

ระบบล่ามภาษามืออิเล็กทรอนิกส์

นายวีรยุทธ์ คุ่มโกคา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาการพัฒนาซอฟต์แวร์ด้านธุรกิจ ภาควิชาสถิติ  
คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ปีการศึกษา 2550  
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**E-SIGN LANGUAGE INTERPRETER SYSTEM**

**Mr.Veerayut Kumpoka**

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science Program in Business Software Development**

**Department of Statistics**

**Faculty of Commerce and Accountancy**

**Chulalongkorn University**

**Academic Year 2007**

**Copyright of Chulalongkorn University**

**500601**

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ระบบล่ามภาษามืออิเล็กทรอนิกส์

โดย

นายวีรยุทธ์ คุ่มโกคา

สาขาวิชา

การพัฒนาซอฟต์แวร์ด้านธุรกิจ

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมจारी ปรียานนท์

คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้  
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบริหารธุรกิจ

..... คณบดีคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี  
(รองศาสตราจารย์ ดร. อรรถนพ ตันละม้าย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชัชพงศ์ ตั้งมณี)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมจारी ปรียานนท์)

..... กรรมการ  
(อาจารย์ ดร. พิมพ์มณี รัตนวิษา)

วีรยุทธ์ คุ่มโกคา : ระบบล่ามภาษามืออิเล็กทรอนิกส์. (E-SIGN LANGUAGE INTERPRETER SYSTEM) อ. ที่ปรึกษา : ผศ. ดร. สมจारी ปรียานนท์, 183 หน้า.

คนหูหนวกเป็นชนกลุ่มน้อยทางภาษา ที่มีความต้องการใช้ภาษามือ (Sign Language) โดยมีล่ามภาษามือ และสิ่งอำนวยความสะดวกอื่นๆ เพื่อให้คนหูหนวกสามารถรับรู้ข่าวสารต่างๆ ได้จากสื่อทั่วไป ในปัจจุบันภาษาอังกฤษมีความสำคัญต่อชีวิตประจำวัน การได้รับการเรียนการสอนภาษาอังกฤษเพิ่มเติมจึงมีส่วนสำคัญในการเพิ่มพูนทักษะทางด้านภาษาอังกฤษแก่คนหูหนวก

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิด การสร้างระบบล่ามภาษามืออิเล็กทรอนิกส์ เพื่อใช้สำหรับแปลประโยคภาษาอังกฤษเป็นท่าภาษามือไทย และแสดงผลเป็นภาพเคลื่อนไหวด้วยคอมพิวเตอร์กราฟิก 3 มิติเสมือนจริง ขั้นตอนการวิจัยและพัฒนาการสร้างระบบล่ามภาษามืออิเล็กทรอนิกส์ ดังนี้ (1) สร้างฐานข้อมูลพจนานุกรมสำหรับท่าภาษามือไทยในรูปแบบใหม่ โดยพัฒนาซอฟต์แวร์ที่ช่วยในการบันทึกรหัสที่ใช้แทนองค์ประกอบต่างๆ ของภาษามือ โดยใช้รหัสภาษามือของ Hamburg Notation System โดยใช้ข้อมูลท่าภาษามือมาจากพจนานุกรมภาษามือของสมาคมหูหนวกแห่งประเทศไทยและพจนานุกรมภาษาไทยของโรงเรียนเศรษฐเสถียร (2) สร้างฐานข้อมูลสำหรับใช้ค้นคำศัพท์(คำนาม คำกริยา) ซึ่งได้นำข้อมูลมาจากฐานข้อมูลพจนานุกรม Lexitron ของศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติมาปรับปรุงแก้ไขโครงสร้างและสร้างวิธีการทางคอมพิวเตอร์เพื่อเพิ่มเติมคำศัพท์ภาษาอังกฤษที่เปลี่ยนรูปแบบเช่น คำศัพท์ภาษาอังกฤษที่เปลี่ยนรูปเป็นพหูพจน์ คำศัพท์ที่เปลี่ยนรูปเป็นอดีตกาล เป็นต้น (3) สร้างวิธีการทางคอมพิวเตอร์สำหรับแปลภาษาอังกฤษเป็นท่าภาษามือไทย โดยใช้เทคนิคการแปลภาษาด้วยคอมพิวเตอร์แบบถ่ายทอด (Transfer Machine Technique) และ (4) นำเอาเครื่องมือแสดงภาพเคลื่อนไหวของหุ่นจำลองมนุษย์ด้วยคอมพิวเตอร์กราฟิก 3 มิติของ eSign SiGML Animation มาประกอบเป็นส่วนแสดงผล เพื่อใช้แสดงท่าภาษามือตามความหมายของประโยคภาษาอังกฤษที่รับเข้ามา

