

บทที่ 3

แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบ Algorithm สำหรับแปลประโยคภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทย เพื่อช่วยให้คนพิการเข้าใจ แต่ประโยคภาษาอังกฤษมีหลากหลายรูปแบบเช่น ประโยคบอกเล่า ประโยคคำถาม ประโยคอุทาน และยังมีทั้งที่เป็น Simple Sentence ประโยคความเดียว หรือประโยค Compound Sentence การที่จะสร้าง Algorithm ที่รองรับได้ทุกประเภทค่อนข้างซับซ้อนและใช้เวลานาน งานวิจัยนี้จึงมุ่งพิจารณาเฉพาะรูปประโยคที่เป็น Simple Sentence ของ (1) ประโยคบอกเล่า (2) ประโยคปฏิเสธ (3) ประโยคคำถาม (4) และประโยคขอร้อง ซึ่งจะเป็นแนวทางให้ผู้ที่จะทำวิจัยต่อไป ได้นำไปประยุกต์ใช้ในการแปลประโยคภาษาอังกฤษที่ซับซ้อนมากขึ้นในอนาคต

ผู้วิจัยได้กำหนดให้การแปลประโยคภาษาอังกฤษซึ่งเป็นประโยคความเดียว (Simple Sentence) ให้เป็นท่าทางในภาษาไทย ในลักษณะของภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ ดังนั้นผู้วิจัยจึงจำเป็นต้องศึกษาค้นคว้าหาเครื่องมือที่ช่วยในการแสดงผลศัพท์ท่าทางมือในรูปแบบของภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ และพบว่ามียูทิลิตี้หลายลักษณะในการนำเสนอ อาทิเช่น การเรียกดูจากภาพวิดีโอที่บันทึกตามความหมายของท่าทางมือแต่ละคำไว้ การใช้เครื่อง ViSiCAST (อธิบายแล้วในบทที่ 2 หัวข้อที่ 2.7) และ การใช้ซอฟต์แวร์ eSign SiGML (อธิบายแล้วในบทที่ 2 หัวข้อที่ 2.7) ซึ่งผู้วิจัยได้เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของเครื่องมือดังกล่าวแล้วเห็นว่า การนำเสนอด้วย ซอฟต์แวร์ eSign SiGML (ซึ่งใช้รหัสท่าทางมือในรูปของ Hamnosys ที่มีการใช้อย่างแพร่หลาย) มีความเหมาะสมมากที่สุดเพราะเอื้อให้ผู้ใช้งานสามารถสร้างท่าทางมือเองได้โดยอาศัยองค์ประกอบที่ซอฟต์แวร์เตรียมไว้ให้ ซึ่งแตกต่างกับเครื่องมืออื่น ที่สร้างท่าทางมือไว้คงที่ไม่สามารถเพิ่มหรือแก้ไขได้

สำหรับการแปลประโยคภาษาอังกฤษเป็นภาษาไทยซึ่งจำเป็นต้องเกิดก่อนการแปลเป็นภาษาไทย ผู้วิจัยได้เลือกใช้วิธีการแปลแบบถ่ายทอด หรือ Transfer Machine Translation (อธิบายแล้วในบทที่ 2 หัวข้อที่ 2.7) ทั้งนี้เนื่องจากการแปลแบบโดยตรง หรือ Direct Machine Translation (อธิบายแล้วในบทที่ 2 หัวข้อที่ 2.7) เป็นการแปลที่เหมาะสมกับการแปลคำต่อคำ ไม่ได้อยู่ในรูปของประโยค จึงเสมือนกับการค้นหาคำแปลจากพจนานุกรมเท่านั้น ส่วนการแปลแบบใช้ภาษากลาง (Interlingua Machine Translation) เป็นการแปลที่ทำกับประโยคมากกว่าหนึ่งประโยค โดยจะต้องคำนึงถึงความหมายที่อ้างอิงข้ามประโยค และที่สำคัญคือใช้หรับพัฒนาระบบการแปลจากภาษาหนึ่งไปยังหลายภาษาโดยใช้ภาษากลาง (Interlingua) ซึ่งอยู่นอกเหนือขอบเขตของงานวิจัยนี้

สำหรับศัพท์ภาษาไทยทั้งหมดที่ได้บัญญัติและรวบรวมไว้ในหนังสือพจนานุกรมภาษาไทย ประมาณ 3000 คำ (มานฟ้า สุวรรณรัต, 2533) แต่ที่จะนำมาใช้ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้นำมาจากพจนานุกรมภาษาไทยของสมาคมคนหูหนวกแห่งประเทศไทยรวม 297 คำ และพจนานุกรมภาษาไทยของโรงเรียนเศรษฐเสถียร จำนวน 888 รวมทั้งสิ้น 1,185 คำ เนื่องจากพจนานุกรมที่สร้างขึ้นโดยสมาคมคนหูหนวกมีคำศัพท์พื้นฐานทั่วไปใช้สอนผู้เริ่มต้นเรียนภาษามือ ซึ่งค่อนข้างใช้เป็นสากลเหมือนกันทั่วโลก (คำสรรพนาม คำในหมวดวันเวลา คำในหมวดจำนวน) และมีคำศัพท์บางส่วนที่สร้างขึ้นเฉพาะคำภาษามือไทยเช่นชื่อผลไม้ไทย ส่วนพจนานุกรมภาษามือไทยจากโรงเรียนเศรษฐเสถียร ซึ่งส่วนใหญ่เป็นคำศัพท์ที่เพิ่มเติมจากคำศัพท์พื้นฐานเพื่อให้สื่อความหมายได้กว้างมากขึ้น ซึ่งคำศัพท์ทั้ง 2 เล่มเป็นภาษามือที่คนพิการหูหนวกในเมืองไทยใช้กันทั่วไป (ญาดา ชินะโชติ, 2549)

3.1 ภาพรวมขั้นตอนการทำงานและวิธีการทางคอมพิวเตอร์ที่ใช้

ผู้วิจัยได้ออกแบบขั้นตอนในการทำงานของระบบล่ามภาษามืออิเล็กทรอนิกส์ ที่พัฒนาขึ้นโดยนำเทคนิคและวิธีที่กล่าวไว้ข้างต้นมาประยุกต์ใช้ รูปที่ 3-1 แสดงภาพรวมขั้นตอนการทำงาน ของระบบ

โดยสัญลักษณ์ตัวเลขที่ใช้จะแสดงลำดับการทำงาน ส่วนสัญลักษณ์ตัวอักษรที่กำกับไว้จะใช้แทนส่วนของวิธีการทางคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยได้กำหนดขึ้นและจะอธิบายในภายหลัง

3.1.1 ขั้นตอนการทำงาน

1. ผู้ใช้ป้อนประโยคภาษาอังกฤษเข้าสู่ระบบผ่านทางแป้นพิมพ์ และประโยคที่รับจะต้องมีเงื่อนไขดังต่อไปนี้

ก. ประโยคที่ป้อนต้องเป็นประโยคภาษาอังกฤษประเภทประโยคความเดียวตามหลักไวยากรณ์ภาษาอังกฤษ ดังที่ได้อธิบายแล้วในบทที่ 2 หัวข้อที่ 2.6 แต่ทั้งนี้ยังมีเงื่อนไขอื่นๆที่ระบบไม่รองรับโดยจะได้อธิบายในข้อจำกัดของระบบ

ข. ในประโยคนั้นต้องไม่มีตัวเลข ในการป้อนข้อมูลจะต้องป้อนเป็นคำอ่าน เช่น I am 26 years old ต้องป้อนเป็น I am twenty six years old เป็นต้น

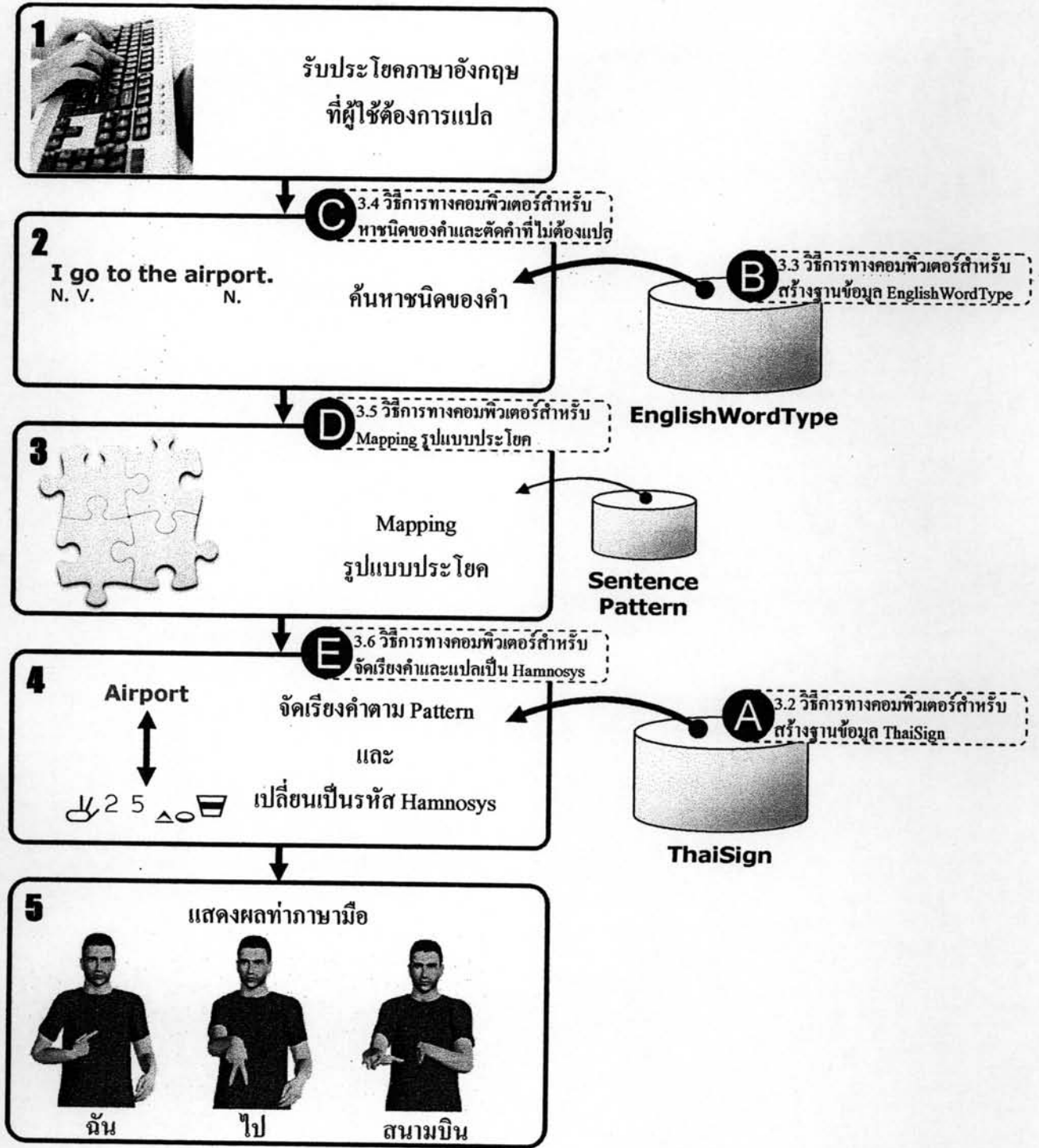
ค. สำหรับ ชื่อเฉพาะและคำย่อต่างๆ เช่น Mrs. Miss Mr. Ms. รวมถึงการย่อคำว่า not หรือการย่อ Verb to be เช่น don't (do not) aren't (are not) it's (it is) ระบบจะไม่รองรับ โดยจะต้องใส่คำเต็มเท่านั้น

2. ระบบอ่านแต่ละคำในประโยคตามลำดับ และนำคำภาษาอังกฤษนั้นไปค้นหาในฐานข้อมูลพจนานุกรม English Word Type เพื่อให้ได้ชนิดของคำ (เช่น Noun Verb Adjective เป็นต้น) เมื่ออ่านทุกคำของประโยคจนครบ ซึ่งจะช่วยให้ได้รูปแบบของประโยคภาษาอังกฤษนั้น โดยแสดงในรูปชนิดของคำที่เรียงต่อเนื่องกันและจบท้ายด้วยสัญลักษณ์ . หรือ ?

3. ระบบ Mapping รูปแบบประโยคภาษาอังกฤษที่ได้ ไปสู่รูปแบบประโยคภาษาไทยที่สอดคล้องกัน

4. ระบบจัดเรียงตำแหน่งของคำภาษาอังกฤษในประโยคใหม่ โดยจัดเรียงให้ตรงตามรูปแบบประโยคภาษาไทยที่ได้จากขั้นตอนการ Mapping เมื่อจัดเรียงเรียบร้อยแล้ว จึงเปลี่ยนคำภาษาอังกฤษในประโยคเป็นรหัสภาษามือ Hamnosys โดยการอ่านคำภาษาอังกฤษทีละคำในประโยคตามลำดับ แล้วนำไปค้นหาในฐานข้อมูล Thai Sign เพื่อให้ได้รหัสภาษามือ Hamnosys ที่แทนความหมายของคำนั้น แล้วนำรหัสภาษามือของแต่ละคำมาเรียงต่อกันตามลำดับ

5. ระบบนำรหัสภาษามือที่ได้มาประมวลผล และแสดงเป็นท่าภาษามือ ด้วยภาพเคลื่อนไหว 3 มิติบนหน้าจอ



รูปที่ 3-1 ภาพรวมของขั้นตอนการแปลประโยคภาษาอังกฤษเป็นประโยคภาษามือ

3.1.2 วิธีการทางคอมพิวเตอร์ที่ใช้

จากขั้นตอนการทำงานของระบบที่พัฒนาจำเป็นต้องกำหนดวิธีการทางคอมพิวเตอร์เพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้ตามขั้นตอนที่ต้องการ ผู้วิจัยจึงต้องค้นคว้าและวิเคราะห์หา ทฤษฎีและเทคนิคที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในการกำหนดวิธีการทางคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสม โดยสามารถอธิบายในเบื้องต้นได้ดังนี้

ส่วน **A** ฐานข้อมูลพจนานุกรม Thai Sign เป็นฐานข้อมูลที่ผู้วิจัยต้องการสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการค้นหารหัสภาษาไทย โดยผู้วิจัยได้นำพจนานุกรมภาษาไทยของสามคมคนหูหนวกแห่งประเทศไทยและโรงเรียนเศรษฐเสถียร มาบันทึกลงฐานข้อมูล ทั้งนี้ผู้วิจัยได้นำรหัสภาษาไทยของ Hammosys มากำหนดเป็นรหัสแทนท่าภาษาไทย สำหรับรายละเอียดทั้งหมดจะได้ อธิบายต่อโดยละเอียดในข้อที่ 3.2

ส่วน **B** ฐานข้อมูลพจนานุกรม English Word Type เป็นฐานข้อมูลที่ผู้วิจัย ต้องการสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการค้นหาชนิดของคำในภาษาอังกฤษ ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องออกแบบ พจนานุกรมนี้เองโดยประยุกต์จากพจนานุกรมภาษาอังกฤษทั่วไป ในการสร้างผู้วิจัยได้นำข้อมูล จากฐานข้อมูลพจนานุกรม Lexitron ของศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ มาใช้เป็นข้อมูลสำหรับบันทึกลงฐานข้อมูล ซึ่งมีทั้งสิ้น 46,461 คำ แต่เนื่องจากคำภาษาไทยที่ ผู้วิจัยนำมาใช้มีทั้งหมด 744 คำ จึงต้องกรองเฉพาะคำภาษาอังกฤษที่มีอยู่ในพจนานุกรมภาษาไทย ของผู้วิจัยเท่านั้น อย่างไรก็ตามหลังจากกรองแล้วต้องปรับแต่งและเพิ่มคำที่จำเป็นเช่น คำนาม พหูพจน์และคำกริยาช่องที่เปลี่ยนรูปตามกาล (Tens) สำหรับรายละเอียดทั้งหมดจะได้ อธิบายต่อ โดยละเอียดในข้อที่ 3.3

ส่วน **C** เป็นวิธีการทางคอมพิวเตอร์โดยการอ่านคำภาษาอังกฤษทีละคำเพื่อ ค้นหาชนิดของคำแต่ละคำในประโยค จากนั้นจึงตัดคำที่ไม่ต้องแปล และคำที่ไม่มีในภาษาไทยทั้ง แต่เนื่องจากภาษาไทยมีคำบุพบทเป็นจำนวนน้อย และคำบุพบทบางคำไม่จำเป็นต้องแปลเป็น ภาษาไทยเช่น on เมื่อใช้ในกรณีของ on the road ในภาษาไทยนั้นไม่แปลคำว่า on สำหรับ ปัญหาคำบุพบทที่ในบางสถานการณ์ไม่ต้องแปลนั้น ผู้วิจัยยังไม่สามารถพัฒนาโปรแกรมให้ รองรับคำบุพบท และถือเป็นข้อจำกัดสำหรับพัฒนาต่อในอนาคต ถึงแม้ไม่มีคำบุพบทคนหูหนวกยัง สามารถเข้าใจความหมายได้ สำหรับคำนำหน้านามในภาษาอังกฤษ (Article) เมื่อแปลเป็นภาษาไทย นั้นไม่จำเป็นต้องแปล ดังนั้นจึงต้องตัดคำนำหน้านาม (Article) เหล่านี้ทิ้งก่อนนำไปค้นหาใน พจนานุกรม สำหรับรายละเอียดทั้งหมดจะได้ อธิบายต่อ โดยละเอียดในข้อที่ 3.4

ส่วน **D** เป็นวิธีการทางคอมพิวเตอร์สำหรับการ Mapping รูปแบบประโยคภาษาอังกฤษไปสู่รูปประโยคภาษาไทย ผู้วิจัยได้วิเคราะห์หารูปประโยคความเดียวที่เป็นประโยคบอกเล่า ประโยคปฏิเสธ ประโยคคำถาม และประโยคขอร้อง ที่เป็นภาษาอังกฤษ และหารูปประโยคภาษาไทยที่สอดคล้องกัน วิธีการทางคอมพิวเตอร์ดังกล่าวจะเริ่มทำงานจากการอ่านสัญลักษณ์สุดท้ายของประโยค ถ้าเป็นเครื่องหมาย ? จะเข้าสู่รูปประโยคคำถาม แล้วจึงหาประโยคภาษาไทยที่สอดคล้องกัน แต่ถ้าเป็นเครื่องหมาย . (Full stop) ก็จะต้องพิจารณาคำแรกของประโยคว่าเป็นคำนาม หรือคำว่า “Please” ซึ่งถ้าเป็นคำว่า “Please” แสดงว่าเป็นประโยคขอร้อง และเมื่อทราบรูปแบบก็จะนำไป Mapping หารูปประโยคภาษาไทยได้โดยง่าย สำหรับรายละเอียดทั้งหมดจะได้อธิบายต่อโดยละเอียดในข้อที่ 3.5

ส่วน **E** เป็น Algorithm สำหรับการสลับลำดับของคำภาษาอังกฤษที่เก็บไว้ใน Array ของส่วน C ให้ตรงตามรูปแบบของประโยคภาษาไทย แล้วจึงเปลี่ยนคำภาษาอังกฤษใน Array แต่ละตัวเป็นรหัสภาษามือแบบ Hammosys โดยการเข้าไปค้นหาในฐานข้อมูล Thai Sign สำหรับรายละเอียดทั้งหมดจะได้อธิบายต่อโดยละเอียดในข้อที่ 3.6

3.2 วิธีการทางคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างฐานข้อมูล ThaiSign

ฐานข้อมูลพจนานุกรม ThaiSign เป็นฐานข้อมูลที่ผู้วิจัยต้องการสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการค้นหารหัสภาษามือไทย โดยผู้วิจัยได้นำพจนานุกรมภาษามือไทยของสามคมคนหูหนวกแห่งประเทศไทยและพจนานุกรมภาษามือไทยโรงเรียนเศรษฐเสถียร มาบันทึกลงฐานข้อมูล

การสร้างฐานข้อมูล ThaiSign ได้แบ่งเป็น 2 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนการออกแบบโครงสร้าง และขั้นตอนการบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูล

3.2.1 ขั้นตอนการออกแบบโครงสร้าง

ผู้วิจัยได้ออกแบบโครงสร้างโดยคำนึงถึงความเหมาะสมในการใช้งาน และได้ออกแบบ Attribute ต่างๆ แต่ได้พบปัญหาบางประการคือ

พจนานุกรมภาษามือไทยทั้งสองเล่มบันทึกท่าภาษามือคำต่างๆ ด้วยรูปวาด แต่ผู้วิจัยไม่ต้องการบันทึกภาพดังกล่าวเนื่องจากรูปวาดเป็นเพียงภาพนิ่งไม่สามารถแสดงให้เห็นการเคลื่อนไหวได้ และส่วนสำคัญของท่าภาษามือต้องแสดงการเคลื่อนไหว

แนวทางการแก้ปัญหาคือ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าและพบทฤษฎีกำหนดรหัสให้กับท่าภาษามือคือ Hamburg Notation System หรือ รหัสภาษามือ Hamnosys (ได้อธิบายการกำหนดรหัสต่างๆ ของ Hamnosys ไว้แล้วในบทที่ 2 ข้อที่ 2.5) โดยทฤษฎีดังกล่าวใช้สำหรับกำหนดรหัสให้กับองค์ประกอบของท่าภาษามือคือ ลักษณะมือ การเคลื่อนไหว และตำแหน่งมือ นอกจากนี้รหัสภาษามือดังกล่าวได้ถูกออกแบบให้รองรับกับระบบคอมพิวเตอร์ไว้แล้ว ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำรหัสภาษามือ Hamnosys มาใช้กำหนดรหัสให้กับท่าภาษามือไทย โดยในขั้นตอนการออกแบบโครงสร้างของฐานข้อมูล ThaiSign ได้กำหนดให้มี Attribute : SignCode สำหรับบันทึกรหัสภาษามือ Hamnosys แทนการบันทึกด้วยรูปภาพ

จากปัญหาที่ผู้วิจัยพบ และแนวทางการแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้นเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวจึงสามารถออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูล ดังตารางที่ 3-1 และตัวอย่างของข้อมูลที่บันทึกในฐานข้อมูลดังตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-1 โครงสร้างของฐานข้อมูล ThaiSign

ข้อมูล(Attribute)	คำอธิบาย(Description)	ชนิดข้อมูล (Type)	PK	FK
EnglishWord	คำศัพท์ภาษาอังกฤษ	Text(255)	×	
WordType	ประเภทของคำศัพท์ภาษาอังกฤษ	Text(5)	×	
SignCode	รหัสภาษามือ	Text(255)		
MeaningInThai	ความหมายในภาษาไทย	Text(255)		

EnglishWord คือคำศัพท์ในภาษาอังกฤษ แต่จะมีเพียงคำศัพท์ในรูปเดิมเท่านั้น ไม่มีคำศัพท์พหูพจน์ในกรณีที่เป็นคำนาม และไม่มีคำศัพท์ที่เปลี่ยนรูปตามกาล (Tense) หรือการเติม s ต่างๆ ตัวอย่างของข้อมูลที่จัดเก็บใน Attribute นี้คือคำศัพท์ต่างๆ เช่น cat, dog, go, walk เป็นต้น

