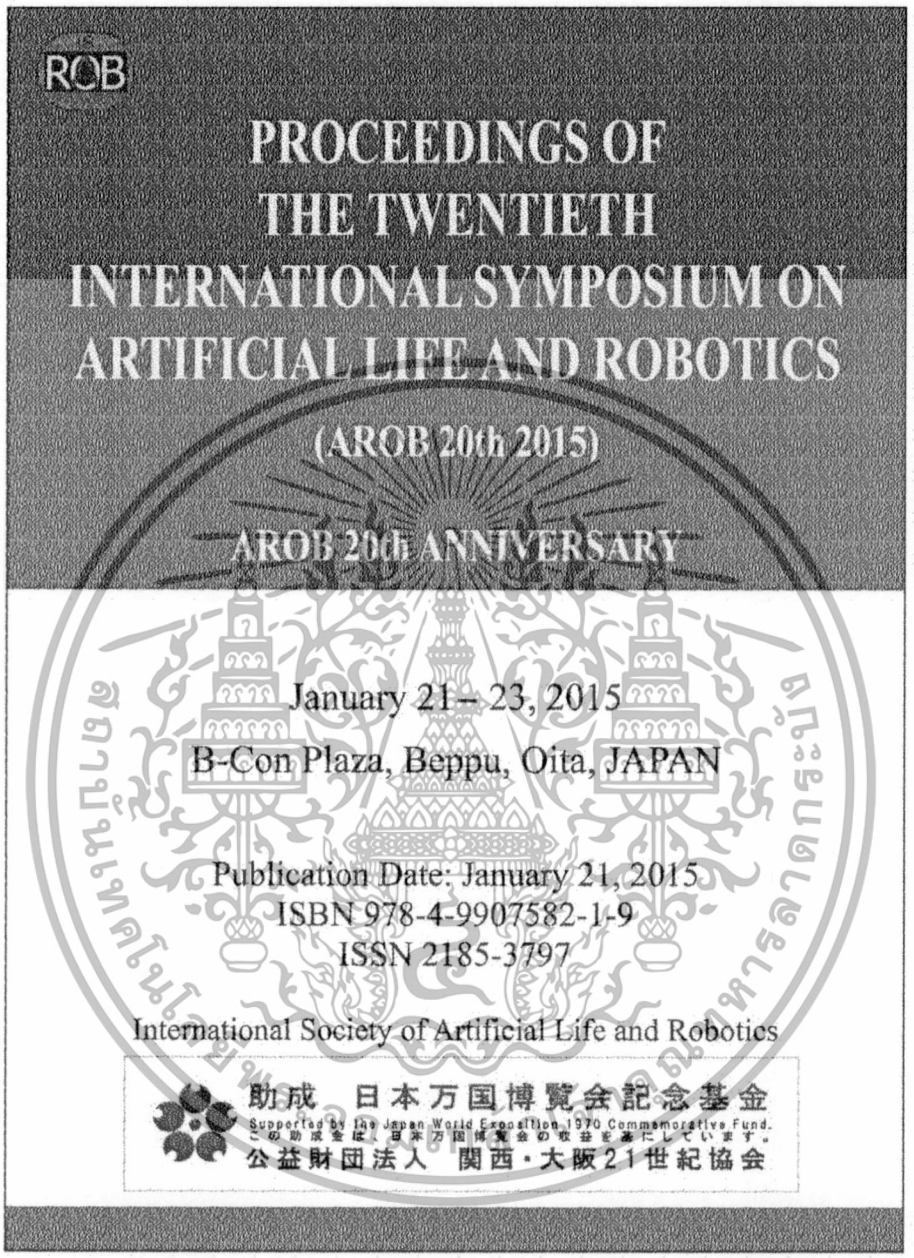
[18] D. Lin, "An Information-Theoretic Definition of Similarity," in *Proceedings of the Fifteenth International Conference on Machine Learning*, ser. ICML '98, Madison, USA, 1998, pp. 296–304.

[19] A. S. Horuby, *Oxford Advanced Learner's Dictionary of Current English*, S. Wehmeier, C. McIntosh, and M. Ashby, Eds. Oxford University Press, 2005, vol. 7.

[20] B. Croft, D. Metzler, and T. Strohman, *Search Engines: Information Retrieval in Practice*, 1st ed. Addison-Wesley, 2009.

พระจอมเกล้าเจ้าคุณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The Twentieth International Symposium on Artificial Life and Robotics 2015 (AROB 20th 2015),
B-Con Plaza, Beppu, Japan, January 21-23, 2015

iMnem: Interactive Mnemonic Word Suggestion Using Phonetic Algorithms

Orapin Anonthanasap and Teerapong Leelanupab

Faculty of Information Technology
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL), Bangkok, Thailand 10520

o.anonthanasap@gmail.com, teerapong@it.kmitl.ac.th

Abstract: To support language learning by using the principle of a Mnemonic technique, this paper proposes to automatically generate suggested mnemonic words by using "phonetic algorithms", i.e., Soundex and Metaphone Levenshtein edit distance is employed to compare the phonetic similarity of foreign words and that of words in a known language using the sound transcriptions transformed by the proposed algorithms. Our new interactive cross-lingual system, called iMnem, is also introduced to support the task of searching for mnemonic words with images for better imagination of word association. To the best of our knowledge, this work is the first to apply phonetic algorithms for mnemonic word generation. In this study, we focus on suggesting mnemonic keywords in English for supporting learning of words in Japanese.

Keywords: Mnemonics, Phonetic Similarity, Foreign-Language Learning

1 INTRODUCTION

Learning a new language is often a matter of applying various memory techniques to memorize language structures such as grammar, vocabulary, and contextual usage of appropriate words and sentences. Mnemonics for *vocabulary* learning concerns learning techniques that assist in the retention of complex or unfamiliar foreign words that are, at the beginning, difficult to memorize, especially for new learners. One of these techniques transforms foreign words into the so-called mnemonic[1] keywords, which are immediately understandable and thus memorable to the learners. Mnemonic keywords are those that have phonetic similarities (or similar word pronunciation) to words in target foreign languages. For example, an English-speaking learner desires to learn Japanese language. To remember the word "Ki (Tree)" in Japanese, the learner can associate it with a phonetically similar or mnemonic keyword, e.g., "Key", in his known language (i.e., English). Then, a traditional context is provided as a memorable form of a sentence or an image that links the mnemonic word with the foreign one. For example, "Imagine I put the Key under the Tree". To this end, learners can use mnemonic words to facilitate learning and recall of foreign vocabulary rather than attempting to remember a foreign vocabulary individually.

In this paper, we propose to generate suggested mnemonic words by using Soundex and Metaphone "phonetic algorithms". We also present a new interactive cross-lingual system, called iMnem, which supports users (e.g. teachers or learners) to generate mnemonic materials for learning Japanese. Automatic generation of mnemonic words is achieved by transforming foreign words (i.e. Japanese) and candidate mnemonic words (i.e. English) into phonetic transcriptions for computing phonetic similarities between pronunciations of these words using Levenshtein distance. The selected mnemonic words can then be visualized on the dynamic and interactive interface of our iMnem system. The iMnem interface allows vocabulary learners to seamlessly browse a collection of Japanese words with suggesting mnemonic words of a known English language. However, our approaches of this paper is to demonstrate our proposed approach that can computationally generate effective mnemonic words for learning Japanese vocabulary. To the best of our knowledge, this work is the first to apply phonetic algorithms for mnemonic word generation. Given a Japanese word, the focus of our paper is on how our system effectively suggests phonetically relevant/mnemonic words in an English language.

A comprehensive study is conducted using the evaluation set of 18 Japanese words to learn, and 5,000 most frequent English words as candidates for mnemonic words. In this study, our main hypothesis is that phonetic algorithms can be used to effectively generate mnemonic vocabulary for increasing new foreign word retention. Our proposed approach using two phonetic algorithms are compared against a baseline approach for typical transcription of word pronunciation, i.e., International Phonetic Alphabet (IPA). It can be argued that although IPA can represent phonetic transcription of speech sounds for all

[1] A mnemonic keyword is also often called a link-word.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The Twentieth International Symposium on Artificial Life and Robotics 2015 (AROB 20th 2015),
B-Con Plaza, Beppu, Japan, January 21-23, 2015

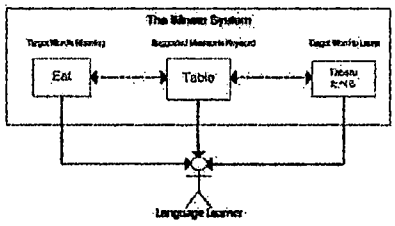


Fig. 1. The link system method of mnemonic learning strategy.

languages, IPA makes too fine distinctions between similar sounds. As a result, it is difficult to find exact match and nearly exact match for phonetic comparison of cross-language words. In addition, the aim of our research does not require such distinctions. The experimental results show that our proposed approach successfully suggests mnemonic words, leading to improved recall of newly learned words in Japanese.

2 RELATED WORKS

In the following subsections, we review the literature related to this work.

2.1 Mnemonics for Vocabulary Learning

Mnemonics is a memorization technique and considered a powerful learning strategy for vocabulary learning [1]. Previous studies have reported that mnemonic keywords can improve learner's memorization of foreign vocabulary by creating a word association between foreign language and native language of learners [4]. Atkinson *et al.* [4] evaluated the effectiveness of a mnemonic procedure, called the *keyword* method, for learning a foreign language vocabularies.

In their study, it was showed that the mnemonic strategy could enhance recognition and recall of foreign vocabularies. This result was confirmed by the later study of Fritz *et al.* [8], in which the mnemonic keyword strategy could improve the recall and recognition in different conditions. In psycholinguistics, Ellis and Beaton [7] demonstrated that keyword with acoustic similarity is an essential factors that affect the ease of learning foreign language vocabulary.

In Figure 1, the word *Taberu* in Japanese has similar sound with the word *Table* in English. A language learner can form a sentence by using the word, *Table*, as a mnemonic keyword and its definition in English, *Eat*, for assisting the recognition and recall of the Japanese word *Taberu*. For instance, imagine that "you *Eat* your lunch on a *Table*."

2.2 Mnemonics in HCI

The use of computer technology with language learning has a large volume of prior works [3, 11]. Savva et al. [16] presented TransPhoner a cross-lingual system for generating mnemonic keywords by using International Phonetic Alphabet (IPA). The keywords were selected by considering phonetic, orthographic and semantic word similarity, and word concept imageability. However, their work mainly focused on evaluating the user performance of learning vocabulary as supported by TransPhoner, but not on the algorithms for generating the keywords like this work of us.

2.3 Linguistics Terminology: International Phonetic Alphabet (IPA)

The International Phonetic Alphabet, written in Latin and Greek alphabets, is a phonetic notation for representing speech sounds for all languages [9]. The IPA organizes and classifies all of consonants and vowels presented in human speech: phones, phonemes, intonation, and syllables. IPA can be used as a cross-language transcription of phones: the smallest sound unit of speech. Each language has a subset of phones, also known as language specific phonemes. These are basic units of the phonology to distinguish meanings in a language. Phonemes can be combined to form the pronunciation of words and considered equivalent to a set of phones.

3 PROPOSED APPROACH TO MNEMONIC KEYWORD SUGGESTION

3.1 Phonetic Algorithm

A phonetic algorithm indexes words by converting their pronunciations into different codes based upon applied algorithms. Homophones of two words are encoded to the same representation. Thus, the code of similar sound word can be matched although their actual spellings are different, such as "Sun" in English and "San" in Japanese. The algorithms are useful for applying in our mnemonic keyword suggestion for searching similar sound words in cross-languages. Two state-of-the-art phonetic algorithms that we proposed and investigated in this study are: *i)* Soundex and *ii)* Metaphone.

Two pragmatic issues must be addressed when phonetic encoding and matching are performed [18,19]. The first is the responses time to queries. Answers should be found and returned quickly. The second is the issue of effectiveness as for Information Retrieval (IR). That is,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The Twentieth International Symposium on Artificial Life and Robotics 2015 (AROB 20th 2015),
B-Con Plaza, Beppu, Japan, January 21-23, 2015

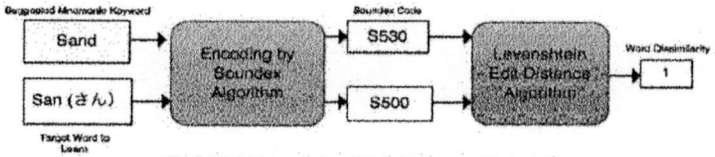


Fig. 2. The process of measuring phonetic similarity of words.

some approaches are better than others at identifying matches and ranking them at a top list. It is the issue of effectiveness that we explore in this paper.

3.2. Soundex

Soundex, the best-known algorithm for encoding word pronunciation to Latin alphabet, followed by three numerical digits [5,12,14]. The words that may have similar pronunciation, but their actual spellings are different, will be converted into the same code. For example, the Soundex code for the word "fish" is F200. The calculation is based on a group of characters with different numbers. The Soundex code can be computed as follows:

1. Keep the first letter of the word (in upper case)
2. Drop all of these letters (a,e,i,o,u,y,h,w) and replace with hyphens '-'
3. Replace the other consonants by numbers as follows (after the first letter):
   (a) b,f,p,v -> 1
   (b) c,g,j,k,q,s,x,z -> 2
   (c) d,t -> 3
   (d) l->4 (e) m,n -> 5 (f) r -> 6
4. Delete adjacent repeats of number.
5. Delete the hyphens.
6. Keep the first three numbers or pad out with zeros until there are three numbers.

3.3. Metaphone

Metaphone was improved from the Soundex algorithm by reducing English words to their basic sounds fundamentally. This algorithm more sensitive for changes in the sequence of the letters and also concerned information about variations and inconsistencies in English spelling and pronunciation to produce a more accurate encoding. The codes are set of the 16 characters 0BFHJKLMNPRSTWXY. The vowels AEIOU are also used, but only at the beginning of the code. We refer interested readers in a detailed algorithm of Meta- phone encoding to [15] or to [2].

[2] http:\\www.it.kmitl.ac.th/~tecrapong/metaphone.pdf

3.3. Phonetic Similarity Measurement

For the process of measuring phonetic similarity of words, we take each word from two different languages and measure differences in their pronunciations. We firstly convert each word into code based upon either Soundex or Metaphone phonetic algorithms. We then utilize Levenshtein edit distance to compute phonetic distance between two words of different languages. A result of the computed distance indicates the degree of phonetic dissimilarity between the words. In other words, it measures similarity of phones derived from the sound codes. The shorter distance, the more phonetic similarity between the words. Fig. 2 illustrates the process of measuring phonetic similarity of words.

3.4 Levenshtein Edit Distance

Levenshtein edit distance is an algorithm primarily used for measuring string similarity. This algorithm counts the least number of edit operations; insertions, deletions and substitutions of single characters required. The counting result of each string is used for similarity comparison with other strings [5, 13]. This approach does only edit operations between two strings. It has nothing related to phonetic matching between words. Nevertheless, if the matching strings are directly encoded based on the basis of pronunciation, then phonetic matching using this approach can be acceptable. Another research work has also been conducted using Levenshtein edit distance to compute phonetic similarities between IPA transcriptions of different languages [16]. However, it can be argued that the quality of similarity comparison using this approach is based on how the words are encoded phonetically.

3.4 iMnem System

We present a new mnemonic word suggestion system, iMnem, which employs our proposed phonetic algorithms for assisting second-language vocabulary learning. The system provides a collection of learning words in English and Japanese, its dynamic and flexible interactive interfaces assist users (teachers/learners) to visually browse learning vocabulary (Japanese) by images. A learning word can also be entered as a query to search for mnemonic keywords in a

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The Twentieth International Symposium on Artificial Life and Robotics 2015 (AROB 20th 2015),
B-Con Plaza, Beppu, Japan, January 21-23, 2015

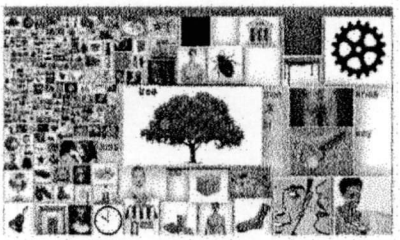


Fig. 3. Learners can get the mnemonics words of "Ki" including key, kiss, kid and knee.

system database. Suggested mnemonic keywords of a known (English) language are generated by phonetic algorithms based on selected vocabulary. They are then visualized as images dynamically on the interface of our iMnem system. A detailed explanation of our iMnem can be found in [2]. Fig. 3 illustrates the interface of the iMnem.

4 EXPERIMENTAL DESIGN

In this paper, we focus on evaluating the effectiveness of phonetic algorithms, i.e., Soundex and Metaphone, for mnemonic keyword generation. This work is different from our previous study [2] that focused on the acquisition and supportiveness of our iMnem system in preparing mnemonics materials to language learners or teachers. This section describes the experimental setup used to conduct our experiments. We hypothesized that using phonetic algorithm for generating Mnemonic keywords provides a better (or comparable) result than using IPA in terms of retrieval effectiveness. In order to validate this hypothesis, we perform a system-oriented evaluation, which means that the experiments require a test collection, queries (a set of foreign words in Japanese), and relevance judgments made for each mnemonic keyword suggested in English whether it is relevant or non-relevant to a foreign word.

Table 1. The statistics of a test collection

#Candidate mnemonic vocabularies	#Query	Avg. word per topic	Rel. word per topic
5000	18	24.15	7.5

4.1. Test Collection

Table 1 shows the statistics of a test collection.

- **Candidate mnemonic vocabularies:** five thousand most frequently used noun words. This set of vocabularies is obtained from a free available subset of the word frequency data corpus of contemporary American English (COCA) [6].
- **Queries:** eighteen Japanese words/queries randomly sampled from the above set and in a recommended list of words to learn in a level of beginner or Japanese-Language Proficiency Test (JLPT) N5.
- **Ground truth data:** a pooling technique [5,17] was used to create the assessment list from a subset of suggested mnemonic keywords. This approach performs relevance assessments on a pool of English vocabularies suggested as mnemonic keywords generated by three studying approaches/systems, i.e., Soundex, Metaphone and IPA. This pool was created by merging results from the top 10 keywords, returned in response to each query/Japanese word from the suggestion systems. Three Japanese language teachers volunteered to be the experimental assessors to provide relevance judgments only for those keywords contained in the pool. Graded relevance with a 5-point scale[3], i.e., {0,1,2,3,4}, was employed according to their preferences on the basis of the suitability of words to be mnemonic keywords for each query. Unjudged words are considered non-relevant.

4.2 Evaluation Measures

– Set-based Measures

Precision and recall are common measures used for evaluating the effectiveness of retrieval tasks. Both measures can also be evaluated at a given cut-off rank, considering only the topmost results, i.e., candidate mnemonic keywords, returned by the system.

Precision: Precision refers to the fraction of retrieved mnemonic keywords that are relevant.

$$\text{Precision} = \frac{\sharp(\text{relevant mnemonic keywords retrieved})}{\sharp(\text{retrieved mnemonic keywords})} \quad (1)$$

Recall: Recall refers to the fraction of relevant mnemonic keywords that are retrieved.

$$\text{Recall} = \frac{\sharp(\text{relevant mnemonic keywords retrieved})}{\sharp(\text{relevant mnemonic keywords})} \quad (2)$$

[3] 0 is for non-relevant, 1 for marginally relevant, 2 for fairly relevant, 3 for relevant, and 4 for highly relevant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The Twentieth International Symposium on Artificial Life and Robotics 2015 (AROB 20th 2015),
B-Con Plaza, Beppu, Japan, January 21-23, 2015

– *Ranked Retrieval Measures*:

Mean Average Precision (MAP): Average precision (AP) refers to the average of the precision obtained for the top k mnemonic keywords, each relevant mnemonic keywords is retrieved. This value of AP is then averaged over the set of queries, or learning English words in this context, to obtain the mean average precision (MAP), i.e.

$$\mathrm{MAP} = \frac{1}{|Q|}\sum_{i:q_i\in Q}\frac{1}{|R_{i,k}|}\sum_{j:d_j\in R_{i,k}}\mathrm{Precision@}j \quad (3)$$

where q_i refers to the query in the set of queries Q, R_{ik} refers to the set of relevant documents for the *i-th* query from the top result until the document at rank k, and d_j is the relevant mnemonic keywords placed at rank j.

Normalised Discounted Cumulative Gain (nDCG): nDCG is an effectiveness measure that assesses document utility from cumulative gains [10]. The discounted cumulative gain (DCG) at rank r is defined as follows:

$$\mathrm{DCG@}r = \sum_{i=1}^{r}\frac{J(d_i,q)}{log_2(1+i)} \quad (4)$$

where J(d,q) is the relevance judgement of the *i*-th document given a query q in the ranked list, and the logarithmic denominator is the discount factor based on the rank positions of documents. nDCG is obtained by normalising this score by the DCG score of the ideal ranked list.

Note that in this study, graded relevance is used in nDCG while binary relevance[4] is used for Precision, Recall and MAP.

4.3 Experimental Systems and their Settings

To evaluate the mnemonic keywords generated by three studying systems, we use "TREC eval", the standard evaluation tool used by the IR community. We employed three systems including our two phonetic algorithms, i.e. Soundex, Metaphone and a baseline approach for typical transcription of word pronunciation.

We started by obtaining candidate mnemonic vocabularies from five thousand most frequently used noun words from the word frequency data corpus of contemporary American English (COCA) [6]. We then asked Japanese volunteers to translate them into Japanese and used as queries. For a baseline approach International Phonetic Alphabet (IPA), the English IPA transcriptions were retrieved from pronunciation dictionaries and using rule-based for Japanese language [16]. The word similarity between input queries and candidate mnemonic vocabularies were computed by Levenshtein Distance using IPA transcriptions of them as well as the phonetic code in the cases of Soundex and Metaphone. We took only a top 10 result of each query from each investigating systems to evaluate its performance and construct ground truth data as described in Subsection 4.1.

5 RESULTS AND DISCUSSION

Table 2. Retrieval performances on Soundex, Metaphone and IPA

	Soundex	Metaphone	IPA
P@5, @10	0.59*,0.42*	0.49*,0.45*	0.31,0.27
R@5, @10	0.44*,0.56*	0.33*,0.59*	0.19,0.35
nDCG@5,@10	0.60*,0.61*	0.45,0.54*	0.32,0.36
MAP@5,@10	0.38*,0.46*	0.25,0.39*	0.17,0.23

Table 2 reports the results of Soundex, Metaphone and IPA, evaluated by Precision (denoted by P), Recall (indicated by R), MAP and nDCG at ranking positions 5 and 10. The results highlighted in bold show the best performance of the runs regarding the given measures. When statistical significant difference (according to a two-tailed t-test, with $p<0.05$) against a baseline approach IPA is individuated, we report it with *. We compute statistical significance against IPA because it is considered as a state-of-the-art approach in the context of phonetic transcription.

As shown in the table, the baseline approach IPA had the lowest performance in all the values of evaluation metrics, followed by Metaphone and Soundex. Soundex obtained the highest score with significant difference to IPA in Precision@5 (0.59) and Recall@5 (0.44) - a user can find the most number of relevant mnemonic keywords at rank 5 in the Soundex system. While at rank position 10 (i.e., when ten mnemonic keywords are retrieved), Metaphone performed the best in terms of Precision and Recall, 0.45 and 0.59 respectively.

Furthermore, both Soundex and Metaphone obtained high scores in rank-based measures, MAP and nDCG. These results indicated that our proposed phonetic algorithms attempted to return relevant mnemonic keywords as early as possible. That is, language learners are more likely to encounter relevant mnemonic keywords at the top of the ranking.

[4] We obtained binary relevance by combining four partial relevance grades {1,2,3,4} into 1 whereas 0 still stands for non-relevant.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

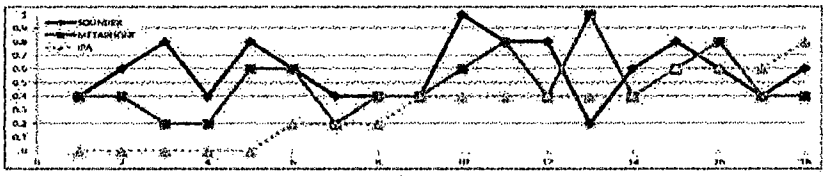


Fig. 4. Results of P@5 for all queries

From these results, it is suggested that our two phonetic algorithms can be employed to effectively generate mnemonic keywords as measured by all evaluation metrics. Fig. 4 shows the results of Precision at 5 for each query. As we can see, Soundex outperformed in almost all queries.

6 CONCLUSION AND FUTURE WORK

In this paper, we proposed an automatic mnemonic word suggestion based on phonetic association using phonetic algorithms. A system-oriented evaluation showed that our two approaches outperforms a baseline approach to generate mnemonic keywords, in particular Soundex algorithm. Future work will focus on a user study of iMnem to evaluate its effectiveness in assisting learning vocabulary and improving recall and retention of foreign target words.

REFERENCES

[1] M. Amiryousefi and S. Ketabi. Mnemonic instruction: A Way to Boost Vocabulary Learning and Recall. Journal of Language Teaching and Research, 2(1):178–182, Jan 2011.

[2] O. Anonthanasap, C. He, K. Takashima, T. Leelanupab, and Y. Kitamura. Mnemonic-Based Interactive Interface for Second-Language Vocabulary Learning. In Proceedings of the Human Interface Society, HIS '14.

[3] N. Arnold and L. Ducate. Present and Future Promises of CALL: From Theory and Research to New Directions in Language Teaching. Computer Assisted Language Instruction Consortium, 2011.

[4] R. C. Atkinson and M. R. Raugh. An Application of the Mnemonic Keyword Method to the Acquisition of a Russian Vocabulary. Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory 1, 2:126–133, Mar 1975.

[5] B. Croft, D. Metzler, and T. Strohman. Search Engines: Information Retrieval in Practice. Addison-Wesley, 1st edition, 2009.

[6] M. Davies. The 385+ million word Corpus of Contemporary American English (1990–2008+): Design, Architecture, and Linguistic Insights. International Journal of Corpus Linguistics, 14(2):159–190, 2009.

[7] N. C. Ellis and A. Beaton. Psycholinguistic Determinants of Foreign Language Vocabulary Learning. Language Learning, 43(4):559–617, 1993.

[8] C. O. Fritz, P. E. Morris, M. Acton, A. R. Voelkel, and R. Etkind. Comparing and Combining Retrieval Practice and the Keyword Mnemonic for Foreign Vocabulary Learning. Applied Cognitive Psychology, 21(4):499–526, 2007.

[9] D. Horga. Handbook of the International Phonetic Association. A Guide to the Use of the International Phonetic Alphabet. Govor, 16(2):181–188, 1999.