ระบบล่ามภาษามืออิเล็กทรอนิกส์ที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้นนี้ ใช้โปรแกรม Microsoft Visual Basic เป็นหลักในการสร้าง และใช้ระบบจัดการฐานข้อมูลของ Microsoft Access ในการเก็บข้อมูลพจนานุกรมท่าภาษามือไทย

ภาควิชา.....สถิติ.....  
สาขาวิชา.....การพัฒนาซอฟต์แวร์ด้านธุรกิจ.....  
ปีการศึกษา.....2550.....

ลายมือชื่อนิติกร วีรยุทธ์ คุ่มโกคา  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา สมจारी ปรียานนท์

# # 4782382026 : MAJOR BUSINESS SOFTWARE DEVELOPMENT

KEY WORD: THAI SIGN LANGUAGE / TRANSLATE / DEAF / HAMNOSYS

KUMPOKA VEERAYUT: E-SIGN LANGUAGE INTERPRETER SYSTEM.

THESIS ADVISOR : ASST. PROF. SOMJAREE PREEYANONT DOC. ENG, 183 pp

Deaf-mute people are language minority that has the requirement of the sign language by having the sign language translators and others facilities for the Deaf-mute will be capable to percept the information from the Media. At present, English language has become part of our daily life. Therefore studying more English language, has participate in increasing the basic of English language to the deaf-mute.

Therefore, the researcher has an idea to develop the "Electronic Sign Language Interpreter System" for translating the English sentence into the sign language and result in the computer graphic 3D animations. The procedures of R&D in establish the system are First, create the Thai Sign Language dictionary database in the new modern type by developing the software that use for code recording that replace in the elements of the hand sign by using the hand sign code of Hamburg Notation System that use the information of hand sign from the Thai Sign Language dictionary of National Association of the Deaf in Thailand and Thai Sign Language dictionary of The Setsatian School. Second, Create the database for the vocabulary searching (Noun, Verb) which brought the information from the Lexitron dictionary database of NECTEC in re-organizing the structure and create the algorithm for the computer to add more similar words that change form such as the word that in singular change into plural or present into past. Third, Create the algorithm for translate English language into Thai Sign language by using the Transfer Machine-Translation Technique. Fourth, Use the virtual human signing tools of eSign SiGML Animation for display result of input statement as 3d animation.

This developed program "Electronic Sign Language Interpreter System" that the researcher has made uses the Microsoft Visual Basic in the main system structure. And use the Microsoft Access to keep the information of Thai Sign Language dictionary.

Department : ..... Statistics .....

Student's Signature : *Veerayut Kumpoka*

Field of Study : Business Software Development .....

Advisor's Signature : *Somjai Preeyanont*

Academic Year : ..... 2007 .....

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมจรี ปรียานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาแนะนำให้ความรู้ ให้คำปรึกษา และความช่วยเหลือต่าง ๆ ตลอดจนคอยดูแลการทำวิทยานิพนธ์ของผู้วิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชัชพงศ์ คั้งมณี ซึ่งเป็นประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ ดร. พิมพ์มณี รัตนวิชา กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้สละเวลาและช่วยชี้แนะสิ่งต่างๆ ที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้และอบรมสิ่งต่างๆ ให้กับผู้วิจัย รวมถึงข้อชี้แนะต่าง ๆ ตลอดเวลาที่ผู้วิจัยได้ศึกษาเล่าเรียนในระดับมหาบัณฑิต ณ สถาบันแห่งนี้

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์วิทวัส สระทองคำ รองผู้อำนวยการ โรงเรียนศึกษานารี และนางสาวอัจฉรา เนตรล้อมวงศ์อาจารย์แนะแนว โรงเรียนบางปะกอกวิทยาคม ที่ช่วยผลักดันให้ผู้วิจัยได้เข้ามาศึกษาเล่าเรียนจนประสบความสำเร็จ ณ สถาบันแห่งนี้