WordType คือชนิดของคำศัพท์ต่างๆ ซึ่งแบ่งโดยอิงตามไวยากรณ์ภาษาอังกฤษ แต่เนื่องจาก EnglishWordType เป็นฐานข้อมูลที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเองเพื่อใช้งานเฉพาะ จึงกำหนดชนิดของคำไม่ครบตามไวยากรณ์ของภาษาอังกฤษ เนื่องจากกำหนดขึ้นตามความจำเป็นต่อระบบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเท่านั้น สำหรับชนิดของคำที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้นใช้ตัวอักษรภาษาอังกฤษประกอบกันเป็นคำย่อ แทนชนิดของคำศัพท์ต่างๆ ดังนี้

1. N หมายถึงคำนาม (Noun) เช่น cat rat dog เป็นต้น
2. V หมายถึงคำกริยาทั่วไป (Verb) เช่น eat, swim, go เป็นต้น
3. VING หมายถึงคำกริยาที่เติม ing เช่น going, seeing เป็นต้น
4. VB หมายถึงคำกริยาช่วยที่เป็น Verb to be มีทั้งสิ้น 5 คำ คือ is, am, are, was และ were
5. VD หมายถึงคำกริยาช่วยที่เป็น Verb to do มีทั้งสิ้น 3 คำ คือ do, does และ did
6. VH หมายถึงคำกริยาช่วยที่เป็น Verb to have มีทั้งสิ้น 2 คำ คือ have และ had
7. ADJ หมายถึงคำคุณศัพท์ (Adjective) เช่นคำศัพท์ในกลุ่มของสี red, white, black เป็นต้น
8. ADV หมายถึงคำกริยาวิเศษณ์ (Adverb) เช่น yesterday, tomorrow เป็นต้น

สำหรับชนิดของคำประเภทคำบุพบท (Preposition) ผู้วิจัยคัดทิ้ง เนื่องจากคำบุพบทบางคำไม่จำเป็นต้องแปลเป็นภาษาไทย และคนหูหนวกยังคงสามารถเข้าใจความหมายของประโยคที่ไม่มีคำบุพบทได้

สำหรับชนิดของคำประเภทคำเชื่อม (Conjunction) ผู้วิจัยคัดทิ้ง เนื่องจากคำเชื่อมเช่น and หรือ or สามารถใช้เชื่อมคำนาม 2 คำ หรือใช้เชื่อมประโยคเป็นประโยคความรวม (Compound Sentence) ผู้วิจัยยังไม่สามารถพัฒนาวิธีการทางคอมพิวเตอร์ให้รองรับได้ จึงถือเป็นข้อจำกัดสำหรับการพัฒนาต่อไปในอนาคต

SignCode จะเก็บข้อมูลรหัสภาษามือ Hamnosys ที่ใช้สำหรับแสดงท่าภาษามือตามความหมายของคำศัพท์ใน Attribute : EnglishWord

MeaningInThai คือความหมายของคำศัพท์ในภาษาไทย

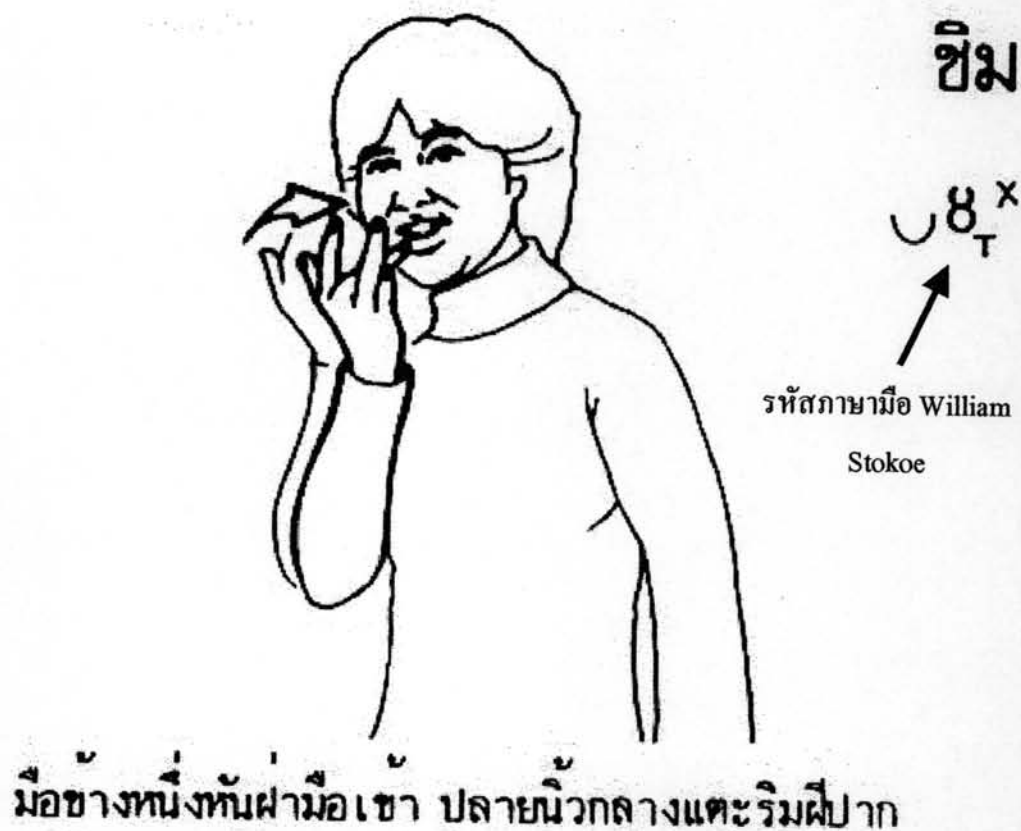
ตารางที่ 3-2 ตัวอย่างข้อมูลในฐานข้อมูล Thai Sign

EnglishWord	WordType	SignCode	MeaningInThai
eat	V		กิน
elephant	N		ช้าง

3.2.2 ขั้นตอนการบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลท่าภาษามือไทยจากหนังสือภาษามือ 2 เล่มเพื่อใช้บันทึกข้อมูลคือ พจนานุกรมภาษามือไทยของสมาคมคนหูหนวกแห่งประเทศไทย และพจนานุกรมภาษามือไทยของโรงเรียนเศรษฐเสถียร

จากการศึกษาพจนานุกรมภาษามือไทยทั้ง 2 เล่มพบว่าคำภาษามือไทยต่างๆ ในพจนานุกรมได้บันทึกเป็นรูปภาพบรรยายลักษณะของท่าทางในภาษามือ พร้อมทั้งคำอธิบาย และเขียนความหมายทั้งในภาษาอังกฤษและภาษาไทยกำกับไว้ แต่นอกจากนี้พจนานุกรมภาษามือไทยของโรงเรียนเศรษฐเสถียรได้กำหนดรหัสภาษามือของ William Stokoe ไว้ด้วย ดังรูปที่ 3-2



รูปที่ 3-2 ภาพท่าภาษามือคำว่า “ชิม” จากหนังสือภาษามือไทยของโรงเรียนเศรษฐเสถียร

ในการบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูลผู้วิจัยได้พบปัญหาบางประการดังนี้

ปัญหาที่ 1 คือ การบันทึกข้อมูลคำศัพท์และท่าภาษามืออาจซ้ำกัน(พิจารณาจากคำศัพท์ภาษาอังกฤษ) เนื่องจากอาจเกิดความผิดพลาดที่ผู้ใช้บันทึกข้อมูลในวันเวลาที่ต่างกันอาจทำให้บันทึกข้อมูลซ้ำโดยไม่ได้ตรวจสอบ

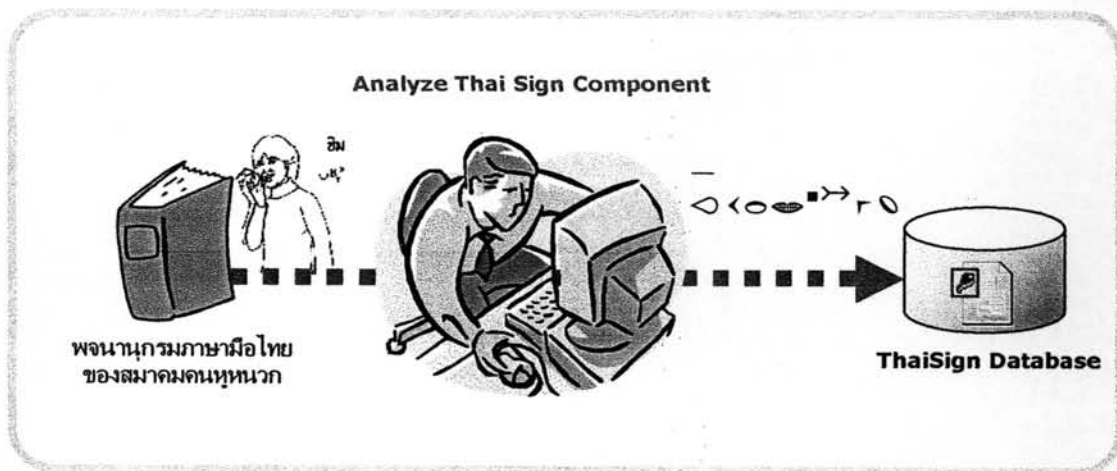
แนวทางการแก้ปัญหาคือ ตรวจสอบข้อมูลท่าภาษามือที่บันทึกซ้ำจากคำศัพท์ภาษาอังกฤษบันทึกลงในฐานข้อมูล ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการทางคอมพิวเตอร์เพื่อแก้ปัญหานี้โดยกำหนด Attribute : EnglishWord ในขั้นตอนการสร้างฐานข้อมูล ThaiSign เป็นแบบคีย์ (Primary Key) โดยฐานข้อมูลจะตรวจสอบตัวเองโดยอัตโนมัติ ถ้าหากคำศัพท์บันทึกได้เคยบันทึกไว้แล้วจะถูกปฏิเสธโดยจะไม่ยอมให้บันทึกข้อมูลในทันที

ปัญหาที่ 2 คือ พจนานุกรมที่ผู้วิจัยนำมาใช้มี 2 เล่มในแต่ละเล่มอาจมีท่าภาษามือที่กำกับไว้ด้วยศัพท์ภาษาอังกฤษคำเดียวกันแต่รูปวาดท่าภาษามือที่แสดงกัน

แนวทางการแก้ปัญหา ผู้วิจัยกำหนดให้เลือกใช้ท่าภาษามือจากพจนานุกรมภาษามือไทยของสมาคมคนหูหนวกเป็นหลักหากพบว่าคำศัพท์เดียวกันพจนานุกรมทั้ง 2 เล่ม เนื่องจากผู้วิจัยได้วิเคราะห์แล้วพบว่าพจนานุกรมของโรงเรียนเศรษฐเสถียร(จัดพิมพ์เมื่อ พ.ศ. 2526) เก่ากว่าพจนานุกรมภาษามือไทยของสมาคมคนหูหนวก (จัดพิมพ์เมื่อ พ.ศ. 2542) ซึ่งปรับปรุงใหม่

เนื่องจากพจนานุกรมภาษามือไทยที่ผู้วิจัยนำมาใช้มี 2 เล่มผู้วิจัยจึงต้องกำหนดวิธีการบันทึกข้อมูลลงสู่ฐานข้อมูลเป็น 2 วิธีดังนี้

ก. วิธีการบันทึกท่าภาษามือเข้าสู่ฐานข้อมูลจากพจนานุกรมภาษามือไทยของสมาคมคนหูหนวก เนื่องจากท่าภาษามือเป็นรูปวาดและไม่ได้แยกองค์ประกอบต่างๆ ของท่าภาษามือไว้ผู้วิจัยจึงต้องวิเคราะห์องค์ประกอบต่างๆ ของท่าภาษามือจากพจนานุกรมดังกล่าวและกำหนดรหัสภาษามือ Hamnosys ให้กับแต่ละองค์ประกอบด้วยตนเอง จากนั้นจึงสามารถบันทึกข้อมูลรหัสภาษามือ Hamnosys ลงสู่ฐานข้อมูลได้ โดยแสดงเป็นภาพรวมดังรูปที่ 3-3



รูปที่ 3-3 ภาพรวมวิธีการบันทึกท่าภาษามือเข้าสู่ฐานข้อมูล
จากพจนานุกรมภาษามือไทยของสมาคมคนหูหนวก

จากภาพรวมการทำงานที่ได้ออกแบบไว้ดังกล่าว ผู้วิจัยได้นำมากำหนดเป็นขั้นตอนการทำงานดังได้นี้

1. วิเคราะห์และแยกองค์ประกอบท่าภาษามือจากรูปวาดในพจนานุกรมตามทฤษฎีรหัสภาษามือของ Hamnosys
2. กำหนดรหัสภาษามือ Hamnosys ในองค์ประกอบต่างๆ
3. รับรหัสภาษามือ Hamnosys เข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์
4. บันทึกรหัสภาษามือ Hamnosys ลงสู่ฐานข้อมูล ThaiSign ใน Attribute : SignCode

จากขั้นตอนการทำงานที่กล่าวไปข้างต้น ในข้อที่ 3. รับรหัสภาษามือ Hamnosys เข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ ผู้วิจัยได้พบปัญหาดังนี้

ปัญหาที่พบคือ รหัสภาษามือ Hamnosys ไม่สามารถรับเข้าระบบคอมพิวเตอร์ได้ในทันที เนื่องจากเป็นพิมพ์ของคอมพิวเตอร์ไม่มีปุ่มสำหรับกรหัสหรือสัญลักษณ์ของรหัสภาษามือ Hamnosys







แนวทางการแก้ปัญหาคือ ผู้วิจัยได้แก้ปัญหาดังกล่าวโดยสร้างเป็นพิมพ์จำลองสำหรับรับรหัสภาษามือ Hamnosys (Hamnosys Virtual Keyboard) โดยมีรายละเอียดดังนี้

ผู้วิจัยได้ศึกษารูปภาพรหัสของ Hamnosys ทั้งหมดจากบทที่ 2 ข้อที่ 2.5 และนำมาออกแบบลักษณะของ Hamnosys Virtual Keyboard โดยผู้วิจัยได้ออกแบบเป็นปุ่มสำหรับกดรหัสดังกล่าวเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ทั้งสิ้น 240 ปุ่มตามจำนวนรหัสทั้งหมดที่มีใน Hamnosys แต่เนื่องจากผู้วิจัยคิดว่า ปุ่มจำนวน 240 มีจำนวนมากอาจทำให้ผู้ใช้สับสนในระหว่างการใช้งาน ผู้วิจัยจึงได้นำรหัสดังกล่าวมาแบ่งกลุ่ม ตามทฤษฎีรหัสภาษามือ Hamnosys ได้แบ่งออกเป็น 5 กลุ่มดังนี้







1. กลุ่มรหัสด้านลักษณะมือ (Hand Shape) 32 แบบ
2. กลุ่มรหัสด้านทิศทางมือ (Hand Orientation) 32 แบบ
3. กลุ่มรหัสด้านตำแหน่งของมือ (Location) 52 แบบ
4. กลุ่มรหัสด้านการเคลื่อนไหวแนวตรง (Movement 1) 50 แบบ
5. กลุ่มรหัสด้านการเคลื่อนไหวแนวโค้ง (Movement 2) 41 แบบ
6. กลุ่มรหัสด้านการเคลื่อนไหว 2 มือ (Second Hand Control) 33 แบบ

ผู้วิจัยจึงนำวิธีการแบ่งกลุ่มรหัสดังกล่าวมาเป็นหลักในการสร้าง Hamnosys Virtual Keyboard โดยแบ่ง ปุ่มสำหรับกดรหัสออกเป็น 6 หน้า ให้ผู้ใช้สามารถเลือกกลุ่มที่ต้องการก่อนแล้วจึงเลือกกดรหัส โดยเมื่อเลือกกลุ่มใดก็จะแสดงเฉพาะรหัสของกลุ่มนั้น

สำหรับการเรียงลำดับของกลุ่มผู้วิจัยได้ออกแบบให้ให้ปุ่มสำหรับกดเลือกกลุ่มรหัสเรียงจากซ้ายไปขวาตามลำดับของกลุ่ม ซึ่งลำดับที่ดังกล่าวผู้วิจัยได้จัดเรียงขึ้นเองโดยยึดตามหลักของการกำหนดรหัส โดยรหัสที่ต้องใส่เป็นลำดับแรกคือรหัสในกลุ่ม 1 ต่อมาคือรหัสในกลุ่ม 2, 3, 4, 5 และ 6 ตามลำดับ และได้กำหนดเป็นโครงร่างดังรูปที่ 3-4

Hand Shape	Hand Orientation	Location	Movement 1	Movement 2	Second Hand Control				
						...			
ปุ่มกรหัสของกลุ่มลักษณะมือต่างๆ									

เมื่อเลือกกลุ่มรหัสลักษณะมือ

Hand Shape	Hand Orientation	Location	Movement 1	Movement 2	Second Hand Control				
						...			
ปุ่มกรหัสของกลุ่มทิศทางมือต่างๆ									

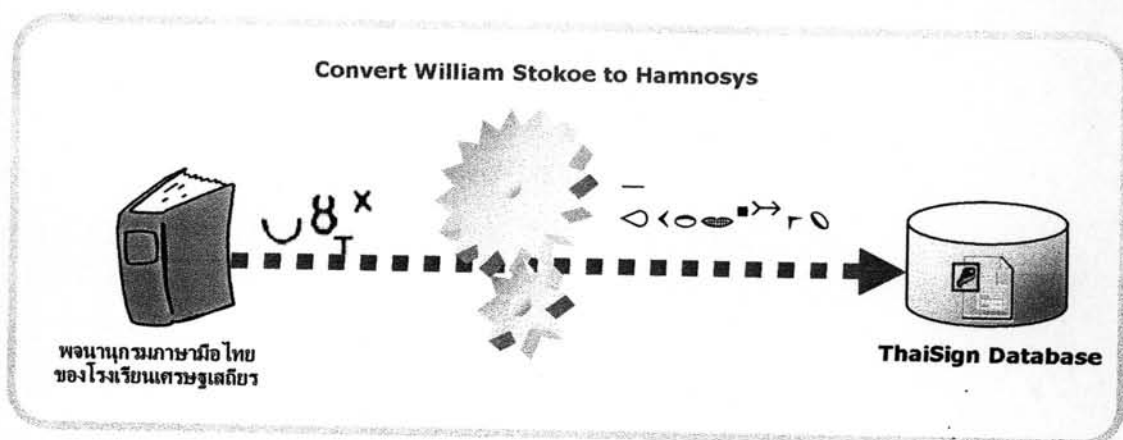
เมื่อเลือกกลุ่มรหัสทิศทางมือ

รูปที่ 3-4 โครงร่างของ Hamnosys Virtual Keyboard โดยแบ่งตามกลุ่มรหัส

สำหรับรูปภาพรหัสหรือสัญลักษณ์ต่างๆ ของ Hamnosys ผู้วิจัยได้นำมาจากแบบอักษร (Font) ที่ชื่อ Hamnosys Unicode ที่ Hamburg University ได้จัดทำไว้ และนำมาใช้เป็นภาพในปุ่มต่างๆ เพื่อให้ผู้ใช้งานหารหัสที่ต้องการจากภาพในปุ่มได้ทันที

สำหรับรหัสหรือสัญลักษณ์ต่างๆ ของ Hamnosys ที่ปรากฏเป็นรูปภาพแต่ละตัวนั้นเปรียบเทียบได้กับตัวอักษรหนึ่งตัว เหมือนกันกับตัวอักษรในภาษาไทยหรือภาษาอื่นๆ ตัวอย่างเช่น ข้อความภาษาไทยคำว่า “ช้าง” ประกอบด้วยตัวอักษรภาษาไทย 4 ตัว และสำหรับในภาษาอังกฤษใช้คำว่า “Elephant” ประกอบด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษ 8 ตัว แต่สำหรับในรหัสภาษามือ Hamnosys คือ $\bar{\bar{e}}_r o^x \downarrow$ (มีความหมายว่าตรงกับท่าภาษามือไทยคำว่าช้าง) ประกอบด้วยตัวอักษรในรหัสภาษามือ Hamnosys จำนวน 6 ตัว ดังนั้นรหัสภาษามือ Hamnosys สามารถบันทึกลงฐานข้อมูลได้ในทันที โดยจะถือเป็นข้อมูลชนิดข้อความ (String)

ข. วิธีการบันทึกท่าภาษามือเข้าสู่ฐานข้อมูลจากพจนานุกรมภาษามือไทยของโรงเรียนเศรษฐเสถียร เนื่องจากพจนานุกรมดังกล่าวได้กำหนดรหัสภาษามือ William Stokoe มาให้ตัวรหัสภาษามือดังกล่าวมีหลักการกำหนดองค์ประกอบท่าภาษามือคล้ายกับของ Hamnosys เพียงแต่รหัสภาษามือของ William Stokoe มีจำนวนรหัสน้อยกว่าและถูกคิดค้นขึ้นมาก่อน ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะแปลงรหัสภาษามือ William Stokoe เป็นรหัสภาษามือ Hamnosys โดยแสดงเป็นภาพรวมได้ดังรูปที่ 3-5 สำหรับหลักที่นำมาใช้การสร้างวิธีการทางคอมพิวเตอร์เพื่อแปลงรหัสภาษามือดังกล่าวผู้วิจัยจะอธิบายต่อไปในข้อที่ 3.7



รูปที่ 3-5 ภาพรวมวิธีการบันทึกท่าภาษามือเข้าสู่ฐานข้อมูลจากพจนานุกรมภาษามือไทยของโรงเรียนเศรษฐเสถียร

จากภาพรวมการทำงานที่ได้ออกแบบไว้ดังกล่าว ผู้วิจัยได้นำมากำหนดเป็นขั้นตอนการทำงานดังได้นี้

1. รับรหัสภาษามือ William Stokoe เข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์
2. แปลงรหัสภาษามือ William Stokoe เป็นรหัสภาษามือ Hamnosys
3. บันทึกรหัสภาษามือ Hamnosys ลงสู่ฐานข้อมูล ThaiSign ใน Attribute : SignCode

ปัญหาที่พบคือ รหัสภาษามือ William Stokoe ไม่สามารถรับเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ได้ในทันที เนื่องจากเป็นพิมพ์ของคอมพิวเตอร์ ไม่มีปุ่มสำหรับกรหัสหรือสัญลักษณ์ของรหัสภาษามือ William Stokoe ซึ่งเป็นปัญหาในลักษณะเดียวกับปัญหาที่เคยพบในข้อ ข.

