



## สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

## สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการสังเคราะห์เสียงสระและวรรณยุกต์ในพยางค์เปิดภาษาไทยโดยใช้หน่วยเสียงอนุภาค สามารถที่จะสังเคราะห์เสียงวรรณยุกต์ได้โดยการเปลี่ยนค่าความถี่หลักมูลของหน่วยเสียงอนุภาค เริ่มด้วยการวิเคราะห์เสียงต้นแบบเพื่อหาหน่วยเสียงหน่วยเสียงอนุภาคและค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เก็บไว้เป็นฐานข้อมูล การวิเคราะห์เพื่อเก็บฐานข้อมูลหน่วยเสียงอนุภาคจะทำในครั้งแรกเพียงครั้งเดียวจากนั้นจะนำฐานข้อมูลนี้ไปใช้เพื่อการสังเคราะห์เสียงต่อไป และการสังเคราะห์เสียงโดยการนำเอาหน่วยเสียงและพารามิเตอร์ต่าง ๆ จากขั้นตอนการวิเคราะห์มาใช้ในการสังเคราะห์เสียงให้เป็นพยางค์ตามที่ต้องการ

การวิเคราะห์เสียงจะนำพยางค์เสียงต้นแบบมาแยกหาหน่วยเสียงอนุภาค หาค่าความถี่หลักมูลของแต่ละวรรณยุกต์ในแต่ละสระและกรอบคลื่นแอมพลิจูด โดยหน่วยเสียงอนุภาคจะเป็นตัวแทนคลื่นเสียงของแต่ละสระ ค่าความถี่หลักมูลและกรอบคลื่นแอมพลิจูดจะเป็นตัวสำคัญที่จะทำให้เสียงสังเคราะห์เปลี่ยนเป็นวรรณยุกต์ต่าง ๆ ได้ ในการแยกพยางค์และสระออกจากกันในระดับขั้นตอนการวิเคราะห์จะทำด้วยมือโดยการดูและสังเกตโดยใช้ซอฟต์แวร์นักวิเคราะห์เสียง ใช้กรรมวิธี AMDF ในช่วงเวลาสั้น ๆ เพื่อหาค่าความถี่หลักมูลของแต่ละวรรณยุกต์ และใช้การหาค่าสูงสุดและต่ำสุดกับคลื่นเสียงเพื่อหาค่ากรอบคลื่นแอมพลิจูด

การสังเคราะห์เสียงทำโดยนำหน่วยเสียงอนุภาคของสระที่ต้องการมาเปลี่ยนแปลงค่าความถี่หลักมูลด้วยวิธีการประมาณค่าในช่วงแบบเชิงเส้นให้เป็นไปตามค่าความถี่หลักมูลของวรรณยุกต์ที่ต้องการและนำมาเชื่อมต่อกัน ในขณะเดียวกันก็ปรับแต่งแอมพลิจูดของเสียงสระที่ได้ถูกเปลี่ยนค่าความถี่หลักมูลนั้นด้วย เพื่อให้มีเสียงสังเคราะห์มีพลังงานเหมือนเสียงต้นแบบ จากนั้นนำไปเชื่อมต่อกับพยางค์ต้นที่ต้องการ

ได้ทำการทดสอบการรับฟังกับนิสิตจำนวน 200 คน ทดลองด้วยสระ 3 ตัวคือ สระอา สระอี และสระอุ ด้วยเสียงพยางค์ต้น ช ได้ผลออกมาสองชุดคือการทดสอบการระบุเสียงวรรณยุกต์ของกลุ่มตัวอย่างและผลการให้คะแนนด้านทัศนคติต่อคุณภาพของเสียงสังเคราะห์ และได้แนะนำตัวเลือกของแอมพลิจูดและหน่วยเสียงอนุภาคในกรณีที่ต้องการประหยัดหน่วยเสียงโดยใช้หน่วยเสียงอนุภาคเพียงตัวเดียวเพื่อนำไปสังเคราะห์เสียงวรรณยุกต์ได้ครบทั้ง 5 วรรณยุกต์ และอาจใช้รูปแบบของแอมพลิจูดเพียงตัวเดียวเพื่อนำไปสังเคราะห์เสียงวรรณยุกต์ทั้ง 5 วรรณยุกต์

ผลการทดสอบโดยรวม การทดสอบได้ทำเป็น 2 ลักษณะคือจะดูว่ามีการผลของการระบุเสียงวรรณยุกต์และทัศนคติต่อคุณภาพเสียงขึ้นอยู่กับแอมพลิจูดและหน่วยเสียงอนุภาคที่ใช้หรือไม่ จึงได้ทำการทดสอบออกมาเป็น 2 เชน ผลการการระบุเสียงวรรณยุกต์ได้ผลออกมาดีมาก มีความถูกต้องเฉลี่ย 95 เปอร์เซ็นต์ โดยความผิดพลาดส่วนมากจะเกิดจากการแยกแยะผิดพลาดระหว่างวรรณยุกต์สามัญและวรรณยุกต์เอก เนื่องจากค่าความถี่หลักมูลของวรรณยุกต์ทั้งสองนี้มีค่าและรูปแบบใกล้เคียงกันและผลของการทดสอบคุณภาพก็ออกมาเป็นที่น่าพอใจ รวมทั้งจำนวนของหน่วยเสียงมีไม่มากและขนาดของหน่วยเสียงรวมมีขนาดเล็กกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับหน่วยเสียงแบบอื่น

