

การประยุกต์ใช้แบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟ
ในการรู้จำเสียงพยัญชนะต้นภาษาไทย
Automatic Speech Recognition of Thai Initial Consonant
Using Hidden Markov Model

นลินรัตน์ วิศวิกิตติ และ พิกิจ สุวัฒน์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

235 มหาวิทยาลัยสยาม ภาษีเจริญ กรุงเทพฯ 10160

โทร. 02-4570068

nalinrat.wit@gmail.com, pakisuw@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้แบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟในการรู้จำเสียงพยัญชนะต้นภาษาไทยในลักษณะของคำโดดเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาต้นแบบระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนการเปล่งเสียงภาษาไทย ซึ่งคำโดดที่นำมาใช้จะนำมาจากแบบเรียนภาษาไทยชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ของกระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 21 คำเพื่อใช้ในการแทนหน่วยเสียงพยัญชนะต้นภาษาไทยจำนวน 21 หน่วยเสียง โดยแบบจำลองการรู้จำเสียงที่พัฒนาขึ้นสร้างมาจากตัวอย่างสอนของเสียงของผู้ชายจำนวน 7 คนและเสียงผู้หญิงจำนวน 3 คน และใช้ตัวอย่างทดสอบของเสียงผู้ชายจำนวน 1 คนและเสียงผู้หญิงจำนวน 1 คน

จากผลการทดสอบการรู้จำเสียงของแบบจำลองที่พัฒนาพบว่าอัตราความถูกต้องในการรู้จำเสียงของตัวอย่างทดสอบของเสียงผู้ชายและของเสียงผู้หญิงมีค่าร้อยละ 61.90 และ 52.38 ตามลำดับ ทำให้มีค่าเฉลี่ยอัตราความถูกต้องในการรู้จำเสียงของแบบจำลองที่พัฒนาคือร้อยละ 57.14 ซึ่งจากผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าแบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟใน

การรู้จำเสียงพยัญชนะต้นภาษาไทยที่พัฒนาขึ้นมีแนวโน้มที่น่าสนใจสำหรับการพัฒนาเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนการเปล่งเสียงภาษาไทยต่อไป

คำสำคัญ : แบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟ การรู้จำเสียง คำโดด เสียงพยัญชนะต้นภาษาไทย

Abstract

This research presents automatic speech recognition of isolated word using hidden markov model. Note that isolated word is representation of Thai initial consonant. The goal of this system is applied for speech training. The list of 21 isolated words are selected from Thai's textbook of elementary education and represented for 21 initial consonant phonemes. The training corpus of recognition model is created from 7 male and 3 female voices while additional 1 male and 1 female voice is used for testing model.

The accuracy recognition of male and female pronunciation is 61.90% and 52.38% respectively; therefore, the average accuracy is 57.15%. The primary test of this system is performed and its performance is very promising for the future work.

Keywords: Hidden Markov Model, speech recognition , isolated word , Thai initial consonant

1. บทนำ

นักแก้ไขการพูดได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับพัฒนาการในการออกเสียงพยัญชนะของเด็กไทย พบว่าการพูดไม่ชัดเกิดได้จาก 2 สาเหตุ คือ จากการพูดไม่ชัดตามวัย หรือเกิดจากความผิดปกติจากการพัฒนาการทางการพูดของเด็ก ซึ่งทั้งสองกรณีดังกล่าว จำเป็นจะต้องได้รับการแก้ไขโดยครอบครัว โรงเรียน หรือโดยนักแก้ไขการพูด เพื่อให้สามารถสื่อสารกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างปกติ สำหรับวิธีการแก้ไขการพูดของผู้ที่มีปัญหาในการพูดอันเกิดจากความผิดปกติของพัฒนาการทางการพูดโดยนักแก้ไขการพูดนั้น จะใช้วิธีการกำหนดให้ออกเสียงจากคำที่กล่าวนำหรือจากรูปภาพ ซึ่งคำดังกล่าวจะสร้างจากเสียงพยัญชนะต้น เสียงพยัญชนะท้าย เสียงสระ และเสียงวรรณยุกต์ โดยนักแก้ไขการพูดจะฟังและประเมินการออกเสียงของผู้ทดสอบแต่ละคนว่าออกเสียงได้ถูกต้องตามที่กำหนดหรือไม่ แต่เนื่องจากนักแก้ไขการพูดมีจำนวนไม่มากนัก ประกอบกับการเรียนการสอนการออกเสียงที่จำกัดอยู่ในสถาบันเฉพาะด้าน ทำให้เด็กที่มีปัญหาการพูดไม่ชัดอาจได้รับการฝึกฝนที่ไม่ต่อเนื่อง