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ญาดา ชินะโชติ อาจารย์ผู้ฝึกการทูลนวก ณ โรงเรียนเศรษฐเสถียร ซึ่งมีส่วนช่วยให้ผู้วิจัยเข้าใจถึงชีวิตและความลำบากของคนทูลนวก จนเกิดแรงบันดาลใจในการสร้างสรรค์งานวิจัยชิ้นนี้ขึ้น

ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆ ทุกคนในสาขาวิชาการพัฒนาซอฟต์แวร์ด้านธุรกิจ รวมทั้งรุ่นน้อง โรงเรียนบางปะกอกวิทยาคมทั้งที่คณะบัญชีจุฬาฯ และที่โรงเรียนทุกคน ที่มีส่วนช่วยเหลือให้วิทยานิพนธ์ชิ้นนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณชมรมภาษามือ คณะเกสซศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ที่คอยให้คำปรึกษาเรื่องภาษามือมาโดยตลอด และไม่มุ่งหวังสิ่งตอบแทนใดๆ นอกจากความปรารถนาที่ให้ผู้วิจัยสร้างสรรค์ผลงานเพื่อช่วยเหลือคนพิการทูลนวกต่อไป

เหนือสิ่งอื่นใดผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ที่ให้การสนับสนุนในด้านการศึกษาดลอดมา คอยเป็นกำลังใจ ห่วงใยและสนับสนุนด้านอุปกรณ์ และทุนการศึกษาแก่ผู้วิจัยตลอดมา

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่ 1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบเขตการวิจัยและพัฒนา.....	2
1.4 ขั้นตอนโดยสรุปของการวิจัยและพัฒนา.....	3
1.5 นิยามคำศัพท์.....	4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 คนหูหนวก.....	5
2.2 ภาษามือ.....	6
2.3 การกำหนดรหัสสัทให้กับท่าภาษามือด้วยรหัสภาษามือ C.Stroke.....	10
2.4 การกำหนดรหัสสัทให้กับท่าภาษามือด้วยรหัสภาษามือ Hamnosys.....	14
2.5 ประโยคภาษาอังกฤษประเภทประโยคความเดียว (Simple Sentence).....	26
2.6 กระบวนการแปลด้วยคอมพิวเตอร์ (Machine Translation).....	27
2.7 การศึกษาเครื่องมือแสดงผลท่าภาษามือ eSign SiGML Animation.....	31
2.8 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาสื่อเพื่อคนหูหนวก.....	34
บทที่ 3 แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	37
3.1 ภาพรวมขั้นตอนการทำงานและวิธีการทางคอมพิวเตอร์ที่ใช้.....	38
3.2 วิธีการทางคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างฐานข้อมูล ThaiSign.....	42
3.3 วิธีการทางคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างฐานข้อมูล EnglishWordType.....	55
3.4 วิธีการทางคอมพิวเตอร์สำหรับค้นหาชนิดของคำและตัดคำที่ไม่ต้องแปล.....	74

	หน้า
3.5 วิธีการทางคอมพิวเตอร์สำหรับ Mapping รูปประโยค.....	76
3.6 วิธีการทางคอมพิวเตอร์สำหรับจัดเรียงคำและแปลเป็นรหัสภาษามือ Hamnosys.....	85
3.7 หลักการแปลรหัสภาษามือ William Stokoe เป็นรหัสภาษามือ Hamnosys.....	89
<b>บทที่ 4</b> การพัฒนาเครื่องมือในการแปลภาษา.....	<b>102</b>
4.1 ขั้นตอนการสร้างโปรแกรมสำหรับบันทึกข้อมูลทำภาษามือลงฐานข้อมูล ThaiSign.....	103
4.2 ขั้นตอนการสร้างโปรแกรมสำหรับบันทึกข้อมูลทำภาษามือลงฐานข้อมูล EnglishWordType.....	112
4.3 ขั้นตอนการสร้างโปรแกรมแปลประโยคภาษาอังกฤษเป็นภาษามือไทย.....	113
4.4 ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบ.....	120
4.5 Data Flow Diagram ของระบบ.....	120
4.6 การออกแบบภาพรวมของหน้าจอสำหรับติดต่อกับผู้ใช้งาน.....	124
4.7 การออกแบบวิธีการนำข้อมูลเข้า (Input Design).....	127
4.8 การออกแบบส่วนแสดงผล (Output Design).....	128
4.9 การออกแบบ ER-Diagram ของระบบ.....	130
4.10 ข้อจำกัดของระบบ.....	130
<b>บทที่ 5</b> การทดสอบระบบและข้อเสนอแนะ.....	<b>133</b>
5.1 ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลสำหรับทดสอบ.....	133
5.2 ขั้นตอนการทดสอบ.....	134
5.3 ผลการทดสอบ.....	134
5.4 ข้อเสนอแนะ.....	136
<b>รายการอ้างอิง</b> .....	<b>137</b>