[10] K. Ja¨rvelin and J. Keka¨la¨inen. Cumulated Gain-Based Evaluation of IR Techniques. ACM Transactions on Information Systems, 20(4):422–446, 2002.

[11] R. Kern. Perspectives on Technology in Learning and Teaching Languages. TESOL Quarterly, 40(1):183–210, 2006.

[12] A. Lait and B. Randell. An Assessment of Name Matching Algorithms. Technical Report Series-University of Newcastle upon Tyne Computing Science, 1996.

[13] V. Levenshtein. Binary Codes Capable of Correcting Deletions, Insertions and Reversals. Soviet Physics Doklady, 10:707, 1966.

[14] K. Odell and R. Russell. Soundex Phonetic Comparison System. vol. 1261167 edition, US Patent, 1261167, 1918.

[15] L. Philips. Hanging on the Metaphone. Computer Language, 7(12 (December)), 1990.

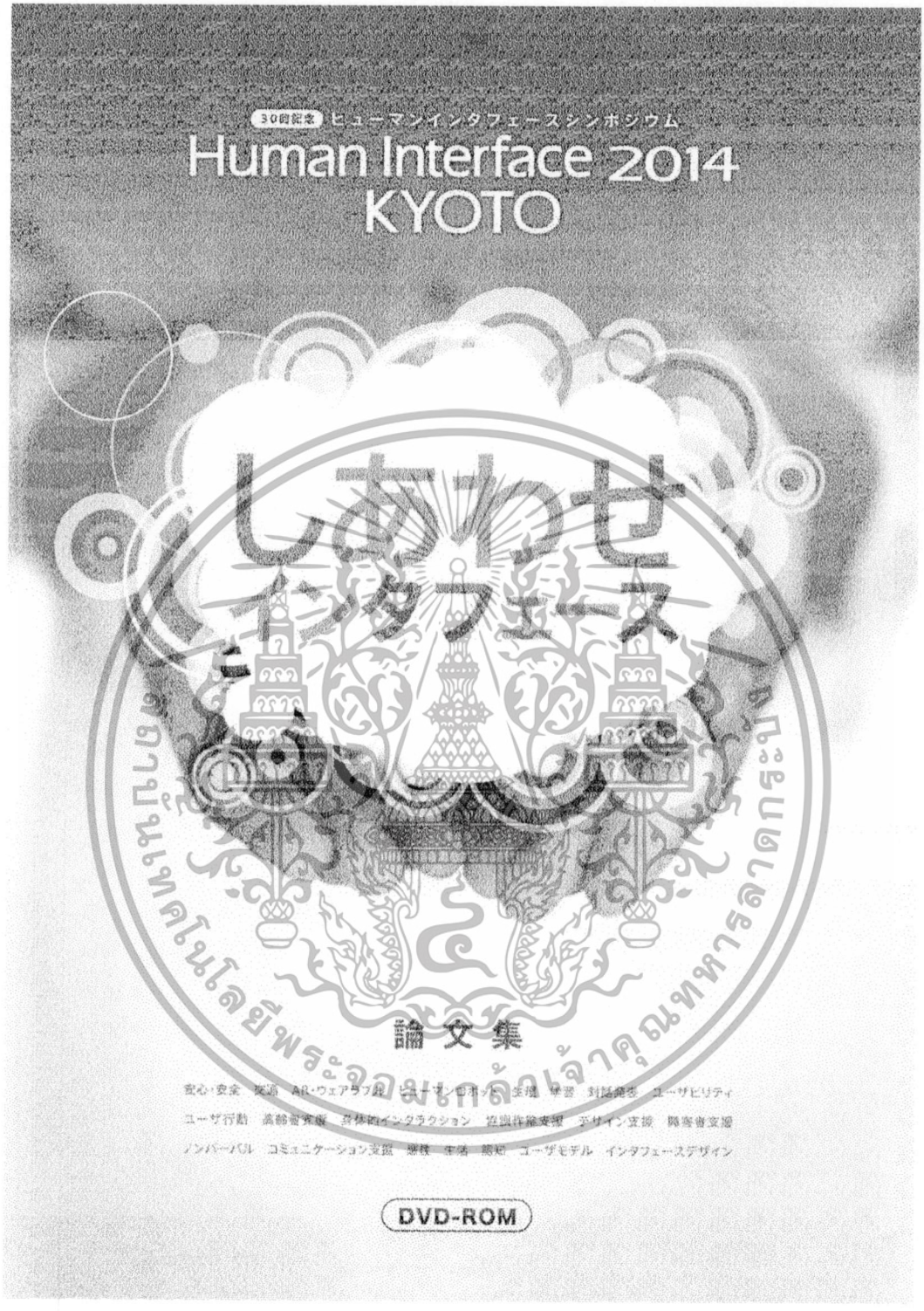
[16] M. Savva, A. X. Chang, C. D. Manning, and P. Hanrahan. Transphoner: Automated mnemonic keyword generation. In Proceedings of CHI '14, pages 3725–3734.

[17] K. Sparck-Jones and C. J. van Rijsbergen. Report on the Need for and Provision of an "Ideal" Information Retrieval Test Collection. Technical Report 5266, Computer Laboratory, University of Cambridge, 1975.

[18] J. Zobel and P. Dart. Finding Approximate Matches in Large Lexicons. Softw. Pract. Exper., 25(3):331–345, Mar. 1995.

[19] J. Zobel and P. Dart. Phonetic String Matching: Lessons from Information retrieval. In Proceedings of SIGIR '96, pages 166–172.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ヒューマンインタフェースシンポジウム2014 対話発表
2520D

Mnemonic-Based Interactive Interface for Second-Language Vocabulary Learning

Orapin Anonthanasap[*1, *2] Chen He[*2] Kazuki Takashima[*2]
Teerapong Leelanupab[*1] and Yoshifumi Kitamura[*2]

Abstract – In this paper, we propose a new educational system for second-language vocabulary learning based on a mnemonic technique. The system is equipped with the dynamic and interactive interface that allows vocabulary learners to seamlessly browse a collection of foreign words while suggesting phonetically related words of a known language for helping the memorization of unfamiliar languages. The phonetic algorithm is employed to encode pronunciation of words. The phonetic codes of words are then applied to homonyms of different languages (i.e., known and learning languages). The Levenshtein distance is used to quantify the similarity of phonetic codes or of words' pronunciation. The mnemonic words with their associated images are presented surrounding the learning words according to the edit distance or phonetic similarity. With visual effects based on user's input, the dynamic and interactive interface will help users browse a collection of vocabulary in source and destination languages as well as images related to their word meanings.

Keywords : Mnemonic, CALL:Computer-Assisted Language Learning

1. Introduction

Learning a new language is often a matter of using memory techniques, for example, to remember its grammar, syntax and contextual usage of words, and combining them together. One of the keys to successfully acquire the ability to comprehend a new language is to learn its vocabulary, comprising words meaning, spelling, and pronunciation and so on.

However, the vocabulary learning requires considerable effort for associating words in foreign languages with learner's own language. Thus, many computer-assisted learning techniques have been proposed for effective words organization, semantic mappings and mnemonics. Recent research interest in language learning is to use a mnemonics technique for helping the retention of complex foreign vocabulary; however, there is little discussion on an interactive system based on the mnemonic technique for vocabulary learning, and common way to generate mnemonic words is a manual selection from dictionaries by learners or teachers.

Therefore, we propose a new interactive educational system for second-language vocabulary learning based on a mnemonic technique for reducing learner's cost of understanding words and finding associated words. The mnemonic word generation is achieved by the three algorithms, Link system, phonetic algorithm and Levenshtein distance while the interactive visualization of the generated words with images is provided by D-Flip (Dynamic, Flexible and Interactive Photoshow) [1]. The system with the dynamic visualization allows learners to seamlessly browse collection of vocabulary words with related images while phonetically associated words and images in own languages are dynamically suggested in the screen. This image-based mnemonics technique is expected to provide a fast, easy and enjoyable learning style. In this paper, we implemented a prototype of mnemonic-based interactive vocabulary learning system, and evaluated it by comparing with traditional learning ways.

2. Mnemonic-based interactive learning system

Generally, language learners and teachers have to generate mnemonic words manually to support their memorization. There is no method that automatically creates mnemonic words using phonetic algorithms. We proposed a mnemonic-based interactive vocabulary learning system based on the following four algorithms. The automatic generation of the mnemonic words and their link are achieved by Link system, phonetic algorithm and Levenshtein distance while the interactive visualization of the generated

[*1] King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL), Thailand
[*2] Tohoku University, Japan

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

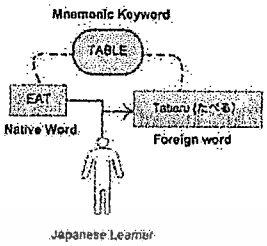


Fig. 1: The link system method of mnemonic learning strategy.

words with images was provided by D-Flip algorithm.

2.1 Link system for mnemonics

Mnemonics are a powerful learning strategy in specific vocabulary learning[6]. Atkinson et al.(1972) [2] reported evaluating the effectiveness of a mnemonic procedure, called the keyword method, for learning a foreign language vocabulary that mnemonic strategy can improve recognition and recall in a variety of conditions. Amiryousefi and Ketabi (2001) [1] demonstrated that including mnemonic technique into the classes are useful ways of enhancing vocabulary learning and recall. Link System is the one of the mnemonic method that improves learner's memorization of foreign vocabulary by creating word association between foreign language and learner language.[4]. Link System is the one of the mnemonic method that improves learners memorization of foreign vocabulary by creating a word association between foreign language and learner language.

In figure 1, the keyword "Taberu" in Japanese have a similar sound with the "Table" in English. As a result. The learner thus provides the sentence that link mnemonic keyword with the foreign word. Example: The Japanese word for Eat is Taberu. Imagine You "EAT" your lunch on the "TABLE".

This is a basic idea for mnemonic-based vocabulary learning system, bringing some technical challenges, for example, how to generate similar pronunciations words from the two languages and how to visualize them in a seamless and interactive way. The following algorithms aim to solve these challenges.

2.2 Phonetic Algorithm

Index words using their pronunciations by different codes based upon algorithms used. In order to make the link system, phonetic relations of words from different languages based on their pronunciations must be organized. We used Soundex that is a phonetic algorithm for indexing words by sound. Here, homophones of two words are encoded to the same representation so that they can be matched despite minor differences in spelling [7].

2.3 Levenshtein distance

The common approach to comparing word similarities is using a string metric for measuring the difference between two sequences or Levenshtein distance[5]. This method is counting the minimum number of insertions, deletions and substitutions of single characters required. For example, between "Interaction" and "Interaction" the Levenshtein distance is 1.

2.4 D-Flip

D-Flip (Dynamic Flexible Interactive PhotoShow) is an interface for interacting with a large set of photographs [3]. In this interface, each image is always moving like living objects, and their layout can be dynamically arranged by user's input (e.g., selection, drag, and deleting). Basically, an initial stage of D-Flip displays all imported images without overlapping each other in a viewport by automatic rearranging and resizing images based on local collision detections. One of images can be selected and enlarged by a cursor where surround images around the enlarged one are automatically re-arranged so that all images are displayed in the viewport. Images can be grouped and arranged not only by their embedded meta-data, but also by their extracted image features such as color variances. Examples of the meta-data include time and location when they were taken. This information can be used for the real-time arrangement of photo collections. For instance, a user can gather related images around the focused one, and then analyze a mapping of photos using either timeline or location map. These basics interaction provides attractive and enjoyable visual effect by the moving images during natural and ordinary cursor operations.

2.5 System integration

We use Google custom search API to prepare the appropriate images for the 400 most frequently used noun words. The proposed system imports the prepared images and organizes them with displaying some captions about mnemonic words in a dynamic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Fig. 2: Initial state of Mnemonic-Based interactive interface, an image is focused by overlaying a pointer and the use can browse to see every photo that interested

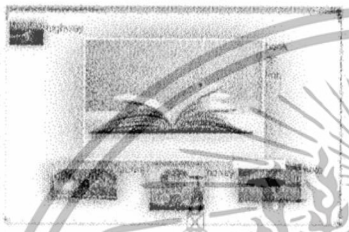


Fig. 3: An example of given the mnemonics words of "Hon" including home, hole, honey and highway

and flexible interactive way. Here, learners can interact with word collections in two ways: scanning words freely or searching for the target word in the search box. In the initial stage of the scanning mode, many slightly moving images pack the entire screen. If an image is selected by a cursor, it will get larger with displaying captions about words. Simultaneously, the phonetically similar words will gather around the selected image based on the phonetic algorithm. This interaction contributes that learners remember the foreign word's pronunciation and keep understanding their associations.

3. Experimental Methodology

In order to evaluate the implemented system, we conducted a pilot study with a controlled scenario for teacher. We had three systems to be compared in this study, including traditional paper work, static visualization of the related words and the implemented mnemonic-based interactive interface. The main interest of this study is to explore if the mnemonic-based interactive interface helps user to find mnemonic vocabulary more easily than using traditional paper dictionary based methods, and more satisfied than using static visualization of the word suggestions.

Six participants ranging from 22 to 35 years old from the local university were required for the study, and we checked that they understand both Japanese and English. They sat in front of 27-inch monitor (2560x1440 resolution) and used a mouse to interact with the dynamically displayed images.