นอกจากปัญหาการพูดไม่ชัดนี้จะเกิดขึ้นในเด็กแล้ว อาจเกิดขึ้นในวัยผู้ใหญ่ก็ได้ โดยอาจเกิดจากสาเหตุของการพูดไม่ชัดในวัยเด็กแต่ไม่ได้รับการแก้ไข ที่ถูกต้อง หรือเกิดจากอุบัติเหตุทำให้ผู้ป่วยเหล่านี้จะได้รับการบำบัดที่บริเวณสมอง ทำให้สูญเสียความสามารถทางการพูดที่ชัดเจน ซึ่งการที่ต้องไปเรียนร่วมกับเด็กที่มีปัญหาในการพูดอาจก่อให้เกิดความรู้สึกอับอาย ซึ่งหากต้องการเรียนกับนักแก้ไขการพูดเป็นการส่วนตัว ก็จะต้องมีค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นตามมาเป็นจำนวนมาก ซึ่งมีงานวิจัยหลายงานที่นำระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการฝึกฝนการเปล่งเสียง[5, 6] รวมถึงการพัฒนาโมเดลการรู้จำเสียงพูด [7, 8]

ด้วยเหตุนี้จึงมีแนวความคิดในการนำระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการฝึกฝนการออกเสียงในภาษาไทย ซึ่งระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องสามารถทำการตรวจสอบว่า ผู้ที่มีความบกพร่องในการพูดสามารถเปล่งเสียงคำที่ให้มาได้ถูกต้องหรือไม่ โดยงานวิจัยนี้จะเริ่มจากการประยุกต์ใช้แบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟ ในการสร้างตัวต้นแบบสำหรับการรู้จำเสียงพยัญชนะต้นภาษาไทยในลักษณะของคำโดด อันจะนำไปสู่การพัฒนาาระบบช่วยฝึกฝนการเปล่งเสียงภาษาไทยสำหรับผู้ที่มีความบกพร่องในการพูดเสียงพยัญชนะต้นของภาษาไทยต่อไป เพื่อให้ผู้ที่มีความบกพร่องในการพูดสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนการออกเสียงด้วยตนเองที่บ้าน ซึ่งจะช่วยลดปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น

2. หลักการที่เกี่ยวข้อง

หลักการสำคัญที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ ได้แก่ ระบบหน่วยเสียงในภาษาไทย ภาพรวมของระบบรู้จำเสียงพูด และแบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟ

2.1 ระบบหน่วยเสียงในภาษาไทย

หน่วยเสียงในภาษาไทยจะแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มหน่วยเสียงพยัญชนะ กลุ่มหน่วยเสียงสระ และกลุ่มหน่วยเสียงวรรณยุกต์ [1] โดยมีรายละเอียดของแต่ละชนิดดังนี้

1. กลุ่มหน่วยเสียงพยัญชนะ

หน่วยเสียงพยัญชนะประกอบด้วยหน่วยเสียงพยัญชนะต้น หน่วยเสียงควบกล้ำ และ หน่วยเสียงพยัญชนะท้าย

- เสียงพยัญชนะต้นจำนวน 21 หน่วยเสียง
- เสียงพยัญชนะควบกล้ำจำนวน 12 หน่วยเสียง
- เสียงพยัญชนะท้ายหรือตัวสะกดจำนวน 8 หน่วยเสียง

2. กลุ่มหน่วยเสียงสระ

หน่วยเสียงสระในภาษาไทยประกอบด้วยเสียงสระแท้ และสระประสม

- สระเสียงแท้จำนวน 18 หน่วยเสียง โดยแบ่งเป็นสระแท้เสียงยาวจำนวน 9 หน่วยเสียง สระแท้เสียงสั้นจำนวน 9 หน่วยเสียง
- สระประสมจำนวน 6 หน่วยเสียงแบ่งเป็นสระประสมเสียงยาวจำนวน 3 หน่วยเสียง และสระประสมเสียงสั้นจำนวน 3 หน่วยเสียง

3. กลุ่มหน่วยเสียงวรรณยุกต์

หน่วยเสียงวรรณยุกต์มีจำนวน 5 หน่วยเสียง

2.2 ภาพรวมของระบบรู้จำเสียงพูด

ระบบรู้จำเสียงพูด [2] ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. การดักจับสัญญาณเสียงพูด