	หน้า
ภาคผนวก .....	142
ภาคผนวก ก. พจนานุกรมฐานข้อมูล .....	143
ภาคผนวก ข. คำศัพท์ทั้งหมดในฐานข้อมูล และคำศัพท์ที่สุ่มเพื่อใช้แต่งประโยค ทดสอบ .....	144
ภาคผนวก ค. คำนามยกเว้น ไม่เปลี่ยนรูปเป็นพหูพจน์ตามกฎ .....	157
ภาคผนวก ง. คำกริยาที่เปลี่ยนรูปไม่ปกติ (Irregular Verb) .....	161
ภาคผนวก จ. ตัวอย่างทำภาษามือ .....	164
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ .....	183

สารบัญตาราง


	หน้า
ตารางที่ 2-1 สัญลักษณ์กำหนดการเคลื่อนไหวที่ข้อมือของ Hamnosys.....	24
ตารางที่ 2-2 สัญลักษณ์สำหรับการเคลื่อนไหวซ้ำ.....	24
ตารางที่ 2-3 ตัวอย่างการบันทึกรหัสภาษามือตามแบบของ Hamnosys.....	25
ตารางที่ 2-4 แสดงการจับคู่รูปแบบประโยคบอกเล่าพื้นฐานของภาษาอังกฤษและ ภาษาไทย.....	29
ตารางที่ 2-5 แสดงการจับคู่รูปแบบประโยคคำถามพื้นฐานของภาษาอังกฤษและภาษาไทย.....	30
ตารางที่ 3-1 โครงสร้างของฐานข้อมูล ThaiSign.....	43
ตารางที่ 3-2 ตัวอย่างข้อมูลในฐานข้อมูล Thai Sign.....	44
ตารางที่ 3-3 รหัสแทนรูปภาพรหัสภาษามือ William Stokoe ที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้น.....	53
ตารางที่ 3-4 โครงสร้างของฐานข้อมูล EnglishWordType.....	55
ตารางที่ 3-5 ตัวอย่างข้อมูลในฐานข้อมูล English Word Type.....	56
ตารางที่ 3-6 โครงสร้างของฐานข้อมูล Lexitron.....	60
ตารางที่ 3-7 รายการ Mapping Attribute ในฐานข้อมูล EnglishWordType และฐานข้อมูล Lexitron.....	60
ตารางที่ 3-8 โครงสร้างของฐานข้อมูล SentencePattern.....	76
ตารางที่ 3-9 ตัวอย่างของข้อมูลที่บันทึกในฐานข้อมูล SentencePattern.....	76
ตารางที่ 3-10 รูปแบบประโยคบอกเล่าที่สอดคล้องกันของภาษาอังกฤษและภาษามือไทย.....	78
ตารางที่ 3-11 รูปแบบประโยคคำถามที่สอดคล้องกันของภาษาอังกฤษและภาษามือไทย.....	81
ตารางที่ 3-12 รูปแบบประโยคขอร้องที่สอดคล้องกันของภาษาอังกฤษและภาษามือไทย.....	82
ตารางที่ 3-13 เปรียบเทียบรหัสภาษามือของ William Stokoe และ Hamnosys.....	89
ตารางที่ 3-14 สัญลักษณ์ท่ามือที่มีความหมายตรงกันทั้ง William Stokoe และ Hamnosys.....	91
ตารางที่ 3-15 สัญลักษณ์ตำแหน่งมือที่มีความหมายตรงกันทั้ง William Stokoe และ Hamnosys.....	92
ตารางที่ 3-16 ลักษณะการเคลื่อนไหวที่มีความหมายตรงกันทั้ง William Stokoe และ Hamnosys.....	92