We prepared randomly chosen samples from 500 most frequently used noun words for this study. For the traditional way, the participants had to find mnemonic words manually to support their memorization from the English dictionary. For the static visualization system, mnemonic words are automatically created by Link system, phonetic algorithm and levenshtein distance but images are statically displayed without any special interaction. For mnemonic-based interactive interface, user can manage all images in an enjoyable and visually pleasant way where learners easily find related words by automatic suggestions or using a search box.

3.1 Test Collection

- **Candidate mnemonic vocabulary** Top 500 words from frequently used noun words
- **A query set** A set of simulated search tasks. Six words was given as task from a randomly chosen sample from 500 most frequently used noun words.
- **Ground truth data** Create from language teachers, who use mnemonic techniques for teaching language to students. Judge mnemonic English words suggested by the systems using graded relevance, according to their preferences.

3.2 Task Design

A participant had to search 6 words (2 words for each system) that were randomly chosen from top 500 words from frequently used noun words. The ordering of use of the three systems was balanced. The task was to find similar word pronunciation of a given Japanese word in English language by using a given system. After finding the similar sound of English words, the participants formed a statement by using the phonetically related English and Japanese. Evaluation metrics were task time, NASA-TLX and subjective questionnaires and so on.

Evaluation metric was task time, NASA-TLX and subjective questionnaires.

Example: **Task**: Ohayou (Good morning) **Similar word that you select**: Ohio **Generated sen-**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

tence: You wake up in OHIO state and say GOOD MORNING to your friend.

Simulated work task situation: Imagine that you are a teacher who teaches a Japanese language as L2 to foreign students. You have heard about a mnemonic technique for teaching words of L2. You want to find a English word for each Japanese word that has similar word pronunciation and generate the sentence that can help your student to remember Japanese vocabulary easier.

4. Study Result

All participants answered some questions after using each system. As shown in Figure 4, result from NASA-TLX test shows that the mnemonic-based vocabulary learning system required significantly lower workload than the other two systems to manage mnemonic words. The major reason might be explained by effect of the dynamic words suggestions during a simple interaction in the mnemonic-based vocabulary learning system. From Figure 5 on the result of the relevance score, we conformed the mnemonic-based vocabulary learning system had higher score than the others. This means that the mnemonic-based system is effective for mnemonic word generation of cross-languages. Post-interviews and other subjective feedback revealed that most participants were satisfied with the mnemonic-based vocabulary learning system. For example, the system was evaluated as the most easily to use and learn, and the most effective, compared to the other two methods. A possible weakness of the mnemonic-based system was about unnecessary continuous motions of the each image when learner is focusing on an image.

Fig. 4: Result of experiment in NASA Task Load Index (NASA-TLX)

5. Conclusion

In this paper, we proposed a Mnemonic-Based interactive interface, which automatically provides

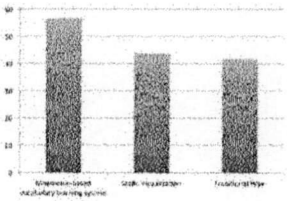


Fig. 5: Result of the Relevance Score

mnemonic word suggestion for second-language vocabulary learning. Additionally, we employed phonetic algorithms for cross-language phonetic comparison. The phonetic algorithms are applied for automatically generating mnemonic materials for vocabulary suggestion. The generated words are interactively and dynamically visualized. A pilot study showed the implemented system outperformed the two traditional systems: manually selection of mnemonic words and static visualization system. For future work, the comprehensive study will be conducted to compare and contrast phonetic algorithms for the purpose of suggesting phonetically relevant words in another language.

Reference

[1] M. Amiryousefi and S. Ketabi. Mnemonic Instruction: A Way to Boost Vocabulary Learning and Recall. *Journal of Language Teaching and Research*, 2(1):178–182, Jan 2011.

[2] R. C. Atkinson and M. R. Raugh. An Application of the Mnemonic Keyword Method to the Acquisition of a Russian Vocabulary. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 1, 2:126–133, Mar 1975.

[3] A. Beaton, M. Gruneberg, and N. Ellis. Retention of Foreign Vocabulary Learned Using the Keyword Method: A Ten-Year Follow-Up. *Second Language Research 11*, 11(2):112–120, June 1995.

[4] B. Croft, D. Metzler, and T. Strohman. *Search Engines: Information Retrieval in Practice*. Addison-Wesley, 1st edition, 2009.

[5] V. I. Levenshtein. Binary Codes Capable of Correcting Deletions, Insertions and Reversals. *Soviet Physics Doklady*, 10:707–710, 1966.

[6] A. Paivio. Mental Imagery in Associative Learning and Memory. *Psychological Review*, 76(3):241–263, May 1969.

[7] C. Vi, K. Takashima, H. Yokoyama, G. Liu, Y. Itoh, S. Subramanian, and Y. Kitamura. D-fuse: Dynamic and flexible interactive photoshow. In *Advances in Computer Entertainment*, volume 8253 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 415–427. Springer International Publishing, 2013.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The Development of iCALL Application for Thai Learners to Study a LAO Language

Orapin Anonthansap, Pannisa Iamjanchai and Teerapong Leelanupab
Faculty of Information Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)
Bangkok, Thailand, 10520
Emails: o.anonthansap@gmail.com, km.heroz@gmail.com, teerapong@it.kmitl.ac.th

***Abstract*—Language is a method of human communication and essential to express ourselves, e.g., ideas, feelings, thoughts. With an agreement of ten ASEAN nations in 2007, the regional economic integration, also known as the ASEAN Economic Community (AEC), will be established by 2015. In particular, Thailand is currently the largest trading partner of Laos with an estimated value of annual merchandise export to Laos over $1000 billion per year. For Thai people, studying a Lao language is a great advantage to better understand each other, such as relationship, tradition and culture. Afterwards, it can increase opportunities for prospective merchandise between two countries. This paper presents the development of "Interactive Computer-Assisted Language Learning (iCALL) Application for Learning a Lao Language". The objective of iCALL is to provide Lao language learners with extra materials for self-study support. The system was designed based on the Learning Theories, Educational Psychology and Human Computer Interaction. The iCALL was developed as a Windows 8 application to support touch-screen devices with enhanced illustration of learning lessons using audio, animatic and animation.**

Keywords*—*iCALL; Interactive Computer-Assisted Language Learning; AEC; ASEAN Economic Community; Lao Language, Learning Theory, HCI; Human-Computer Interaction, Interactive Media.

I. Introduction

ASEAN Economic Community (AEC) is the integration of ten ASEAN countries in Southeast Asia, i.e., Thailand, Laos, Myanmar, Vietnam, Malaysia, Singapore, Indonesia, Philippines, Cambodia and Brunei. AEC is targeted to be the regional economic integration (similar to European Union) by 2015. The mutual benefit of AEC is to reduce the economic gap between ASEAN member countries, to increase bargaining power, and to enhance competitive advantage in the global market. After the establishment of AEC in 2015, it is expected that there will be a large number of communications and business transactions from nine ASEAN countries to Thailand and especially in business sectors such as financial trading, insurance, pharmaceuticals, automotive, and telecommunications. Laos is a member of the Association of Southeast Asian Nations (ASEAN) that share a common border with Thailand more than a thousand kilometers. In addition, the two countries have a similar language and cultures. Thai and Lao languages are closely related in that both are rooted in the same Semitic language (Tai Language Family). Thailand is also a primary trading partner of Laos. The value of export of goods and services to Lao has averaged approximately over $1000 billion per year [1]. The trade value between two countries also continually increases every year especially among border provinces. For Thai people, studying Lao language can create opportunities for business and make people from two countries to understand each other better.

In this paper, we introduce the development of Interactive Computer-Assisted Language Learning (iCALL) Application for Learning Lao Language. This paper is focused on implementing the iCALL system that provides an interactive learning media for teaching a Lao language on a personal computer or tablet. The system was developed as a Windows 8 application using C# language.

The remainder of this paper is organized as followed. Section 2 reviews the related theories, supporting the design of our developed system, such as the Learning Theories, the Educational Psychology and the Computer-Assisted Language Learning (CALL). In section 3, we present a detailed description of software development process including system analysis and skill lessons taught in iCALL. Results of the implementation such as iCALL interfaces are given in Section 4. Finally, Section 5 presents our conclusions.

II. Related Work

There are many existing CALL applications supporting language learning; however, most of them focus on popular languages such as English [2], German [3] and Japanese [4]. Having implemented our iCALL for Lao, we reviewed literature and conducted a survey of related applications that instruct ASEAN languages. Here we outline two simple applications teaching Lao.

A. "Sawasdee ASEAN"

"Sawasdee ASEAN" is a computer-assisted instruction (CAI), developed as a desktop application [5]. It offers only basic information about ASEAN countries and was *not* designed for touchable displays, as such limiting users interactions with learning media. The contents of the software include history, culture and very rudimentary lessons of ASEAN languages. Furthermore, the system neither focus on teaching any ASEAN languages nor provide a complete material of language lessons. The system only contains information in digital format and allows little interaction of users with it. As a result, learning of learners is restricted and therefore the system does not achieve the purpose of using a computer as an instructional assistant. An example of the system's interface is shown in Fig. 1.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

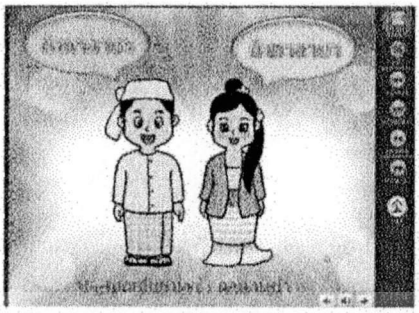


Figure. 1: An example interface of Sawasdee ASEAN, teaching a greeting word in Burmese

B. "Vocabulary Thai-Lao"

An application "Vocabulary Thai-Lao" is developed for the Windows 8 operating system [6]. It contains a set of basic Lao vocabularies and of commonly used Lao phrases, written in a Thai language (see Fig. 2). In this application, the vocabularies are categorized into ten groups such as food, sport, pronoun and so on. By doing this, it is useful for learners to memorize words easier. Nevertheless, the number of vocabularies is limited and insufficient for beginners to use Lao in daily life. For presentation, the system uses only static media, i.e. by text, without pictures or animations to engage users with the system. Therefore, the learners have to remember the vocabulary manually by themselves.

Figure. 2: Screenshot of the Vocabulary Thai-Lao, which displays a Lao word, meaning dinner, written by Thai characters and its Thai translation

III. System Development Methodology

For the process of developing the iCALL, we started by reviewing related theories that lie behind the design and implementation of a five lesson teaching-learning sequence. These theories reinforce users' engagement, comprehension and skills. We aim to build the learning sequence by attempting to associate each lesson together. Learner can utilize their knowledge from one lesson to practice in another later lesson as well as a gradually progressive addition of new materials and a small repetition of previous ones for rehearsal within the same lesson [7]. Consequently, learners are able to better internalize knowledge, building up their understanding and translating their ideas and concepts into practice. We will go through such theories along with the system design and implementation in section IV.

Next, we surveyed several CAI and CALL applications as mentioned in section II. For learning materials, we consulted a Lao linguist and selected them attentively. In our iCALL development, we followed the principle of System Analysis and Design using an Iterative Model of System Development Life Cycle (SDLC). Object-oriented concept was also used to design and implement the system in #C with Unified Modeling Language (UML). Finally, we performed software testing to ensure that the software works correctly. In the following subsections, we describe skill lessons and system requirement analysis of the iCALL.

A. Skill lessons

The system consists of five skill lessons including alphabet, spelling, vocabulary, grammar and basic conversation. All the lessons are carefully analyzed, revised and selected by us under the supervision of a Lao linguist (See acknowledgment). The details of five lessons are given as follows:

- **Alphabet** - This lesson consists of three subsections, including 27 consonants, 29 vowels and 5 tones of a Lao language. This objective of this lesson is for learners to recognize Lao consonants and vowels, and to remember tones. Each section is divided into chapters (i.e., 3-5 characters in a chapter). By doing so, it helps learners remember characters more easily than by providing all characters together [7].
- **Spelling** - In this lesson, learners will learn how to spell Lao words correctly. We aim to design the system by relating gained knowledge from previous lesson to currently learning lesson. After learning consonants and vowels, learners will use such knowledge to practice word spelling recorded from voice of a Lao native speaker.
- **Vocabulary** - A collection of words contained in this lesson are chosen from a book, titled "Glossary of Fundamental Literacy Terms" [8]. It comprises words commonly used in daily life. The vocabulary is categorized into 25 groups such as animal, family, food and so on. Categorizing words can help learners think about how words are related rather than trying to memorize random words [9]. Klugor and DeNisi [10] suggest that continuous and repetitive practice can make learners more effective learning. Thus, this lesson provides interactive media which repeats and progressively adds more contents in order to help learners remember words.
- **Grammar** - Understanding the basic concept of Lao grammar is essential for communication. An aim of this lesson is to train learners to create their own sentences. This lesson provides a lot of example sentences and interactive practice on constructing sentences by words learned from the past lesson.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **Basic conversation** – This lesson contains sample conversations in daily situations such as greeting, traveling, shopping, asking for helps or directions, expressing feelings and so forth. Each conversation comes with spoken voice from the native Lao.

Every lesson has interactive learning media that allows interaction with learners, e.g., text, images, audio, animatic and animation. Learners will get immediate feedback from the system and can repeat any lesson as they wish.