โดยทั่วไปจะทำการอัดเก็บเสียงในรูปแบบของสัญญาณดิจิทัล ด้วยอุปกรณ์ไมโครโฟนที่ต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านทางการ์ดเสียง

2. การกรองความถี่เบื้องต้น

เป็นการกำหนดค่าความถี่ เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนความถี่ต่ำที่เกิดจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งในขั้นตอนนี้อาจรวมไปถึงการตัดหัวและท้ายของสัญญาณเสียง (End-point Detection) หรือการกรองสัญญาณรบกวนทางความถี่ (Frequency Filtering) และการปรับความยาวเสียง (Time Normalization)

3. การแบ่งเฟรม

เป็นการแบ่งข้อมูลสัญญาณเสียงให้อยู่ในขนาดที่กำหนดไว้ เพื่อนำไปใช้ในระบบรู้จำเสียงพูด อีกทั้งยังเป็นการจัดเตรียมขอบเขตสำหรับการวิเคราะห์เสียง ซึ่งระบบส่วนใหญ่จะรวมขั้นตอนการกรองความถี่เบื้องต้นและการแบ่งเฟรมเข้าไว้ด้วยกัน

4. การสกัดค่าคุณลักษณะเด่น

การสกัดค่าคุณลักษณะเด่นเป็นการวิเคราะห์หาค่าที่จะใช้แทนสัญญาณเสียง

5. การเปรียบเทียบและการจับคู่

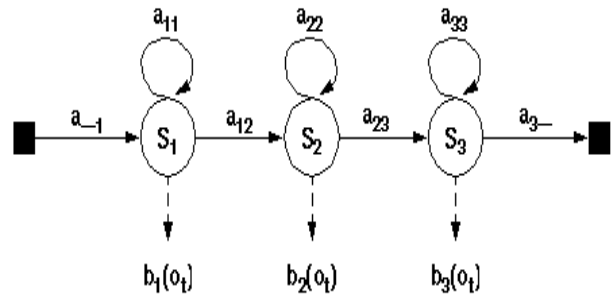
เป็นขั้นตอนในการนำคุณลักษณะเด่นของเสียงที่ได้จากขั้นตอนการสกัดคุณลักษณะเด่นของเสียงมาทำการเปรียบเทียบกับคุณลักษณะเด่นของเสียงที่เป็นต้นแบบเพื่อทำการจับคู่

2.3 แบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟ

แบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟ [3,4] เป็นวิธีการจำแนกรูปแบบโดยอาศัยวิธีการทางสถิติในการรู้จำ เช่นการรู้จำเสียง ระบบจะทำการเก็บรวบรวมรายละเอียดทางสถิติเกี่ยวกับเสียงพูด โดยเก็บข้อมูลการกระจายที่สมบูรณ์ของลักษณะสำคัญของเสียงไว้ในข้อมูลฝึกฝน ซึ่งเมื่อมีการทดสอบกับชุดทดสอบ โมเดลทางสถิติแบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟ ก็จะสามารถจำแนกความแตกต่างระหว่างเสียงพูดได้เป็นอย่างดี

แบบจำลองนี้มีลักษณะดังรูปที่ 1 คือ

- มีการย้ายสถานะทุกๆช่วงเวลาหนึ่งๆ
- จำนวนสถานะขึ้นอยู่กับจำนวนของสัญลักษณ์การสังเกต (Observation symbols) ทั้งหมด
- การเปลี่ยนสถานะจะมีความสัมพันธ์กับค่าความน่าจะเป็น โดยจะมีพารามิเตอร์เป็นอักษร a หมายถึง การกระจายของความน่าจะเป็นในการเปลี่ยนแปลงสถานะ (State Transition Probability Distribution)
- แต่ละสถานะมีความสัมพันธ์กับค่าความน่าจะเป็นของผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น ค่าความน่าจะเป็นของผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นแทนด้วยตัวอักษร b (Observation Symbol Probability Distribution)
- เมื่อเข้าสู่สถานะอื่นๆ จะมีการกำเนิดผลลัพธ์ขึ้น (Feature vector)
- ในหนึ่งโมเดลจะประกอบด้วยสถานะหลายๆสถานะ แต่ละสถานะสามารถให้ผลลัพธ์ออกมาได้อีกจำนวนหนึ่งเท่าๆกัน



รูปที่ 1 โมเดลทางสถิติแบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟ

การใช้แบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟเพื่อรู้จำเสียง จะประกอบด้วยขั้นตอน 2 ขั้นตอน