### ข้อเสนอแนะเพื่อการแก้ไขและปรับปรุง

ข้อเสนอแนะสำหรับแก้ไขข้อบกพร่องของระบบสังเคราะห์เสียงสระและวรรณยุกต์ในพยางค์เปิดภาษาไทยโดยใช้หน่วยเสียงอนุภาคมีดังนี้

1. เวลาที่ใช้ในการสังเคราะห์เสียงยังใช้เวลามากยังไม่สามารถนำไปสังเคราะห์เสียงแบบเวลาจริงได้ ส่วนหนึ่งเกิดจากระบบที่พัฒนาขึ้นนี้พัฒนาขึ้นบนโปรแกรม Matlab เพื่อสะดวกในการทดสอบ แต่ใช้เวลาในการคำนวณมากเกินไป ถ้าพัฒนาระบบบนภาษาซีจะทำให้ระบบโดยรวมทำงานเร็วขึ้นมากและสามารถนำไปสังเคราะห์เสียงแบบเวลาจริงได้
2. การเชื่อมต่อหน่วยเสียงอนุภาคในที่นี้ใช้การเชื่อมต่อโดยตรง ทำให้เกิดการไม่ต่อเนื่องทางสเปกตรัม ต้องนำกรรมวิธีในเชิงความถี่ที่สามารถเชื่อมต่อกคลื่นเสียงโดยที่สเปกตรัมยังมีความต่อเนื่องมาใช้ในการต่อเชื่อมคลื่นเสียงเข้าด้วยกัน
3. การปรับเปลี่ยนค่าความถี่หลักมูลโดยใช้การประมาณค่าในช่วงแบบเชิงเส้นนี้ ทำให้ความถี่ฟอร์แมนที่อื่นเปลี่ยนแปลงไปด้วยทำให้เสียงที่ออกมาฟังดูเพี้ยนเล็กน้อย ถ้านำเอากรรมวิธี PSOLA มาใช้จะทำให้เปลี่ยนความถี่หลักมูลได้โดยที่ความถี่ฟอร์แมนที่ไม่เปลี่ยน
4. ระบบที่พัฒนาขึ้นนี้ยังสังเคราะห์เสียงได้เพียงพยางค์ที่มีสระเดี่ยวและเป็นพยางค์เปิด ควรปรับปรุงให้สามารถสังเคราะห์พยางค์ที่มีสระประสมและพยางค์ที่มีตัวสะกดได้ด้วย เพื่อที่จะสามารถนำไปใช้ในการสังเคราะห์เสียงภาษาไทยได้ทั้งภาษา

### ข้อเสนอแนะเพื่อการประยุกต์ใช้งาน

การสังเคราะห์เสียงสระและวรรณยุกต์โดยใช้หน่วยเสียงอนุภาค สามารถนำไปประยุกต์ได้หลายตัวอย่างเช่น นำไปใช้ในระบบสังเคราะห์เสียงในระบบตอบรับทางโทรศัพท์ ใช้ในพจนานุกรมพูดได้ หรือใช้ในระบบสังเคราะห์เสียงจากข้อความ

สามารถนำวิธีการนี้ไปใช้กับเครื่องอ่านคำไทยพยางค์เดี่ยวแบบปรับความเร็วได้ หรือเครื่อง CU-TALK ที่ห้องปฏิบัติการวิจัยระบบเชิงเลขได้พัฒนาขึ้น เพื่อเป็นเครื่องอ่านออกเสียงจากข้อความเพื่อให้คนตาบอดใช้ โดยที่จะทำให้น้ำหนักที่เก็บข้อมูลหน่วยเสียงมีจำนวนน้อยลงและหน่วยเสียงมีขนาดเล็กลงเป็นผลให้ใช้หน่วยความจำลดลง

ระบบที่ได้พัฒนาขึ้นมาพัฒนาบนโปรแกรม Matlab จึงทำให้การทำงานช้าไปบ้าง ถ้ามีการพัฒนาบนภาษาอื่น ๆ เช่นภาษาซีจะทำให้การทำงานรวดเร็วขึ้น และฐานข้อมูลหน่วยเสียงที่ผู้วิจัยได้ทำไว้สามารถนำไปใช้งานได้ทันที หรืออาจนำไปดัดแปลงให้เหมาะสมกับการพัฒนาต่อไป



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย