

การปรับค่าความถี่ฟอร์เมนต์เพื่อศึกษาการแปรของสระในภาษาไทย
Formant frequency normalization for studying vowel variation in Thai

Received: *June 6, 2019*

Revised: *October 3, 2019*

Accepted: *December 12, 2019*

ศุจินัฐ จิตwiriyannont

Sujinat Jitwiriyannont

ภาควิชาภาษาศาสตร์ และหน่วยปฏิบัติการวิจัยภาษาศาสตร์เอเชียตะวันออกเฉียงใต้

คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department of Linguistics and Southeast Asian Linguistics Research Unit,

Faculty of Arts, Chulalongkorn University

sujinat.j@chula.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ค่าความถี่ฟอร์เมินท์ของสระในภาษาไทยและเสนอวิธีการปรับค่าความถี่ฟอร์เมินท์ที่เหมาะสมกับลักษณะทางกลศาสตร์ของสระภาษาไทย วิธีการที่ใช้คือวิธีเอส-เซนทรอยด์ (Watt & Fabricius, 2002) ซึ่งเป็นอัลกอริทึมสำหรับการศึกษาทางสัทศาสตร์สังคม ค่าทางกลศาสตร์ที่วัดคือค่าความถี่ฟอร์เมินท์ที่ 1 และ 2 ของสระเสียงยาวภาษาไทยที่ออกเสียงโดยผู้พูดเพศชายและเพศหญิงเพื่อศึกษารูปร่างของพื้นที่สระและความสัมพันธ์เชิงตำแหน่งในพื้นที่สระของสระต่างๆ ผลการศึกษาพบว่า รูปร่างของพื้นที่สระในภาษาไทยเป็นสามเหลี่ยม สระที่เหมาะสมกับการกำหนดเป็นจุดตรึงในการคำนวณค่าเซนทรอยด์คือสระ ii aa uu เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของค่าความถี่ฟอร์เมินท์ระหว่างสระที่กำหนดเป็นจุดตรึง สระสูง ii และ uu มีรูปแบบความแตกต่างของค่าความถี่ฟอร์เมินท์ที่ 1 ที่หลากหลาย ส่วนค่าความถี่ฟอร์เมินท์ที่ 2 ของสระ aa ใกล้เคียงกับค่ามัธยฐานระหว่างสระ ii และ uu ดังนั้นจึงควรใช้ค่าความถี่ฟอร์เมินท์จริงของทั้ง 3 สระแทนการใช้ค่าเสมือนของสระ uu เพื่อคำนวณค่าเซนทรอยด์ ข้อค้นพบของการศึกษานี้ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการวิเคราะห์ค่าความถี่ฟอร์เมินท์ของสระแต่ละภาษาอย่างละเอียดก่อนการปรับค่าความถี่ฟอร์เมินท์เพื่อศึกษาการแปรของสระ

คำสำคัญ : การปรับค่าความถี่ฟอร์เมินท์, เอส-เซนทรอยด์, สระภาษาไทย, กลศาสตร์, สัทศาสตร์สังคม

Abstract

This study aims to analyze formant frequencies of Thai vowels and suggests vowel formant frequency normalization suitable for acoustic characteristics of Thai vowels. The used method is S-centroid procedure (Watt & Fabricius, 2002), which is an algorithm for a sociophonetic study. The first and second formant frequencies of Thai long vowels produced by male and female speakers were measured to investigate the shape of vowel spaces and the relation among the vowels based on their positions in the vowel spaces. The result shows that Thai vowel space is triangular. The vowels suitably used as point vowels for the calculation of centroids are /ii aa uu/. Regarding the formant-frequency relation among the point vowels, the high vowels /ii/ and /uu/ exhibit various patterns of first-formant difference, and the second formant of the vowel /aa/ is close to the median value of /i/-/u/ line. Therefore, the centroid should be calculated from the real formant frequencies of the three vowels rather than the derived values of the vowel /uu/. The findings point out the importance of a thorough examination of vowel formant frequencies of each language prior to vowel formant frequency normalization for studying vowel variation.

Keywords: formant frequency normalization, S-centroid, Thai vowels, acoustic phonetics, sociophonetics

1. บทนำ

การแปรของเสียงสระเป็นหนึ่งในปรากฏการณ์ทางภาษาที่นักภาษาศาสตร์ให้ความสนใจ ค่าทางกลศาสตร์ที่แสดงคุณลักษณะสระ (vowel quality) คือค่าความถี่ฟอร์เมนท์ (formant frequency) ในการศึกษาการแปรของสระในพื้นที่สระ (vowel space) นักภาษาศาสตร์วิเคราะห์ค่าความถี่ฟอร์เมนท์ที่ 1 (first formant frequency/F1) และค่าความถี่ฟอร์เมนท์ที่ 2 (second formant frequency/F2) ค่าความถี่ฟอร์เมนท์ที่ 1 บ่งชี้ความสูงต่ำของลิ้นซึ่งแปรผกผันกัน กล่าวคือ สระสูงมีค่าความถี่ฟอร์เมนท์ต่ำกว่าสระต่ำ ส่วนค่าความถี่ฟอร์เมนท์ที่ 2 (F2) บ่งชี้ตำแหน่งหน้าหลังของลิ้นโดยแปรตามกัน กล่าวคือ สระหน้ามีค่าความถี่ฟอร์เมนท์ที่ 2 สูงกว่าสระหลัง

ในมุมมองทางภาษาศาสตร์สังคม การแปรของภาษาเกิดขึ้นในมิติที่เชื่อมโยงกับพฤติกรรมทางสังคม ผู้พูดต่างเพศและต่างอายุมีแนวโน้มที่จะออกเสียงแตกต่างกันในบางลักษณะ ค่าความถี่ฟอร์เมนท์ของสระที่มีสัทลักษณะแตกต่างกันย่อมเกิดการแปรในระดับสัทศาสตร์ด้วย อย่างไรก็ตาม การแปรทางสัทศาสตร์ไม่ได้เป็นผลมาจากปัจจัยทางสังคมซึ่งเป็นปัจจัยภายนอกเท่านั้น แต่ยังได้รับอิทธิพลจากปัจจัยทางกายภาพหรือสรีระของผู้พูดด้วย เช่น เพศและอายุที่แตกต่างกันของผู้พูดย่อมส่งผลกระทบต่อขนาดช่องเสียง (vocal tract) ที่แตกต่างกัน ทำให้ค่าความถี่ฟอร์เมนท์แปรตามสรีระร่างกายของผู้พูด การแปรดังกล่าวเป็นการแปรจากปัจจัยทางกายภาพของรูปร่างผู้พูดซึ่งเป็นปัจจัยภายใน