B. Systems analysis

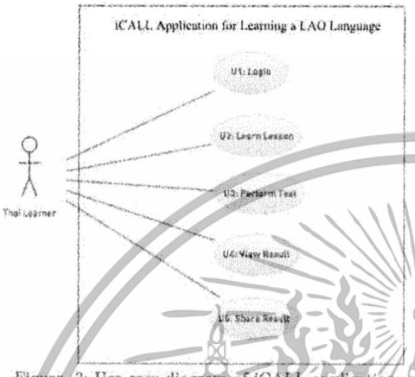


Figure. 3: Use case diagram of iCALL application

Fig. 3 demonstrates a use case diagram of iCALL, representing all functional requirements employed by a user. The details of its components are described as follows:

- **Actor: Thai Learner** - iCALL's target audience is a Thai learner who is interested in studying a Lao Language.
- **U1: Login** – This function is for user authentication to use the system and remember a user's identity.
- **U2: Learn Lesson** - A user can select any skill lessons to learn (i.e., alphabet, spelling, vocabulary, grammar and basic conversation).
- **U3: Perform Test** - After learning the lesson, a user can take an exercise to test his knowledge .
- **U4: View Result** - This function allows a user to view the results of his test.
- **U5: Share Result** - A user can share his results to social media, e.g., Facebook, in order to encourage more users to use the iCALL.

IV. System Design and Implementation

This section illustrates the design and implementation of user interfaces of iCALL. We also describe related theories applied for developing our system. Fig. 4 shows

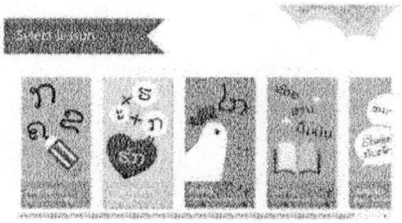


Figure. 4: Screensbot of iCALL main menu

the main menu interface, providing options to access five learning lessons as previously explained in section III-A.

Figure. 5: Overview of the alphabet skill lesson

According to the schema theory [11], user will be able to use their newly acquired knowledge when they can associate *new* information with their existing schema (i.e., units of human knowledge). We therefore provide an animatic overview of Lao alphabets (see Fig. 5), displayed as a series of chapters. The overview is an animated picture to highlight a currently chosen chapter. Each chapter is composed of 3-6 words to teach as seen in Fig. 6. By giving this overview, learners can understand and remember a sequence of characters better.

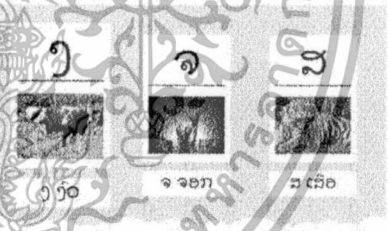


Figure. 6: An example chapter of teaching alphabets

Fig. 6 shows a interface of teaching alphabets. By teaching the character called "ngaw" (the leftmost icon), the system provide its related image, animation and a native speaker voice "ngaw ngua" accordingly. By doing so, the user can recognize the character, its meaning, and its pronunciation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

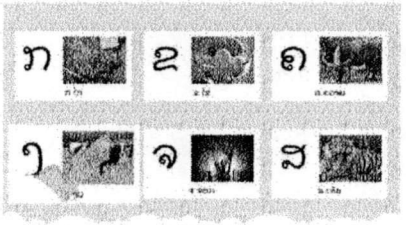


Figure. 7: Alphabet exercise

Thorndike [12] introduced the learning theory, called a law of exercise. Practice is necessary for learning. The more a learner practices, the more effective learning becomes. As a result, learning will be strengthened and tend to be permanent. We thus provide the exercises for reviewing their knowledge at the end of every chapter (see Fig. 8). For instance, after hearing the pronunciation of "ngaw ngua", a learner has to select a matching image of the character "ngaw". Afterwards, our system promptly gives a positive feedback for a correct answer or otherwise shows the correct answer for a wrong selection. This is to avoid discouraging a learner from learning as suggested by Skinner [13].

Figure. 8: Spelling lesson

Based on the observational theory [14], learning can occur from remembering, observation and imitation behavior executed by other people. We opt for an approach to teaching by giving examples of word spelling and allow learners to learn by imitating and recognizing spelling voice. In Fig. 8, the system teaches the spelling of word "wa" (located in upper right) by splitting a word into syllables. Subsequently, a native speaker pronounces the consonant "waw" and vowel "ar" as well as the word "wa" combined from its syllables. As a result, learners can recognize how to spell the word "wa".

Using images for vocabulary learning can help the learner remember the vocabulary more easily [15]. Accordingly, we teach the vocabulary by using real-life images related to their word meanings, along with animation and their spelling voices (see Fig. 9).

V. Conclusion

In this paper, we proposed an interactive media for learning Lao language. Additionally, we surveyed several CALL and CAI applications for language learning. We

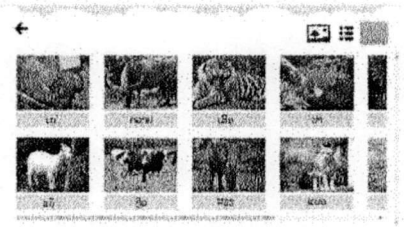


Figure. 9: Vocabulary lesson

studied the learning theories and principle of educational psychology to design and implement our iCALL application. We studied a Lao Language from a Lao linguist for creating suitable learning materials. For future work, we plan to evaluate the effectiveness and efficiency of iCALL by conducting a comprehensive user study with general Thai people and students in sister schools for ASEAN.

Acknowledgment

Special thanks to Mr. Werapong Mesathan, a Lao linguist and researcher from Research Institute for Languages and Cultures of Asia, Mahidol University, for his advice and guidance regarding the learning contents used in our iCALL application.

References

[1] กรมพัฒนาวัฒนธรรม ธ. กรมศิลปวัฒนธรรม, กระทรวงวัฒนธรรม, "ความสัมพันธ์ไทย-ลาว." [Online]. Available: http://www.thaisavannakhet.com/savannakhet/th/knowledge/relationships/

[2] G. Joly, "Learn english: Listen, speak and play (discovery)." [Online]. Available: http://oscaro.com/

[3] MindSnacks, "Learn german by mindsnacks." [Online]. Available: http://mindsnacks.com/

[4] 321Speak, "Japanese - speak and learn pro." [Online]. Available: http://321speak.com/

[5] DekdeeMedia, "เทคนิคการสร้างคลังข้อสอบ เรื่อง สัมพันธ์ไทย-ลาว." [Online]. Available: http://www.dekdeemedia.com/

[6] Kint studio, "คำศัพท์ไทย-ลาว พื้นฐาน." [Online]. Available: http://apps.microsoft.com/windows/th-th/app/59b75aa8-e04f-4c1f-b6e4-2d4ea5787533

[7] B. F. Skinner, "Programmed instruction revisited," *Phi Delta Kappan*, vol. 68, no. 2, pp. 103–10, 1986.

[8] สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, กระทรวงศึกษาธิการ, *หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้ภาษาไทย ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3*, 2551.

[9] M. J. Lawson and D. Hogben, "The vocabulary-learning strategies of foreign-language students," *Language learning*, vol. 46, no. 1, pp. 101–135, 1996.

[10] A. N. Kluger and A. DeNisi, "The effects of feedback interventions on performance: a historical review, a meta-analysis, and a preliminary feedback intervention theory." *Psychological bulletin*, vol. 119, no. 2, p. 254, 1996.

[11] J. Piaget and M. T. Cook, "The origins of intelligence in children," 1952.

[12] E. L. Thorndike, "Animal intelligence: An experimental study of the associative processes in animals," *Psychological Monographs: General and Applied*, vol. 2, no. 4, pp. i–109, 1898.

[13] B. Skinner, "Reinforcement today," *American Psychologist*, vol. 13, no. 3, p. 93, 1958.

[14] A. Bandura and D. C. McClelland, "Social learning theory," 1977.

[15] M. Pressley, "Imagery and children's learning: Putting the picture in developmental perspective," *Review of Educational Research*, vol. 47, no. 4, pp. 585–622, 1977.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CALL FOR PAPER

NCIT 2014

The 6th National Conference on Information Technology

การประชุมวิชาการระดับชาติด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 6

เขาใหญ่ 27-28 กุมภาพันธ์ 2557

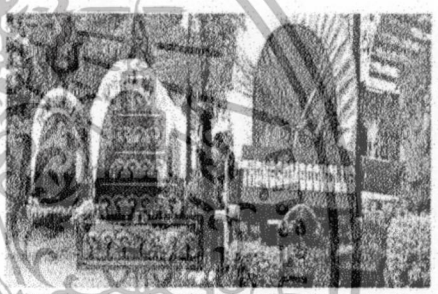
การประชุมวิชาการระดับชาติด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ NCIT (National Conference on Information Technology) เกิดจากความร่วมมือของหน่วยงานระดับคณะทั้งจากภาครัฐและเอกชนที่มีการเรียนการสอนในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีสารสนเทศ ได้ร่วมมือกันในการจัดงานประชุมวิชาการครั้งแรกในปี 2549 อันเป็นปีมหามงคลสมัยที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช มหาราช ทรงครองศิริราชสมบัติครบ 60 ปี นับจากที่ได้เสด็จขึ้นเถลิงถวัลราชสมบัติตั้งแต่วันที่ 9 มิถุนายน 2489 เป็นต้นมา

สำหรับการประชุมวิชาการระดับชาติด้านเทคโนโลยีสารสนเทศครั้งที่ 6 ซึ่งจัดในปี 2557 มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ได้รับเกียรติให้เป็นเจ้าภาพ จะจัดขึ้น ณ ทองสมบูรณ์คลับ เขาใหญ่ ระหว่างวันที่ 27-28 กุมภาพันธ์ 2557 โดยประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้

- Artificial Intelligence
- Communications and Networking
- Computer Game
- Computer Vision, Image Processing, Pattern Recognition
- Data Mining
- Database Technology
- E-Commerce, E-Education, E-Government, E-Industry, E-Society
- Information Systems Technology
- IT Education
- IT Management
- IT Security
- Multimedia and Virtual Reality
- Human Computer Interaction (HCI)
- Platform Technologies
- Social and Professional Issues
- Web and Internet Technologies
- Other Related Topics
- Software Engineering

บทความโครงการ (การพัฒนา Application)

- Information Technology in Industry



กำหนดการ

กำหนดส่งบทความ	: 15 กันยายน-15 ธันวาคม 2556
แจ้งผลการคัดเลือกบทความ	: 15 มกราคม 2557
ส่งบทความที่ผ่านการคัดเลือก	: 1 กุมภาพันธ์ 2557
ติดต่อประสานงานที่	: ดร.วรภัทร ไพรีภาร (worapat.png@dpu.ac.th)

สคทส. CITT สภาคณบดีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ แห่งประเทศไทย The Council of IT Deans of Thailand

DPU มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

http://ncit2014.dpu.ac.th

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประชุมวิชาการระดับประเทศด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ (National Conference on Information Technology: NCIT) ครั้งที่ 6

ระบบปฏิสัมพันธ์เพื่อช่วยการเรียนรู้ภาษาโดยคอมพิวเตอร์ สำหรับสอนภาษาลาว (ภาษาอาเซียน)

อรพินท์ อานนท์ธนทรัพย์ พัณณิตา เอี่ยมจันทร์ฉาย และ ธีรพงศ์ ลีลานุภาพ

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ
Emails: o.anonthanasap@gmail.com, it53070058@it.kmitl.ac.th, teerapong@it.kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบปฏิสัมพันธ์เพื่อช่วยการเรียนรู้ภาษาโดยคอมพิวเตอร์สำหรับสอนภาษาลาวซึ่งเป็นหนึ่งในภาษาอาเซียนที่สำคัญ โดยนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์ใช้กับการเรียน ภาษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการเรียนรู้ของผู้เรียน รวมทั้งช่วยในการเตรียมความพร้อมด้านภาษาในการเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนของประเทศไทย ระบบถูกการออกแบบและพัฒนาโดยการนำทฤษฎีการเรียนรู้ หลักการของจิตวิทยาการศึกษาและทฤษฎีการปฏิสัมพันธ์ระหว่างคอมพิวเตอร์กับมนุษย์มาประยุกต์ใช้

คำสำคัญ– ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (AEC: ASEAN Economic Community); ภาษาลาว (Lao Language); ทฤษฎีการเรียนรู้ (Learning Theory); การเรียนรู้ภาษาโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CALL: Computer-Assisted Language Learning); ปฏิสัมพันธ์ระหว่างคอมพิวเตอร์กับมนุษย์ (HCI: Human-Computer Interaction); สื่อปฏิสัมพันธ์ (Interactive Media)

1. บทนำ

ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน หรือ ประชาชาติแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ AEC: ASEAN Economic Community คือ การรวมตัวของชาติในอาเซียน 10 ประเทศ ประกอบด้วย ประเทศไทย ประเทศพม่า ประเทศเวียดนาม ประเทศลาว ประเทศกัมพูชา ประเทศบรูไน ประเทศอินโดนีเซีย ประเทศฟิลิปปินส์ ประเทศกัมพูชา และประเทศมาเลเซีย ซึ่งจะเริ่มต้นในวันที่ 1 มกราคม 2558 การรวมตัวกันนี้เป็นการสร้างสังคมภูมิภาคให้ประชาชนของประเทศสมาชิกอาเซียน ร่วมมือซึ่งการร่วมมือทางด้านเศรษฐกิจ รวมทั้งเป็นการเพิ่มอำนาจการต่อรองและเจรจาทางการค้าระหว่างประเทศคู่ค้านอกประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน อย่างไรก็ตามความหลากหลายทางด้านภาษาในแต่ละประเทศยังคงเป็นอุปสรรคในการติดต่อสื่อสารระหว่างกัน ถึงแม้ว่าภาษาอังกฤษซึ่งถูกกำหนดให้เป็นภาษากลางในอาเซียนแต่ยังมีพลเรือนอาเซียนอีกเป็นจำนวนมากที่ยังไม่สามารถพูดภาษาอังกฤษได้ โดยเฉพาะพลเรือนที่มีการศึกษาระดับต้นและพลเรือนที่อาศัยอยู่ตามรอยต่อของชายแดนประเทศต่างๆ ได้แก่ ไทย-ลาว เป็นต้น