แนวทางการแก้ปัญหา ผู้วิจัยได้แก้ปัญหาดังกล่าวในแนวทางเดียวกับการแก้ปัญหาที่ 3 โดยสร้างแป้นพิมพ์จำลองสำหรับรับรหัสภาษามือ William Stokoe (William Stokoe Virtual Keyboard) โดยมีรายละเอียดดังนี้

ผู้วิจัยได้ศึกษารูปภาพรหัสของ William Stokoe ทั้งหมดจากบทที่ 2 ข้อที่ 2.4 และนำมาออกแบบลักษณะของ William Stokoe Virtual Keyboard โดยผู้วิจัยได้ออกแบบเป็นปุ่มสำหรับกรหัสดังกล่าวเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ทั้งสิ้น 55 ปุ่มตามจำนวนรหัสทั้งหมดที่มีใน William Stokoe และเพื่อความรวดเร็วในการค้นหาปุ่มกด ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการจัดกลุ่มปุ่มกดรหัสต่างที่อยู่ในประเภทเดียวกันนำมาวางใกล้กัน แต่เนื่องจากรหัสของ William Stokoe มีน้อยจึงไม่จำเป็นต้องสร้างให้เล็กลงก่อนเหมือนวิธีของ Hamnosys กลุ่มรหัสตามที่ทฤษฎีของ William Stokoe ได้แบ่งไว้มีทั้งสิ้น 4 กลุ่มคือ

1. กลุ่มรหัสกำหนดตำแหน่งมือ (Location) 12 แบบ
2. กลุ่มรหัสกำหนดลักษณะของมือ (Hand Shape) 19 แบบ
3. กลุ่มรหัสกำหนดการเคลื่อนไหว (Movement) 24 แบบ

ผู้วิจัยจึงนำวิธีการแบ่งกลุ่มรหัสดังกล่าวมาเป็นหลักในการสร้าง William Stokoe Virtual Keyboard โดยแบ่ง ปุ่มสำหรับกรหัสออกเป็น 3 กลุ่ม ให้ผู้ใช้สามารถเลือกกรหัสตามต้องการ โดยรหัสในกลุ่มเดียวกันจะถูกวางอยู่ใกล้กัน และได้กำหนดเป็นโครงร่างดังรูปที่ 3-6

Hand Shape	A	B	5	C	E	F	G	H	I	K	
	3	L	O	R	V	W	X	Y	8		
Location	∅	∩	∪	∩	∪	∩	∪	∩	∪	∩	∪
	∧	∨	∩	∪	∩	∪	∩	∪	∩	∪	∩
Movement	∧	∨	∩	∪	∩	∪	∩	∪	∩	∪	∩
	∩	∪	∩	∪	∩	∪	∩	∪	∩	∪	∩

รูปที่ 3-6 โครงร่างของ William Stokoe Virtual Keyboard โดยแบ่งตามกลุ่มรหัส

เนื่องจากรูปภาพสัญลักษณ์ต่างๆในรหัสภาษามือ William Stokoe ไม่ได้สร้างให้รองรับกับระบบคอมพิวเตอร์ เพียงแต่นำเอารูปภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษบางตัว รูปภาพตัวเลขบางตัวและรูปภาพสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์บางตัว มากำหนดเป็นรหัสภาษามือ ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องกำหนดรหัสขึ้นใหม่ และกำหนดให้ใช้แทนรูปภาพรหัสภาษามือ William Stokoe เพื่อให้สามารถนำข้อมูลเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ได้

การกำหนดรหัสให้เพื่อใช้แทนรูปภาพรหัสภาษามือ William Stokoe ผู้วิจัยได้ใช้ตัวอักษรภาษาอังกฤษในหลักแรกและตัวเลขสองผสมกัน โดยตัวอักษรที่กำหนดในหลักแรกมีความหมายดังนี้

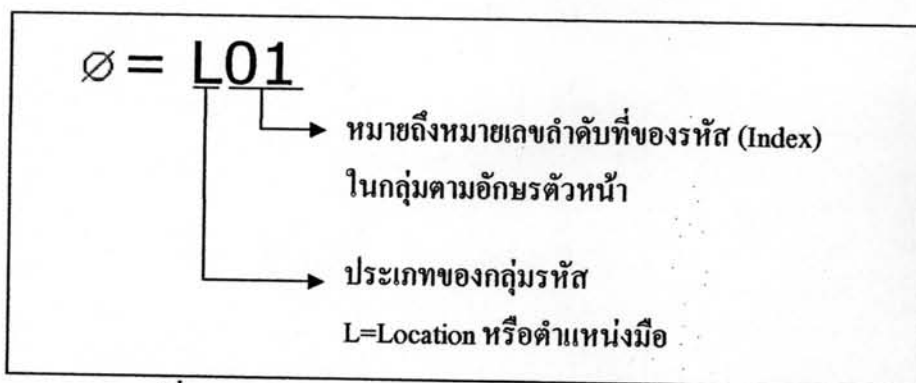
L=Location หรือตำแหน่งมือ

H=Hand Shape หรือลักษณะมือ

M=Movement หรือการเคลื่อนไหว

ดังเช่นตัวอย่างรหัส L01 ซึ่งแทนรูปภาพรหัสภาษามือ William Stokoe รูป ∅

ผังรูปที่ 3-5



รูปที่ 3-7 อธิบายความหมายของตัวอย่างรหัสที่ผู้วิจัยกำหนด
สำหรับแทนรูปภาพรหัสภาษามือ William Stokoe

สำหรับรหัสแทนรูปภาพรหัสภาษามือ William Stokoe ทั้งหมดที่ผู้วิจัย
กำหนดขึ้นใหม่ได้แสดงไว้ดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 รหัสแทนรูปภาพรหัสภาษามือ William Stokoe ที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้น

รูปภาพรหัสภาษามือ William Stokoe	รหัสที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้นใหม่
A	H01
B	H02
S	H03
C	H04
E	H05
F	H06
G	H07
H	H08
I	H09
K	H10
3	H11
L	H12
O	H13
R	H14

ตารางที่ 3-3 รหัสแทนรูปภาพรหัสภาษามือ William Stokoe (ต่อ)

รูปภาพรหัสภาษามือ William Stokoe	รหัสที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้นใหม่
V	H15
W	H16
X	H17
Y	H18
8	H19
∅	L01
⊂	L02
∩	L03
Δ	L04
∪	L05
}	L06
Π	L07
[]	L08
√	L09
^	M01
∨	M02
∞	M03
>	M04
<	M05
≧	M06
⊥	M07
⊥	M08
I	M09
ω	M10
φ	M11
⊙	M12
⊙	M13

3.3 วิธีการทางคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างฐานข้อมูล EnglishWordType

ฐานข้อมูลพจนานุกรม EnglishWordType เป็นฐานข้อมูลที่ผู้วิจัยต้องการสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการค้นหาชนิดของคำในภาษาอังกฤษ ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องออกแบบพจนานุกรมนี้เองโดยในขั้นตอนการบันทึกข้อมูลเข้า ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากฐานข้อมูลพจนานุกรม Lexitron ของศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ เนื่องจากมีความถูกต้องน่าเชื่อถือและได้รับความนิยมสูง โดยมีผู้ใช้บริการฐานข้อมูลดังกล่าวเฉลี่ยสูงถึง 9,000 คนต่อวัน

3.3.1 ขั้นตอนการออกแบบโครงสร้างของฐานข้อมูล

ผู้วิจัยได้ออกแบบโครงสร้างโดยมีวัตถุประสงค์หลักคือ การค้นหาชนิดของคำสำหรับและ คินรูปเดิมของคำศัพท์นั้น เนื่องจากคำศัพท์ในภาษาอังกฤษสามารถเปลี่ยนรูปได้เช่น Child เปลี่ยนรูปเป็นพหูพจน์ใช้คำว่า Children หรือ Walk เปลี่ยนรูปเป็นอดีตกาลใช้คำว่า Walked และเมื่อคินรูปเดิมแล้วจึงนำคำศัพท์ในรูปเดิม ไปค้นหาท่าภาษามือไทยที่มีความหมายตรงกับคำศัพท์ดังกล่าวในฐานข้อมูล ThaiSign

สำหรับปัญหาคำศัพท์ที่สามารถเปลี่ยนรูปได้ ผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดโดยการสร้าง Attribute: WordNormalForm สำหรับรองรับข้อมูลการเปลี่ยนรูปของคำศัพท์ โดยจะทำหน้าเก็บคำศัพท์ในรูปเดิมไว้เช่น หากใน Attribute: EnglishWord เก็บคำศัพท์ cats (เปลี่ยนรูปมาจาก cat) ดังนั้นข้อมูลใน Attribute: WordNormalForm จะต้องเก็บ cat ไว้

ดังนั้นผู้วิจัยจึงออกแบบโครงสร้างให้รองรับ ดังตารางที่ 3-4 และตัวอย่างของข้อมูลที่บันทึกอยู่ในฐานข้อมูลดังตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3-4 โครงสร้างของฐานข้อมูล EnglishWordType

ข้อมูล(Attribute)	คำอธิบาย(Description)	ชนิดข้อมูล (Type)	PK	FK
EnglishWord	คำศัพท์ภาษาอังกฤษ	Text(255)	×	
WordType	ประเภทของคำศัพท์ภาษาอังกฤษ	Text(5)	×	
MeaningInThai	ความหมายในภาษาไทย	Text(255)		
WordNormalForm	คำศัพท์ในรูปเดิม	Text(255)		

EnglishWord คือคำศัพท์ในภาษาอังกฤษ รวมถึงคำศัพท์พหูพจน์ในกรณีที่เป็นคำนาม และรวมถึงคำศัพท์ที่เปลี่ยนรูปตามกาล (Tense) หรือการเติม s ต่างๆ ในกรณีที่เป็นคำกริยา ตัวอย่างของข้อมูลที่จัดเก็บใน Field นี้คือคำศัพท์ต่างๆ เช่น cat, cats, go, going เป็นต้น

WordType คือชนิดของคำศัพท์ต่างๆ ซึ่งจะเก็บข้อมูลลักษณะเดียวกับ WordType ของฐานข้อมูล ThaiSign ทุกประการ โดยรายละเอียดต่างๆ ได้อธิบายไว้แล้วในหัวข้อที่ 4.1.1

MeaningInThai คือความหมายของคำศัพท์ในภาษาไทย ซึ่งใน Field นี้เป็นความหมายในภาษาไทยตามคำศัพท์ใน EnglishWord ซึ่งความหมายนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของคำในข้อ ข. ด้วยเช่นคำศัพท์ภาษาอังกฤษ comb หากมีชนิดของคำเป็น คำนาม หมายถึงหวี แต่หากมีชนิดของคำเป็นคำกริยา หมายถึงกำลังหวีผม

WordNormalForm เป็นคำศัพท์ภาษาอังกฤษในรูปเดิมก่อนเปลี่ยนรูปไปตามกาล (Tense) หรือ พหูพจน์เป็นต้น เพื่อจะนำไปใช้ในการค้นหาในฐานข้อมูล ThaiSign เพราะคำศัพท์ภาษาอังกฤษใน ThaiSign จะบันทึกเฉพาะคำศัพท์ในรูปเดิมนั้น

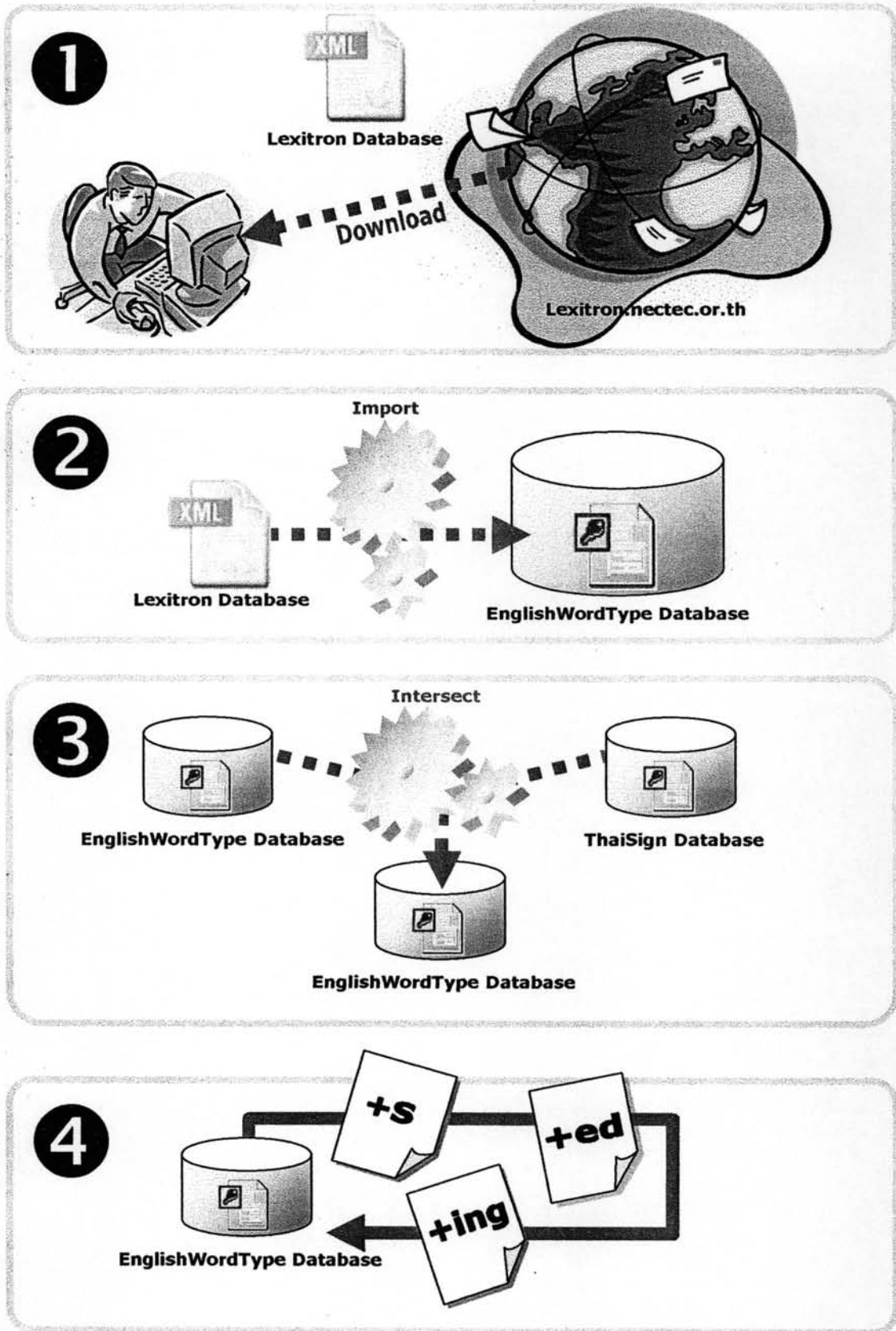
ตัวอย่างเช่น cat, dog, man, cat ซึ่งเป็นคำนามหรือกริยาที่อยู่ในรูปเดิม แต่ถ้าหากเป็นคำศัพท์ที่ไม่ได้อยู่ในรูปเดิมแล้ว โดยอาจเป็นคำนามที่เปลี่ยนรูปเช่น men (รูปเดิมมาจาก man) หรือคำกริยาที่เปลี่ยนรูปไปตามกาลเช่น walked (รูปเดิมมาจาก walk) ต้องใส่ข้อมูลคำคำศัพท์ในรูปเดิมเช่น ข้อมูลใน EnglishWord คือ walked ต้องใส่ข้อมูลใน WordNormalForm เป็นคำศัพท์ในรูปเดิมคือ walk

ตารางที่ 3-5 ตัวอย่างข้อมูลในฐานข้อมูล EnglishWordType

EnglishWord	NormalForm	WordType	MeaningInThai
eaten	eat	V	กิน
eat	eat	V	กิน
cats	cat	N	แมว
cat	cat	N	แมว

3.3.2 ขั้นตอนการบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูล

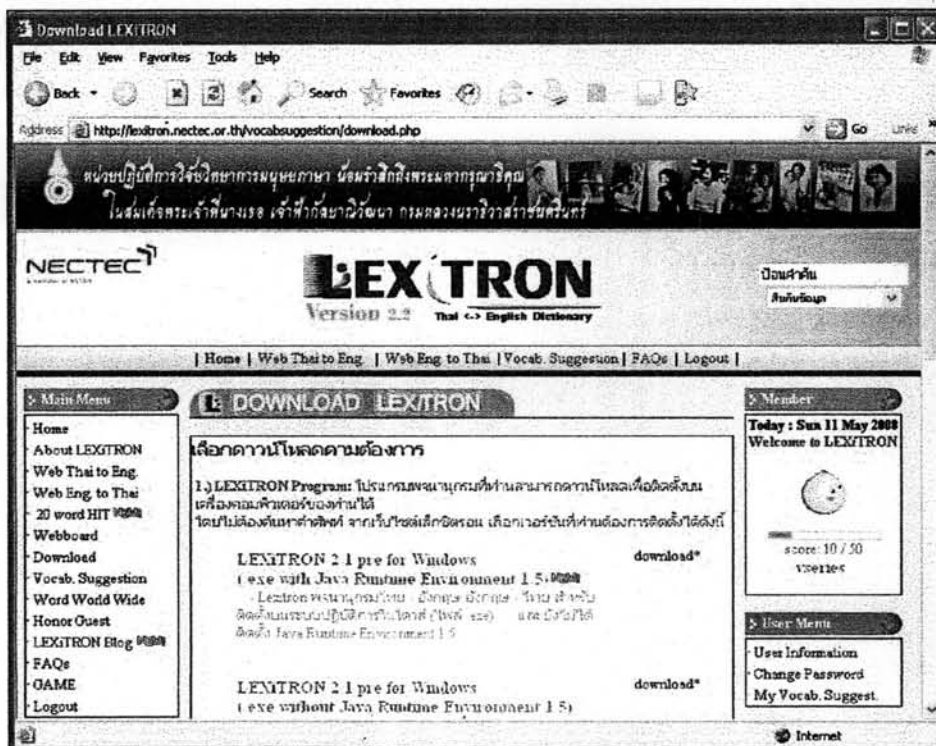
ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับฐานข้อมูลดังกล่าวคือข้อมูลชนิดของศัพท์ ผู้วิจัยได้ค้นหาฐานข้อมูลที่บันทึกชนิดของคำศัพท์ที่มีความน่าเชื่อถือ และเผยแพร่ในสามารถใช้ใช้งานได้ทั่วไป ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูล Lexitron ของ NECTEC ดังที่กล่าวไปแล้วในขั้นต้น สำหรับขั้นตอนการนำข้อมูลจากฐานข้อมูล Lexitron บันทึกเข้าสู่ฐานข้อมูล ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นไว้ดังนี้ ภาพรวมของขั้นตอนต่างๆ แสดงดังรูปที่ 3-8



รูปที่ 3-8 ภาพรวมขั้นตอนการบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูล

จากภาพรวมขั้นตอนการทำงานที่ได้ออกแบบไว้ดังกล่าว ผู้วิจัยได้นำมาอธิบายในแต่ละขั้นตอนโดยละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ ① ผู้วิจัยได้ Download ฐานข้อมูลพจนานุกรม (Lexitron Data Version 2.0 ปี 2546) ของศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติจาก Website : <http://lexitron.nectec.or.th> ดังรูปที่ 3-9



รูปที่ 3-9 หน้า Website สำหรับ Download ฐานข้อมูล Lexitron

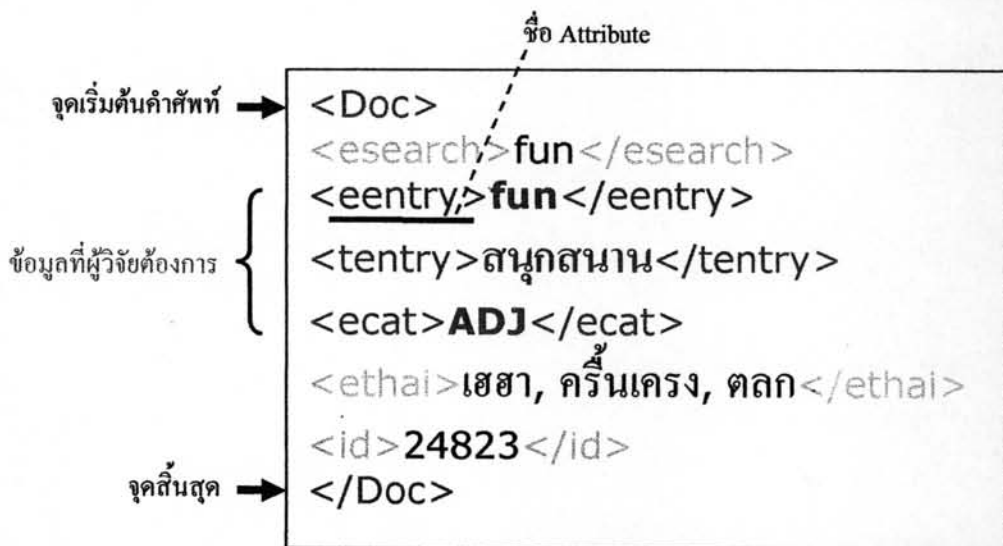
ขั้นตอนที่ ② เป็นขั้นตอนการนำข้อมูลข้อมูลในฐานข้อมูลพจนานุกรม Lexitron ที่ได้มาบันทึกลงสู่ฐานข้อมูล EnglishWordType แต่เนื่องจากฐานข้อมูล Lexitron เก็บอยู่ในรูปแบบ XML File และโครงสร้างของฐานข้อมูลพจนานุกรมดังกล่าว (ตารางที่ 3-6) มี Attribute ที่ไม่จำเป็นต่อการใช้งานในฐานข้อมูล EnglishWordType จึงยังไม่สามารถนำข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลได้

ปัญหาที่ 1 คือข้อมูลที่ผู้วิจัยต้องการอยู่ในรูปของ XML File สำหรับการแก้ปัญหาคือ ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมเกี่ยวกับวิธีการอ่านข้อมูลจาก XML File โดยพบว่า XML File จัดเก็บข้อมูลเป็น Text โดยสามารถใช้ Editor ต่างๆ เปิดอ่านข้อมูลได้ ดังตัวอย่างในรูปที่ 3-10

```

<Doc>
<esearch>fun</esearch>
<entry>fun</entry>
<tentry>สนุกสนาน</tentry>
<ecat>ADJ</ecat>
<ethai>เฮฮา, ครื้นเครง, ตลก</ethai>
<id>24823</id>
</Doc>
<Doc>
<esearch>function</esearch>
<entry>function</entry>
<tentry>การทำงาน</tentry>
<ecat>N</ecat>
<ethai>การทำงานที่, การปฏิบัติหน้าที่</ethai>
<esyn>operation; performance; working</esyn>
<id>24825</id>
</Doc>

```



รูปที่ 3-10 ตัวอย่างข้อมูลฐานข้อมูล Lexitron

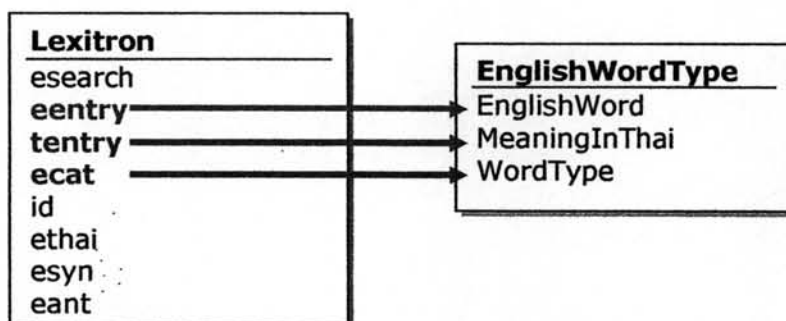
จากที่ผู้วิจัยได้ศึกษาฐานข้อมูล Lexitron ผู้วิจัยสามารถสรุปโครงสร้างต่างๆ ออกมาได้ดังตารางที่ 3-6 แต่เนื่องจากผู้วิจัยต้องการข้อมูลในบาง Attribute โดยได้สรุปเฉพาะ Attribute ที่ต้องการพร้อมทั้ง Mapping กับ Attribute ในฐานข้อมูล EnglishWordType ไว้ดังตารางที่ 3-7 และรูปที่ 3-11