ตารางที่ 3-17 แสดงสัญลักษณ์ William Stokoe ที่ต้องแก้ไข โดยการเพิ่มหรือแก้ไข สัญลักษณ์ Hamnosys ในหลายตำแหน่ง.....	96
ตารางที่ 3-18 แสดงการแก้ไขด้วยวิธีการเพิ่มสัญลักษณ์เข้าไปในบางตำแหน่ง.....	99
ตารางที่ 6-1 ผลการทดสอบ.....	135

## สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 2-1 ทำภาษามือธรรมชาติ แทนความหมายคำว่า น่ารัก.....	8
รูปที่ 2-2 ทำภาษามือสำหรับสะกดอักษร หรือภาษามือประดิษฐ์ ของตัวอักษรไทย.....	9
รูปที่ 2-3 รหัสภาษามือของคำว่า กีฬา.....	14
รูปที่ 2-4 แสดงโครงสร้างของ Hamnosys.....	15
รูปที่ 2-5 ตัวอย่าง ไวยากรณ์การบันทึกแบบรหัสของ Hamnosys.....	15
รูปที่ 2-6 แสดงสัญลักษณ์ที่ใช้กำหนดลักษณะมือ.....	16
รูปที่ 2-7 แสดงสัญลักษณ์ที่ใช้กำหนดลักษณะนิ้ว.....	16
รูปที่ 2-8 แสดงความหมายของสัญลักษณ์ของท่ามือแบบต่างๆ.....	16
รูปที่ 2-9 แสดงการนำสัญลักษณ์ของลักษณะมือมาผสมกับสัญลักษณ์ของลักษณะ นิ้วหัวแม่มือ.....	17
รูปที่ 2-10 แสดงการนำสัญลักษณ์ของลักษณะมือมาผสมกับสัญลักษณ์ของลักษณะนิ้วอื่น.....	18
รูปที่ 2-11 แสดงสัญลักษณ์กำหนดทิศทางของมือ.....	19
รูปที่ 2-12 แสดงสัญลักษณ์กำหนดทิศทางของฝ่ามือ.....	20
รูปที่ 2-13 แสดงสัญลักษณ์กำหนดตำแหน่งมือของ Hamnosys บริเวณศีรษะและลำตัว.....	21
รูปที่ 2-14 แสดงสัญลักษณ์กำหนดตำแหน่งมือของ Hamnosys บริเวณศีรษะและลำตัว.....	22
รูปที่ 2-15 แสดงสัญลักษณ์กำหนดตำแหน่งมือของ Hamnosys บริเวณมือและแขน.....	22
รูปที่ 2-16 แสดงสัญลักษณ์กำหนดการเคลื่อนไหวในแนวตรง.....	23
รูปที่ 2-17 แสดงสัญลักษณ์กำหนดการเคลื่อนไหวในแนวโค้ง.....	23
รูปที่ 2-18 แสดงสัญลักษณ์การเคลื่อนไหวในแนวโค้ง.....	23
รูปที่ 2-19 แสดงสัญลักษณ์การเคลื่อนไหวแบบ Zig-Zag.....	23
รูปที่ 2-20 แสดงสัญลักษณ์กำหนดการเคลื่อนไหวให้เสมือนจริง.....	27
รูปที่ 2-21 แสดงสัญลักษณ์กำหนดทิศทางสำหรับการเคลื่อนไหวสองมือ.....	25
รูปที่ 2-22 โครงสร้างประโยชน์ความเดียว.....	26
รูปที่ 2-23 ภาพผลลัพธ์จากการแสดงผลของ eSign SiGML Animation.....	31
รูปที่ 2-24 การทำงานของ eSign SiGML Animation.....	32
รูปที่ 2-25 ผลลัพธ์จากการประมวลผลโครงร่างการเคลื่อนไหว.....	32
รูปที่ 2-26 การนำ eSign SiGML Animation ไปใช้ในการบรรยายเป็นภาษามือคอมพิวเตอร์ ในรายการข่าว.....	33