ด้วยเหตุนี้ การนำเสนอหลักฐานเชิงประจักษ์ในการศึกษาการแปรของเสียงสระตามปัจจัยทางสังคม ค่าความถี่ฟอร์เมนท์ของสระจึงควรผ่านการปรับค่า (normalization) เพื่อลดอิทธิพลจากปัจจัยภายในหรือความแตกต่างทางสรีระของผู้พูดที่ส่งผลกระทบต่อค่าความถี่ฟอร์เมนท์ และเพื่อแสดงการแปรที่เป็นผลมาจากพฤติกรรมทางภาษาที่แท้จริงซึ่งได้รับอิทธิพลจากปัจจัยทางสังคมของผู้พูด การปรับค่าความถี่ฟอร์เมนท์จะทำให้การนำเสนอผลการวิเคราะห์การแปรของสระตามตัวแปรทางสังคมมีความสมเหตุสมผล การปรับค่าความถี่ฟอร์เมนท์มีหลายวิธี ขึ้นอยู่กับประเด็นของการวิจัย ในการศึกษาทางภาษาศาสตร์สังคม อัลกอริทึมที่นิยมใช้กันคือ วิธีการปรับค่าแบบเอส-เซนทรอยด์ (S-centroid procedure) เสนอโดย Watt & Fabricius (2002) และได้รับการพิสูจน์ทราบว่าเป็นอัลกอริทึมการปรับค่าความถี่ฟอร์เมนท์รายบุคคล (speaker-intrinsic vowel formant frequency normalization algorithm) ที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุดเมื่อเทียบกับวิธีการอื่นเพื่อวัตถุประสงค์ทางภาษาศาสตร์สังคม (Fabricius, Watt & Johnson, 2009) โดยวิธีต้นแบบใช้ข้อมูลทดสอบจากภาษาอังกฤษสำเนียงอาร์พี (Received Pronunciation/RP) บทความดังกล่าวเผยแพร่ใน *วารสารการแปรและการเปลี่ยนแปลงทางภาษา (Language Variation and Change)* และมีนักภาษาศาสตร์นำไปใช้ศึกษาการแปรของสระในภาษาต่างๆ

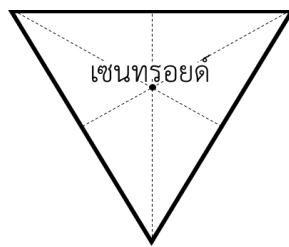
การศึกษาที่ผ่านมาเกี่ยวกับการแปรของสระทางภาษาศาสตร์สังคมที่นำวิธีการปรับค่าแบบเอส-เซนทรอยด์ไปใช้ในภาษาอื่นๆ แสดงให้เห็นว่า แนวคิดและระเบียบวิธีดังกล่าวมีประสิทธิภาพ แต่จะต้องปรับรายละเอียดของวิธีต้นแบบให้เหมาะสมกับระบบและสัทลักษณะของสระในแต่ละภาษาด้วย จากการทบทวนวรรณกรรม ผู้วิจัยไม่พบการศึกษาที่นำวิธีการปรับค่าความถี่ฟอร์เมนท์มาใช้ในการศึกษาสระในภาษาไทย และยังพบว่าองค์ความรู้ที่มีอยู่จากการศึกษาในอดีตเกี่ยวกับค่าความถี่ฟอร์เมนท์ของสระในภาษาไทยที่มีหน่วยเป็น

เฮิร์ตซ์ (Hertz) ยังไม่เพียงพอต่อการนำมาวิเคราะห์แนวทางการปรับค่าความถี่พอร์เมนต์ด้วยวิธีเอส-เซนทรอยด์ของสระในภาษาไทยได้ทันที ด้วยข้อจำกัดของผู้บอกภาษาในการศึกษาที่ผ่านมาที่เป็นเพศชายเกือบทั้งหมด ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงจะศึกษาค่าความถี่พอร์เมนต์ของสระภาษาไทย โดยเก็บข้อมูลจากผู้พูดทั้งเพศชายและเพศหญิง และออกแบบรายการคำโดยควบคุมปัจจัยทางสัทศาสตร์ซึ่งเป็นอีกปัจจัยภายในที่ส่งผลต่อการแปรของค่าความถี่พอร์เมนต์ ผลการศึกษาค่าความถี่พอร์เมนต์ของสระภาษาไทยจะนำไปวิเคราะห์และเสนอแนวทางการปรับค่าด้วยวิธีเอส-เซนทรอยด์ที่เหมาะสมกับระบบและสัทลักษณะของสระในภาษาไทย

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 วิธีการปรับค่าแบบเอส-เซนทรอยด์ (S-centroid procedure)

วิธีการปรับค่าแบบเอส-เซนทรอยด์ (S-centroid procedure) เป็นการประยุกต์ใช้แนวคิดทางเรขาคณิตด้วยการคำนวณค่าเซนทรอยด์ (centroid) หรือศูนย์กลางเรขาคณิตของพื้นที่สระ ตัวอย่างเซนทรอยด์ของรูปสามเหลี่ยมดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 เซนทรอยด์ของรูปสามเหลี่ยม

วิธีเอส-เซนทรอยด์ปรับค่าชุดข้อมูลสระของผู้พูดแต่ละคนโดยแสดงเป็นสัดส่วน (proportion) ของค่าความถี่พอร์เมนต์ของแต่ละสระที่หารด้วยค่าเซนทรอยด์ของพื้นที่สระของผู้พูดแต่ละคน (Fabricius, Watt & Johnson, 2009) ประเด็นสำคัญของวิธีดังกล่าวคือ การกำหนดสระที่เป็นจุดตรึงซึ่งจะนำมาคำนวณหาค่าเซนทรอยด์ ($S(F_n)$) ในวิธีต้นแบบ Watt & Fabricius (2002) ศึกษาสระในภาษาอังกฤษสำเนียงอาร์พี ใช้จุดตรึงทั้งหมด 3 จุด ค่าที่ใช้ในการคำนวณหาค่าเซนทรอยด์มาจากค่าความถี่พอร์เมนต์จริงของสระ 2 เสียงคือ สระ i และสระ a^1 กับค่าความถี่พอร์เมนต์เสมือน (derived value) ที่ใช้แทนค่าความถี่พอร์เมนต์จริงของสระ u โดยใช้ค่าความถี่พอร์เมนต์ที่ 1 ของสระ i แทนค่าความถี่พอร์เมนต์ที่ 1 และ 2 ของสระ u เรียกว่าสระ u เสมือน (ใช้สัญลักษณ์ u') เมื่อได้ค่าเซนทรอยด์แล้ว นำไปหารค่าความถี่พอร์เมนต์ของสระต่างๆ ที่ต้องการปรับค่า ตามที่แสดงใน (1)

$$(1) \quad \begin{aligned} \text{ก. } & F_n/S(F_n) \quad n = 1, 2 \\ \text{ข. } & S(F_1) = (F_{1i} + F_{1a} + F_{1u}')/3 \\ \text{ค. } & S(F_2) = (F_{2i} + F_{2a} + F_{2u}')/3 \\ & \text{แทนค่า } F_{1u}' \text{ และ } F_{2u}' \text{ ด้วย } F_{1i} \end{aligned}$$

หมายเหตุ : อักษรย่อ F_n หมายถึงค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ n ซึ่ง n ที่เป็นจำนวนนับหมายถึงเลขระบุว่าเป็นค่าความถี่ฟอร์เมนทที่เท่าไร เช่น ค่า $S(F_1)$ ในสมการ ข. คำนวณจากค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ 1 ของสระ i และค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ 1 ของสระ a และค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ 1 สระ u เสมือน (u') ซึ่งแทนค่าด้วยค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ 1 ของสระ i ผลรวมทั้งหมดหารด้วย 3 การคำนวณ $S(F_2)$ ในสมการ ค. ก็ใช้วิธีเดียวกัน