ตารางที่ 3-6 โครงสร้างของฐานข้อมูล Lexitron โดยที่ชื่อ Attribute ที่แดงคือข้อมูลที่วิจัยต้องการ

ลำดับ	ชื่อ Field	ความหมาย
1.	esearch	คำภาษาอังกฤษสำหรับค้นหา (Index)
2.	eentry	คำภาษาอังกฤษ
3.	tentry	คำแปลภาษาไทย
4.	ecat	ชนิดของคำ (Part of speech)
5.	id	รหัส
6.	ethai	คำอธิบายภาษาไทยเพิ่มเติม
7.	esyn	คำภาษาอังกฤษที่มีความหมายเหมือนกัน
8.	eant	คำภาษาอังกฤษอื่นๆ ที่ใช้แทนกันได้

ตารางที่ 3-7 รายการ Mapping Attribute ในฐานข้อมูล EnglishWordType กับฐานข้อมูล Lexitron

Attribute ในฐานข้อมูล Lexitron	Attribute ในฐานข้อมูล Lexitron
eentry	EnglishWord
tentry	MeaningInThai
ecat	WordType

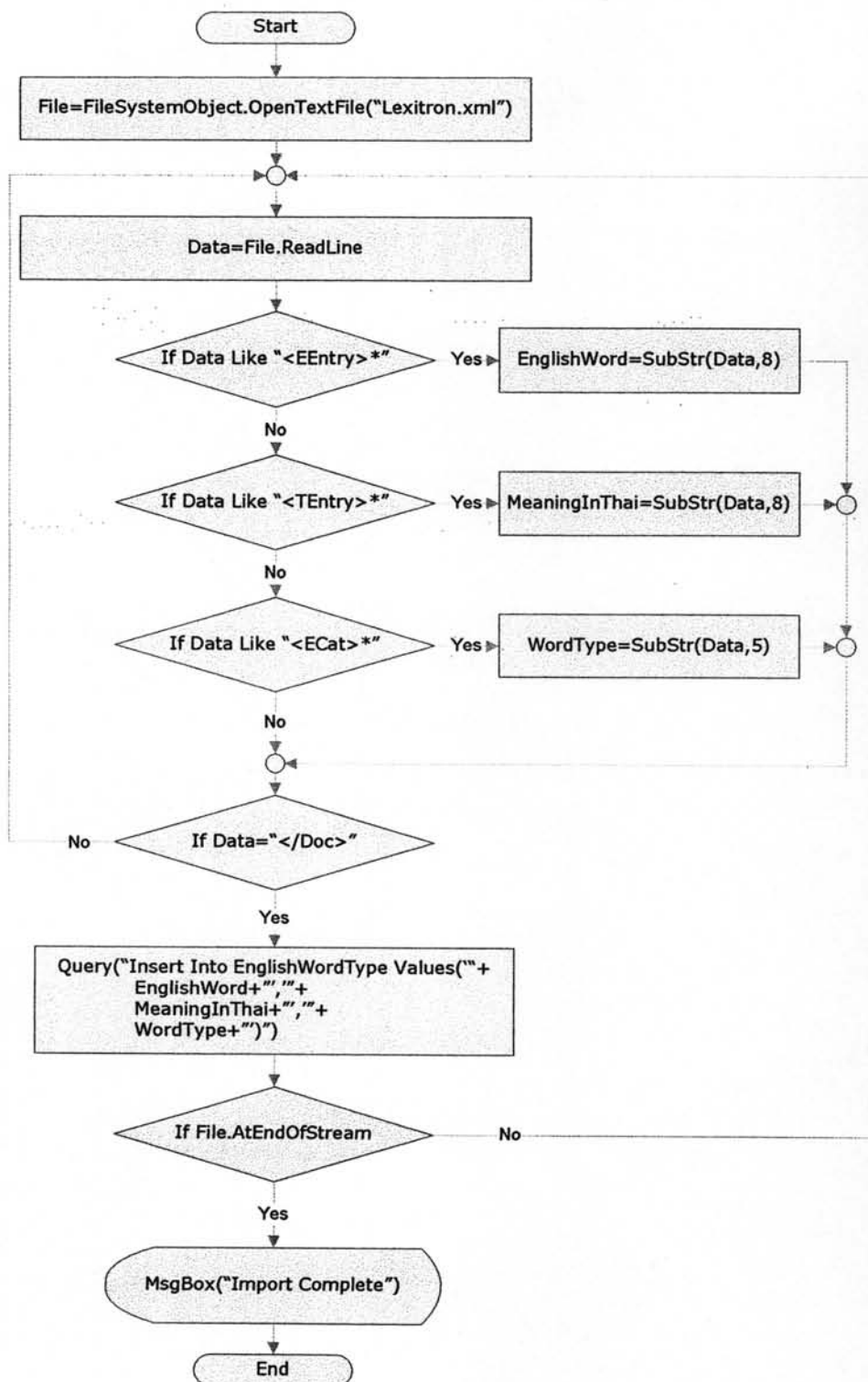


รูปที่ 3-11 รายการ Mapping Attribute ในฐานข้อมูล EnglishWordType กับฐานข้อมูล Lexitron

จากนั้นผู้วิจัยได้ออกแบบวิธีการทางคอมพิวเตอร์สำหรับอ่านเฉพาะข้อมูลที่ผู้วิจัยต้องการดังนี้

1. อ่านข้อมูลจากแฟ้มข้อมูลที่ละบรรทัด แล้วจึงตรวจสอบข้อมูลที่อ่านมาโดยถ้าข้อมูลที่อ่านเป็น <Doc> แสดงว่าพบจุดเริ่มต้นของข้อมูลคำศัพท์แล้ว
2. อ่านข้อมูลในบรรทัดต่อไปจนกว่าจะพบบรรทัดที่ขึ้นต้นด้วย <entry> เมื่อพบแล้วแสดงว่าบรรทัดดังกล่าวนี้คือคำศัพท์ภาษาอังกฤษ จากนั้นให้ตัดข้อความที่อยู่ระหว่าง <entry>...</entry> และนำคำศัพท์ที่ได้ไปบันทึกลงในข้อมูล EnglishWordType ใน Attribute: EnglishWord
3. อ่านข้อมูลในบรรทัดต่อไปจนกว่าจะพบบรรทัดที่ขึ้นต้นด้วย <entry> เมื่อพบแล้วแสดงว่าบรรทัดดังกล่าวนี้คือความหมายของคำศัพท์ในภาษาไทย จากนั้นให้ตัดข้อความที่อยู่ระหว่าง <entry>...</entry> เท่านั้นและนำไปบันทึกลงในข้อมูล EnglishWordType ใน Attribute: MeaningInThai
4. อ่านข้อมูลในบรรทัดต่อไปจนกว่าจะพบบรรทัดที่ขึ้นต้นด้วย <cat> เมื่อพบแล้วแสดงว่าบรรทัดดังกล่าวนี้คือชนิดของคำศัพท์ จากนั้นให้ตัดข้อความที่อยู่ระหว่าง <entry>...</entry> เท่านั้นและนำชนิดของคำศัพท์ที่ได้ไปบันทึกลงในข้อมูล EnglishWordType ใน Attribute: WordType
5. อ่านข้อมูลจากแฟ้มข้อมูลที่ละบรรทัด แล้วจึงตรวจสอบข้อมูลที่อ่านมาโดยถ้าข้อมูลที่อ่านเป็น </Doc> แสดงว่าพบจุดสิ้นสุดของข้อมูลคำศัพท์ แต่ยังคงต้องทำงานต่อไปโดยวนกลับเริ่มต้นทำงานในข้อ 1 ถึงข้อที่ 5 จนกว่าจะอ่านข้อมูลจากแฟ้มข้อมูลครบทุกบรรทัด

จากวิธีการทางคอมพิวเตอร์ที่ได้กำหนดขึ้น ผู้วิจัยได้นำมาเขียนเป็นแผนภาพแสดงวิธีการทางคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 3-12



รูปที่ 3-12 วิธีการทางคอมพิวเตอร์สำหรับอ่านข้อมูลจากฐานข้อมูล Lexitron
และบันทึกลงฐานข้อมูล EnglishWordType

ขั้นตอนที่ **3** เป็นขั้นตอนสำหรับกรองคำศัพท์ภาษาอังกฤษที่มีภาษาไทยรองรับเท่านั้น เนื่องจากข้อมูลคำศัพท์ภาษาอังกฤษที่นำเข้าจากฐานข้อมูล Lexitron มีจำนวนมาก และในภาษาไทยไม่มีคำศัพท์ที่รองรับคำศัพท์ภาษาอังกฤษดังกล่าวได้ทั้งหมด จึงต้องลบคำศัพท์ภาษาอังกฤษที่ไม่มีภาษาไทยรองรับ

วิธีการลบข้อมูลดังกล่าวผู้วิจัยใช้หลักคณิตศาสตร์เรื่องการ Intersection ของ Set คือ การเลือกเฉพาะข้อมูลที่มีเหมือนกันในทั้งสองกลุ่มเท่านั้น โดยผู้วิจัยได้กำหนดให้ Set A คือข้อมูลทั้งหมดในฐานข้อมูล EnglishWordType และ Set B คือข้อมูลทั้งหมดในฐานข้อมูล ThaiSign จากนั้นจึง นำข้อมูลใน Set A และ Set B มา Intersection ก็จะได้เป็นผลลัพธ์ตามที่ต้องการ

สำหรับวิธีการทางคอมพิวเตอร์ดังกล่าว สามารถนำมาสร้างเป็นคำสั่ง SQL เพื่อสั่งให้ระบบจัดการฐานข้อมูลประมวลผลการ Intersection ของทั้ง 2 ฐานข้อมูล ได้ดังนี้

```
INSERT INTO Temp
Select * from EnglishWordType INTERSEC Select * from ThaiSign;
DROP TABLE EnglishWordType;
RENAME TABLE Temp TO EnglishWordType;
```

ขั้นตอนที่ **4** เป็นขั้นตอนการเพิ่มคำศัพท์ที่เปลี่ยนรูปต่างๆ เนื่องจากข้อมูลในฐานข้อมูลพจนานุกรม Lexitron ที่ผู้วิจัยนำมาจาก NECTEC ไม่มีคำศัพท์ที่เปลี่ยนรูป ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อระบบการแปลเกิดความผิดพลาดที่คำดังกล่าวสามารถแปลได้เช่น cat ซึ่งแปลว่าแมว และในฐานข้อมูล ThaiSing มีทำภาษาไทยคำว่าแมว แต่ถ้าหากผู้ใช้ใส่คำว่า cats ซึ่งแปลว่าแมวเช่นกัน แต่ระบบการแปลจะไม่สามารถแปลได้

สำหรับปัญหาดังกล่าวนี้ผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดในการแก้ไขโดยการสร้างคำศัพท์เพิ่มเติมจากคำศัพท์ในฐานข้อมูล EnglishWordType เดิม โดยการศึกษาหลักไวยากรณ์ภาษาอังกฤษ เพื่อค้นหาหลักการต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยพบว่า เลิศ เกสรคำ (2542) ได้กล่าวถึงคำศัพท์ที่เปลี่ยนรูปไว้โดยมี 4 ประเภทดังนี้ (ก) คำนามที่เปลี่ยนรูปเป็นพหูพจน์ (ข) คำกริยาที่เปลี่ยนรูปไปตามกาลหรือ Tense (ค) คำกริยาที่เปลี่ยนรูปโดยการเติม ing และ (ง) คำกริยาที่เปลี่ยนรูปโดยการเติม s จากนั้นผู้วิจัยได้ศึกษาถึงกฎเกณฑ์การเปลี่ยนรูปของคำศัพท์ประเภทต่างๆ โดยละเอียดแล้วจึงนำมาสร้างเป็นวิธีการทางคอมพิวเตอร์ดังต่อไปนี้

ก. วิธีการทางคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างคำนามที่เปลี่ยนรูปเป็นพหูพจน์ ผู้วิจัยได้ออกแบบขั้นตอนการทำงานโดยเริ่มต้นจากเลือกคำศัพท์เฉพาะคำนามที่มีในฐานข้อมูล EnglishWordType แล้วจึงนำคำนามแต่ละคำมาตรวจสอบตามกฎการเปลี่ยนรูปเป็นพหูพจน์ จากนั้นจึงบันทึกคำนามดังกล่าวที่ได้สร้างเพิ่มขึ้นใหม่ลงในฐานข้อมูล โดยกฎการเปลี่ยนรูป (เลิศ เกสรคำ, 2542) มีดังนี้

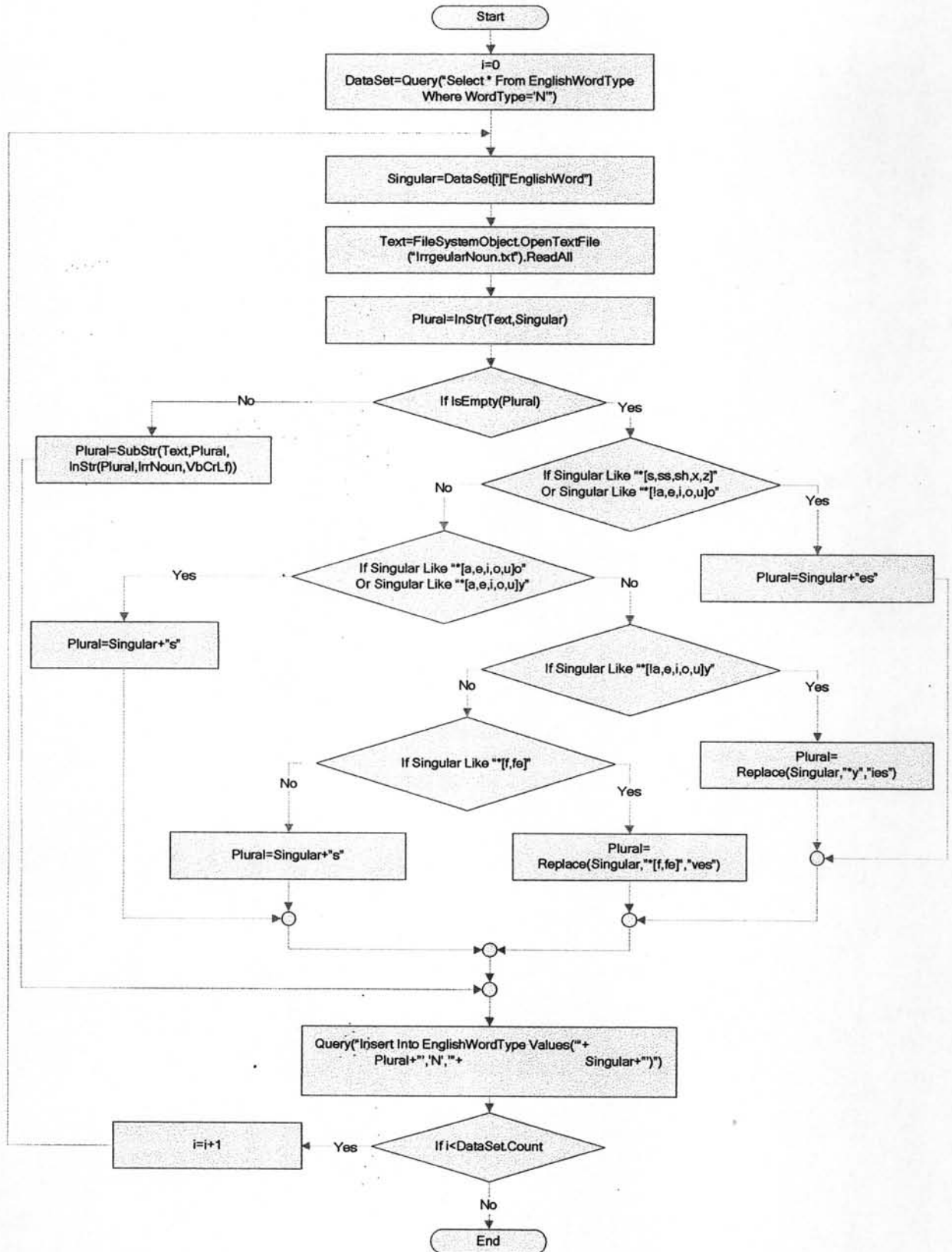
- ก. คำนามที่ลงท้ายด้วย s ss sh ch x z เดิม es
- ข. คำนามที่ลงท้ายด้วย o และหน้า o เป็นพยัญชนะเดิม es
- ค. คำนามที่ลงท้ายด้วย o และหน้า o เป็นสระเดิม s
- ง. คำนามที่ลงท้ายด้วย y และหน้า y เป็นพยัญชนะเปลี่ยน y เป็น ies
- จ. คำนามที่ลงท้ายด้วย y และหน้า y เป็นสระเดิม s
- ฉ. คำนามที่ลงท้ายด้วย f หรือ fe เปลี่ยน f หรือ fe เป็น ves
- ช. สำหรับคำที่ไม่เป็นไปตามกฎข้างต้นเช่น Man เปลี่ยนเป็น Men ซึ่งมีทั้งหมด 88 คำโดยได้สรุปไว้ในภาคผนวก ค.

จากแนวคิดขั้นตอนการทำงานที่ได้ออกแบบไว้ดังกล่าว ผู้วิจัยได้นำมา กำหนดวิธีการทางคอมพิวเตอร์ไว้ดังต่อไปนี้

1. อ่านข้อมูลจากฐานข้อมูล EnglishWordType เฉพาะคำนามมาเก็บไว้ใน DataSet
2. อ่านข้อมูลคำนามใน Attribute: EnglishWord จาก DataSet ครั้งละหนึ่งแถว
3. ค้นหาคำนามในแฟ้มข้อมูลคำนามที่ไม่เปลี่ยนรูปเป็นพหูพจน์ตามกฎ (IrregularNoun.txt)

- 3.1 ถ้าพบ กำหนดให้ Plural=คำนามรูปพหูพจน์ที่บันทึกเตรียมไว้ใน
แฟ้ม IrregularNoun.txt
- 3.2 ถ้าไม่พบให้ตรวจสอบคำนามตามกฎ
 - 3.2.1 ลงท้ายด้วย s ss sh ch x z เดิม es
 - 3.2.2 ลงท้ายด้วย o และหน้า o เป็นพยัญชนะเดิม es
 - 3.2.3 ลงท้ายด้วย o และหน้า o เป็นสระเดิม s
 - 3.2.4 ลงท้ายด้วย y และหน้า y เป็นพยัญชนะเปลี่ยน y เป็น ies
 - 3.2.5 ลงท้ายด้วย y และหน้า y เป็นสระเดิม s
 - 3.2.6 ลงท้ายด้วย f หรือ fe เปลี่ยน f หรือ fe เป็น ves
 - 3.2.7 หากไม่ตรงกับเงื่อนไขใดๆ ให้เดิม s
4. กำหนดให้ WordType="N" และกำหนดให้ WordNormalForm=
คำนามรูปเอกพจน์
5. บันทึก Plural, WordType และ WordNormalForm เพิ่มลงในฐาน
ข้อมูล EnglishWordType
6. วนซ้ำตั้งแต่ข้อที่ 2 ถึงข้อที่ 5 จนกว่าจะสิ้นสุด DataSet

จากวิธีการทางคอมพิวเตอร์ที่ได้กำหนดขึ้น ผู้วิจัยได้นำมาเขียนเป็น
แผนภาพแสดงวิธีการทางคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 3-13



รูปที่ 3-13 วิธีการทางคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างคำนามที่เปลี่ยนเป็นรูปเป็นพหูพจน์

ข. วิธีการทางคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างคำกริยาที่เปลี่ยนรูปตามกาล (Tense) ผู้วิจัยได้ออกแบบขั้นตอนการทำงานโดยเริ่มต้นจากเลือกคำศัพท์เฉพาะคำกริยาที่มีในฐานข้อมูล EnglishWordType แล้วจึงนำกริยาแต่ละคำมาตรวจสอบตามกฎการเปลี่ยนรูปไปตามกาลต่างๆ จากนั้นจึงบันทึกคำกริยาดังกล่าวที่ได้สร้างเพิ่มขึ้นใหม่ลงในฐานข้อมูล โดยกฎการเปลี่ยนรูป (เลิศ เกสรคำ, 2542) มีดังนี้

- ก. คำกริยาที่ลงท้ายด้วย e เติม d
- ข. คำกริยาที่ลงท้ายด้วย y และหน้า y เป็นพยัญชนะเปลี่ยน y เป็น ied
- ค. คำกริยาที่ลงท้ายด้วย y และหน้า y เป็นสระเติม ed
- ง. คำกริยาที่มีพยางค์เดียว สระตัวเดียว และตัวสะกดตัวเดียวต้องเพิ่มตัวสะกดอีก 1 ตัวก่อนแล้วจึงเติม ed
- จ. คำกริยาที่ลงเสียงหนักที่พยางค์หลังต้องเพิ่มตัวสะกดอีก 1 ตัวก่อนแล้วจึงเติม ed
- ฉ. คำกริยาที่ลงท้ายด้วย c แต่ออกเสียง k ต้องเติม ked

ในกรณีของคำกริยาในข้อ 5. และ 6. ไม่สามารถนำมาสร้างเป็นวิธีการทางคอมพิวเตอร์ได้ จึงต้องอาศัยตารางในภาคผนวก ง. เพื่อเพิ่มข้อมูลการเปลี่ยนรูปดังกล่าวลงในฐานข้อมูลโดยตรงด้วยตนเอง

จากแนวคิดขั้นตอนการทำงานที่ได้ออกแบบไว้ดังกล่าว ผู้วิจัยได้นำมากำหนดวิธีการทางคอมพิวเตอร์ไว้ดังต่อไปนี้

1. อ่านข้อมูลจากฐานข้อมูล EnglishWordType เฉพาะคำกริยามาเก็บไว้ใน DataSet
2. อ่านข้อมูลคำกริยาจาก Attribute ชื่อ EnglishWord จาก DataSet ที่ละหนึ่งแถว
3. ค้นหาคำกริยาในเพิ่มข้อมูลคำกริยา (IrregularVerb.txt) ที่ไม่เปลี่ยนรูปตามกฎการเติม ed
 - 3.1 ถ้าพบ กำหนดให้ NewTenseArray=คำกริยาในรูปของ Tense อื่นๆ ทั้งหมดที่บันทึกเตรียมไว้ในเพิ่ม IrregularNoun.txt