1. ขั้นตอนการฝึกฝนแบบจำลอง

ในขั้นตอนนี้จะต้องแบ่งสัญญาณเสียงออกเป็นแต่ละหน่วยเสียงย่อยๆ และวัดค่าลักษณะสำคัญ แล้วนำค่าลักษณะสำคัญที่ได้ ไปเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของสัญลักษณ์ที่ใช้กับแบบจำลอง ด้วยวิธีควอนไทซ์ค่าที่ได้ ออกเป็นระดับๆ ผลที่ได้คือลำดับของสัญลักษณ์การสังเกต (Observation Sequence) ซึ่งลำดับที่ได้จะมีลักษณะแตกต่างกันไปตามหน่วยเสียงแต่ละเสียง ลำดับการสังเกตของหน่วยเสียงเดียวกัน จะส่งผ่านเข้าไปในแบบจำลอง แบบจำลองจะปรับค่าความน่าจะเป็นต่างๆให้เข้ากับลำดับการสังเกตนั้นๆ และกำหนดลำดับสถานะที่เกิดขึ้นให้กับแบบจำลอง เพื่อให้มีความสามารถจำลองเสียงที่พูดเข้าไปได้

2. ขั้นตอนการทดสอบผลการรู้จำ

โดยนำแบบจำลองของทุกๆหน่วยเสียงมาเชื่อมขนากัน แล้วนำสัญญาณเสียงที่ต้องการทราบความหมายผ่านการวัดค่าลักษณะสำคัญให้อยู่ในรูปลำดับการสังเกต และนำลำดับการสังเกตที่ได้มาผ่านแบบจำลองทุกๆแบบ เพื่อเปรียบเทียบหาความน่าจะเป็นว่า แบบจำลองใดให้ความน่าจะเป็นที่แบบจำลองนั้นๆจะเกิดลำดับการสังเกตแบบนี้ ได้มากที่สุด

3. ขั้นตอนการดำเนินงาน

งานวิจัยเรื่องการใช้แบบจำลองฮิดเดน มาร์คอฟ ในการรู้จำเสียงพยางค์ระดับภาษาไทย ประกอบด้วยขั้นตอนหลักดังต่อไปนี้

3.1 กำหนดกลุ่มตัวอย่าง

กำหนดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งประกอบด้วย

1. การกำหนดจำนวนตัวอย่างของเสียงเพื่อใช้สร้างและทดสอบแบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟ ในการรู้จำเสียงพยางค์ระดับภาษาไทย
2. การกำหนดคำที่ใช้เป็นตัวแทนของหน่วยเสียงพยางค์ระดับจำนวน 21 หน่วยเสียง

3.2 กำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

1. เครื่องมือที่ใช้ในการบันทึกเสียงของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย
2. เครื่องมือที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองฮิดเดน มาร์คอฟ

3.3 สร้างแบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟ

ทำการเก็บข้อมูลเสียงแต่ละหน่วยเสียงตามรายการคำที่สร้างขึ้น โดยให้กลุ่มตัวอย่างทำการบันทึกเสียงของแต่ละคำผ่านทางไมโครโฟนด้วยโปรแกรมบันทึกข้อมูลเสียง โดยใช้โปรแกรมบันทึกข้อมูลเสียงซึ่งจะทำการเก็บข้อมูลตัวอย่างเสียงทั้งของเสียงผู้หญิงและเสียงผู้ชาย เพื่อใช้เป็นข้อมูลเสียงในการสร้างต้นแบบการรู้จำเสียงพยางค์ระดับภาษาไทย ด้วยโปรแกรมสร้างแบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟ และใช้ข้อมูลเสียงส่วนที่เหลือเป็นข้อมูลเสียงที่นำมาทดสอบความถูกต้องกับต้นแบบที่ได้สร้างขึ้น

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลเสียงที่ใช้ในการทดสอบจากตัวอย่างเสียงที่บันทึก มาทดสอบกับแบบจำลองที่สร้างขึ้นว่ามีความถูกต้องในการรู้จำเสียงพูดมากน้อยเพียงใด จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลผลการทดสอบที่ได้

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 กำหนดกลุ่มตัวอย่าง

ทำการเก็บข้อมูลเสียงแต่ละหน่วยเสียงจากกลุ่มตัวอย่าง 12 คนตามรายการคำที่สร้างขึ้น โดยข้อมูลเสียงที่บันทึกได้นี้ จะถูกนำไปสร้างเป็นแบบจำลองของข้อมูลเสียงแต่ละหน่วยเสียงที่จะนำมาเป็นตัวอย่างสอน (training) จากเสียงของผู้พูดจำนวน 10 คน ประกอบด้วยเสียงผู้ชาย 7 คนและเสียงผู้หญิง 3 คน ส่วนเสียงผู้ชายและเสียงผู้หญิงที่เหลืออย่างละ 1 คนจะถูกนำมาใช้ในการทดสอบระบบรู้จำที่สร้างขึ้นต่อไป