	หน้า
รูปที่ 2-25 โปรแกรมระบบการเรียนการสอนภาษาไทยออนไลน์.....	34
รูปที่ 2-26 โปรแกรมมัลติมีเดียภาษาไทยเกี่ยวกับคำศัพท์คอมพิวเตอร์.....	35
รูปที่ 3-1 ภาพรวมของขั้นตอนการแปลประโยคภาษาอังกฤษเป็นประโยคภาษาไทย.....	40
รูปที่ 3-2 ทำภาษามือคำว่า “จิม” จากหนังสือภาษามือไทยของโรงเรียนเศรษฐเสถียร.....	45
รูปที่ 3-3 ภาพรวมวิธีการบันทึกทำภาษามือเข้าสู่ฐานข้อมูลจากพจนานุกรมภาษามือไทย ของสมาคมคนหูหนวก.....	47
รูปที่ 3-4 โครงร่างของ Hamnosys Virtual Keyboard โดยแบ่งตามกลุ่มรหัส.....	49
รูปที่ 3-5 ภาพรวมวิธีการบันทึกทำภาษามือเข้าสู่ฐานข้อมูลจากพจนานุกรมภาษามือไทย ของโรงเรียนเศรษฐเสถียร.....	50
รูปที่ 3-6 โครงร่างของ William Stokoe Virtual Keyboard โดยแบ่งตามกลุ่มรหัส.....	52
รูปที่ 3-7 อธิบายความหมายของตัวอย่างรหัสที่ผู้วิจัยกำหนดสำหรับแทนรูปภาพรหัส ภาษามือ William Stokoe.....	53
รูปที่ 3-8 ภาพรวมขั้นตอนการบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูล.....	57
รูปที่ 3-9 หน้า Website สำหรับ Download ฐานข้อมูล Lexitron.....	58
รูปที่ 3-10 ตัวอย่างข้อมูลฐานข้อมูล Lexitron.....	59
รูปที่ 3-11 รายการ Mapping Attribute ในฐานข้อมูล EnglishWordType และฐานข้อมูล Lexitron.....	60
รูปที่ 3-12 วิธีการทางคอมพิวเตอร์สำหรับอ่านข้อมูลจากฐานข้อมูล Lexitron และบันทึกลง ฐานข้อมูล EnglishWordType.....	62
รูปที่ 3-13 วิธีการทางคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างคำนามที่เปลี่ยนเป็นรูปเป็นพหูพจน์.....	66
รูปที่ 3-14 วิธีการทางคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างคำกริยาที่เปลี่ยนรูปตามกาล (Tense).....	69
รูปที่ 3-15 วิธีการทางคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างคำกริยาที่เปลี่ยนรูปโดยการเติม ing.....	71
รูปที่ 3-16 วิธีการทางคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างคำกริยาที่เติม s.....	73
รูปที่ 3-17 แผนภาพวิธีการทางคอมพิวเตอร์สำหรับหาชนิดของคำและตัดคำที่ไม่ต้องแปล.....	75
รูปที่ 3-18 แผนภาพวิธีการทางคอมพิวเตอร์สำหรับ Mapping.....	84
รูปที่ 3-19 แสดงการเรียงคำให้ตรงตาม Pattern ภาษามือไทย.....	85
รูปที่ 3-20 การค้นหารหัสภาษามือในฐานข้อมูล Thai Sign.....	86
รูปที่ 3-21 วิธีการทางคอมพิวเตอร์สำหรับจัดเรียงคำให้ตรงตามรูปประโยคภาษาไทย.....	88
รูปที่ 3-22 แสดงขั้นตอนการแก้ไขหรือเพิ่มเติมสัญลักษณ์ในการแปลงรหัสภาษามือแบบ William Stokoe เป็น Hamnosys.....	95