3.2 ถ้าไม่พบให้ตรวจสอบตามกฎ

3.2.1 ลงท้ายด้วย e เติม d

3.2.2 ลงท้ายด้วย y และหน้า y เป็นพยัญชนะเปลี่ยน y เป็น ied

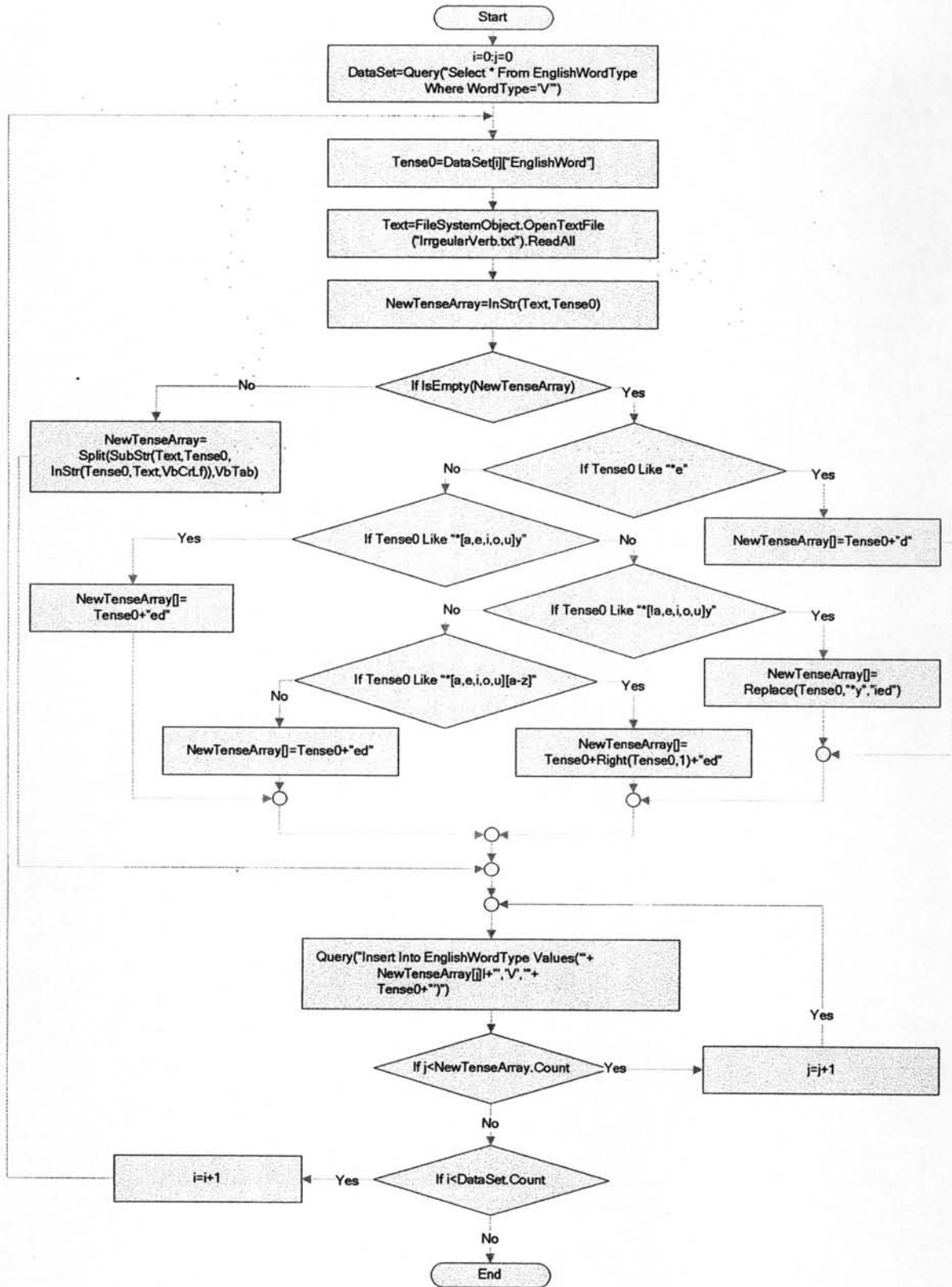
3.2.3 ลงท้ายด้วย y และหน้า y เป็นสระเติม ed

3.2.4 มีตัวสระตัวเดียวและตัวสะกดตัวเดียวต้องเพิ่มตัวสะกด 1
ตัวและตามด้วย ed

3.2.5 หากไม่ตรงกับเงื่อนไขใดๆ ให้เติม ed

4. กำหนดให้ WordType="N" และกำหนดให้ WordNormalForm=คำ
กิริยารูปเดิม
5. บันทึก NewTenseArray, WordType และ WordNormalForm เพิ่มลง
ในฐานข้อมูล EnglishWordType
6. วนซ้ำข้อ 5 จนถึงสุดข้อมูลใน NewTenseArray
7. วนซ้ำตั้งแต่ข้อที่ 2 ถึงข้อที่ 6 จนกว่าจะสิ้นสุด DataSet

จากวิธีการทางคอมพิวเตอร์ที่ได้กำหนดขึ้น ผู้วิจัยได้นำมาเขียนเป็น
แผนภาพแสดงวิธีการทางคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 3-14



รูปที่ 3-14 วิธีการทางคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างคำกริยาที่เปลี่ยนรูปตามกาล (Tense)

ค. วิธีการทางคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างคำกริยาที่เปลี่ยนรูปโดยการเติม ing ผู้วิจัยได้ออกแบบขั้นตอนการทำงาน โดยเริ่มต้นจากเลือกคำศัพท์เฉพาะคำกริยาที่มีในฐานข้อมูล EnglishWordType แล้วจึงนำกริยาแต่ละคำมาตรวจสอบตามกฎการเปลี่ยนรูปโดยการเติม ing จากนั้นจึงบันทึกคำกริยาดังกล่าวที่ได้สร้างเพิ่มขึ้นใหม่ลงในฐานข้อมูลฐานข้อมูล โดยกฎการเปลี่ยนรูป (เลิศ เกสรคำ, 2542) มีดังนี้

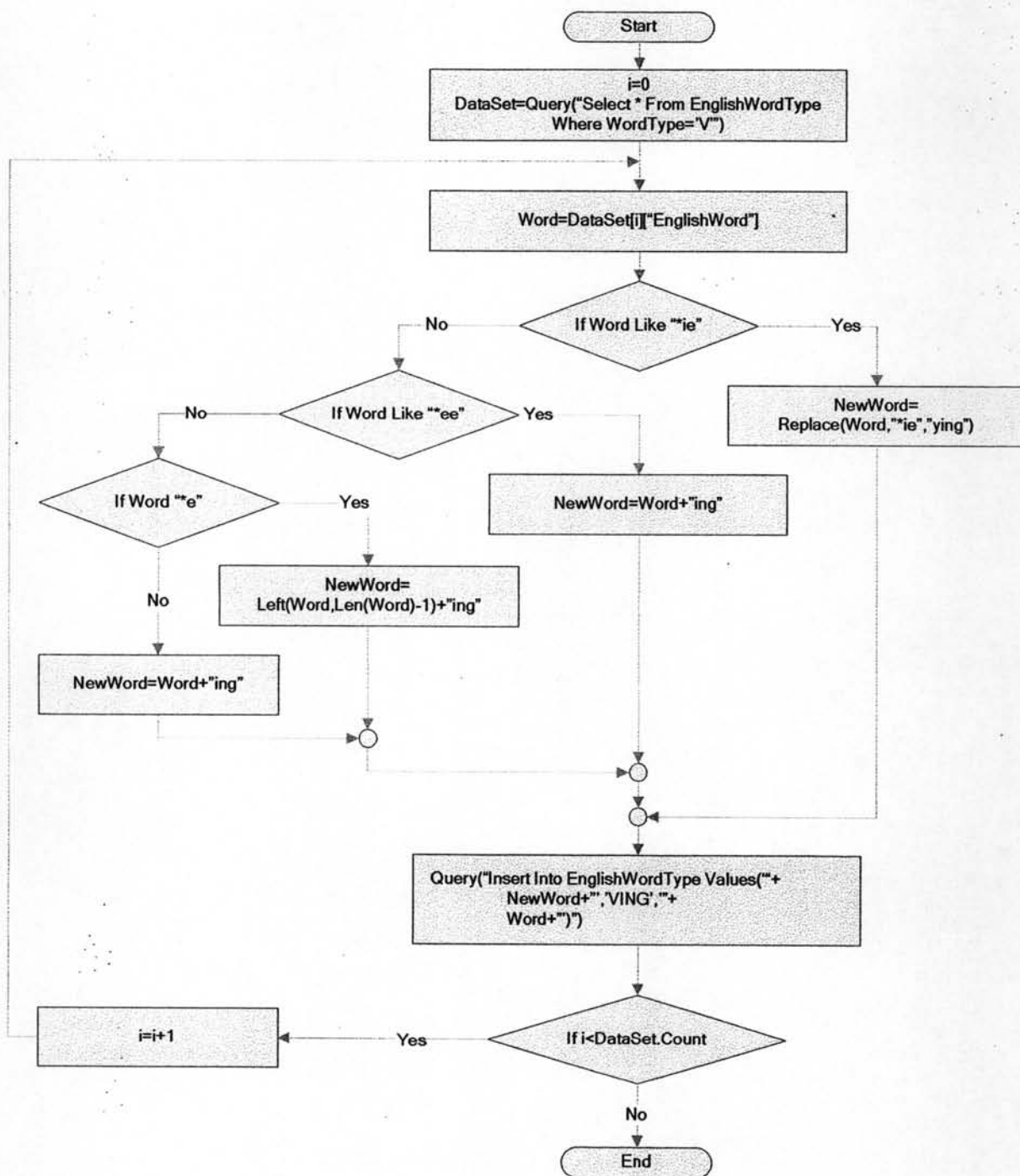
1. คำกริยาที่ลงท้ายด้วย ee เติม ing
2. คำกริยาที่ลงท้ายด้วย e เปลี่ยน e เป็น ing
3. คำกริยาที่ลงท้ายด้วย ie เปลี่ยน ie เป็น ying
4. คำกริยาที่ลงเสียงหนักที่พยางค์หลังต้องเพิ่มตัวสะกดอีก 1 ตัวก่อน แล้วจึงเติม ing

ในกรณีของคำกริยาในข้อ 4. ไม่สามารถนำมาสร้างเป็นวิธีการทางคอมพิวเตอร์ได้ จึงต้องเพิ่มข้อมูลการเปลี่ยนรูปดังกล่าวลงสู่ฐานข้อมูลโดยตรงด้วยตนเอง

จากแนวคิดขั้นตอนการทำงานที่ได้ออกแบบไว้ดังกล่าว ผู้วิจัยได้นำมา กำหนดวิธีการทางคอมพิวเตอร์ไว้ดังต่อไปนี้

1. อ่านข้อมูลจากฐานข้อมูล EnglishWordType เฉพาะคำกริยามาเก็บไว้ใน DataSet
2. อ่านข้อมูลคำกริยาจาก Attribute ชื่อ EnglishWord จาก DataSet ที่ละหนึ่งแถว
3. ตรวจสอบคำกริยาตามกฎ
 - 3.1 ลงท้ายด้วย ee เติม ing
 - 3.2 ลงท้ายด้วย e เปลี่ยน e เป็น ing
 - 3.3 ลงท้ายด้วย ie เปลี่ยน ie เป็น ying
 - 3.4 มีตัวสะกดตัวเดียวและตัวสะกดตัวเดียวต้องเพิ่มตัวสะกด 1 ตัวและตามด้วย ing
 - 3.5 หากไม่ตรงกับเงื่อนไขใดๆ ให้เติม ing
4. กำหนดให้ WordType="VING" และกำหนดให้ WordNormalForm=คำกริยารูปเดิม
5. บันทึก NewWord, WordType และ WordNormalForm เพิ่มลงในฐานข้อมูล EnglishWordType
6. วนซ้ำตั้งแต่ข้อที่ 2 ถึงข้อที่ 5 จนกว่าจะสิ้นสุด DataSet

จากวิธีการทางคอมพิวเตอร์ที่ได้กำหนดขึ้น ผู้วิจัยได้นำมาเขียนเป็น
แผนภาพแสดงวิธีการทางคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 3-15



รูปที่ 3-15 วิธีการทางคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างคำกริยาที่เปลี่ยนรูปโดยการเติม ing

ง. วิธีการทางคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างคำกริยาที่เติม s

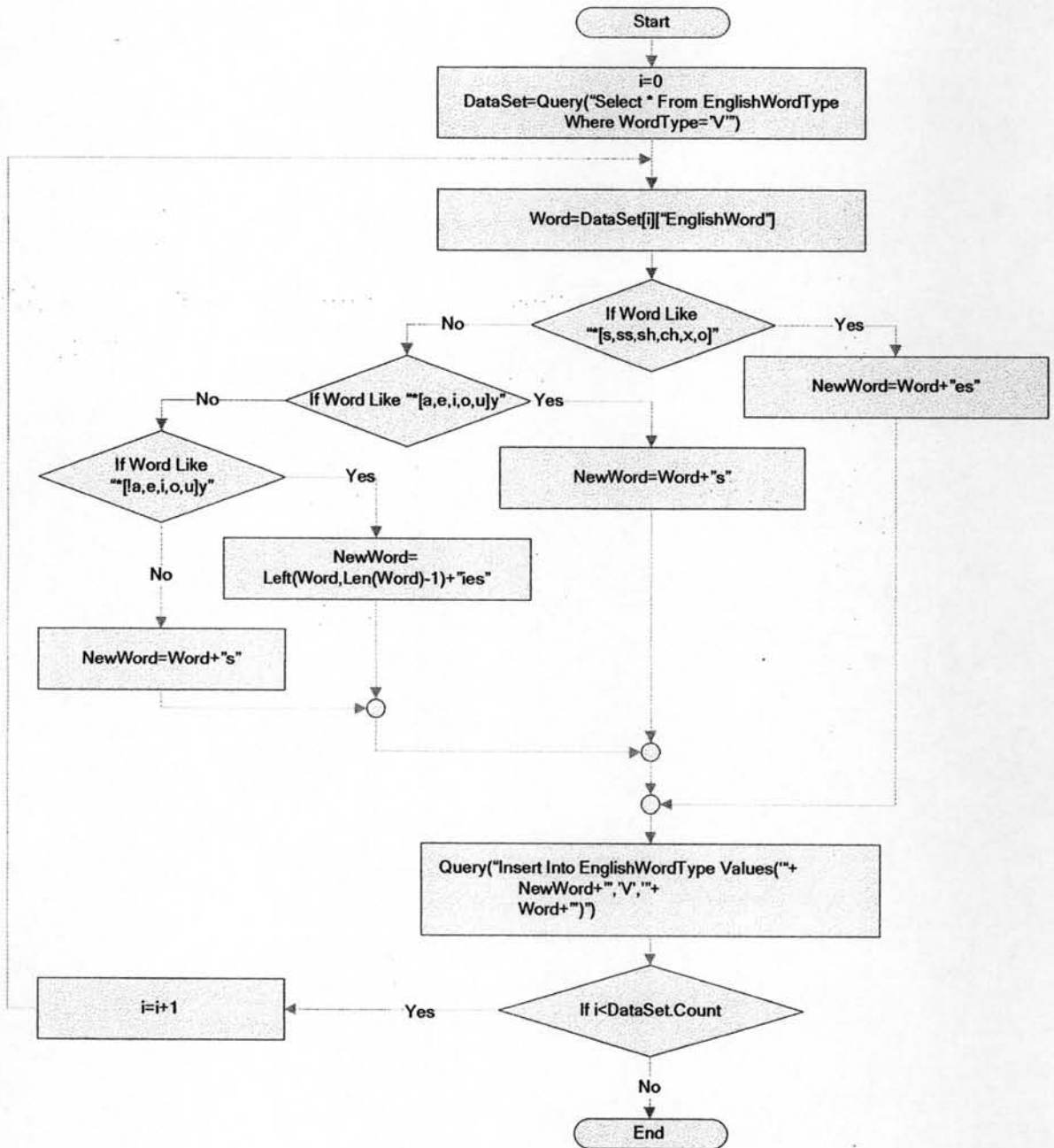
ผู้วิจัยได้ออกแบบขั้นตอนการทำงานโดยเริ่มต้นจากเลือกคำศัพท์เฉพาะคำกริยาที่มีในฐานข้อมูล EnglishWordType แล้วจึงนำคำกริยาแต่ละคำมาตรวจสอบตามกฎการเปลี่ยนรูปโดยการเติม s จากนั้นจึงบันทึกคำกริยาดังกล่าวที่ได้สร้างเพิ่มขึ้นใหม่ลงในฐานข้อมูลโดยกฎการเปลี่ยนรูป (เลิศ เกสรคำ, 2542) มีดังนี้

1. คำกริยาที่ลงท้ายด้วย s, ss, sh, ch, x, o เติม ing
2. คำนามที่ลงท้ายด้วย y และหน้า y เป็นพยัญชนะเปลี่ยน y เป็น ies
3. คำนามที่ลงท้ายด้วย y และหน้า y เป็นสระเติม s

จากแนวคิดขั้นตอนการทำงานที่ได้ออกแบบไว้ดังกล่าว ผู้วิจัยได้นำมากำหนดวิธีการทางคอมพิวเตอร์ไว้ดังต่อไปนี้

1. อ่านข้อมูลจากฐานข้อมูล EnglishWordType เฉพาะคำกริยามาเก็บไว้ใน DataSet
2. อ่านข้อมูลคำกริยาจาก Attribute ชื่อ EnglishWord จาก DataSet ที่ละหนึ่งแถว
3. ตรวจสอบคำกริยาตามกฎ
 - 3.1 ลงท้ายด้วย s ss sh ch x o เติม es
 - 3.2 ลงท้ายด้วย y และหน้า y เป็นพยัญชนะเปลี่ยน y เป็น ies
 - 3.3 ลงท้ายด้วย y และหน้า y เป็นสระเติม s
 - 3.4 หากไม่ตรงกับเงื่อนไขใดๆ ให้เติม s
4. กำหนดให้ WordType="N" และกำหนดให้ WordNormalForm=คำกริยาในรูปเดิม
5. บันทึก NewWord, WordType และ WordNormalForm เพิ่มลงในฐานข้อมูล EnglishWordType
- 6.วนซ้ำตั้งแต่ข้อที่ 2 ถึงข้อที่ 5 จนกว่าจะสิ้นสุด DataSet

จากวิธีการทางคอมพิวเตอร์ที่ได้กำหนดขึ้น ผู้วิจัยได้นำมาเขียนเป็นแผนภาพแสดงวิธีการทางคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 3-16



รูปที่ 3-16 วิธีการทางคอมพิวเตอร์สำหรับสร้างคำกริยาที่เติม s

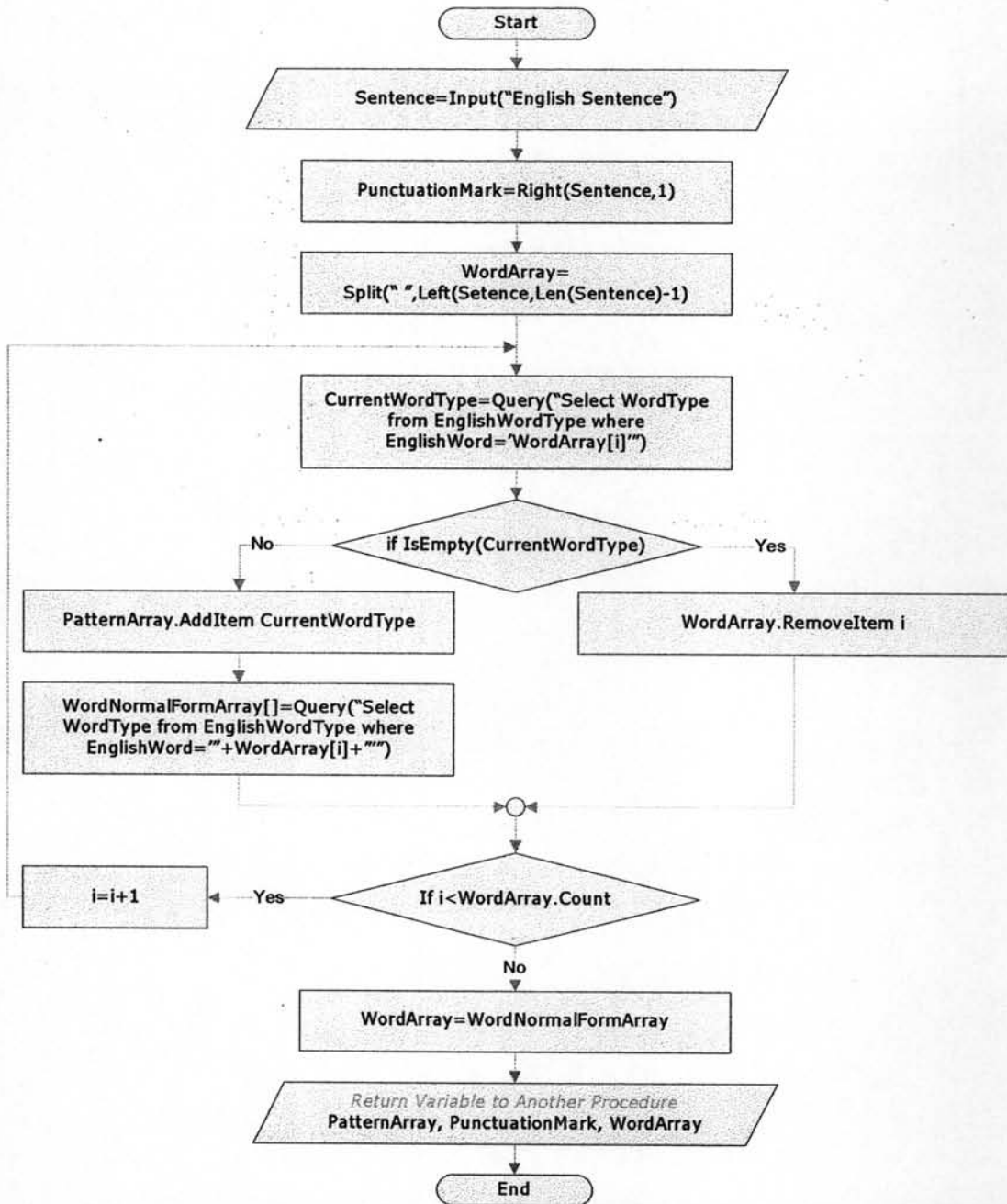
3.4 วิธีการทางคอมพิวเตอร์สำหรับค้นหาชนิดของคำและตัดคำที่ไม่ต้องแปล

ผู้วิจัยได้ออกแบบขั้นตอนการทำงานคือ เริ่มจากอ่านคำภาษาอังกฤษทีละคำ จากคำแรกไปจนถึงคำสุดท้าย ซึ่งจะพบเครื่องหมายจบประโยค เนื่องจากข้อมูลเข้าเป็นประโยคภาษาอังกฤษในรูปของสตริง (String) จึงจำเป็นต้องแยกออกเป็นคำ โดยจะเก็บค่าของคำไว้ในรูปของ Array เพื่อนำไปค้นหาในฐานข้อมูลพจนานุกรม English Word Type เมื่อค้นหาเสร็จสิ้นจะได้รูปแบบของประโยคภาษาอังกฤษเพื่อนำไปใช้ Mapping ในขั้นตอนต่อไป

จากแนวคิดขั้นตอนการทำงานที่ได้ออกแบบไว้ดังกล่าว ผู้วิจัยได้นำมากำหนดวิธีการทางคอมพิวเตอร์ไว้ดังต่อไปนี้