Watt & Fabricius (2002) สนับสนุนแนวคิดการใช้สระ u เสมือนดังกล่าวด้วยหลักฐานทางกลศาสตร์ที่ว่าตำแหน่งของสระ u ภาษาอังกฤษสำเนียงอาร์พีในพื้นที่สระไม่ได้อยู่ในตำแหน่งขอบบนสุดขอบ (ตำแหน่งที่ค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ 1 และ 2 ต่ำที่สุด) ของพื้นที่สระเสมอ กล่าวคือไม่ได้เป็นสระหลังและสระสูงอย่างชัดเจน (not fully back and fully close) จึงใช้ค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ 1 ของสระ i ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำที่สุดแทนค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ 1 และ 2 ของสระ u ทำให้ได้สระ u เสมือนที่มีค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ 1 และ 2 ต่ำที่สุด และเป็นจุดตรงที่อยู่ในมุมขอบบนสุดของพื้นที่สามเหลี่ยมของสระ กล่าวคือ มีความสูงเท่ากับสระ i และเป็นสระที่อยู่หลังที่สุด

Bigham (2008) ได้นำวิธีการปรับค่าแบบเอส-เซนทรอยด์ไปใช้ศึกษาภาษาอังกฤษสำเนียงอเมริกัน (American English) และพบว่าต้องปรับรายละเอียดของวิธีการให้เหมาะสมกับสระของภาษาอังกฤษสำเนียงอเมริกัน โดยกำหนดให้จุดตรงในการคำนวณค่าเซนทรอยด์ประกอบด้วยสระทั้งหมด 4 เสียง คือสระ i u α เนื่องจากพบว่าพื้นที่สระของภาษาอังกฤษสำเนียงอเมริกามีลักษณะคล้ายรูปสี่เหลี่ยมคางหมู (trapezoid) ซึ่งแตกต่างจากภาษาอังกฤษสำเนียงอาร์พีที่พื้นที่สระเป็นรูปสามเหลี่ยม นอกจาก Bigham (2008) จะเลือกสระ α เพิ่มอีกจุดนอกเหนือจาก α ในจุดตรงของสระต่ำแล้ว ยังปรับการเลือกสระที่จุดตรงของสระสูง โดยเลือกสระ i แทนสระ i และใช้สระ u จริงแทนการใช้สระ u เสมือนซึ่งแตกต่างจากวิธีต้นแบบ Bigham (2008) ปรับรายละเอียดวิธีเอส-เซนทรอยด์เพื่อศึกษาภาษาอังกฤษสำเนียงอเมริกันตาม (2)

$$(2) \quad F_n/S(F_n) \quad n = 1, 2$$

$$S(F_1) = (F_{1i} + F_{1\alpha} + F_{1u} + F_{1u})/4$$

$$S(F_2) = (F_{2i} + F_{2\alpha} + F_{2\alpha} + F_{2u})/4$$

นอกจากประเด็นเรื่องรูปร่างของพื้นที่สระที่ส่งผลต่อการกำหนดสระที่เป็นจุดตรงในการคำนวณค่าเซนทรอยด์เพื่อนำไปปรับค่าความถี่ฟอร์เมนทแล้ว ในภาษาที่พื้นที่สระมีรูปร่างเป็นสามเหลี่ยมคล้ายกับภาษาอังกฤษสำเนียงอาร์พี ก็พบว่าอาจต้องปรับเปลี่ยนสระที่กำหนดเป็นจุดตรงในการคำนวณค่าเซนทรอยด์ด้วยเช่นกัน เพราะสระที่อยู่ในตำแหน่งมุม 3 มุมของพื้นที่สามเหลี่ยมในบางภาษาอาจจะไม่ใช่สระ i a u เสมอไป ตัวอย่างเช่น Esfandiari & Alinezhad (2014) พบว่าในภาษาเปอร์เซีย (Persian) สระที่ควรกำหนดเป็นจุดตรงในการคำนวณค่าเซนทรอยด์เพื่อนำไปแปลงค่าความถี่ฟอร์เมนทคือสระ i α u เนื่องจากสระที่มีตำแหน่งของลิ้นต่ำที่สุด (ค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ 1 สูงที่สุด) ในภาษาเปอร์เซียคือสระ α ไม่ใช่สระ a ดังที่แสดงใน (3)

$$(3) \quad F_n/S(F_n) \quad n = 1, 2$$

$$S(F_1) = (F_{1i} + F_{1\alpha} + F_{1u})/3$$

$$S(F_2) = (F_{2i} + F_{2u})/2$$

นอกจากนี้ แม้แต่วิธีการต้นแบบ (Watt & Fabricius, 2002) ที่ศึกษาภาษาอังกฤษสำเนียงอาร์พีเอง ก็ยังได้มีการปรับปรุงเป็นเวอร์ชันใหม่ภายหลัง (Fabricius, Watt & Johnson, 2009) เมื่อได้พิจารณารูปแบบค่าความถี่พอร์เมนต์ของสระในภาษาอังกฤษสำเนียงอาร์พีอย่างละเอียดลึกซึ้งขึ้น Fabricius, Watt & Johnson (2009) ได้เสนอเวอร์ชันปรับปรุงของวิธีการเดิม โดยมีรายละเอียดย่อยที่ปรับคือ คำนวณค่าเซนทรอยด์ของค่าความถี่พอร์เมนต์ที่ 2 จากค่าความถี่พอร์เมนต์ที่ 2 ของสระเพียง 2 เสียงคือ *i* จริงและ *u* เสมือนเท่านั้น (ไม่นำค่าความถี่พอร์เมนต์ที่ 2 ของสระ *a* มาใช้คำนวณด้วย) เนื่องจากพบว่าส่วนใหญ่สระ *a* ในภาษาอังกฤษสำเนียงอาร์พีไม่ได้อยู่ตรงกลางของพื้นที่สระตามแนวความหนาหลังของสระ วิธีที่ปรับใหม่เพื่อศึกษาภาษาอังกฤษสำเนียงอาร์พีซึ่งเสนอโดย Fabricius, Watt & Johnson (2009) แสดงใน (4)

$$(4) \quad F_n/S(F_n) \quad n = 1, 2$$
$$S(F_1) = (F_{1i} + F_{1a} + F_{1u})/3$$
$$S(F_2) = (F_{2i} + F_{2u})/2$$

จากวิธีการปรับค่าความถี่พอร์เมนต์แบบเอส-เซนทรอยด์ทั้งสองเวอร์ชันที่ใช้วิเคราะห์ภาษาอังกฤษสำเนียงอาร์พี จะเห็นได้ว่า สิ่งที่ยังคงเหมือนเดิมคือการกำหนดให้ใช้สระ *u* เสมือนในการคำนวณหาค่าเซนทรอยด์ เพราะสระ *u* อยู่ต่ำกว่าสระ *i* ในภาษาอังกฤษสำเนียงอาร์พี กล่าวคือค่าความถี่พอร์เมนต์ที่ 1 ของสระ *u* สูงกว่าสระ *i* โดยลักษณะดังกล่าวในภาษาอังกฤษสำเนียงอาร์พีสอดคล้องกับภาษาส่วนใหญ่ ซึ่งมีการศึกษาไว้จากข้อมูลภาษาต่างๆ ในอดีต ดังรายละเอียดในหัวข้อ 2.2