รูปที่ 3-23	แสดงขั้นตอนการเพิ่มสัญลักษณ์พิเศษในการแปลงรหัสภาษามือแบบ William Stokoe เป็น Hamnosys.....	98
รูปที่ 3-24	การแปลงรหัสพิเศษรูป – ด้านล่างของ William Stokoe เป็นแบบ Hamnosys.....	100
รูปที่ 3-25	แสดงการแปลงรหัสพิเศษรูป - ด้านบนของ William Stokoe เป็น Hamnosys.....	100
รูปที่ 3-26	การแปลงรหัสพิเศษรูป  ของ William Stokoe เป็นแบบ Hamnosys.....	101
รูปที่ 4-1	ภาพรวมของขั้นตอนการดำเนินงานและพัฒนาระบบ.....	102
รูปที่ 4-2	หน้าจอโปรแกรมและเป็นพิมพ์จำลองสำหรับป้อนรหัสแบบ Hamnosys.....	107
รูปที่ 4-3	ส่วนรับข้อมูลรหัสภาษามือ Hamnosys.....	104
รูปที่ 4-4	แสดงเป็นพิมพ์จำลองรหัสภาษามือ Hamnosys กลุ่มลักษณะมือ.....	105
รูปที่ 4-5	แสดงเป็นพิมพ์จำลองรหัสภาษามือ Hamnosys กลุ่มทิศทางมือ.....	105
รูปที่ 4-6	แสดงเป็นพิมพ์จำลองรหัสภาษามือ Hamnosys กลุ่มตำแหน่งมือ.....	106
รูปที่ 4-7	แสดงเป็นพิมพ์จำลองรหัสภาษามือ Hamnosys กลุ่มการเคลื่อนไหวแนวตรง.....	106
รูปที่ 4-8	แสดงเป็นพิมพ์จำลองรหัสภาษามือ Hamnosys กลุ่มการเคลื่อนไหวแนวโค้ง.....	107
รูปที่ 4-9	แสดงเป็นพิมพ์จำลองรหัสภาษามือ Hamnosys กลุ่มการเคลื่อนไหว 2 มือ.....	107
รูปที่ 4-10	ส่วนแสดงผลทำภาษามือเป็นภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ.....	108
รูปที่ 4-11	ภาพหน้าจอของโปรแกรม William Stokoe Sign Code Input and Convert to Hamnosys.....	109
รูปที่ 4-12	ส่วนรับข้อมูลรหัสภาษามือ Hamnosys.....	110
รูปที่ 4-13	ส่วนแสดงผลทำภาษามือเป็นภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ.....	110
รูปที่ 4-14	แสดงผลทำภาษามือเป็นภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ.....	111
รูปที่ 4-15	ภาพหน้าจอของโปรแกรม Lexitron Database Import.....	112
รูปที่ 4-16	ภาพหน้าจอโปรแกรม การสร้าง Module สำหรับสร้างคำศัพท์ที่เปลี่ยนรูป.....	113
รูปที่ 4-17	ภาพรวมการนำวิธีการทางคอมพิวเตอร์แต่ละส่วนจากบทที่ 3 มาประกอบเป็นระบบล่ามภาษามืออิเล็กทรอนิกส์.....	114
รูปที่ 4-18	การสร้างหน้าจอและกล่องข้อความเพื่อรับประโยคภาษาอังกฤษ.....	115
รูปที่ 4-19	การสร้างโปรแกรมย่อยหรือ Module สำหรับส่วนประกอบต่างๆ.....	117
รูปที่ 4-20	ปุ่มสำหรับใช้สั่งให้ประมวลผลการแปลประโยค.....	117
รูปที่ 4-21	การสร้างหน้าจอสำหรับแสดงผล.....	118
รูปที่ 4-22	แสดงผลลัพท์ภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ ของทำภาษามือที่มีความหมายตามประโยคภาษาอังกฤษที่รับเข้า.....	119

	หน้า
รูปที่ 4-23 แสดง Context Diagram ของระบบ.....	121
รูปที่ 4-24 แสดง Data Flow Diagram Level 1 ของระบบ.....	122
รูปที่ 4-25 แสดง Data Flow Diagram Level 2 ของระบบย่อย แยกคำและหาชนิดของคำ.....	123
รูปที่ 4-26 แสดง Data Flow Diagram Level 2 ของระบบย่อย จัดเรียงคำและแปลงเป็น Hamnosys.....	124
รูปที่ 4-27 แสดงส่วนรับข้อมูลและส่วนแสดงผลต่างๆ.....	124
รูปที่ 4-28 แสดงการย้ายส่วนต่างได้ตามใจผู้ใช้งาน.....	125
รูปที่ 4-29 แสดงการย้ายส่วนต่างๆ แยกออกมาต่างหาก (Floating Windows).....	126
รูปที่ 4-30 แสดงการแยกส่วนแสดงผลไปยังจอภาพที่ 2 สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เปิดใช้งานระบบหลายจอภาพ.....	126
รูปที่ 4-31 แสดงส่วนสำหรับรับประโยชน์เข้าสู่ระบบ.....	127
รูปที่ 4-32 ส่วนแสดงผลลัพธ์การวิเคราะห์ประโยค.....	128
รูปที่ 4-33 ส่วนแสดงผลรหัสภาษามือ Hamnosys.....	128
รูปที่ 4-34 แสดงผลด้วย eSign SiGML Animation.....	129
รูปที่ 4-35 แสดง ER diagram ของระบบ.....	130