1. รับประโยคภาษาอังกฤษ
2. แยกเครื่องหมายจบประโยคไว้ใน PunctuationMark สำหรับไว้ตรวจสอบประเภทของประโยคในขั้นตอนการ Mapping
3. แยกคำแต่ละคำในประโยคด้วยช่องว่างและเก็บไว้ใน WordArray
4. ค้นหาชนิดของคำที่เก็บไว้ใน WordArray จากฐานข้อมูล EnglishWordType
 - 4.1 ถ้าค้นหาไม่พบแสดงว่าคำดังกล่าวอาจเป็นคำบุพบท (Preposition) หรือคำนำหน้านามที่เป็น Article หรือในภาษามือไทยไม่ต้องแปล ให้ตัดออกจาก WordArray
 - 4.2 ถ้าค้นหาพบ
 - 4.3.1 จัดเก็บชนิดของคำแต่ละไว้ใน PatternArray โดยตรวจสอบชนิดของคำจาก Attribute ชื่อ WordType ในฐานข้อมูล EnglishWordType และเก็บข้อมูล
 - 4.3.2 จัดเก็บคำศัพท์ในรูปของ Normal Form ไว้ใน WordNormalFormArray โดยอ่านข้อมูลจาก Attribute ที่ชื่อ WordNormalForm จากฐานข้อมูล English WordType
5. วนซ้ำข้อที่ 4 จนกว่าจะอ่านข้อมูลใน WordArray ครบทั้งหมด
6. แทนที่ตัวแปร WordArray ด้วยตัวแปร WordNormalFormArray
7. ส่งข้อมูลในตัวแปร PunctuationMark, WordArray และ PatternArray เพื่อนำไปประมวลผลในขั้นตอนอื่นๆ ต่อไป

จากวิธีการทางคอมพิวเตอร์ที่ได้กำหนดขึ้น ผู้วิจัยได้นำมาเขียนเป็นแผนภาพแสดงวิธีการทางคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 3-17



รูปที่ 3-17 แผนภาพวิธีการทางคอมพิวเตอร์สำหรับหาชนิดของคำและตัดคำที่ไม่ต้องแปล

3.5 วิธีการทางคอมพิวเตอร์สำหรับ Mapping รูปประโยค

ในขั้นการสร้างวิธีการทางคอมพิวเตอร์สำหรับ Mapping รูปประโยค แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนการสร้างฐานข้อมูลสำหรับกำหนดรูปแบบของประโยค และขั้นตอนการสร้างวิธีการทางคอมพิวเตอร์สำหรับ Mapping รูปประโยค ดังนี้

3.5.1 ขั้นตอนการสร้างฐานข้อมูลสำหรับบันทึกรูปแบบของประโยค

ฐานข้อมูลสำหรับบันทึกรูปแบบประโยคภาษาอังกฤษและรูปประโยคภาษาไทยที่สอดคล้องกัน เป็นฐานข้อมูลขนาดเล็กใช้สำหรับประกอบในขั้นตอนการทำงานในการ Mapping รูปประโยค ผู้วิจัยได้กำหนดชื่อฐานข้อมูลนี้ว่า SentencePattern โดยโครงสร้างของฐานข้อมูล (Data Dictionary) ได้แสดงในตารางที่ 3-8 และแสดงตัวอย่างของข้อมูลที่บันทึกในฐานข้อมูล SentencePattern ดังตารางที่ 3-9

ตารางที่ 3-8 โครงสร้างของฐานข้อมูล SentencePattern (Data Dictionary)

ข้อมูล(Attribute)	คำอธิบาย(Description)	ชนิดข้อมูล (Type)	PK	FK
SentenceType	ประเภทของประโยคมีดังนี้ - N หมายถึงประโยคบอกเล่า - Q หมายถึงประโยคคำถาม - P หมายถึงประโยคขอร้อง	Text(1)	×	
EnglishPattern	รูปแบบของประโยคภาษาอังกฤษ	Text(255)	×	
ThaiPattern	รูปแบบของประโยคภาษาไทย	Text(255)		

ตารางที่ 3-9 ตัวอย่างของข้อมูลที่บันทึกในฐานข้อมูล SentencePattern

SentenceType	EnglishPattern	ThaiPattern
N	N VB ADJ	N ADJ
N	ADJ N VB N	N ADJ N
Q	WHERE VB ADJ N	N ADJ WHERE
P	PLEASE V N	V N

3.5.2 ขั้นตอนการกำหนดรูปแบบของประโยค

การกำหนดรูปแบบของประโยคภาษาอังกฤษและประโยคภาษาไทยที่สอดคล้องกัน ผู้วิจัยได้แบ่งเป็นขั้นตอนการทำงานดังนี้

1. ขั้นตอนการศึกษารูปแบบประโยค

ผู้วิจัยได้เริ่มต้นจากการศึกษาหลักไวยากรณ์ภาษาอังกฤษซึ่งแบ่งประโยคออกเป็น 5 กลุ่มคือ (1) ประโยคบอกเล่า (2) ประโยคปฏิเสธ (3) ประโยคคำถาม (4) ประโยคขอร้อง และ (5) ประโยคอุทาน (สำราญ คำยั้ง, ม.ท.ป.) เมื่อผู้วิจัยได้วิเคราะห์เพื่อมาสร้างเป็นวิธีการทางคอมพิวเตอร์พบปัญหาใน 2 กลุ่มคือ ประโยคปฏิเสธ และ ประโยคอุทาน โดยจะอธิบายดังนี้

ก. ประโยคปฏิเสธจะเป็นเพียงคำที่แสดงการปฏิเสธคือ no และ not โดยจะอยู่ตำแหน่งต่างๆ ของประโยค และในภาษามือไทยนั้น การแปลจากคำภาษาอังกฤษ “no” และ “not” เป็นคำว่า “ไม่” ได้ในทันที โดยการแสดงท่าทางโบกมือเล็กน้อย หรือส่ายหน้า เช่นเดียวกับคนปกติทั่วไปที่แสดงคำว่า “ไม่” (ญาคา ชินะ โชติ, 2549) ดังนั้นผู้วิจัยจึงขุดกลุ่มประโยคปฏิเสธ

ข. ประโยคอุทาน เนื่องจากคำอุทานในภาษาอังกฤษมีหลากหลายรูปแบบที่บุคคลทั่วไปได้คิดแปลงเพิ่มกันเองเป็นจำนวนมากเช่น “WOW!” “OOPZZZZ!” ซึ่งไม่มีรูปแบบที่แน่นอน และที่สำคัญคือการแปลประโยคอุทานในภาษาอังกฤษเป็นประโยคอุทานในภาษามือไทย ใช้การแสดงหน้าตาเป็นหลักใหญ่บวกกับอาการสะดุ้ง ซึ่งผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมการแสดงออกทางหน้าตาหรือการสะดุ้งให้สมจริงได้ เนื่องจาก Tools ที่ผู้วิจัยนำมาใช้ไม่รองรับ และรูปแบบของคำอุทานที่ไม่มีแบบแผนแน่นอน ส่งผลให้ผู้วิจัยต้องตัดประโยคอุทานออก โดยระบบที่ผู้วิจัยสร้างนั้นไม่รองรับประโยคอุทานทั้งหมด และถือเป็นข้อจำกัดสำหรับการพัฒนาต่อในอนาคต

2. ขั้นตอนการกำหนดรูปแบบของประโยคที่สอดคล้องกัน

จากขั้นตอนการศึกษา ผู้วิจัยจึงได้แบ่งกลุ่มและสร้างรูปแบบที่สอดคล้องกันเพื่อรองรับประโยค 3 กลุ่ม คือ (1) ประโยคบอกเล่า (2) ประโยคคำถาม และ (3) ประโยคขอร้อง โดยนำต้นแบบของ สิปัทธน์ นามวัฒน์ (2543) ดังที่กล่าวไว้ในบทที่ 2 หัวข้อที่ 2.7 และสูตรการสนทนาภาษาอังกฤษของ ชาญชัย บุญเฮ้า (2547) มาประยุกต์เป็น รูปแบบของประโยคสำหรับประกอบการทำงานของวิธีการทางคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในข้อที่ 3.5.2 โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่มรวมทั้งหมด 50+3 รูปแบบ สำหรับรายละเอียดของกลุ่มประโยคและรูปแบบต่างๆ มีดังนี้

ก. ประโยคบอกเล่า

การสร้างรูปแบบของประโยคบอกเล่าผู้วิจัยได้ศึกษาจากต้นแบบคั้งที่กล่าวไปแล้วในบทที่ 2 หัวข้อที่ 2.7 และสูตรการสนทนาภาษาอังกฤษ โดยนำรูปแบบหลักของประโยคบอกเล่ามา 7 แบบ จากทั้งหมด 9 แบบ เนื่องจากมี 2 แบบที่ต้องตัดทิ้งเพราะเป็นข้อจำกัดที่ไม่สามารถรองรับคำบุพบท (Preposition) และประโยคในรูปแบบประโยคความรวม (Compound Sentence) จากนั้นผู้วิจัยได้นำมาปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมกับวิธีการทางคอมพิวเตอร์ของผู้วิจัยเอง และเพิ่มเติม รูปแบบอื่นๆ ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับรูปแบบหลักขึ้นใหม่ และได้แสดงรูปแบบของประโยคบอกเล่าทั้งหมดที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้นดังตารางที่ 3-12

ตารางที่ 3-10 รูปแบบของประโยคบอกเล่าที่สอดคล้องกันของภาษาอังกฤษและภาษามือไทย
(ตัวอักษรสีเทาคือรูปแบบเดิมของศัพท์ นามวิเศษณ์)

ลำดับ	ประโยคบอกเล่า			
	ภาษาอังกฤษ	ภาษามือไทย	ตัวอย่างประโยค	
1.	NP BE ADJ N VB ADJ N VB VING N N VB VING	NP ADJ N ADJ N VING N N VING	She is beautiful. She is eating. Two cats are sleeping.	เธอ-สวย เธอ-กิน สอง-แมว-นอน
2.	NP V ADJ N V ADJ ADJ N V ADJ N N V ADJ	NP V ADJ N V ADJ N ADJ V ADJ N N V ADJ	She feels sick. The beautiful girl feels sick. Two boys feel sick.	เธอ-รู้สึก-ป่วย เด็กผู้หญิง-สวย-รู้สึก-ป่วย สอง-เด็กผู้ชาย-รู้สึก-ป่วย
3.	NP BE ADV N VB ADV ADJ N VB ADV N N VB ADV	NP BE ADV N VB ADV N ADJ ADV N N ADV	A cat is here. The little cat is here. Two cats are here.	แมว-ที่นี่ แมว-เล็ก-ที่นี่ สอง-แมว-ที่นี่
4.	NP V ADV N V ADV N N V ADV ADJ N V ADV	NP V ADV N V ADV N N V ADV ADJ N V ADV	He walks quickly. Two boys walk slowly. A handsome man walks quickly.	เขา-เดิน-เร็ว สอง-เด็กผู้ชาย-เดิน-ช้า ผู้ชาย-หล่อ-เดิน-เร็ว

ตารางที่ 3-10 รูปแบบของประโยคบอกเล่าที่สอดคล้องกันของภาษาอังกฤษและภาษาไทย (ต่อ)
(ตัวอักษรสีเทาคือรูปแบบเดิมของศัพท์ นามวิเศษณ์)

ลำดับ	ประโยคบอกเล่า			
	ภาษาอังกฤษ	ภาษาไทย	ตัวอย่างประโยค	
5.	NP BE NP	NP NP		
	N VB N	NN	She is a nurse.	เธอ-พยาบาล
	N VB NN	NNN	A cat has two colors.	แมว-สอง-สี
	NN VB N	NNN	Two boys are running.	สอง-เด็กผู้ชาย-วิ่ง
	ADJ N VB N	N ADJ N	A handsome boy is sleeping.	เด็กผู้ชาย-หล่อ-นอน
	ADJ N VB VING ADJ	N ADJ VING ADJ	The pretty girl is walking slowly.	เด็กผู้หญิง-น่ารัก-เดิน-ช้า
	ADJ N VB NN	N ADJ NN	A small cat has two colors.	แมว-เล็ก-สอง-สี
6.	NP V	NP V		
	N V	N V	They laugh.	พวกเขา-หัวเราะ
	N VN	N VN	He eats apple.	เขา-กิน-แอปเปิล
7.	NP V NP	NP V NP		
	NN VN	NN VN	A pretty girl buys a dress.	เด็กผู้หญิง-น่ารัก-ซื้อ-ชุด
	NN V ADJ N	NN V N ADJ	A handsome boy buys a red shirt.	เด็กผู้ชาย-หล่อ-ซื้อ-เสื้อ-สีแดง

ข. ประโยคคำถาม

การสร้างรูปแบบของประโยคคำถาม ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการเดียวกับการสร้างรูปแบบประโยคบอกเล่าคือ ศึกษาจากต้นแบบดังที่กล่าวไปแล้วในบทที่ 2 หัวข้อที่ 2.7 และศึกษาเพิ่มเติมจากสูตรการสนทนาภาษาอังกฤษ โดยนำรูปแบบหลักของประโยคคำถามมาทั้งหมดแต่นำมาจัดแบ่งใหม่ตามลักษณะของคำถามเพื่อให้เหมาะสมกับวิธีการทางคอมพิวเตอร์ของผู้วิจัยเอง และเพิ่มเติมรูปแบบที่ใกล้เคียงกับรูปแบบหลักขึ้นอีก โดยจะรองรับประโยคคำถามแบบ How, What, When, Where, Why, Who และคำถามที่ขึ้นต้นด้วย Verb to be เท่านั้น ซึ่งลักษณะของประโยคคำถามภาษาอังกฤษแบบอื่นยังไม่รองรับ ผู้วิจัยจึงถือเป็นข้อจำกัดสำหรับการพัฒนาต่อไปในอนาคต ดังนั้นจึงได้ Pattern ของประโยคคำถามดังตารางที่ 3-11

ตารางที่ 3-11 รูปแบบของประโยคคำถามที่สอดคล้องกันของภาษาอังกฤษและภาษาไทย

ลำดับ	ประโยคคำถาม			ตัวอย่างประโยค
	ภาษาอังกฤษ	ภาษาไทย		
1.	Verb to be VB N ADJ N VB N ADJ VB N N	N N ADJ N ADJ N N	Is she a beautiful girl? Is he handsome? Is he a student?	เธอ-ผู้หญิง-สวย (หรือไม่) เขา-หล่อ-(หรือไม่) เขา-นักเรียน-(หรือไม่)
2.	How HOW-MANY N * HOW-MUCH HOW VB N HOW VD N V *	N * HOW-MANY HOW-MUCH N HOW V N * HOW	How many students are there? How much? How are you? How do you go to school?	นักเรียน-เท่าไร ราคา-เท่าไร คุณ-อย่างไร ไป-โรงเรียน-อย่างไร
3.	What WHAT N VD N V WHAT VD N V WHAT VB ADJ WHAT VB N	N V N WHAT N V WHAT ADJ WHAT N WHAT	What food do you eat? What do you eat? What is this? What is animal?	คุณ-กิน-อาหาร-อะไร คุณ-กิน-อะไร นี่-อะไร สัตว์-อะไร
4.	When WHEN VB N V WHEN VD N V *	N V WHEN N V * WHEN	When were you born? When did he study English?	คุณ-เกิด-เมื่อ-ไหร่ คุณ-เรียน-ภาษาอังกฤษ-เมื่อ-ไหร่
5.	Where WHERE VB ADJ N WHERE VB N N WHERE VB N WHERE VB N V WHERE VD N V ADV WHERE VD N V	N ADJ WHERE N N WHERE N WHERE N V WHERE N V WHERE ADV N V WHERE	Where is a red car? Where is your house? Where are you? Where were you born? Where did you go yesterday? Where do you study?	รถ-สีแดง-ที่-ไหน บ้าน-คุณ-ที่-ไหน คุณ-ที่-ไหน คุณ-เกิด-ที่-ไหน คุณ-ไป-ที่-ไหน-เมื่อ-วาน คุณ-เรียน-ที่-ไหน

ตารางที่ 3-11 รูปแบบของประโยคคำถามที่สอดคล้องกันของภาษาอังกฤษและภาษาไทย

ลำดับ	ประโยคคำถาม			ตัวอย่างประโยค
	ภาษาอังกฤษ	ภาษาไทย		
6.	Why			
	WHY VB N V	WHY N V	Why are you late?	ทำไม-คุณ-มาสาย
	WHY VB N V ADV	WHY N V ADJ	Why were you late yesterday?	ทำไม-คุณ-มาสาย-เมื่อวาน
	WHY VD N V	WHY N V	Why do you go?	ทำไม-คุณ-ไป
	WHY VD N V N	WHY N V N	Why do you go to the party?	ทำไม-คุณ-ไป-งานเลี้ยง
7.	Who			
	WHO VB N	WHO N	Who is he?	ใคร-เขา
	WHO VB N N	WHO N N	Who is going to school?	ใคร-ไป-โรงเรียน
	WHO VB ADJ N	WHO N ADJ	Who is good friend?	ใคร-เพื่อน-ดี
	WHO V N	WHO V N	Who works in the bank?	ใคร-ทำงาน-ธนาคาร

ค. ประโยคคำถาม

ประโยคขอร้องในภาษาไทยเหมือนกับประโยคบอกเล่าทุกประการ เพียงแต่ไม่มีประธานในประโยคเท่านั้น สำหรับประโยคขอร้องในภาษาอังกฤษนั้นใช้ Please แสดงการขอร้อง แต่ในภาษาไทยอาจใช้การแสดงสีหน้าอ่อนนวยพรประกอบ เพราะไม่มีท่าภาษามือไทยที่มีความหมายในทางขอร้อง ดังนั้นเมื่อเปลี่ยนเป็นภาษาไทยแล้ว Please จึงไม่ต้องแปล

การสร้างรูปแบบของประโยคขอร้อง ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาจากสูตรการสนทนาภาษาอังกฤษของชาตชัย บุญเฮ้า (2547) โดยมี 2 รูปแบบคือคำว่า Please อยู่ต้นประโยค เช่น Please speak loudly และ คำว่า Please อยู่ท้ายประโยคเช่น Help me please ผู้วิจัยจึงได้สร้างรูปแบบขึ้นเองจากตัวอย่างประโยคขอร้องที่เป็นประโยคความเดียวของชาตชัย บุญเฮ้า (2547) ที่ได้ยกตัวอย่างไว้ โดยสรุปได้ดังตารางที่ 3-14

ตารางที่ 3-12 รูปแบบประโยคขอร้องที่สอดคล้องกันของภาษาอังกฤษและภาษาไทย

ประโยคคำขอร้อง			
ภาษาอังกฤษ	ภาษาไทย	ตัวอย่างประโยค	
Please ขึ้นต้นประโยค			
PLEASE V	V	Please smile.	ยิ้ม
PLEASE V N	V N	Please go to school.	ไป-โรงเรียน
PLEASE V N ADV	V N ADV	Please go to school quickly.	ไป-โรงเรียน-เร็วๆ
PLEASE V ADV	V ADV	Please speak loudly.	พูด-ดังๆ
Please ลงท้ายประโยค			
V N, PLEASE	V N	Go to school, please.	ไป-โรงเรียน
V N ADV, PLEASE	V N ADV	Go to school quickly, please.	ไป-โรงเรียน-เร็วๆ
V ADV, PLEASE	V ADV	Speak loudly, please.	พูด-ดังๆ

แต่อย่างไรก็ตามรูปแบบของประโยคความเดียวในภาษาอังกฤษทั้งหมดที่ผู้วิจัยนำเสนอยังไม่สามารถครอบคลุมได้ทั้งหมด ซึ่งข้อจำกัดนี้จำเป็นต้องใช้เวลาในการศึกษาประโยคภาษาอังกฤษแบบต่างๆ เป็นจำนวนมากเพื่อให้สามารถวิเคราะห์รูปแบบที่รองรับประโยคภาษาอังกฤษให้ครอบคลุมได้มากที่สุด เพื่อเป็นการแก้ไขข้อจำกัดนี้ในเบื้องต้นผู้วิจัยได้ออกแบบระบบให้มีความยืดหยุ่นสามารถเพิ่มเติมรูปแบบได้ง่าย หากในอนาคตมีงานวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบของประโยคภาษาอังกฤษที่สามารถครอบคลุมได้มากกว่านี้ก็สามารถนำมาเพิ่มเข้าสู่ระบบ เพื่อให้รองรับประโยคได้มากยิ่งขึ้น

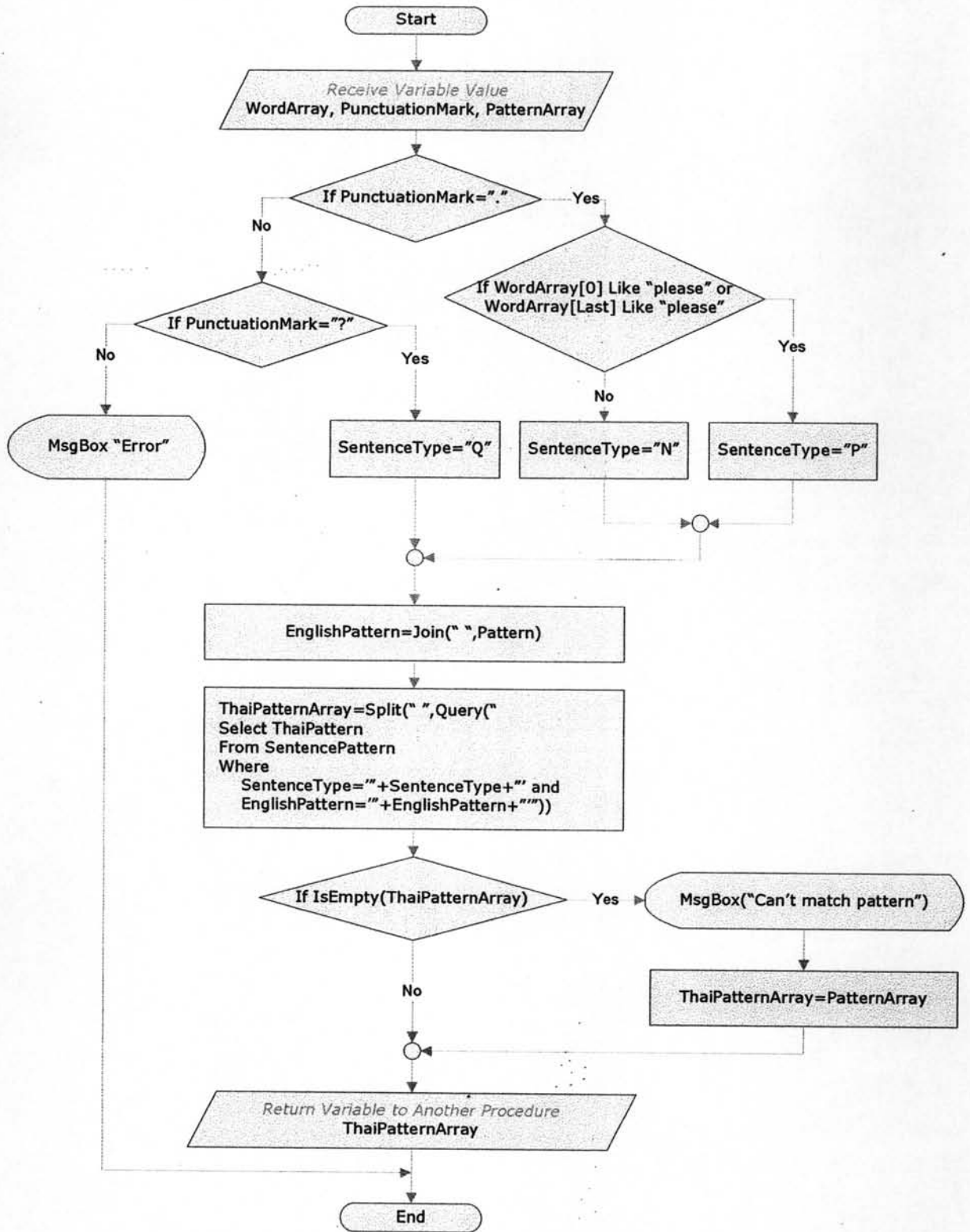
3. ขั้นตอนการสร้างวิธีการทางคอมพิวเตอร์สำหรับ Mapping ประโยค