2.2 ความแตกต่างของค่าความถี่พอร์เมนต์ที่ 1 ของสระสูงหน้าและหลัง

การศึกษาของ de Boer (2011) วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความถี่พอร์เมนต์ที่ 1 ของสระ *i* และ *u* ในภาษาจำนวน 30 ภาษา พบว่าในภาษาส่วนใหญ่ สระ *i* มีค่าความถี่พอร์เมนต์ต่ำกว่าสระ *u* และเสนอว่าเป็นเพียงแนวโน้มทางสากลลักษณะ (universal tendency) เพราะไม่ได้เป็นจริงกับทุกภาษา ข้อสังเกตหนึ่งของ de Boer (2011) ที่น่าสนใจคือ ผู้หญิงมีแนวโน้มน้อยกว่าผู้ชายที่จะผลิตสระ *u* ที่มีค่าความถี่พอร์เมนต์สูงกว่าสระ *i* เช่น สระของผู้พูดภาษาตุรกี (Turkish) เพศหญิงมีค่าความถี่พอร์เมนต์ที่ 1 ของสระ *i* สูงกว่าค่าความถี่พอร์เมนต์ของสระ *u* หรือสระของภาษาฮาวาย (Hawaiian) ที่ค่าความถี่พอร์เมนต์ที่ 1 และ 2 สระ *i* และ *u* ใกล้เคียงกันมาก โดยผู้พูดเป็นเพศหญิงเช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตามการศึกษาของ de Boer (2011) วิเคราะห์เสียงของผู้พูดเพียง 1 คนในแต่ละภาษา จึงทำให้เห็นเพียงแค่ภาพรวมของภาษาต่างๆ แต่ไม่สามารถวิเคราะห์ได้อย่างลึกซึ้ง

แนวคิดเรื่องแนวโน้มทางสากลลักษณะของสระ *i* และ *u* และข้อสังเกตเกี่ยวกับเพศที่อาจมีผลต่อความแตกต่างของค่าความถี่พอร์เมนต์ที่ 1 ของสระสูงทั้งสองเสียงเป็นประเด็นสำคัญที่พึงตระหนักในการปรับค่าความถี่พอร์เมนต์แบบเอส-เซนทรอยด์ ถึงแม้ว่าในการศึกษาของ de Boer (2011) นั้นได้วิเคราะห์สระในภาษาไทยไว้ด้วยเช่นกัน และเสนอว่าสระในภาษาไทยสอดคล้องกับแนวโน้มทางสากลลักษณะของสระสูง แต่ผลการศึกษายังไม่ยืนยันกรณีของภาษาไทยได้อย่างหนักแน่นและไม่ได้พิสูจน์ทราบอิทธิพลของเพศ เนื่องจากวิเคราะห์เสียงของผู้พูดที่เป็นเพศชายเพียงคนเดียว จึงไม่ได้แสดงการของแปรค่าความถี่พอร์เมนต์ของสระที่

อาจเกิดขึ้นได้จริงจากผู้พูดหลายคน นอกจากนี้ ภาษาจำนวน 30 ภาษาที่ de Boer (2011) ศึกษา นั้นมีทั้งภาษาที่เปรียบเทียบและไม่เปรียบเทียบด้านความสั้นยาวของสระ สำหรับข้อมูลภาษาไทยซึ่งเป็นภาษาที่เปรียบเทียบความสั้นยาวของสระ de Boer (2011) ไม่ได้อธิบายชัดเจนว่า วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความถี่ฟอร์เมนต์ของสระเสียงสั้น (i และ u) หรือเสียงยาว (ii และ uu) จากประเด็นนี้ จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาค่าความถี่ฟอร์เมนต์ของสระเสียงยาว ii และ uu เพื่อพิสูจน์แนวโน้มสากลลักษณะดังกล่าว และใช้เป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์การปรับค่าความถี่ฟอร์เมนต์ของสระในภาษาไทยต่อไป

ถึงแม้ว่ามีการศึกษาอื่นๆ ในอดีตที่ศึกษาค่าความถี่ฟอร์เมนต์ของสระภาษาไทย และมีผลการศึกษาที่สอดคล้องกันคือ สระ uu ในภาษาไทยมีค่าความถี่ฟอร์เมนต์ที่ 1 สูงกว่าสระ ii ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าสระ uu อยู่ต่ำกว่าสระ ii ในพื้นที่สระ (Abramson, 1962; Awirutthiyothin, 2010; Intajamornrak, 2002; L-Thongkum, 2011; Roengpitya, 2001; Srichan, 2008; Wongnate, 2000) แต่ข้อค้นพบจากการศึกษาส่วนใหญ่ในอดีตยังไม่สามารถเป็นหลักฐานที่หนักแน่นว่าสระในภาษาไทยสนับสนุนหรือคัดค้านแนวโน้มสากลลักษณะเกี่ยวกับสระสูงดังกล่าว และยังไม่สามารถสรุปได้อย่างชัดเจนว่าเพศมีอิทธิพลต่อรูปแบบความแตกต่างของค่าความถี่ฟอร์เมนต์ของสระ ii และ uu หรือไม่ เนื่องจากการศึกษาในอดีตส่วนใหญ่ศึกษาผู้บอกภาษาที่เป็นเพศชายเท่านั้น (Abramson, 1962; Intajamornrak, 2002; L-Thongkum, 2011; Srichan, 2008; Wongnate, 2000) ส่วน Roengpitya (2001) ศึกษาผู้บอกภาษาที่เป็นเพศชาย 2 คนและเพศหญิง 1 คน ซึ่งเป็นจำนวนไม่มากและอาจไม่สามารถแสดงการแปรของสระได้ชัดเจน

การศึกษาที่วิเคราะห์ข้อมูลจากผู้บอกภาษาทั้งสองเพศคือการศึกษาของ **Awirutthiyothin** (2010) โดยเก็บข้อมูลจากผู้บอกภาษาเพศชาย 5 คนและเพศหญิง 5 คน ถึงแม้ว่าข้อสรุปจะสอดคล้องกับแนวโน้มสากลลักษณะและการศึกษาอื่นๆ ในอดีต แต่ข้อสรุปนั้นมาจากค่าเฉลี่ยของผู้บอกภาษาทั้งชายและหญิงทั้ง 10 คนรวมกัน เมื่อไปตรวจสอบดูค่าความถี่ฟอร์เมนต์ของผู้บอกภาษาแต่ละคนที่ได้ให้ไว้ในภาคผนวกพบว่ามีค่าความถี่ฟอร์เมนต์ของสระ ii และ uu ของผู้บอกภาษาเพศหญิงจำนวน 2 คนในบางค่าไม่สอดคล้องกับแนวโน้มสากลลักษณะดังกล่าว โดยมีบางค่าที่ผู้บอกภาษาเพศหญิงผลิตเสียงสระ uu ซึ่งมีค่าความถี่ฟอร์เมนต์ต่ำกว่าสระ ii กล่าวคือสระ uu อยู่สูงกว่าสระ ii สอดคล้องกับข้อสังเกตของ de Boer (2011) ที่ว่าเพศอาจจะมีอิทธิพลต่อความแตกต่างของค่าความถี่ฟอร์เมนต์ของสระ ii และ uu อย่างไรก็ตาม เนื่องจากการศึกษาของ **Awirutthiyothin** (2010) ไม่ได้ถูกออกแบบมาเพื่อทดสอบประเด็นดังกล่าว ทำให้ค่าที่ใช้มีฐานกรณ์ของพยัญชนะต้นและท้ายแตกต่างกันซึ่งอาจส่งผลต่อรูปแบบความแตกต่างของค่าความถี่ฟอร์เมนต์ของสระ ii และ uu ของผู้บอกภาษาบางคนได้

จากประเด็นปัญหาที่พบในการศึกษาในอดีตและองค์ความรู้ที่ยังขาดในกรณีของภาษาไทย ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงจะศึกษาค่าความถี่ฟอร์เมนต์ของสระภาษาไทย และวิเคราะห์ประเด็นหลักที่สำคัญ 2 ประการคือ (1) รูปร่างของพื้นที่สระกับการพิจารณาจำนวนสระที่กำหนดเป็นจุดตรึง และ (2) ความสัมพันธ์เชิงตำแหน่งในพื้นที่สระของแต่ละสระที่กำหนดเป็นจุดตรึงกับการเลือกใช้ค่าความถี่ฟอร์เมนต์จริงหรือค่าความถี่ฟอร์เมนต์เสมือน หลังจากนั้นจะนำเสนอพื้นที่สระที่ได้จากการปรับค่าความถี่ฟอร์เมนต์ด้วยรายละเอียดวิธีที่

ปรับให้เหมาะสมกับค่าความถี่ฟอร์เมนทของสระในภาษาไทย ผลของการศึกษานี้จะเป็นแนวทางของการศึกษา สระทางสัทศาสตร์สังคม (sociophonetics) ของภาษาไทยต่อไปในอนาคต

3. ระเบียบวิธีวิจัย

ผู้วิจัยเก็บข้อมูลเสียงภาษาไทยจากผู้บอกภาษาเพศชาย 5 คนและเพศหญิง 5 คนรวมทั้งหมด 10 คน อายุ 21-30 ปี ผู้บอกภาษาออกเสียงคำพูดเดี่ยว (citation) พยางค์เดี่ยวที่มีโครงสร้างพยางค์ CVV ซึ่งมีพยัญชนะต้นเป็นเสียงกัก ไม่ก้อง เส้นเสียง (voiceless glottal plosive) และสระเป็นสระเสียงยาวจำนวน 9 เสียงคือ /ii ii uu ee əə oo eə aa ɔɔ/ โดยเหตุผลที่เลือกสระเสียงยาวเพราะค่าความถี่ฟอร์เมนทของสระเสียงยาวภาษาไทยครอบคลุมบริเวณรอบนอกของพื้นที่สระมากกว่าสระเสียงสั้น (Abramson & Ren, 1990) จากเงื่อนไขการออกแบบรายการคำดังกล่าว ทำให้ได้รายการคำที่ประกอบด้วยคำจริงที่มีความหมาย (actual word) และคำที่ไม่มีความหมายซึ่งถูกสัทสัมพันธ์ภาษาไทย (possible/nonsense word) ดังนี้ /ʔii ʔii ʔuu ʔee ʔəə ʔoo ʔeə ʔaa ʔɔɔ/

ผู้วิจัยบันทึกเสียงด้วยโปรแกรม Audacity เวอร์ชัน 2.0.6 ทั้งหมด 5 ครั้งและเลือก 3 ครั้งที่คุณภาพเสียงดีที่สุด อุปกรณ์ที่ใช้ในการบันทึกเสียงประกอบด้วยไมโครโฟนตั้งโต๊ะรุ่น Inter-M RM-01 ซึ่งอยู่ห่างจากปากของผู้บอกภาษาประมาณ 30 เซนติเมตร ต่ออุปกรณ์เข้าคอมพิวเตอร์ Macbook Pro และตั้งค่าอัตราสุ่มสัญญาณ (sampling rate) ที่ 44,100 เฮิรตซ์

ผู้วิจัยวัดค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ 1 และ 2 ตั้งแต่ช่วง 25% - 75% ของช่วงสระ เพื่อลดอิทธิพลของพยัญชนะที่ส่งผลต่อการบิดเบนของค่าความถี่ฟอร์เมนท และเฉลี่ยค่าความถี่ฟอร์เมนทในช่วงดังกล่าวของการบันทึกเสียงจำนวน 3 ครั้งเป็นค่าตัวแทนของค่าความถี่ฟอร์เมนทของผู้บอกภาษาแต่ละคน ผู้วิจัยวิเคราะห์ค่าความถี่ฟอร์เมนทของผู้บอกภาษาแยกแต่ละคน โดยไม่เฉลี่ยข้ามคน ทั้งนี้เพื่อวิเคราะห์การแปรระหว่างบุคคล (interspeaker variation)

4. ผลการศึกษาค่าความถี่ฟอร์เมนทของสระภาษาไทย

ค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ 1 และ 2 ของผู้บอกภาษาแต่ละคนในแต่ละครั้งสอดคล้องกัน สะท้อนว่าไม่มีการแปรภายในบุคคลที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงเฉลี่ยค่าความถี่ฟอร์เมนทที่วัดได้ในแต่ละครั้งและใช้เป็นค่าตัวแทนของแต่ละคน ผู้วิจัยนำผลการศึกษาค่าความถี่ฟอร์เมนทมาวิเคราะห์ 2 ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการปรับค่าความถี่ฟอร์เมนทคือ รูปร่างของพื้นที่สระและความสัมพันธ์เชิงตำแหน่งของสระต่างๆ

4.1 รูปร่างของพื้นที่สระภาษาไทยกับการพิจารณาจำนวนสระที่กำหนดเป็นจุดตรึง

ผังสระ (vowel inventory)² ในภาษาต่างๆ มีจำนวนสระที่หลากหลายตั้งแต่ 2 - 14 เสียง (Maddieson, 2013) แต่รูปร่างของผังสระส่วนใหญ่พบว่ามี 2 แบบคือ รูปสามเหลี่ยม (triangular) ซึ่งพบมากที่สุด และรองลงมาคือรูปสี่เหลี่ยม (quadrilateral) (Barry & Trouvain, 2008) หนึ่งในประเด็นสำคัญของการศึกษาคำนี้คือการวิเคราะห์รูปร่างของพื้นที่สระในภาษาไทย เพราะรูปร่างที่แตกต่างกันส่งผลต่อการกำหนดจำนวนสระที่ใช้เป็นจุดตรึงในการคำนวณค่าเซนทรอยด์เพื่อใช้ปรับค่าความถี่ฟอร์เมนท เช่น กรณีของสระภาษาอังกฤษสำเนียงอาร์พี พบว่ามีรูปร่างของพื้นที่สระเป็นสามเหลี่ยม จึงใช้สระจำนวน 3 เสียงเป็นจุดตรึง

ในการคำนวณค่าเซนทรอยด์ (Watt & Fabricius, 2002) ส่วนภาษาอังกฤษสำเนียงอเมริกันมีรูปร่างของพื้นที่สระเป็นสี่เหลี่ยมคางหมู จึงใช้สระจำนวน 4 เสียง (Bigham, 2008)

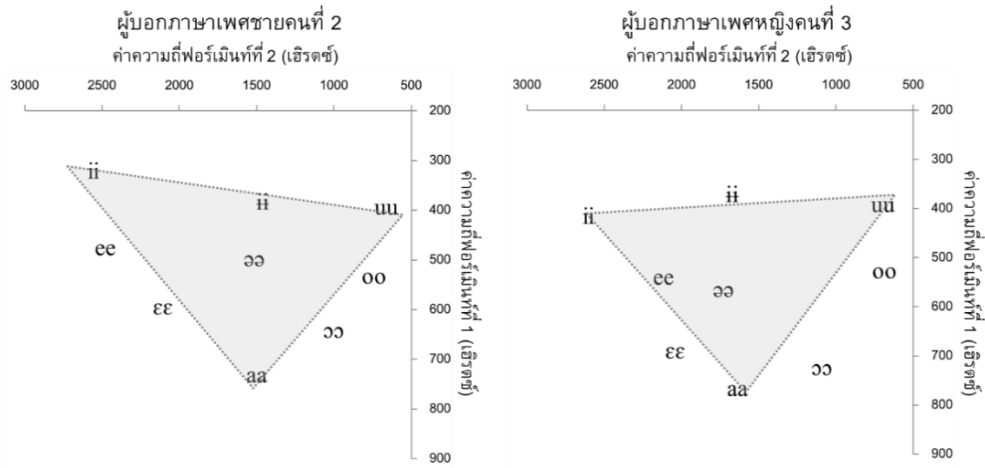
Maddieson (2013) ศึกษาฟังก์ชันลักษณะของสระ (vowel quality inventory) ในเชิงแบบลักษณ์แบ่งภาษาออกเป็น 3 กลุ่มตามคุณลักษณะสระ คือฟังก์ชันขนาดเล็ก (small vowel inventory) มีสระ 2-4 สระ ฟังก์ชันขนาดกลาง (average vowel inventory) มีสระ 5-6 สระ และฟังก์ชันขนาดใหญ่ (large vowel inventory) มีสระ 7-14 สระ เกณฑ์การวิเคราะห์จำนวนสระตามแบบลักษณ์ดังกล่าวพิจารณาคุณลักษณะของสระด้านความสูงต่ำ และตำแหน่งหน้าหลังของลิ้นโดยไม่ได้จำแนกความสั้นยาวของสระ ในกรณีที่ภาษานั้นมีการเปรียบเทียบด้านความสั้นยาว เมื่อวิเคราะห์สระในภาษาตามแนวคิดดังกล่าว ภาษาไทยเป็นภาษาที่มีฟังก์ชันขนาดใหญ่ โดยมีคุณลักษณะสระ 9 **คุณลักษณะ ตามความสูงต่ำและตำแหน่งหน้าหลังของสระ** (L-Thongkum, 2003; Naksakun, 2016) ดังรูปที่ 2

| | สระหน้า | สระกลาง | สระหลัง |
|---------|---------|---------|---------|
| สระสูง | i ii | u uu | o oo |
| สระกลาง | e ee | ɤ ɤɤ | ɔ oo |
| สระต่ำ | ɛ ɛɛ | a aa | ɔ vv |

รูปที่ 2 ฟังก์ชันสระภาษาไทย³

เมื่อวิเคราะห์ด้วยหลักสมมาตร (symmetry) ของระบบเสียง ฟังก์ชันสระที่มี 9 หน่วยตามคุณลักษณะสระมีรูปร่างของระบบหน่วยเสียง (phonemic shape) เป็นสี่เหลี่ยม แต่ในเชิงกลศาสตร์ ระบบสระที่ประกอบด้วยสระตั้งแต่ 7-9 เสียงสามารถมีรูปร่างของพื้นที่สระได้ทั้งสามเหลี่ยมและสี่เหลี่ยม จากการผลการวิเคราะห์ค่าความถี่ฟอร์เมนต์ของสระในภาษาไทยในการศึกษาครั้งนี้ พบว่าพื้นที่สระของภาษาไทยมีลักษณะรูปร่างค่อนข้างสามเหลี่ยม เช่น ตัวอย่างของผู้บอกภาษาเพศชายคนที่ 2 และผู้บอกภาษาเพศหญิงคนที่ 3 ดังรูปที่ 3

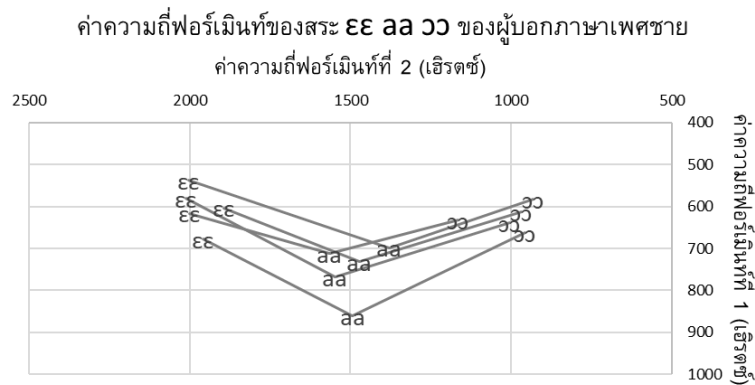
มีข้อสังเกตว่าสระขอบ ee ɛɛ oo vv ที่อยู่ระหว่างสระ ii aa uu อาจจะไม่ได้อยู่ในระนาบเดียวกันระหว่างสระ ii-aa และ uu-aa เสมอไป โดยอาจจะเบี่ยงเบนออกเพียงเล็กน้อยเช่นตัวอย่างของผู้บอกภาษาเพศชายคนที่ 2 หรือกระจายออกค่อนข้างมากเช่นตัวอย่างของผู้บอกภาษาเพศหญิงคนที่ 3



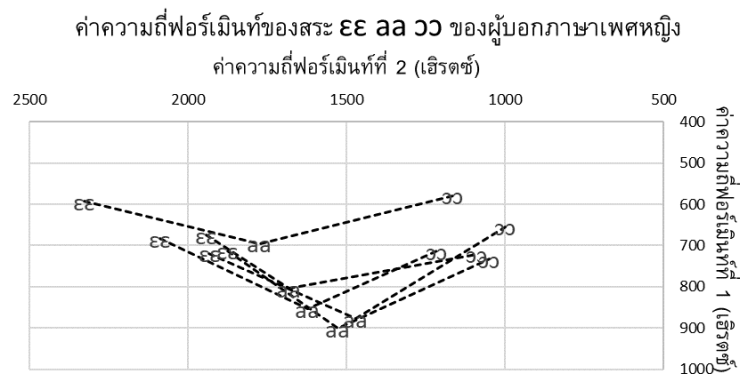
รูปที่ 3 พื้นที่สระภาษาไทยของผู้บอกภาษาเพศชายคนที่ 2 และผู้บอกภาษาเพศหญิงคนที่ 3

Hitch & Yukon (2017) ศึกษาพื้นที่สระและระบบเสียงสระ (vowel spaces and systems) ซึ่งแบบลักษณะในภาษาต่างๆ พบว่าภาษาที่มีจำนวนสระมากและมีรูปร่างของผังสระเชิงระบบเสียงเป็นสี่เหลี่ยม (เช่น ตัวอย่างภาษาไทยในรูปที่ 2) สามารถมีพื้นที่สระทางกลศาสตร์เป็นสามเหลี่ยมได้ โดยมีลักษณะสำคัญคือ มีสระต่ำ (low vowel) จำนวน 3 เสียง และสระที่อยู่กลางระหว่างอีก 2 สระจะอยู่ในตำแหน่งที่ต่ำที่สุดในระดับสัทศาสตร์ เมื่อพิจารณาระบบเสียงสระภาษาไทย พบว่า ระบบเสียงสระภาษาไทยสอดคล้องกับลักษณะประการแรกที่เกี่ยวข้องกับจำนวนของสระต่ำ ในเชิงระบบเสียง ภาษาไทยมีสระต่ำ 3 เสียงคือสระ ee aa oo (รวมถึงสระเสียงสั้น e a o ด้วย)

สำหรับลักษณะประการที่สองซึ่งเป็นระดับสัทศาสตร์ ผู้วิจัยวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความถี่ฟอร์เมนทของสระ ee aa oo ที่ออกเสียงโดยผู้บอกภาษาเพศชายและเพศหญิงดังรูปที่ 4 และ 5



รูปที่ 4 ค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ 1 และ 2 ของสระ ee aa oo ที่ผลิตโดยผู้บอกภาษาเพศชาย



รูปที่ 5 ค่าความถี่ฟอร์เมินท์ที่ 1 และ 2 ของสระ ee aa oo ที่ผลิตโดยผู้บอกภาษาเพศหญิง

จากรูปที่ 4 และ 5 จะเห็นได้ว่า ค่าความถี่ฟอร์เมินท์ที่ 1 ของสระ aa ในภาษาไทยมากกว่าค่าความถี่ฟอร์เมินท์ที่ 1 ของสระ ee และ oo เสมอ สระ aa อยู่ต่ำกว่าอีกสองสระที่อยู่ในกลุ่มสระต่ำ ทำให้สระ aa เป็นปลายสุด (tip) ของมุมสามเหลี่ยม ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะที่ Barry & Trouvain (2008) ได้บรรยายไว้เช่นกันว่าเป็นลักษณะของระบบสระแบบสามเหลี่ยม จากหลักฐานทางกลศาสตร์จึงสรุปได้ว่า รูปร่างของพื้นที่สระในภาษาไทยเป็นสามเหลี่ยม ดังนั้นสระที่กำหนดเป็นจุดตรงสำหรับคำนวณค่าเซนทรอยด์เพื่อปรับค่าความถี่ฟอร์เมินท์ของสระในภาษาไทยควรใช้สระขอบจำนวน 3 เสียง

4.2 ความสัมพันธ์เชิงตำแหน่งในพื้นที่สระภาษาไทยของแต่ละสระที่กำหนดเป็นจุดตรงกับการพิจารณาใช้ค่าความถี่ฟอร์เมินท์จริงหรือเสมือน

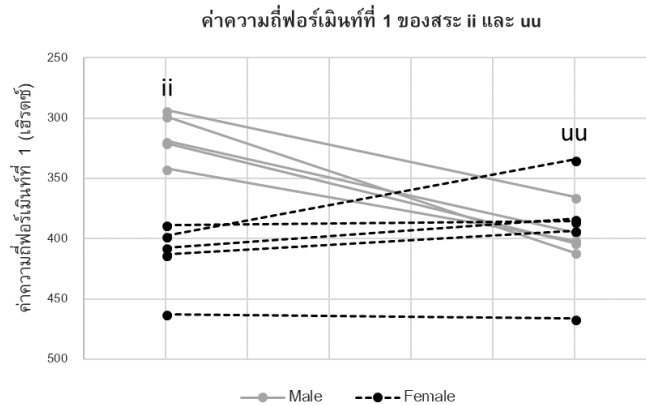
จากผลการศึกษาหัวข้อ 4.1 ที่พบว่า พื้นที่สระในภาษาไทยมีรูปร่างเป็นสามเหลี่ยม จำนวนสระที่กำหนดเป็นจุดตรงเพื่อคำนวณค่าเซนทรอยด์จึงควรใช้ค่าจากสระทั้งหมด 3 เสียง ในกรณีของภาษาไทยคือสระ ii aa uu ประเด็นที่สำคัญอีกประการหนึ่งของการปรับค่าความถี่ฟอร์เมินท์ด้วยวิธีเอส-เซนทรอยด์คือ การเลือกใช้ค่าความถี่ฟอร์เมินท์จริงหรือการใช้ค่าความถี่ฟอร์เมินท์เสมือนสำหรับบางสระ ปัจจัยที่ส่งผลการพิจารณาเลือกใช้คือความสัมพันธ์เชิงตำแหน่งในพื้นที่สระ เช่น กรณีของวิธีต้นแบบที่ศึกษาภาษาอังกฤษสำเนียงอาร์พี Watt & Fabricius (2002) เลือกใช้ค่าความถี่ฟอร์เมินท์เสมือนแทนค่าของสระ u เพื่อคำนวณค่าเซนทรอยด์ เนื่องจากพบว่า ในภาษาอังกฤษสำเนียงอาร์พี สระ u อยู่ต่ำกว่าสระ i หรือกรณีของสระ a ในวิธีที่เป็นเวอร์ชันปรับปรุงของ Fabricius et al. (2009) ที่เลือกใช้ค่าความถี่ฟอร์เมินท์ที่ 2 ของสระ i และสระ u ในการคำนวณค่าเซนทรอยด์เพราะสระ a ไม่ได้อยู่ตรงกลางระหว่างสระ i กับ u

ผู้วิจัยจึงได้วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าความถี่ฟอร์เมินท์ที่ 1 ของสระ ii และ uu ในภาษาไทยของผู้บอกภาษาเพศชายและหญิงจำนวน 10 คน และแสดงผลแยกรายบุคคลดังรูปที่ 6 ผลการวิเคราะห์พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าความถี่ฟอร์เมินท์ที่ 1 ของสระ ii และ สระ uu ในภาษาไทยมี 3 รูปแบบคือ

รูปแบบที่ 1: ค่าความถี่ฟอร์เมินท์ที่ 1 ของสระ uu สูงกว่าสระ ii (ตำแหน่งของสระ uu ต่ำกว่าสระ ii ในพื้นที่สระ) พบในผู้บอกภาษาเพศชายทั้งหมดทุกคน