เลือกใช้คำที่อยู่ในแบบเรียนภาษาไทยระดับประถมศึกษาปีที่ 1 ของกระทรวงศึกษาธิการซึ่งเลือกเฉพาะคำที่มีลักษณะเป็นคำโดด สามารถใช้ภาพในการสื่อความหมายได้ โดยคำที่ใช้จะเป็นตัวแทนของเสียงพยางค์ระดับภาษาไทยจำนวน 21 หน่วยเสียงตามระบบเสียงพยางค์ระดับ ได้แก่คำว่า บ้าน ผัก เต่า ฤๅณ ปู ฝุ่น เด็ก หีบ แมว นก แหวน เสือ ช้าง จาน กุ้ง คน ดิง เรือ หญิง เงาะ อ่าง

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการบันทึกเสียงจะใช้ไมโครโฟนแบบสวมศีรษะ (head set) และใช้โปรแกรม praat ซึ่งเป็นโปรแกรมประเภท freeware ในการบันทึก โดยมีการกำหนดค่าของ sample rate ของการบันทึกเสียงไว้ที่

44 kHz และใช้โปรแกรม HTK toolkit [9, 10] ซึ่งเป็นโปรแกรมที่มีการนำมาใช้ในการสร้างแบบจำลองฮิดเดนมาร์คคอฟในการรู้จำเสียง

4.3 สร้างแบบจำลองฮิดเดนมาร์คคอฟ

ในการสร้างแบบจำลองจะประกอบไปด้วยการค้นหาลักษณะสำคัญของเสียง การกำหนดสัญลักษณ์ในการแทนคำและหน่วยเสียง และการสร้างแบบจำลอง

1. การหาลักษณะสำคัญของเสียง เพื่อใช้เป็นตัวแทนของแต่ละเสียงที่นำมาใช้เป็นตัวอย่างสอนและตัวอย่างทดสอบ เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบระหว่างตัวอย่างสอนและตัวอย่างทดสอบ ในที่นี่จะใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรัลที่คำนวณบนแกนความถี่แบบเมล (Mel frequency cepstral coefficients: MFCC)
2. กำหนดสัญลักษณ์ในการแทนคำและหน่วยเสียงของคำที่ทำกรู้จำ โดยสัญลักษณ์ในการแทนคำ จะนำไปใช้ในการแสดงผลเพื่อให้ทราบว่าเป็นคำใด เช่น แทนคำว่าบ้าน โดยใช้สัญลักษณ์ baan2 ซึ่งประกอบด้วยหน่วยเสียง b, aa, n และ ^ ดังรูปที่ 2
3. สร้างโมเดลของแบบจำลองฮิดเดนมาร์คคอฟของคำที่ต้องการรู้จำจำนวน 21 คำ เพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนการทดสอบความถูกต้องในการรู้จำเสียงของโมเดลที่สร้างต่อไป

SENT-END	[]	sil
SENT-START	[]	sil
baan2	[baan2]	b aa n^
caan	[caan]	c aa n^
chaang3	[chaang3]	ch aa ng^
dek1	[dek1]	d e k^
fun1	[fun1]	f u n^
hiip1	[hiip1]	h ii p^
jing4	[jing4]	j i ng^
khon	[khon]	kh o n^
kung2	[kung2]	k u ng^
ling	[ling]	l i ng^
mxxw	[mxxw]	m xx w^
ng03	[ng03]	ng 0
nok3	[nok3]	n o k^
phak1	[phak1]	ph a k^
puu	[puu]	p uu
rvva	[rvva]	r vva
svva4	[svva4]	s vva
taw1	[taw1]	t a w^
thung4	[thung4]	th u ng^
wxxn4	[wxxn4]	w xx n^
zaang1	[zaang1]	z aa ng^

รูปที่ 2 การกำหนดสัญลักษณ์ในการแทนคำและหน่วยเสียง

4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการทดสอบที่ได้จากการใช้ตัวต้นแบบทดสอบเสียงทีละคำ ใช้ตัวอย่างของเสียงผู้หญิงและเสียงผู้ชายที่ต้องการทดสอบอย่างละหนึ่งชุดตัวอย่าง ซึ่งเมื่อนำเสียงทุกเสียงมาวิเคราะห์เพื่อหาร้อยละของความถูกต้อง ได้ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการรู้จำเสียงพยางค์ของต้นแบบ