ผู้วิจัยได้ออกแบบขั้นตอนการทำงานคือ เริ่มจากรับข้อมูลสัญลักษณ์สุดท้ายของประโยค ถ้าเป็นเครื่องหมาย ? จะเข้าสู่รูปประโยคคำถาม แล้วจึงหาประโยคภาษาไทยที่สอดคล้องกัน แต่ถ้าเป็นเครื่องหมาย . (Full stop) ก็จะต้องพิจารณาคำแรกของประโยคว่าเป็นคำนาม หรือคำว่า "Please" ซึ่งถ้าเป็นคำว่า "Please" แสดงว่าเป็นประโยคขอร้อง และเมื่อทราบรูปแบบก็จะนำไป Mapping หารูปประโยคภาษาไทย

จากแนวคิดขั้นตอนการทำงานที่ได้ออกแบบไว้ดังกล่าว ผู้วิจัยได้นำมากำหนดวิธีการทางคอมพิวเตอร์ไว้ดังต่อไปนี้

1. รับข้อมูล WordArray, PunctuationMark และ PatternArray
2. ตรวจสอบข้อมูลใน PunctuationMark
 - 2.1 ถ้า PunctuationMark เป็นเครื่องหมาย . (Full Stop) ให้ตรวจสอบ WordArray ตัวแรก หรือตัวสุดท้ายก่อน
 - 2.1.1 ถ้า WordArray ตัวแรกหรือตัวสุดท้ายเป็นคำว่า please ให้กำหนด SentenceType="P"
 - 2.1.2 ถ้าเป็นคำอื่นๆ ให้กำหนด SentenceType="N"
 - 2.2 ถ้า PunctuationMark เป็นเครื่องหมายคำถาม หรือ ? (Question Mark) ให้กำหนด SentenceType="Q"
3. ค้นหารูปแบบของประโยคที่สอดคล้องกันจากฐานข้อมูล Sentence Pattern โดยตรวจสอบจาก Attribute ชื่อ SentenceType ต้องตรงกับข้อมูลในตัวแปร SentenceType และ Attribute ชื่อ EnglishPattern ต้องตรงกับข้อมูลในตัวแปร PatternArray
 - 3.1 ถ้าค้นหารูปแบบพบให้นำผลลัพธ์จากจาก Attribute ชื่อ ThaiPattern ที่ได้จากการค้นหาแบบในข้อที่ 3 เก็บไว้ในตัวแปร ThaiPattern Array
 - 3.2 ถ้าค้นหาแบบไม่พบให้แสดงข้อความว่า"ไม่พบรูป" จากนั้นจึงกำหนดรูปแบบ ThaiPatternArray=PatternArray เดิมเพื่อให้ใช้รูปแบบเดิม
4. ส่งข้อมูล ThaiPatternArray ไปประมวลผลในขั้นตอนอื่นต่อไป

จากวิธีการทางคอมพิวเตอร์ที่ได้กำหนดขึ้น ผู้วิจัยได้นำมาเขียนเป็นแผนภาพแสดงวิธีการทางคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 3-18



รูปที่ 3-18 แผนภาพวิธีการทางคอมพิวเตอร์สำหรับ Mapping
 รูปประโยคภาษาอังกฤษและภาษาไทยที่สอดคล้องกัน

3.6 วิธีการทางคอมพิวเตอร์สำหรับจัดเรียงคำและแปลเป็นรหัสภาษามือ Hamnosys

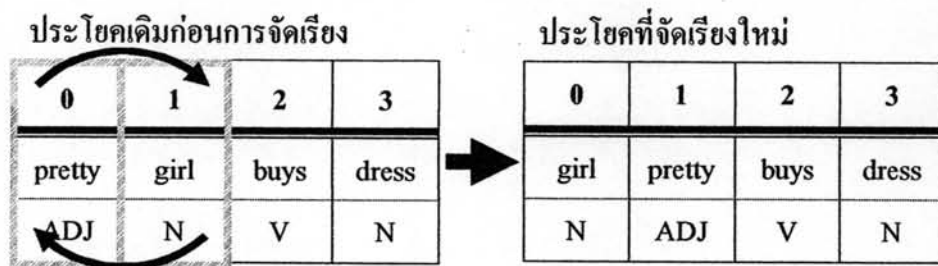
ผู้วิจัยได้ออกแบบขั้นตอนคือ เริ่มจากเปรียบเทียบรูปแบบของประโยคภาษาอังกฤษ (English Pattern) และรูปแบบของประโยคภาษาไทย (Thai Pattern) เพื่อให้ได้ตำแหน่งของคำที่ต้องเปลี่ยนแปลง แล้วจึงสลับตำแหน่งของคำให้ถูกต้องดังรูปที่ 3-19 จากนั้นจึงเปลี่ยนแต่ละคำเป็นรหัสภาษามือ Hamnosys ดังรูปที่ 3-20 โดยการค้นหาในฐานข้อมูลพจนานุกรมภาษามือไทย (ThaiSign)

ประโยค **Pretty girl buys a dress.**

English Pattern (1)ADJ (2)N (3)V (4)N

Thai Pattern (2)N (1)ADJ (3)V (4)N

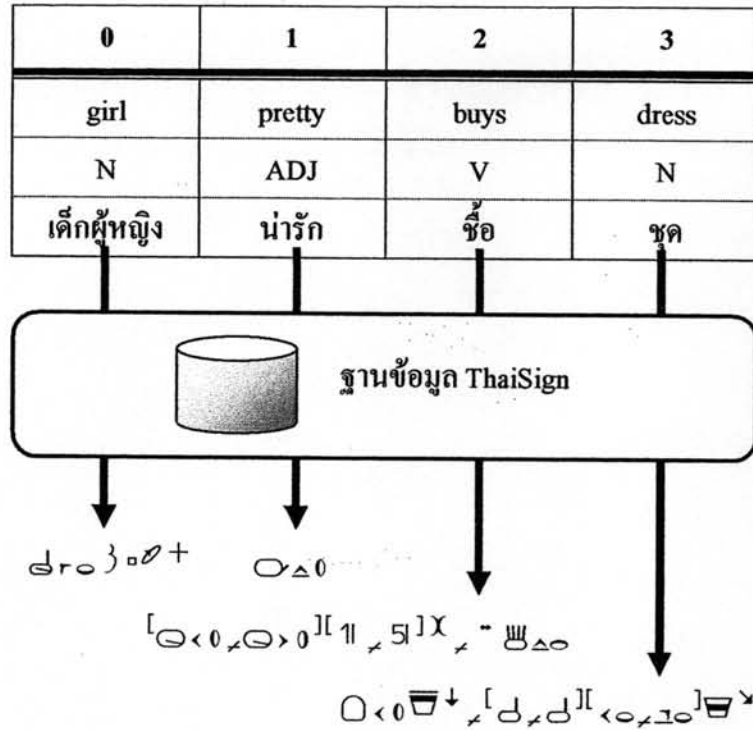
สลับที่ตำแหน่งที่ 1 และ ตำแหน่งที่ 2



จัดเรียงตาม Pattern ภาษาอังกฤษ

จัดเรียงตาม Pattern ภาษามือไทย

รูปที่ 3-19 แสดงการเรียงคำให้ตรงตาม Pattern ภาษามือไทย



ผลลัพธ์รหัสภาษามือเมื่อนำมาเรียงต่อกัน

$\text{girl} \rightarrow \text{เด็กผู้หญิง}$
 $\text{pretty} \rightarrow \text{น่ารัก}$
 $\text{buys} \rightarrow \text{ซื้อ}$
 $\text{dress} \rightarrow \text{ชุด}$

รูปที่ 3-20 แสดงการค้นหารหัสภาษามือในฐานข้อมูล Thai Sign

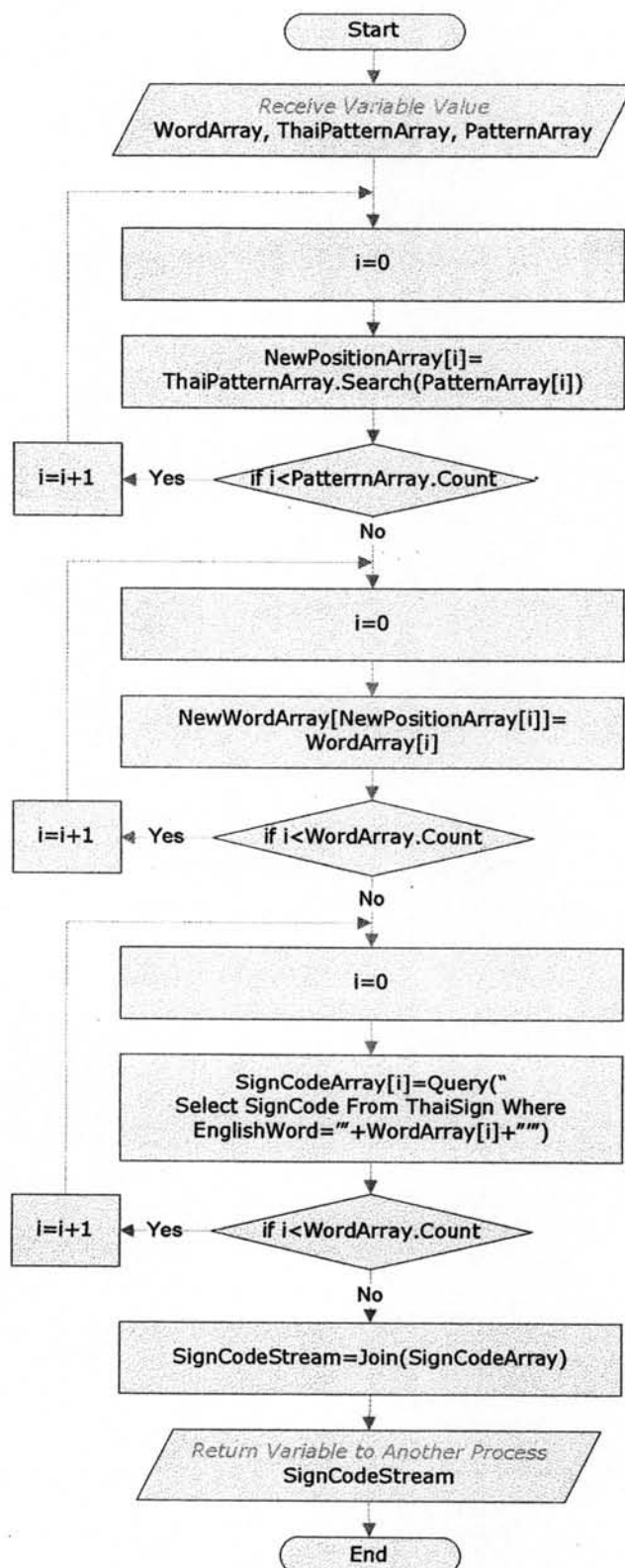
จากแนวคิดขั้นตอนการทำงานที่ได้ออกแบบไว้ดังกล่าว ผู้วิจัยได้นำมากำหนดวิธีการทางคอมพิวเตอร์ไว้ดังต่อไปนี้

1. รับข้อมูล PatternArray, ThaiPatternArray และ WordArray
2. กำหนดค่าให้ i=0
3. อ่านข้อมูลชนิดของคำใน PatternArray ในตำแหน่ง Array ตัวที่ i
4. ค้นหาชนิดของคำที่ตรงกันใน ThaiPatternArray และเก็บตำแหน่งที่ค้นหาพบไว้ใน NewPositionArray
5. บวกค่า i เพิ่มขึ้น 1
6. วนซ้ำข้อที่ 2 ถึงข้อที่ 4 ตามลำดับจนกว่าจะอ่านข้อมูลใน PatternArray ครบทั้งหมด
7. กำหนดค่าให้ i=0
8. อ่านข้อมูลของคำแต่ละคำใน WordArray ในตำแหน่ง Array ตัวที่ i และเก็บค่าไว้ใน

WordTemp

9. อ่านข้อมูลที่เก็บใน `NewPositionArray` ในตำแหน่ง `Array` ตัวที่ i และเก็บค่าไว้ใน `PositionTemp`
 10. อ่านค่าในตัวแปร `WordTemp` และเก็บใน `NewWordArray` โดยเก็บในตำแหน่ง `Array` ที่อ่านค่ามาจากตัวแปร `PositionTemp`
 11. วนซ้ำข้อที่ 7 ถึงข้อที่ 4 ตามลำดับจนกว่าจะอ่านข้อมูลใน `WordArray` ครบทั้งหมด
 12. กำหนดให้ $i = 0$
 13. อ่านข้อมูลใน `NewWordArray` ในตำแหน่ง `Array` ที่ i และนำไปค้นหารหัสภาษามือในฐานข้อมูล `ThaiSign` จาก Attribute ชื่อ `SignCode`
 14. เก็บรหัสภาษามือที่ลงในตัวแปร `SignCodeArray`
 15. วนซ้ำข้อที่ 11 ถึง ข้อที่ 13 จนกว่าจะอ่านข้อมูลใน `NewWordArray` ครบทั้งหมด
 16. รวมข้อมูลรหัสภาษามือแต่ตัวที่เก็บอยู่ใน `SignCodeArray` และเก็บไว้ในตัวแปร `SignCodeStream`
 17. ส่งข้อมูล `SignCodeStream` ไปประมวลผลในขั้นตอนต่อไป

จากวิธีการทางคอมพิวเตอร์ที่ได้กำหนดขึ้น ผู้วิจัยได้นำมาเขียนเป็นแผนภาพแสดงวิธีการทางคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 3-21



รูปที่ 3-21 วิธีการทางคอมพิวเตอร์สำหรับจัดเรียงคำให้ตรงตามรูปประโยคภาษาไทย
และเปลี่ยนเป็นรหัสภาษามือ Hamnosys

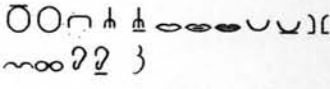
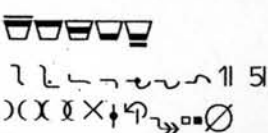
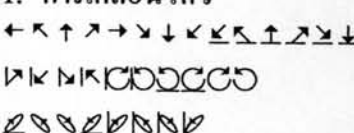
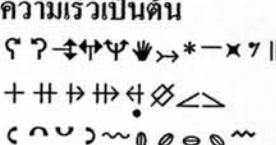
3.7 หลักการแปลงรหัสภาษามือ William Stokoe เป็นรหัสภาษามือ Hamnosys

จากการศึกษาผู้วิจัยพบว่า วิธีการกำหนดรหัสแทนท่าภาษามือด้วยรหัสภาษามือ William Stokoe และ รหัสภาษามือ Hamnosys มีแนวคิดในการแบ่งส่วนประกอบของท่าภาษามือที่คล้ายคลึงกัน โดยใช้หลักในการแบ่งคือ (1) ลักษณะมือ (2) ตำแหน่งมือ และ (3) การเคลื่อนไหว โดยนำทั้งสามส่วนดังกล่าวไปนี้มาประกอบกันเป็นท่ามือหนึ่งท่ามือ ส่วนที่มีความแตกต่างกันคือ (1) ลำดับการจัดวางตำแหน่ง (2) วิธีการของ Hamnosys ได้เพิ่มเติมทิศทางของมือ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3-13

ตารางที่ 3-13 เปรียบเทียบรหัสภาษามือของ William Stokoe และ Hamnosys

หัวข้อ	William Stokoe	Hamnosys
รหัสสำหรับกำหนดท่ามือ	ใช้ตัวอักษรบางตัวและตัวเลข บางตัวเป็นสัญลักษณ์แทนท่ามือ 19 แบบดังนี้ A, B, S, C, E, F, G, H, I, K, 3, L, O, R, V, W, X, Y, 8	ใช้สัญลักษณ์ภาพ 32 แบบประกอบกันเป็นท่ามือ โดยแบ่งสัญลักษณ์ออกเป็น 2 กลุ่มคือ 1. สัญลักษณ์ควบคุมมือ 12 แบบ ๐ ๑ ๒ ๓ ๔ ๕ ๖ ๗ ๘ ๙ ๐ ๑ 2. สัญลักษณ์ควบคุมนิ้ว 20 แบบ 1 2 3 4 5 \ ๐ ๑ ๒ ๓ ๔ ๕ / - ^ ~
รหัสกำหนดทิศทางมือ	ไม่มี	ใช้สัญลักษณ์ภาพ 32 แทนทิศทางของมือ โดยจะต้องประกอบจาก 2 กลุ่มคือ 1. ทิศทาง < ๐ ๑ ๒ ๓ ๔ ๕ ๖ ๗ ๘ ๙ ๐ ๑ ๒ ๓ ๔ ๕ ๖ ๗ ๘ ๙ ๐ ๑ ๒ ๓ ๔ ๕ ๖ ๗ ๘ ๙ 2. การหันฝ่ามือ ๐ ๑ ๒ ๓ ๔ ๕ ๖ ๗ ๘ ๙

ตารางที่ 3-13 เปรียบเทียบรหัสบันทึกท่าภาษามือของ William Stokoe และ Hamnosys (ต่อ)

หัวข้อ	William Stokoe	Hamnosys
รหัสกำหนดตำแหน่งมือ	ใช้สัญลักษณ์พิเศษ 12 แบบ แทนตำแหน่งบนร่างกายดังนี้ $\emptyset, \textcirclearrowleft, \textcircled{v}, \Delta, \cup, \}, \Pi, \square, \mathcal{N}, \sqrt{\quad}, \alpha, \text{๖}$	ใช้สัญลักษณ์ภาพ 40 แบบแทนตำแหน่งบนร่างกาย โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ 1. บริเวณคอขึ้นไป  2. บริเวณลำตัว 
รหัสกำหนดการเคลื่อนไหว	ใช้สัญลักษณ์ภาพ 25 แบบแทนการเคลื่อนไหวแบบต่างๆ $\wedge, \vee, \mathcal{N}, \rangle, \langle, \gtrsim, \text{I}, \perp, \text{I}, \alpha, \text{๓}, \omega, \eta, \square, \#, \varphi, \odot, \ominus, \times, \overline{\square}, \pm, \odot, \div, \text{“}$	ใช้สัญลักษณ์ภาพ 79 แบบแทนการเคลื่อนไหวในแบบต่างๆ โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ 1. การเคลื่อนไหว  2. การควบคุมการเคลื่อนไหว ใช้ประกอบการเคลื่อนไหว เช่น การเร่งความเร็ว เป็นต้น 
รหัสพิเศษ	ใช้สัญลักษณ์ภาพ 12 แบบแทนการเคลื่อนไหวแบบต่างๆ $\square, \text{m}, \sim, -, \parallel, \textcircled{\text{I}}, \text{I}, \perp, \wedge, \vee, >, <$	ใช้สัญลักษณ์ภาพ 25 แบบ โดยสัญลักษณ์เหล่านี้ใช้สำหรับควบคุมการเคลื่อนไหว 2 มือ $\text{: } \text{ - } \text{ [} \text{] } \sim \text{ x } \text{ \square}$ $(\) \{ \} \cdot \text{ \square, . } ?$ \square

จากตารางที่ 3-5 ดังกล่าวข้างต้น ซึ่งเป็นตารางเปรียบเทียบรูปแบบของการกำหนดรหัส
ภาษามือของทั้งสองรูปแบบทั้งที่เหมือนกันและแตกต่างกัน ผู้วิจัยพบมีรหัสภาษามือที่มีการแสดง
ท่ามือและความหมายเหมือนกันตามประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

9. ลักษณะมือ พบว่ามีรหัสภาษามือที่ให้ท่ามือและความหมายเหมือนกันจำนวน 19 รหัส
ดังตารางที่ 3-14

ตารางที่ 3-14 สัญลักษณ์ท่ามือที่มีความหมายตรงกันทั้ง William Stokoe และ Hamnosys

ลำดับ	รหัสที่ผู้วิจัยกำหนด	William Stokoe	Hamnosys
1	H01	A	○
2	H02	B	○
3	H03	5	☞
4	H04	C	☹
5	H05	E	☹
6	H06	F	☹
7	H07	G	☹
8	H08	H	☹
9	H09	I	☹ ⁵
10	H10	K	☹ ²
11	H11	3	☹ ²
12	H12	L	☹
13	H13	O	☹
14	H14	R	☹ ³ ☹ ²
15	H15	V	☹
16	H16	W	☹ ² 3 4
17	H17	X	☹ ²
18	H18	Y	☹ ⁵
19	H19	8	☹ ³

10. ตำแหน่งมือ พบว่ามีรหัสมือที่ที่ให้ท่ามือและความหมายเหมือนกัน จำนวน 9 รหัส
ดังตารางที่ 3-15

ตารางที่ 3-15 สัญลักษณ์ตำแหน่งมือที่มีความหมายตรงกันทั้ง William Stokoe และ Hamnosys

ลำดับ	ตำแหน่งมือ	รหัสภาษาที่ผู้วิจัยกำหนด	William Stokoe	Hamnosys
1	ลำตัว	L01	∅	☐
2	ใบหน้า	L02	○	○
3	เหนือใบหน้า (ศีรษะ)	L03	∩	⊖
4	จมูก	L04	△	♯
5	คาง	L05	∪	∪
6	แก้ม	L06	}	}
7	ลำคอ	L07	Π	∩∩
8	ลำตัวส่วนบน (หัวไหล่)	L08	[]	☐
9	แขน	L09	∨	∩

11. การเคลื่อนไหว พบว่ามีลักษณะที่ที่ให้ท่ามือและความหมายเหมือนกันจำนวน 9 รหัส
ดังตารางที่ 3-16

ตารางที่ 3-16 ลักษณะการเคลื่อนไหวที่มีความหมายตรงกันทั้ง William Stokoe และ Hamnosys

ลำดับ	การเคลื่อนไหว	รหัสภาษาที่ผู้วิจัยกำหนด	William Stokoe	Hamnosys
1	เคลื่อนมือขึ้น	M01	∧	↑
2	เคลื่อนมือลง	M02	∨	↓
3	ขึ้นลงสลับกัน	M03	∨∧	↑↓↑
4	เคลื่อนไปทางซ้าย	M04	>	→
5	เคลื่อนไปทางขวา	M05	<	←
6	เคลื่อนสลับไปมาทั้งซ้ายและขวา	M06	∩∪	←→←
7	เคลื่อนเข้าหาตัว	M07	⊥	⊥
8	เคลื่อนออกจากตัว	M08	⊥	⊥
9	เคลื่อนเข้าออกจากตัวซ้ำๆ	M09	⊥	⊥⊥