ประเทศลาวเป็นหนึ่งในประเทศสมาชิกอาเซียนซึ่งปัจจุบันหลายหน่วยงานในประเทศไทยได้มีการติดต่อค้าขายและแลกเปลี่ยนสินค้ากับประเทศลาว คิดเป็นมูลค่าหลายพันล้านบาทต่อปี ประเทศลาวเป็นประเทศที่มีความใกล้ชิดทางเชื้อชาติ ศาสนา และวัฒนธรรมกับประเทศไทยมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านของภาษา ภาษาลาวมีความใกล้เคียงกับภาษาไทยมาก เนื่องจากเป็นภาษาตระกูลเดียวกัน (ตระกูลไท) ทำให้ง่ายต่อการเรียนรู้มากกว่าภาษาอาเซียนอื่นๆ ดังนั้นหากคนไทยเริ่มที่จะเรียนรู้ภาษาลาวจนสามารถสื่อสารได้นั้น จะเป็นการสร้างโอกาสที่ดีในการแข่งขันและนำไปสู่โอกาสในการทำธุรกิจและนำไปสู่การดำเนินกิจกรรมร่วมกันในด้านอื่นๆ อีกในอนาคต

ในปัจจุบันนั้นไม่มีระบบใดที่เป็นระบบปฏิสัมพันธ์เพื่อช่วยการเรียนรู้ภาษาโดยคอมพิวเตอร์ที่เน้นสอนภาษาลาวโดยเฉพาะ ที่พบในปัจจุบันมีเพียงแอพพลิเคชั่นต่างๆ ที่เพียงแค่ใส่ข้อมูลของภาษาลาวเข้าไปเท่านั้น ไม่มีการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้และระบบ ทำให้ยากต่อการเรียนรู้ รวมทั้งเนื้อหาก็ไม่เพียงพอต่อการนำไปใช้สื่อสารในชีวิตประจำวัน ผู้พัฒนาจึงต้องการพัฒนาระบบปฏิสัมพันธ์เพื่อช่วยการเรียนรู้ภาษาโดยคอมพิวเตอร์สำหรับสอนภาษาลาว (Interactive Computer-Assisted Language Learning: ICALL) ที่มีส่วนช่วยในการเรียนรู้ของผู้เรียนได้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การเรียนรู้ (Learning)

การเรียนรู้ คือ การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมทางอ้อมจากประสบการณ์ การฝึกการปฏิบัติซ้ำๆ ทำให้เคยชินต่อสิ่งเดิม สถานการณ์เดิมแตกต่างไปจากเดิม มนุษย์เราสามารถเรียนรู้ได้จากการได้ยิน การสัมผัส การอ่าน และการเห็น รวมถึงผ่านการใช้สื่อเทคโนโลยีต่างๆ [1, 10]

2.2 ทฤษฎีการเรียนรู้ (Learning theory)

การออกแบบวิธีการได้ตอบระหว่างระบบและผู้ใช้งาน มีการนำความรู้ในทฤษฎี การเรียนรู้ต่างๆมาประยุกต์ใช้เพื่อให้ได้ผลของการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ จึงได้ทำการศึกษาถึงทฤษฎีการเรียนรู้ต่างๆ ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับแอพพลิเคชั่น ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 ทฤษฎีการเรียนรู้ของสกินเนอร์

เป็นทฤษฎีพฤติกรรมนิยมซึ่งมีแนวคิดหลัก คือ สิ่งเร้าและการตอบสนองของผู้เรียนมีความสัมพันธ์กัน พฤติกรรมที่แสดงออกมาขึ้นกับการเสริมแรงที่ได้รับหากพอใจก็จะทำให้บุคคลแสดงพฤติกรรมซ้ำ และสามารถปรับรูปแบบได้โดยการเสริมแรงหรือการให้รางวัล เพื่อตอบสนองที่พึงประสงค์ [2]

2.2.2 ทฤษฎีโครงสร้างความรู้เดิม

โครงสร้างภายในของความรู้ที่มนุษย์มีอยู่นั้น มีลักษณะเป็นใยแมงมุมเชื่อมโยงกันอยู่ เมื่อเรียนรู้อะไรใหม่ ๆ ที่เพิ่งได้รับ นั้นจะไปเชื่อมโยงกับกลุ่มที่มีอยู่เดิม เมื่อผู้เรียนมองเห็นความสัมพันธ์ของโครงสร้างความรู้ช่วยในการระลึก (Recall) ถึงสิ่งต่าง ๆ ที่เราเคยเรียนรู้มาได้เร็ว [3]

2.2.3 ทฤษฎีการเชื่อมโยงธอร์นไดค์

กฎที่สำคัญของการเรียนรู้อยู่ 3 ข้อ ประกอบด้วย

1. กฎแห่งความพร้อม (Law of Readiness) : การเรียนรู้ซึ่งผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียนทำให้การเรียนสิ่งใหม่ดูเร็วขึ้น
2. กฎแห่งการฝึกหัด (Law of Exercise) : การที่ผู้เรียนได้ฝึกหัดและกระทำซ้ำบ่อย ๆ ก็จะทำให้เกิดความมั่นคงในการเรียนรู้มากขึ้น
3. กฎแห่งความพอใจ (Law of Effect) : เมื่อผู้เรียนเกิดความพอใจ ก็จะทำให้เกิดความอยากรู้มากยิ่งขึ้น [4]

2.2.4 ทฤษฎีการเรียนรู้ 8 ขั้น ของกาเย่

1. การจูงความสนใจ (Motivation Phase) การมีการจูงใจผู้เรียนให้เกิดความอยากเรียนรู้ ก่อนเริ่มการเรียนการสอน
2. การรับรู้ถึงวัตถุประสงค์ (Apprehending Phase)
3. การเปลี่ยนการรับรู้เป็นความจำ (Acquisition Phase)
4. ความสามารถในการจำ (Retention Phase)
5. ฟื้นฟูความทรงจำที่ได้เรียนรู้ไปแล้ว (Recall Phase)
6. การนำสิ่งที่เรียนรู้ไปนั้นไปประยุกต์ใช้ (Generalization Phase)
7. การแสดงพฤติกรรมต่างๆจากสิ่งที่เรียนรู้ (Performance Phase)
8. การรับรู้ในส่วนผลการเรียนรู้ของผู้เรียนเอง (Feedback Phase) [5]

2.3 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนภาษา

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนภาษา หรือ CALL (Computer-Assisted Language Learning) เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) ประเภทหนึ่ง โดยจะเน้นเฉพาะด้านการเรียนรู้ทางด้านภาษา นำทฤษฎีการเรียนรู้ต่างๆมาใช้ มีการใช้สื่อที่เป็นภาพและเสียงทำให้สร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้ผู้เรียน [6] ย่อยเนื้อหาบทเรียนให้ผู้เรียน เรียนรู้ด้วยตัวเองได้รวมถึงแบบฝึกหัด แบบทดสอบ ให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้โดยมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive) กับคอมพิวเตอร์ ผู้เรียนสามารถได้รับข้อมูลย้อนกลับได้ทันทีซึ่งเป็นการช่วยเสริมแรงให้แก่ผู้เรียน และผู้เรียนสามารถเรียนซ้ำได้ตามต้องการ [7,8]

2.4 ภาษาลาว

เป็นภาษาราชการของประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาวหนึ่งในประเทศสมาชิกอาเซียน เป็นภาษากลุ่มไต สำเนียงการออกเสียงคล้ายกับภาษาถิ่นอีสานของประเทศไทย สำเนียงภาษาถิ่นของภาษาลาวสามารถแบ่งได้ 6 สำเนียงใหญ่ คือ 1) ภาษาลาวเวียงจันทน์ ใช้เป็นภาษาราชการ ใช้ในพื้นที่เวียงจันทน์ และบริเวณใกล้เคียง 2) ภาษาลาวเหนือ 3) ภาษาลาวตะวันออกเฉียงเหนือ 4) ภาษาลาวกลาง 5) ภาษาลาวใต้ และ 6) ภาษาลาวตะวันตก สำเนียงที่นำมาใช้สอนในระบบ คือ สำเนียงลาวเวียงจันทน์ ซึ่งเป็นสำเนียงของคนเมืองหลวง สามารถเข้าใจกันได้ทั่วประเทศ พยัญชนะของลาวมีทั้งหมด 27 ตัว พยัญชนะควบอีก 6 ตัว รวมเป็น 33 ตัว และสระมีทั้งหมด 29 ตัว [9]

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การศึกษาและรวบรวมข้อมูลของระบบ

ในการศึกษาและรวบรวมข้อมูล ผู้พัฒนามีจุดประสงค์ในการออกแบบและพัฒนาระบบโดยมีกลุ่มเป้าหมายคือ คนไทยทั่วไปที่ต้องการศึกษาภาษาลาวขั้นพื้นฐาน โดยผู้พัฒนาได้ทำการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (literature review) รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ปฏิสัมพันธ์ทั้งจิตวิทยาการเรียนรู้ ทฤษฎีการเรียนรู้ต่างๆ ทั้งจากหนังสือ ตำราเอกสาร เว็บไซต์ และในส่วนของข้อมูลเกี่ยวกับภาษาลาว ที่นำมาอยู่ในแบบเนื้อหาการเรียนได้ทำการสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญโดยตรง (ดูจากหัวข้อที่ 6)

รูปที่ 1 แจกแจงเนื้อหาทักษะที่ครอบคลุมในคอมพิวเตอร์ช่วยสอนปฏิสัมพันธ์เพื่อช่วยการเรียนรู้ภาษาโดยคอมพิวเตอร์สำหรับสอนภาษาลาว

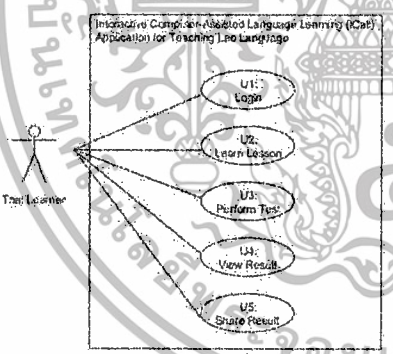
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การวิเคราะห์

เนื้อหาการเรียนภายในระบบมุ่งพัฒนาทักษะทางด้านภาษาทั้ง 4 ด้าน ดังที่แสดงในรูปที่ 1 ซึ่งประกอบด้วย:

1. ตัวอักษร: ประกอบด้วยการสอนให้รู้จักพยัญชนะ สระ และวรรณยุกต์ ของภาษาลาว
2. การผสมคำและคำศัพท์: ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ การผสมคำ เป็นการสอนการอ่าน โดยสอนวิธีผสมพยัญชนะกับสระ เช่น สระ ◌ะ, ◌ິ กับพยัญชนะ เช่น ກ, ຂ, ຄ, ງ และในส่วนของคำศัพท์ เป็นการสอนคำศัพท์พื้นฐานประมาณ 2000 คำ แบ่งตามหมวดหมู่ต่างๆ ซึ่งนักภาษาศาสตร์ใช้อ้างอิงในการทำบัญชีคำศัพท์ เช่น หมวดธรรมชาติ หมวดร่างกาย หมวดคำกริยาพื้นฐาน เป็นต้น
3. ไวยากรณ์เบื้องต้น: เป็นการสอนโครงสร้างไวยากรณ์พื้นฐาน การสร้างประโยครูปแบบต่างๆ เช่น ประโยคบอกเล่า ประโยคคำถาม เป็นต้น
4. บทสนทนาเบื้องต้นในชีวิตประจำวัน: เป็นการสอนบทสนทนาที่ใช้ทั่วไปในชีวิตประจำวันและนำคำศัพท์ที่ได้เรียนรู้มาประยุกต์ใช้อีกด้วย

ในส่วนของเนื้อหาการเรียนได้ทำการวิเคราะห์และคัดกรองโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านภาษาศาสตร์(ภาษาลาว)โดยตรง คำเนียงที่ใช้สอนในระบบ คือ สำเนียงลาวเวียงจันทน์ โดยการสอนภาษาทั้ง 4 ด้านนั้น มีการใช้สื่อมัลติมีเดีย ในรูปแบบของภาพ เสียง และการใช้สื่อโต้ตอบในการเรียนและทดสอบกับผู้ใช้งานจริง ผู้เรียนสามารถได้รับข้อมูลย้อนกลับได้ทันทีและสามารถเรียนซ้ำได้ตามต้องการ และในการออกแบบมีการนำทฤษฎีการเรียนรู้ต่างๆมาประยุกต์ใช้ด้วย เพื่อให้ผู้เรียนได้ผลของการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ



รูปที่ 2 แสดงยูสเคสไดอะแกรมของระบบปฏิสัมพันธ์เพื่อช่วยการเรียนรู้ภาษาโดยคอมพิวเตอร์สำหรับสอนภาษาลาว