ตัวอย่างเสียง การทดสอบ	จำนวนคำที่ตัว ต้นแบบ สามารถรู้จำได้ ถูกต้อง	ร้อยละของ ความถูกต้อง
เพศชาย	13 คำ	61.90
เพศหญิง	11 คำ	52.38
ร้อยละของความถูกต้องโดยเฉลี่ย		57.14

5. สรุปผลและอภิปราย

จากผลการวิจัยพบว่าระบบรู้จำเสียงที่มีการนำระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาเก็บสัญญาณเสียงพูดและนำสัญญาณเสียงนั้นมาสร้างตัวอย่างสอนจำนวน 10 ตัวอย่างที่ใช้เป็นตัวอย่างสอนของหน่วยเสียงพยัญชนะต้นภาษาไทยจำนวน 21 หน่วยเสียงตามโมเดลของแบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟ เมื่อนำมาทดสอบความถูกต้องสามารถให้ผลความถูกต้องในการรู้จำเสียงของตัวอย่างทดสอบร้อยละ 57.14 ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีแนวโน้มที่น่าสนใจ ดังนั้นเพื่อให้ระบบนี้สามารถนำไปใช้งานได้จริง จึงควรจะต้องปรับปรุงให้ระบบสามารถรู้จำเสียงได้ผลความถูกต้องมากขึ้น ตัวอย่างเช่นเพิ่มจำนวนของตัวอย่างสอนเนื่องจากแบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟจะใช้หลักการของสถิติ หรือทำการปรับปรุงคุณภาพของตัวอย่างเสียงที่นำมาใช้ในการสร้างระบบ เช่น ลดเสียงรบกวน (noise) ของตัวอย่างเสียงที่มีค่อนข้างมาก เนื่องจากไมโครโฟนที่ใช้ และสภาพแวดล้อมของห้องที่ใช้บันทึกเสียง ซึ่งเป็นห้องที่เป็นลักษณะเปิดและไม่มีอุปกรณ์กันเสียงรบกวน ซึ่งมีผลทำให้ผลความถูกต้องในการรู้จำเสียงลดลง เป็นต้น

6. บรรณานุกรม

- [1] ศาสตราจารย์ ดร. ผดุง อารยะวิญญู. หลักการสอนพูด. สำนักพิมพ์แว่นแก้ว, 2542.
- [2] วิชิต ตั้งพัฒนกิจ. การรู้จำเสียงพูดในสภาวะแวดล้อมที่มีสัญญาณรบกวน. วิทยากรคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
- [3] สุนัย สุขเอนก. การรู้จำเสียงภาษาไทยแบบต่อเนื่องด้วยแบบจำลองสัทอักษร. วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- [4] ฐนียา สัตยพานิช. ระบบรู้จำเสียงภาษาไทยชนิดปรับตัวเข้ากับผู้ใช้แบบเรียลไทม์. วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- [5] Soleymani, A.J.A.; McCutcheon, M.J.; and Southwood, M.H., Design of speech illuminator (SIM) for teaching speech to the hearing impaired, in Proc. of the 1997 Sixteenth Southern, Biomedical Engineering Conference, 4-6 Apr 1997, pp.425-428.
- [6] Massaro, D.M., A computer-animated tutor for spoken and written language learning, in Proc. of the 5th international conference on Multimodal interfaces, Vancouver, British Columbia, Canada, 2003, pp.172-175.
- [7] วิศรุต อาชุนบุตร. ระบบการรู้จำคำไทยหลายพยางค์แบบไม่ขึ้นกับผู้พูด โดยใช้แบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟ. วิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- [8] จิตรลดา จารุมิศรี, ไกรสิน ส่งวัฒนา, อิทธิชัย อรุณศรีแสงชัย, แบบจำลองเสียงวรรณยุกต์สำหรับ

ภาษาไทยโดยใช้เทคนิคการซ่อนไตซ์พิตซ์และ

Hidden Markov Model, National Computer
Science and Engineering Conference
(NCSEC'1998), 2541

[9] The HTK book version 3.1. Cambridge
University, December 2001.

[10] [http://thaispeech.longdo.org/speechy/thaisp
eech1 /index_html](http://thaispeech.longdo.org/speechy/thaisp
eech1 /index_html)