ตารางที่ 3-16 ลักษณะการเคลื่อนไหวที่มีความหมายเหมือนกันทั้ง William Stokoe และ Hamnosys (ต่อ)

ลำดับ	ท่ามือ	รหัสภาษาที่ผู้วิจัยกำหนด	William Stokoe	Hamnosys
10	หมุนข้อมูล	M10	Ω	?
11	กระดิกนิ้ว	M11	φ	☞
12	เคลื่อนไหวมือเป็นวงกลมโดยหมุนซ้าย	M12	⊙	↻
13	เคลื่อนไหวมือเป็นวงกลมโดยหมุนขวา	M13	⊗	↻

หลักการในการแปลงรหัสภาษามือ William Stokoe เป็น รหัสภาษามือ Hamnosys เริ่มต้นจากตรวจสอบรหัสภาษามือ William Stokoe ว่ามีลักษณะเหมือนกันกับแบบ Hamnosys คือสามารถจับคู่กับแบบ Hamnosys ได้ทันทีหรือไม่ หากสามารถเปลี่ยนรหัสได้โดยทันทีปราศจากเงื่อนไขให้ดำเนินการเปลี่ยนรหัสภาษามือตามตารางที่ 3-6 ถึงตารางที่ 3-9 ดังกล่าวข้างต้น

สำหรับในกรณีที่ต้องมีเงื่อนไขในการแปลงรหัสจะต้องดำเนินการ ดังนี้

1. รหัสที่ใช้กำหนดตำแหน่งมือของ William Stokoe ได้แก่ α และ χ ตามแบบของ William Stokoe ได้ให้นิยาม สัญลักษณ์นี้ไว้ว่า α หมายถึงหงายฝ่ามือขึ้น และ χ หมายถึงคว่ำฝ่ามือลง ผู้วิจัยกำหนดเงื่อนไขในแปลงรหัสดังกล่าวนี้ ดังนี้

1.1 กำหนดตำแหน่งมือของรหัสภาษาทั้งสอง คือ บริเวณลำตัว โดยใช้สัญลักษณ์ Ξ

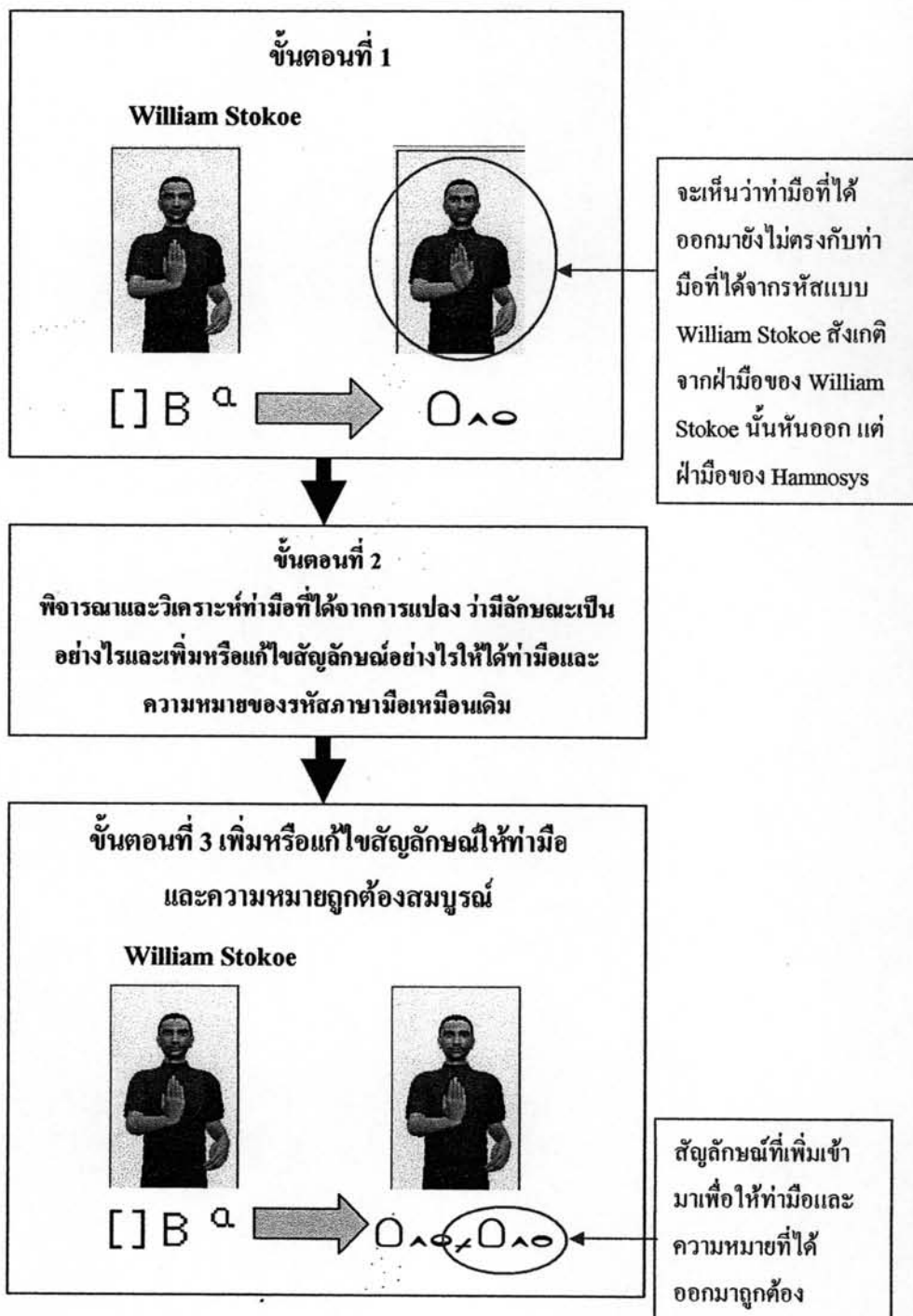
1.2 กำหนดลักษณะมือให้หงายหรือคว่ำตามนิยามของรหัสภาษามือของ William Stokoe ดังที่กล่าวไว้แล้วข้างต้น

2. รหัสที่ใช้กำหนดการเคลื่อนไหวของ William Stokoe นั้นผู้วิจัยกำหนดวิธีการในการแปลงไว้ทั้งหมด 3 วิธีสำหรับรหัสแบบนี้ ดังนี้

การแก้ไขด้วยการเพิ่มท่ามือใหม่หรือเปลี่ยนเป็นท่าใหม่ เนื่องจากผู้วิจัยวิเคราะห์สัญลักษณ์ของ William Stokoe ที่ประกอบขึ้นมาเป็นรหัสภาษามือ พบว่า มีสัญลักษณ์ของท่ามือบางตัวไม่ตรงกับสัญลักษณ์ของ Hamnosys โดยได้รวบรวมไว้ในตารางที่ 3-10 และเมื่อผู้วิจัยตีความโดยยึดความหมายของสัญลักษณ์ตามแบบ Hamnosys พบว่า ผู้วิจัยจะต้องเพิ่มสัญลักษณ์เข้าไปอีก หรือเปลี่ยนสัญลักษณ์บางตัวเป็นสัญลักษณ์ใหม่เพื่อให้ความหมายของรหัสภาษามือคงเดิม และถูกต้องสมบูรณ์ รวมทั้งท่ามือที่ออกมาต้องมีลักษณะท่าที่เหมือนกับก่อนแปลง เช่น สัญลักษณ์ α ของ William Stokoe คือ การพลิกฝ่ามือกลับกันในทิศทางตรงกันข้าม แต่ใน Hamnosys นั้นไม่มีสัญลักษณ์การเคลื่อนไหวเช่นนี้ ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหานี้เมื่อพบสัญลักษณ์ดังกล่าว ผู้วิจัยจะดำเนินการ ดังนี้

- ก. แปลงรหัสภาษามือแบบ William Stokoe ออกมาเป็นแบบ Hamnosys ก่อน
- ข. พิจารณาท่ามือที่ได้จากการแปลง ว่ามีลักษณะเป็นอย่างไร
- ค. วิเคราะห์ว่าจะเพิ่มหรือแก้ไขสัญลักษณ์อย่างไรให้ได้ท่ามือและความหมายของรหัสภาษามือเหมือนเดิม หลังจากแปลงอยู่ในแบบ Hamnosys

เช่น ต้องการแปลงรหัสภาษาของ William Stokoe คือ $[] B^{\alpha}$ หมายถึงการโบกมือ โดยมีสัญลักษณ์ α แสดงลักษณะการเคลื่อนไหวของมือว่าเป็นการพลิกฝ่ามือกลับกันในทิศตรงกันข้าม ซึ่งสัญลักษณ์แบบนี้ไม่มีสัญลักษณ์ตัวใดในแบบ Hamnosys ที่นำเสนอท่ามือและความหมายเหมือนกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องเพิ่มท่ามือลักษณะเดิมแต่ใช้สัญลักษณ์การหันฝ่ามือของ Hamnosys คือ \circ เพิ่มเข้าไป เพื่อให้ได้ท่ามือและความหมายของรหัสภาษามือที่ถูกต้องเหมือนกับแบบ William Stokoe ก่อนแปลง ผู้วิจัยได้สรุปการแก้ไขหรือเพิ่มเติมสัญลักษณ์ดังรูปที่ 3-22



รูปที่ 3-22 แสดงขั้นตอนการแก้ไขหรือเพิ่มเติมสัญลักษณ์
ในการแปลงรหัสภาษามือแบบ William Stokoe เป็น Hamnosys

สำหรับกรณีที่ต้องแก้ไข โดยการเพิ่มหรือแก้ไขสัญลักษณ์ เพื่อแปลงรหัสภาษามือแบบ William Stokoe เป็น Hamnosys นั้น ผู้วิจัยได้สรุปรวบรวมกรณีต่าง ๆ ไว้ดังตารางที่ 3-17

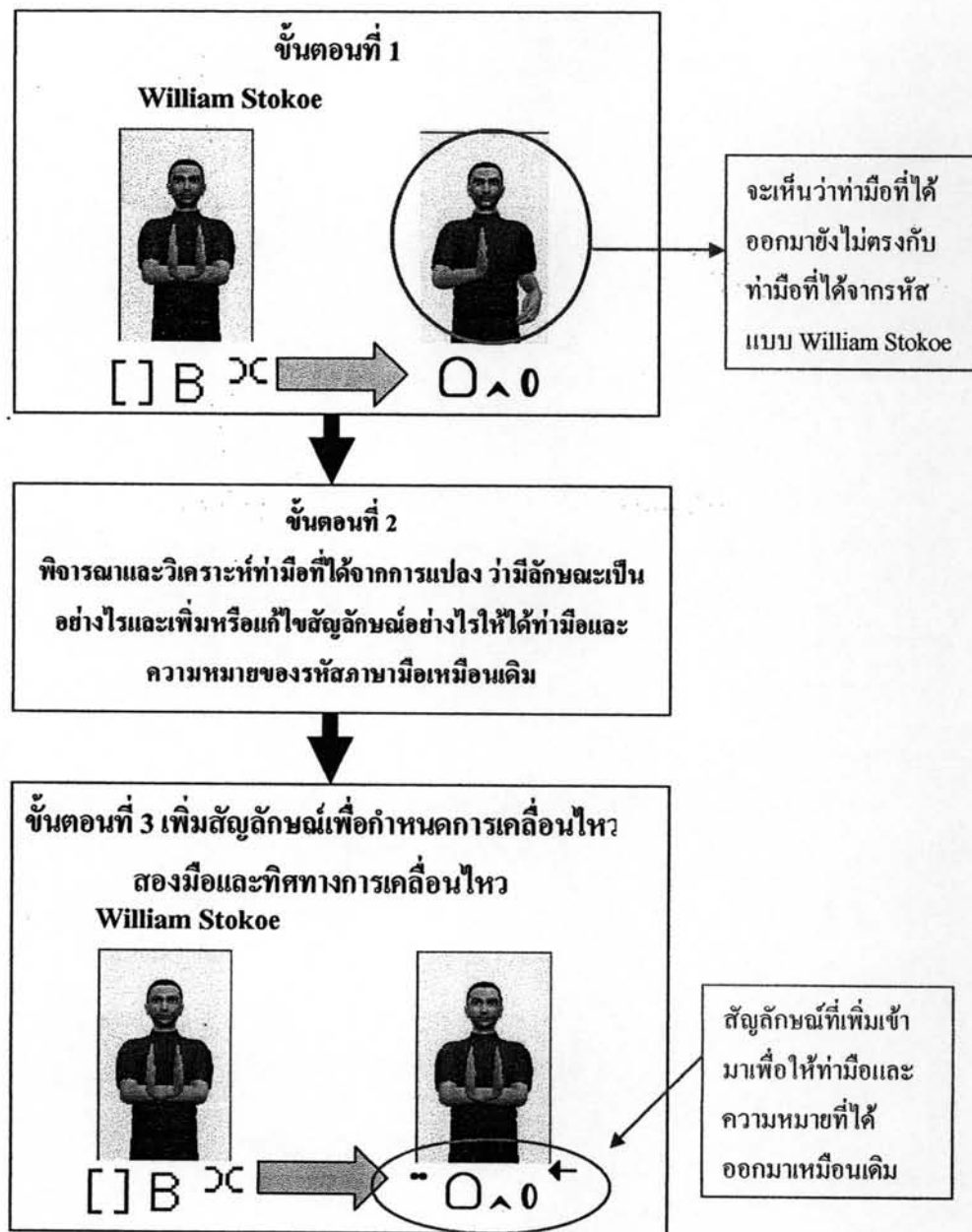
ตารางที่ 3-17 แสดงสัญลักษณ์ William Stokoe ที่ต้องแก้ไข โดยการเพิ่มหรือแก้ไขสัญลักษณ์ Hamnosys ในหลายตำแหน่ง

ลำดับ	William Stokoe	ความหมาย	วิธีการเปลี่ยนเป็น Hamnosys
1	α	ท่าหงายมือ	คัดลอกลักษณะมือและการเคลื่อนไหวเดิมเป็นท่ามือใหม่ และเพิ่มสัญลักษณ์ทิศทางมือ \circ เพื่อแสดงการกลับมือเป็นหงายมือ
2	ω	ท่าคว่ำมือ	คัดลอกลักษณะมือและการเคลื่อนไหวเดิมเป็นท่ามือใหม่ และเพิ่มสัญลักษณ์ทิศทางมือ \circ เพื่อแสดงการกลับมือเป็นคว่ำมือ
3	\square	กางนิ้วมือออก	เพิ่มท่ามือใหม่เป็นท่ากางนิ้วมือ ☐
4	#	รวมนิ้วมือเข้า	เพิ่มท่ามือใหม่เป็นท่ารวมนิ้วมือ ◊
5	☐	ทำนิ้วมือที่เกี่ยวกัน	เปลี่ยนท่ามือเดิมเป็นท่ามือใหม่ที่นิ้วมือเกี่ยวกัน $\text{☐} < \text{◊} \times$
6	\pm	ท่ามือกากบาท	เปลี่ยนท่ามือเดิมเป็นท่ามือใหม่ที่มือตัดขวางกัน $\text{◊} \text{ } \perp \text{ } \text{◊}$
7	\odot	ท่ากุมมือ	เปลี่ยนท่ามือเดิมเป็นท่ามือใหม่ ซึ่งมือหนึ่งเข้าไปอยู่ในอีกมือหนึ่ง $[\text{☐} \text{ } \perp \text{ } \text{◊} \text{ } \text{◊}] \text{ } \text{☐}$

การแก้ไขด้วยการเพิ่มสัญลักษณ์พิเศษในบางตำแหน่ง จากการศึกษาผู้วิจัยพบว่า สัญลักษณ์การเคลื่อนไหวของ William Stokoe บางสัญลักษณ์ที่ต้องใช้สองมือสำหรับแสดงท่าทางนั้น เมื่อแปลงเป็นสัญลักษณ์แบบ Hamnosys ถึงแม้จะมีการแสดงท่ามือโดยใช้สองมือเหมือนกัน แต่ท่ามือที่แสดงออกมายังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์เหมือนกับท่ามือที่ได้จากรหัสภาษาของ William Stokoe เช่น สัญลักษณ์ ☐ (ซึ่งแสดงถึงการเคลื่อนไหวทั้งสองเข้าหากัน ซึ่งใน Hamnosys นั้นมีสัญลักษณ์กำหนดการเคลื่อนไหวสองมือ แต่ไม่ได้รวมถึงให้เคลื่อนไหวทั้งสองเข้าหากัน ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหานี้เมื่อพบสัญลักษณ์ดังกล่าวของ William Stokoe ผู้วิจัยจะดำเนินการ ดังนี้

แปลงรหัสภาษามือ William Stokoe ออกมาเป็นแบบ Hamnosys ก่อน
 พิจารณาท่ามือที่ได้จากการแปลง ว่ามีลักษณะเป็นอย่างไร
 วิเคราะห์ว่าจะเพิ่มหรือแก้ไขสัญลักษณ์อย่างไรให้ได้ท่ามือและความหมาย
 ของรหัสภาษามือเหมือนเดิม หลังจากแปลงอยู่ในแบบ Hamnosys
 เพิ่มสัญลักษณ์กำหนดการเคลื่อนไหวสองมือ " ไว้ตำแหน่งแรกสุด และ
 สัญลักษณ์กำหนดทิศการเคลื่อนไหวตามความหมายที่ต้องการแปลงไว้ตำแหน่งหลังสุด

เช่น ต้องการแปลงรหัสภาษาของ William Stokoe คือ $[\] B \supset C$ หมายถึง
 การคบมือ โดยมีสัญลักษณ์ (ซึ่งแสดงถึงการเคลื่อนไหวทั้งสองเข้าหากัน ซึ่งใน Hamnosys นั้นมี
 สัญลักษณ์กำหนดการเคลื่อนไหวสองมือ แต่ไม่ได้รวมถึงให้เคลื่อนไหวทั้งสองเข้าหากัน ทำให้เมื่อ
 แปลงท่ามือเป็นแบบ Hamnosys จึงได้ท่ามือที่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ตามเดิม ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องเพิ่ม
 สัญลักษณ์เพื่อกำหนดการเคลื่อนไหวของทั้งสองมือ คือ " ไว้ตรงตำแหน่งแรกสุด และเพิ่ม
 สัญลักษณ์กำหนดทิศทางการเคลื่อนไหวหลักไปทางขวา \leftarrow (จากนอกลำตัวเข้าหาลำตัว) เพื่อให้
 ได้ท่ามือและความหมายของรหัสภาษามือที่แปลงเป็นแบบ Hamnosys มีท่าและความหมาย
 เหมือนกับแบบ William Stokoe ก่อนแปลง ผู้วิจัยได้สรุปขั้นตอนในการแก้ไขหรือเพิ่มเติม
 สัญลักษณ์ ไว้ดังรูปที่ 3-23



รูปที่ 3-23 แสดงขั้นตอนการเพิ่มสัญลักษณ์พิเศษ
 ในการแปลงรหัสภาษามือแบบ William Stokoe เป็น Hamnosys

สำหรับกรณีที่ต้องแก้ไขด้วยการเพิ่มสัญลักษณ์พิเศษบางตำแหน่ง เพื่อแปลงรหัส
ภาษามือแบบ William Stokoe เป็นแบบ Hamnosys ผู้วิจัยได้สรุปกรณีต่าง ๆ ไว้ดังตารางที่ 3-18

ตารางที่ 3-18 แสดงการแก้ไขด้วยวิธีการเพิ่มสัญลักษณ์เข้าไปในบางตำแหน่ง

ลำดับที่	William Stokoe	ความหมาย	วิธีการเปลี่ยนเป็น Hamnosys
1) (เคลื่อนมือเข้าหากัน	แทรก " ในตำแหน่งแรกและ เปลี่ยนการเคลื่อนไหวเป็น \leftarrow ซึ่ง หมายถึงการเคลื่อนมือทั้งสองเข้า หากัน
2	×	มือทั้งสองแตะกัน	ใช้สัญลักษณ์ " แทนที่ สัญลักษณ์ตำแหน่งมือเดิม และ เพิ่ม × ซึ่งหมายถึงมือทั้งสอง แตะกัน
3	÷	เคลื่อนมือออกจากกัน	แทรก " ในตำแหน่งแรกและ เปลี่ยนการเคลื่อนไหวเป็น \rightarrow ซึ่ง หมายถึงการเคลื่อนมือทั้งสอง แยกออกจากกัน

การแก้ไขรหัสคำสั่งพิเศษต่าง ๆ ของ William Stokoe จากการศึกษาผู้วิจัยพบว่า
สัญลักษณ์ส่วนใหญ่ในกลุ่มนี้ของ William Stokoe สามารถแปลงเป็นสัญลักษณ์ของ Hamnosys ได้
ทันที แต่มีสัญลักษณ์อยู่ 2 ตัว คือ - และ P ที่ไม่สามารถแปลงเป็น Hamnosys โดยทันที เนื่องจาก
ต้องปรับเปลี่ยนตำแหน่งใหม่เมื่อแปลงเป็นสัญลักษณ์ของ Hamnosys ซึ่งผู้วิจัยได้สรุปวิธีการ
เปลี่ยนทั้งสองสัญลักษณ์นี้ไว้ ดังนี้

การแปลงสัญลักษณ์ - ของ William Stokoe เป็นสัญลักษณ์แบบ Hamnosys
ซึ่งสัญลักษณ์ - นั้นคือ มือสองมือวางซ้อนกัน ซึ่งมีวิธีการแปลงเป็นแบบ Hamnosys ดังนี้

ก. วางอยู่ด้านบนรหัสลักษณะมือจะหมายถึงมือหลัก (มือขวา) อยู่บนของ
มือรอง (มือซ้าย) ให้เปลี่ยนสัญลักษณ์เป็น \sim ดังรูป 3-24

William Stokoe



[] B ⊖

Hamnosys



□ △ ⊖



รูปที่ 3-24 แสดงการแปลงรหัสพิเศษ - ด้านล่างของ William Stokoe เป็นแบบ Hamnosys

ข. วางอยู่ใต้รหัสลักษณะมือจะหมายถึงมือหลัก (มือขวา) อยู่ใต้มือรอง (มือซ้าย) ให้เปลี่ยนสัญลักษณ์เป็น ~ ดังรูป 3-25

William Stokoe



[] B _

Hamnosys



□ △ ⊖ ~

รูปที่ 3-25 แสดงการแปลงรหัสพิเศษ - ด้านบนของ William Stokoe เป็นแบบ Hamnosys

การแปลงสัญลักษณ์ ♀ ของ William Stokoe เป็นสัญลักษณ์แบบ Hamnosys ซึ่งสัญลักษณ์ ♀ นั้นคือ มือทั้งสองทำมือเหมือนกัน ในการแปลงเป็นแบบ Hamnosys แทรก ◌ ในตำแหน่งแรก ซึ่งหมายถึงมือทั้งสองทำท่าในเหมือนกันดังรูปที่ 3-26

William Stokoe



[] B ♀

Hamosys



◌ ◌



รูปที่ 3-26 แสดงการแปลงรหัสพิเศษ ♀ ของ William Stokoe เป็นแบบ Hamnosys