3.3 การออกแบบระบบ

จากการวิเคราะห์ความต้องการของระบบ เราสามารถนำมาสร้างโมเดลภาพเพื่ออธิบายการทำงานของระบบและความสัมพันธ์การใช้งานระบบกับผู้ใช้ ในรูปแบบยูสเคสไดอะแกรม (Use Case Diagram) ดังแสดงในรูปที่ 2 ยูสเคสไดอะแกรมของระบบประกอบด้วย ผู้ใช้ คือ คนไทยที่ต้องการเรียนภาษาลาว (Thai Learner) โดยอธิบายการทำงาน Functional Requirements โดยใช้ยูสเคสซึ่งมีทั้งหมด 5 ฟังก์ชัน ดังต่อไปนี้

U1: Login เป็นการเข้าสู่ระบบเพื่อใช้งานแอพพลิเคชั่น และเก็บข้อมูลการใช้งานรายบุคคล ได้แก่ ข้อมูลการเรียนในส่วนที่ผู้ใช้ได้เรียนไปแล้ว

U2: Learn Lesson ผู้ใช้ทำการเลือกหัวข้อที่สนใจเรียน โดยจะมีการเลือกหัวข้อการเรียนดังต่อไปนี้

1. เลือกการเรียนตัวอักษร
2. เลือกการเรียนการผสมคำและคำศัพท์
3. เลือกการเรียนไวยากรณ์เบื้องต้น
4. เลือกการเรียนประโยคสนทนาพื้นฐานในชีวิตประจำวัน

U3: Perform Test ผู้ใช้ทำการทดสอบความรู้จากการเรียนในแต่ละบทเรียน เพื่อทดสอบ ความเข้าใจ

U4: View Result ผู้ใช้ทำการเรียกดูผลการเรียนที่เคยทำไว้

U5: Share Result ผู้ใช้ทำการแบ่งปันผลการทดสอบของตนให้ผู้ใช้ผู้อื่นทราบ

3.4 การพัฒนาระบบ

ในการพัฒนาระบบปฏิสัมพันธ์เพื่อช่วยการเรียนรู้ภาษาโดยคอมพิวเตอร์สำหรับสอนภาษาลาว (ภาษาอาเซียน) มีการใช้ อิเทอร์เรทีฟโมเดล (Iterative Model) ของวงจรการพัฒนาระบบและถูกออกแบบด้วยภูเอ็มแอล โดยระบบถูกพัฒนาบนแพลตฟอร์มวินโดว์ 8 แอพพลิเคชั่นที่สามารถใช้งานได้ทั้งบนแท็บเล็ตและคอมพิวเตอร์ โดยออกแบบตามไกด์ไลน์ของวินโดว์ 8 แอพพลิเคชั่น ด้วยภาษา C# และได้นำทฤษฎีการเรียนรู้มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบระบบดังนี้

1. การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการเรียนรู้ของสกินเนอร์

ในส่วนของเนื้อหาจะแบ่งเนื้อเป็นย่อยๆ แทนการให้ผู้เรียนเรียนรู้จากเนื้อหาทั้งหมดในคราวเดียว และเริ่มต้นสอนจากเนื้อหาที่ง่ายไปหาเนื้อหาที่ยาก โดยแต่ละบทผู้เรียนต้องผ่านการทดสอบก่อนจึงจะไปเรียนบทต่อไปได้ เพื่อป้องกันการถ่ายโยงการเรียนรู้ทางลบ (Negative Transfer) ซึ่งเกิดจากการเรียนรู้ใดมาขัดขวางการเรียนรู้ความรู้ใหม่ การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและระบบมีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที (Feedback) เพื่อให้เกิดการตอบสนองในรูปผลป้อนกลับทางบวก (Reinforcement) เช่น หากทำถูก ระบบมีคะแนนเพิ่มให้ จะส่งผลให้ผู้เรียนอยากกระทำซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การประยุกต์ใช้ทฤษฎีโครงสร้างความรู้เดิม
การสอนในแต่ละส่วนมีการทวนซ้ำ ๆ เพื่อช่วยในการจำได้ (Recall) ของผู้เรียน รวมถึงเปลี่ยนความจำระยะสั้นให้กลายเป็นความจำระยะยาวได้เร็วขึ้น ก่อนขึ้นแต่ละบทจะแสดงภาพให้ผู้เรียนเห็นภาพรวมและความเชื่อมโยงของแต่ละบท เพื่อนำไปเชื่อมกับความรู้เก่า

3. การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการเชื่อมโยงธอร์นไดค์
ก่อนขึ้นบทเรียนใหม่ จะมีการทดสอบการใช้ความรู้จากบทเรียนเก่าด้วย เพื่อเป็นการสร้างความพร้อมให้ผู้เรียนทำการเรียนสิ่งใหม่ ๆเร็วขึ้น และมองเห็นความสัมพันธ์ของสองสิ่ง โดยแต่ละบทให้มีการปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนเสมอ ๆ มีกระตุ้นการนำไปใช้ มีแบบฝึกหัดในแต่ละบทเพื่อให้เกิดความมั่นคงในการเรียนรู้ รวมถึงให้ผลย้อนกลับทันทีเมื่อผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับระบบ

4. การประยุกต์ใช้ทฤษฎีการเรียนรู้ 9 ขั้น ของกาเย่
ในส่วนก่อนเข้าเนื้อหามีการใช้ภาพกราฟฟิก ขนาดใหญ่ และมีการใช้ Animation จูงความสนใจของผู้เรียน และบอกวัตถุประสงค์ในแต่ละส่วน และทบทวนความรู้เดิมก่อนนำเสนอเนื้อหาใหม่ ในเนื้อหาใช้ภาพประกอบส่วนใหญ่เพื่อ ทำให้เข้าใจได้ง่ายและเกิดความคงทนในความจำ มีการแสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหาในแต่ละส่วน ให้ผู้เรียนจัดองค์ความรู้ใหม่ไปเชื่อมกับความรู้เดิมได้ง่าย ให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมโดยการมีปฏิสัมพันธ์กับระบบเสมอ ๆ และให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback) กับผู้เรียน เมื่อจบบทเรียนมีการทดสอบความรู้ใหม่ และมีการชี้แนะเนื้อหาต่อไปที่เกี่ยวข้อง ว่าสิ่งที่เรียนจบจะนำไปใช้อะไรต่อ

3.5 การทดสอบระบบและการประเมินผล
ในการทดสอบระบบระบบปฏิสัมพันธ์เพื่อช่วยการเรียนรู้ภาษาโดยคอมพิวเตอร์สำหรับสอนภาษาลาว (ภาษาอาเซียน) ในการสอบจะแบ่งเป็น 2 ส่วน ในส่วนแรก คือ การทดสอบความถูกต้องของการทำงานฟังก์ชันของระบบ ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ทดสอบด้วยตนเอง ประกอบด้วย การทดสอบแบบ Unit testing เพื่อทดสอบโมดูล หรือฟังก์ชันแต่ละส่วนว่าสามารถทำงานได้สมบูรณ์หรือไม่ โดยการทดสอบนี้จะยังไม่เชื่อมแต่ละโมดูลเข้าด้วยกัน จากนั้นจึงทำการทดสอบแบบ Integration testing คือ ทดสอบการทำงานร่วมกันของแต่ละโมดูล และ ทดสอบรวมกันทั้งระบบ เพื่อหาความผิดพลาดที่อาจเกิดจากการนำแต่ละโมดูลที่ได้ทำการทดสอบแล้วใน Unit testing มาทำงานร่วมกัน

ส่วนที่สอง คือ การทดสอบประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยการทำ Pilot user study คือ การทำการทดสอบประสิทธิภาพการเรียนรู้เบื้องต้นภายใต้การควบคุมของผู้วิจัย โดยเบื้องต้นกลุ่มตัวอย่างการทดลองคือ ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 4 คน และนักศึกษาระดับปริญญาตรีจำนวน 20 คน รวมทั้งสิ้น 24 คน แบ่งเป็นทั้งสิ้น 2 กลุ่มเท่า ๆกัน โดยแต่ละกลุ่มจะให้ทำการเรียนภาษาลาวจากหนังสือที่มีเนื้อหาสอดคล้องกับบทเรียนของระบบ iCALL แต่เฉพาะกลุ่มที่ 2 เท่านั้นที่จะได้เรียนรู้เพิ่มเติมผ่านระบบ iCALL โดยกำหนดระยะเวลาเรียนก่อนทำการทดสอบประสิทธิภาพการเรียนรู้ทั้งหมด 16 วัน โดยกลุ่มที่ 2 จะใช้ระบบ iCALL วันละ 1 ครั้ง ครั้งละ 1 ชั่วโมง โดยจะทำการหาค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้โดยค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: SD) และค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ (p) โดยใช้ Paired T-Test และประเมินความพึงพอใจการใช้ระบบจากการสัมภาษณ์และการใช้แบบสอบถาม ซึ่งประกอบด้วย Entry Test, Post-Learning Test และ Exit-Test

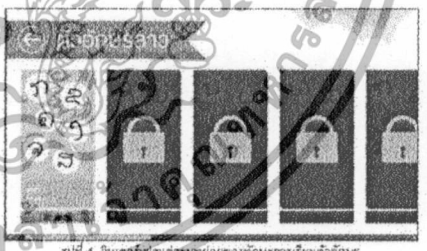
4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการพัฒนาระบบ
ในการพัฒนาระบบปฏิสัมพันธ์เพื่อช่วยการเรียนรู้ภาษาโดยคอมพิวเตอร์สำหรับสอนภาษาลาว (ภาษาอาเซียน) นั้นนำเสนออยู่ในรูปแบบของแอพพลิเคชั่นที่สามารถใช้งานได้ทั้งบนแท็บเล็ตและคอมพิวเตอร์ จากรูปที่ 3 จะเป็นหน้าหลักสำหรับผู้ใช้งานเลือกที่จะเข้าถึงทักษะที่ต้องการเรียน ประกอบด้วย 4 ทักษะ ดังต่อไปนี้

1. การเรียนตัวอักษร
2. การเรียนการผสมคำและคำศัพท์
3. การเรียนไวยากรณ์เบื้องต้น
4. การเรียนประโยคสนทนาพื้นฐานในชีวิตประจำวัน

เมื่อเลือกทักษะการเรียนตัวอักษร ระบบจะแสดงบทย่อยในทักษะนั้น ๆ ตามที่ปรากฏในรูปที่ 4

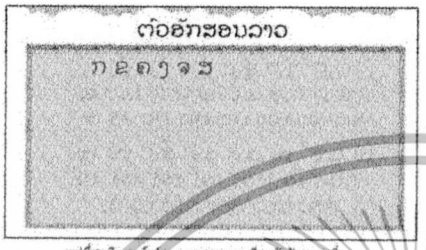
รูปที่ 3. อินเตอร์เฟซหลักของระบบ



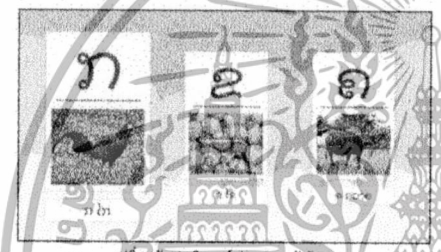
รูปที่ 4. อินเตอร์เฟสแต่ละบทย่อยของทักษะการเรียนตัวอักษร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

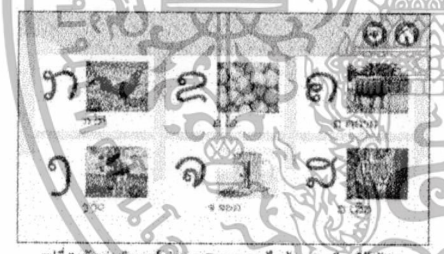
รูปที่ 5-7 แสดงตัวอย่างการสอนในทักษะการเรียนรู้ตัวอักษร โดยระบบจะใช้ภาพที่บอกถึงวัตถุประสงค์ในการเรียนบทนั้นๆ ให้ผู้เรียนเข้าใจว่าเมื่อจบบทนี้ ผู้เรียนจะได้เรียนรู้อะไรบ้าง ดังรูปที่ 5 จากนั้น ระบบจะใช้รูปแบบ Animatic โดยสอนพร้อมกับเสียงประกอบซึ่งถูกบันทึกโดยคนลาวสำเนียงเวียงจันทน์ ดังรูปที่ 6 จากนั้นจะเป็นการทดสอบให้ผู้เรียนทำการทบทวนอีกครั้งจากรูปที่ 7



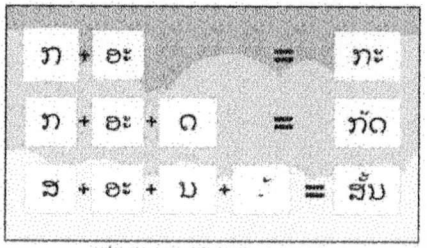
รูปที่ 5. อินเตอร์เฟสภาพรวมของการเรียนตัวอักษรบทที่ 1



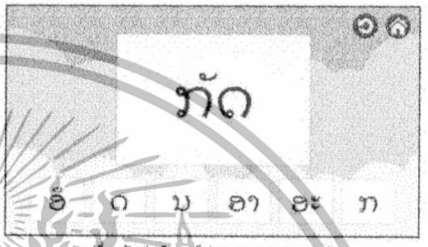
รูปที่ 6. ตัวอย่างอินเตอร์เฟสการสอนตัวอักษร



รูปที่ 7. ตัวอย่างอินเตอร์เฟสการทบทวนความรู้ในทักษะการเรียนรู้ตัวอักษร



รูปที่ 8. ตัวอย่างอินเตอร์เฟสการสอนการสะกดคำ



รูปที่ 9. ตัวอย่างอินเตอร์เฟสการทบทวนการสะกดคำ

ในรูปที่ 8 แสดงตัวอย่างอินเตอร์เฟสของการเรียนรู้การสะกดคำ โดยนำความรู้จากบทเรียนการสอนตัวอักษรมาใช้และระบบจะสอนการสะกดคำโดยการออกเสียงให้ฟัง รวมถึงใช้การแสดงภาพแบบ Animatic ให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจได้ง่าย ในรูปที่ 9 จะเป็นการทบทวน โดยการทดสอบให้ผู้เรียนสะกดคำศัพท์ตามคำที่กำหนดให้ และรูปที่ 10 แสดงตัวอย่างอินเตอร์เฟสการสอนคำศัพท์ รูปที่ 11 แสดงผลการทดสอบของแต่ละบทตามทฤษฎีการเรียนรู้ ซึ่งเป็นการให้ผลย้อนกลับทันที เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากที่จะเรียนรู้ต่อ

รูปที่ 10. ตัวอย่างอินเตอร์เฟสการสอนคำศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 11. หน้าจอแสดงผลการเรียน

โดยการสอนภาษาทั้ง 4 ด้านนั้น มีการใช้สื่อมัลติมีเดีย ในรูปแบบของภาพ เสียง และการใช้สื่อโต้ตอบในการเรียนและทดสอบกับผู้ใช้งานจริง ผู้เรียนสามารถได้รับข้อมูลย้อนกลับได้ทันทีและสามารถเรียนซ้ำได้ตามต้องการ

4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียน และผลการประเมินความพึงพอใจ

ผลการประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนจาก Pilot User Study กลุ่มที่ 1 คือ กลุ่มที่ไม่ได้ใช้งานระบบ มีค่าเฉลี่ยผลการเรียนเท่ากับ 67.3 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 7.2 และกลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มที่มีการเรียนรู้จากการใช้งานระบบด้วย มีค่าเฉลี่ยผลการเรียนเท่ากับ 77.4 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.21 โดยพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ค่า $p<0.05$ ส่วนผลการประเมินความพึงพอใจของระบบอยู่ในระดับดี มีเกณฑ์การให้คะแนนเต็มอยู่ที่ 5 คะแนน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.28 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.65 จึงสามารถสรุปผลได้ว่าระบบปฏิสัมพันธ์เพื่อช่วยการเรียนรู้ภาษาโดยคอมพิวเตอร์สำหรับสอนภาษาลาว ที่พัฒนาขึ้นนี้มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี

5. บทสรุป

การพัฒนาระบบปฏิสัมพันธ์เพื่อช่วยการเรียนรู้ภาษาโดยคอมพิวเตอร์สำหรับสอนภาษาลาว (ภาษาอาเซียน) ในรูปแบบของมัลติมีเดียที่สามารถใช้งานได้ทั้งบนพีซีและคอมพิวเตอร์ สามารถช่วยให้การเรียนการสอนลาวมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เนื่องจากเป็นไปตามความสามารถของผู้เรียนแต่ละบุคคล ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้เร็วขึ้น สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตัวเองได้ เป็นการลดข้อจำกัดทางการเรียนรู้ เนื่องมาจากบุคลากรไม่พอ สามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา และวิเคราะห์ผลการเรียนผู้เรียนรายบุคคลได้ง่าย งานวิจัยในอนาคตจะมีการทำการทดสอบกับผู้ใช้งานจริง (Field User Study) ซึ่งเป็นกลุ่มคนไทยทั่วไปที่ต้องการเรียนรู้ภาษาลาว

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาจารย์ วีระพงศ์ มีสถาน [12] ผู้เชี่ยวชาญและนักวิจัยภาษาลาว จากสถาบันวิจัยภาษาและวัฒนธรรมเอเชีย มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ให้ความอนุเคราะห์เป็นที่ปรึกษาในการออกแบบพัฒนา และร่วมทดสอบระบบ รวมทั้งให้ข้อมูลในส่วนของเนื้อหาที่ใช้ในสอนของระบบ ได้แก่ ตัวอักษร การผสมคำและคำศัพท์ ไวยากรณ์เบื้องต้น และประโยคสนทนาพื้นฐานในชีวิตประจำวัน

เอกสารอ้างอิง

[1] พรรณี ชูทัยเจนจิต, จิตวิทยาการเรียนการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 4, กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ คอมแพคท์พริ้นท์จำกัด, 2534.

[2] Burrhus Frederic Skinner, "Science and human behavior", SimonandSchuster.com, 1953.

[3] Richard A. Schmidt, "A schema theory of discrete motor skill learning", Psychological review, 82.4 (1975): 225.

[4] Edward L. Thorndike, "Animal intelligence", Journal of Nature, 58.1504 (1898): 390.

[5] Robert M. Gagne, "Learning outcomes and their effects: Useful categories of human performance.", American Psychologist, 39.4 (1984): 377.

[6] Patricia A. Chalmers, "User interface improvements in computer-assisted instruction, the challenge", Computers in Human Behavior, 16.5 (2000): 507-517.

[7] Robert M. Gagne, "Planning and authoring computer-assisted instruction lessons", Educational Technology, 21.9 (1981): 17-21.

[8] สีเรืองแขก ทอนนิวง, หนังสือคู่มือเรียนภาษาลาว ราย คู เวียงจันทน์, พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์และจำหน่ายหนังสือแห่งรัฐ, 2542

[9] H. Anderson and N. Rhodes, "Immersion and other innovations in U.S. elementary schools", Studies in Language Learning, 4, (1983).

[10] จิราพรณ์ ตั้งกิตติวานิชกร์, จิตวิทยาทั่วไป, พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553

[11] http://www.ic.mahidol.ac.th/th/about-people-detail.php?id=2538001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

เอกสารประกอบการทดลองกับผู้ใช้ในห้องปฏิบัติการ

ภายในเอกสารประกอบการทดลองนั้นประกอบด้วย 4 ส่วนดังต่อไปนี้

1. แบบฟอร์มแสดงความยินยอมในการทดลอง
2. แบบสอบถามข้อมูลพื้นฐานก่อนเข้าการทดลอง (entry questionnaire)
3. แบบสอบถามหลังการเรียนคำศัพท์ (post-task questionnaire)
4. แบบสอบถามก่อนออกจากการทดลอง (exit questionnaire)

CONSENT FORM

Project: A Study of Mnemonic-Base Interactive Interface for Second-Language Vocabulary Learning

Researcher: Orapin Anonthanasap

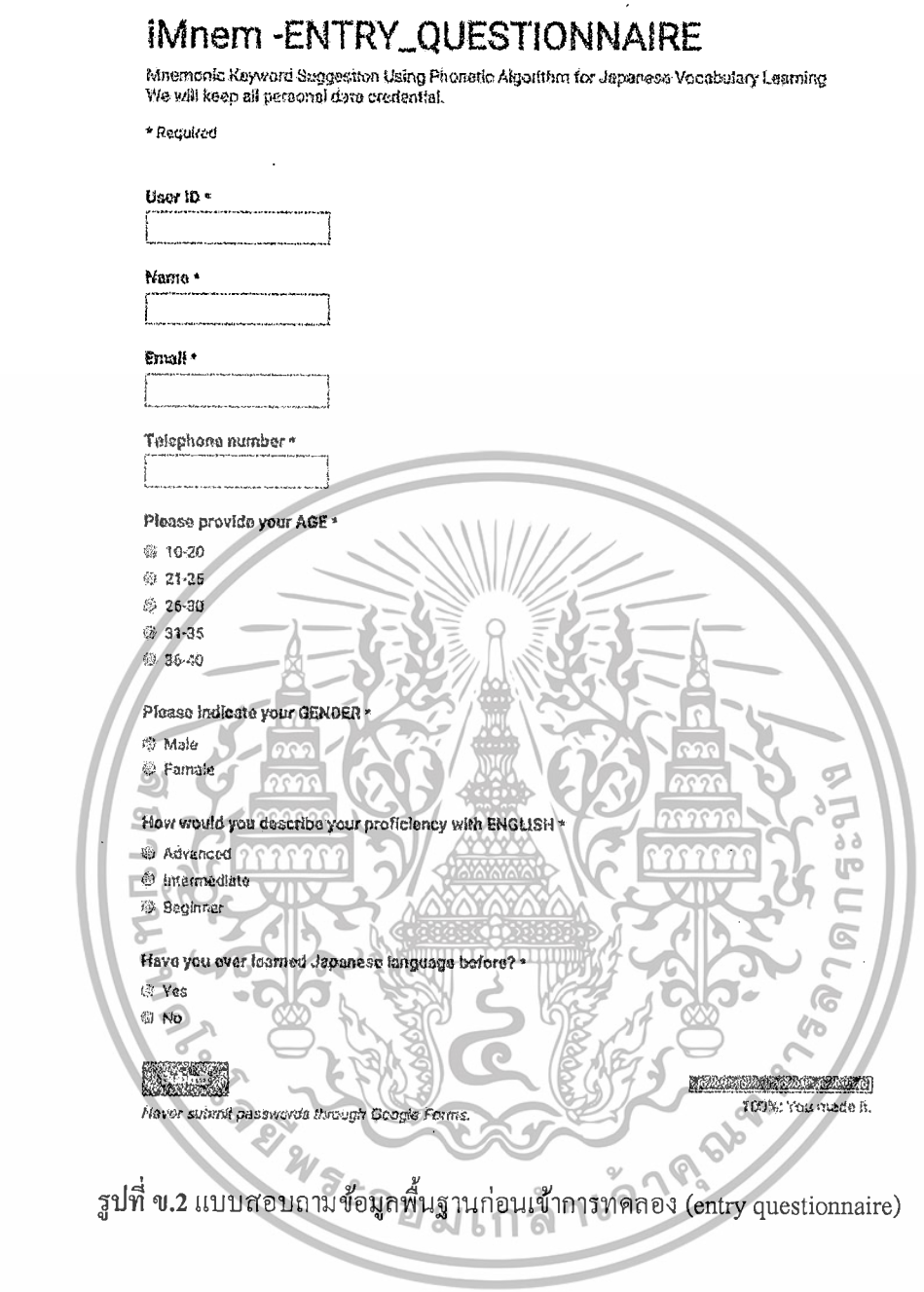
Please tick box

1. I confirm I have read and understand the information sheet for the above study and have had the opportunity to ask questions. ☐
2. I understand that my permission is voluntary and that I am free to withdraw at any time, without giving any reason, without my legal rights being affected. ☐
3. I agree to take part in the above study. ☐

Name of Participant	Date	Signature
Researcher	Date	Signature

รูปที่ ข.1 แบบฟอร์มแสดงความยินยอมในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



iMnem -ENTRY_QUESTIONNAIRE

Mnemonic Keyword Suggestion Using Phonetic Algorithm for Japanese Vocabulary Learning
We will keep all personal data credential.

* Required

User ID *

Name *

Email *

Telephone number *

Please provide your AGE *

- 10-20
- 21-25
- 26-30
- 31-35
- 36-40

Please indicate your GENDER *

- Male
- Female

How would you describe your proficiency with ENGLISH *

- Advanced
- Intermediate
- Beginner

Have you ever learned Japanese language before? *

- Yes
- No

Never submit passwords through Google Forms.

100%: You made it.

รูปที่ ข.2 แบบสอบถามข้อมูลพื้นฐานก่อนเข้าการทดลอง (entry questionnaire)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

iMnem Post-Task Questionnaire

* Required

System Name *

User ID *

Name *

System Support

This section will ask you questions regarding the supportive aspect of the system you have just used for learning Japanese words.

The system was effective for learning Japanese vocabularies. *

1 2 3 4 5

Disagree ○ ○ ○ ○ ○ Agree

Quality of Mnemonic Keywords (Answer these only when the system provides mnemonic keywords)

This section will ask you questions regarding the qualitative aspect of Mnemonic keywords.

Mnemonic keywords suggested by the system help me to remember Japanese words.

1 2 3 4 5

Disagree ○ ○ ○ ○ ○ Agree

รูปที่ ข.3 แบบสอบถามหลังการเรียนคำศัพท์ (post-task questionnaire)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Suggested Mnemonic Keywords have similar sound with learning Japanese words.
Phonetic similarity

1 2 3 4 5

Disagree ○ ○ ○ ○ ○ Agree

Suggested Mnemonic Keywords are easy to be imagined.
Imagineability of keywords

1 2 3 4 5

Disagree ○ ○ ○ ○ ○ Agree

Suggested Mnemonic Keywords have related meanings with learning Japanese words
Semantic relationship

1 2 3 4 5

Disagree ○ ○ ○ ○ ○ Agree

Submit

Never submit passwords through Google Forms.

รูปที่ ข.4 แบบสอบถามหลังการเรียนคำศัพท์ (post-task questionnaire) (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

iMnem Exit-Task Questionnaire

* Required

User ID *

Name *

Please rank the systems according to their supportiveness for learning Japanese words. *

Don't equally rank the systems

	None	IPA	Soundex	JamSoundex
BEST (1st)				
2nd				
3rd				
4th				

Comment

Submit

Never submit passwords through Google Forms.

รูปที่ ข.5 แบบสอบถามก่อนออกจากการทดลอง (exit questionnaire)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้