รูปแบบที่ 2: ค่าความถี่ฟอร์เมินท์ที่ 1 ของสระ uu ต่ำกว่าสระ ii (ตำแหน่งของสระ uu สูงกว่าสระ ii ในพื้นที่สระ) พบในผู้บอกภาษาเพศหญิง 3 คน

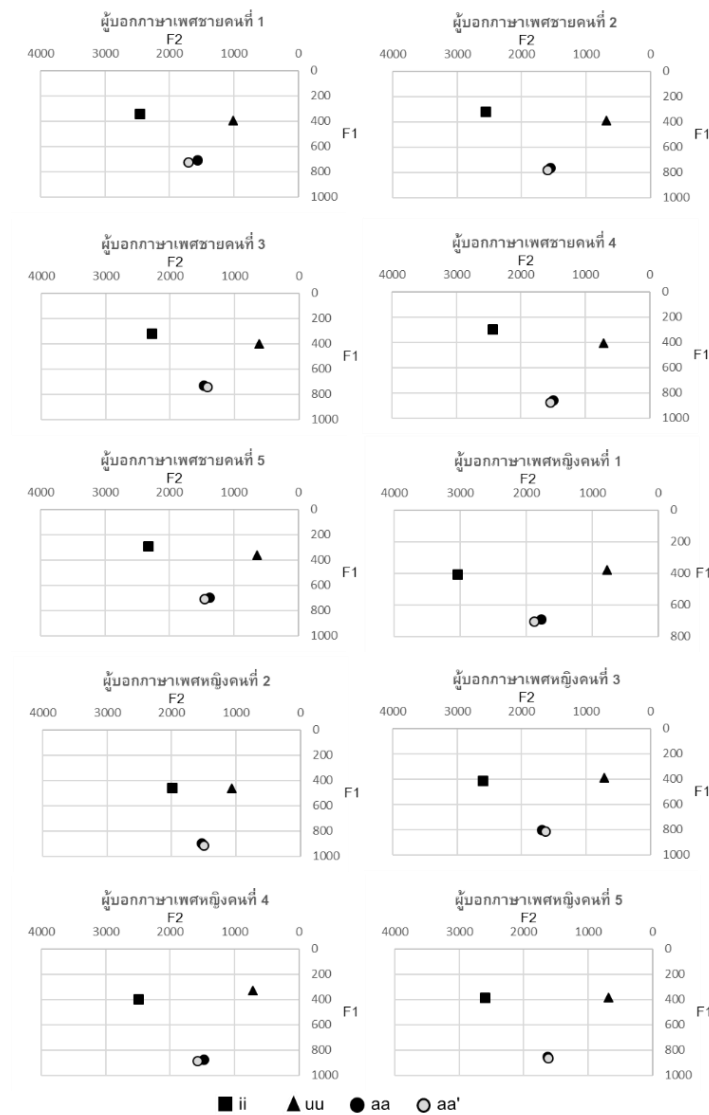
รูปแบบที่ 3: ค่าความถี่พอร์มินท์ที่ 1 ของสระ uu และสระ ii ใกล้เคียงกัน (ตำแหน่งของสระ uu และสระ ii มีระดับความสูงใกล้เคียงกันในพื้นที่สระ) พบในผู้บอกภาษาเพศหญิง 2 คน



รูปที่ 6 ค่าความถี่พอร์มินท์ที่ 1 ของสระ ii และ uu ในภาษาไทยที่พูดโดยผู้พูดเพศชายและเพศหญิง

ข้อค้นพบนี้สนับสนุนข้อสังเกตของ de Boer (2011) ที่ว่าผู้หญิงมีแนวโน้มน้อยกว่าผู้ชายที่จะผลิตสระ u ที่มีค่าความถี่พอร์มินท์สูงกว่าสระ i และทำให้เห็นปรากฏการณ์ดังกล่าวชัดเจนยิ่งขึ้นในภาษาไทย เนื่องจากงานวิจัยในอดีตศึกษาค่าความถี่พอร์มินท์จากผู้บอกภาษาเพศชายเท่านั้นเป็นส่วนใหญ่ หรือถ้าหากศึกษาทั้งผู้บอกภาษาเพศชายและเพศหญิง ก็จะนำเสนอผลด้วยค่าเฉลี่ย ทำให้ไม่เห็นการแปรของค่าความถี่พอร์มินท์ในลักษณะดังกล่าว จากผลการศึกษาในครั้งนี้ที่พบว่าความสัมพันธ์ของค่าความถี่พอร์มินท์ที่ 1 ของสระ ii และ uu ในภาษาไทยมีหลายรูปแบบทั้งมากกว่า น้อยกว่า และใกล้เคียงกัน ผู้วิจัยจึงเสนอว่า ควรใช้ค่าความถี่พอร์มินท์จริงของสระ uu ในการคำนวณค่าเซนทรอยด์

นอกจากความสัมพันธ์ของค่าความถี่พอร์มินท์ที่ 1 ของสระ ii และสระ uu ซึ่งสะท้อนความสูงต่ำของสระทั้งสองแล้ว ความสัมพันธ์ของค่าความถี่พอร์มินท์ที่ 2 ของสระ aa เมื่อเทียบกับสระ ii และ uu ก็มีความสำคัญในการพิจารณารายละเอียดในการคำนวณค่าเซนทรอยด์เช่นเดียวกัน กล่าวอีกนัยหนึ่งคือ จะต้องวิเคราะห์ว่าสระ aa อยู่กึ่งกลางระหว่างสระ ii และ สระ uu ในตำแหน่งความหน้าหลังหรือไม่ เพื่อตอบคำถามดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้วิเคราะห์ค่าความถี่พอร์มินท์ที่ 1 และ 2 ของสระ ii aa uu และกำหนดจุดลงในแผนภูมิเพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบตำแหน่ง นอกจากนี้ ยังได้กำหนดจุดเพิ่มอีก 1 จุดคือสระ aa เสมือน (aa') โดยกำหนดจุดจากค่าความถี่พอร์มินท์ที่ 1 ของสระ aa และค่าความถี่พอร์มินท์ที่ 2 จากค่ามัธยฐาน (Median) ระหว่างสระ ii และ uu เพื่อเปรียบเทียบว่าสระ aa ในภาษาไทยอยู่ใกล้เคียงกับตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างสระ ii และ uu (ตำแหน่งที่กำหนดจุด aa') หรือไม่ ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 ตำแหน่งของสระ ii aa uu บนพื้นที่สามเหลี่ยมของสระในภาษาไทยที่พูดโดยผู้พูดเพศชายและเพศหญิง โดยเปรียบเทียบตำแหน่งของสระ aa กับ aa เสมือน

จากรูปที่ 7 แสดงให้เห็นว่า สระ aa ในภาษาไทยอยู่ในตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างสระ ii และ uu (จุดของสระ aa ใกล้เคียงกับ aa' และบางครั้งทับกันพอดี) ผู้วิจัยจึงเสนอว่า ควรใช้ค่าความถี่ฟอร์เมนที่ 2 ที่เป็นค่าจริงจากสระ aa

5. การปรับค่าความถี่ฟอร์เมนทของสระภาษาไทยด้วยวิธีเอส-เซนทรอยด์

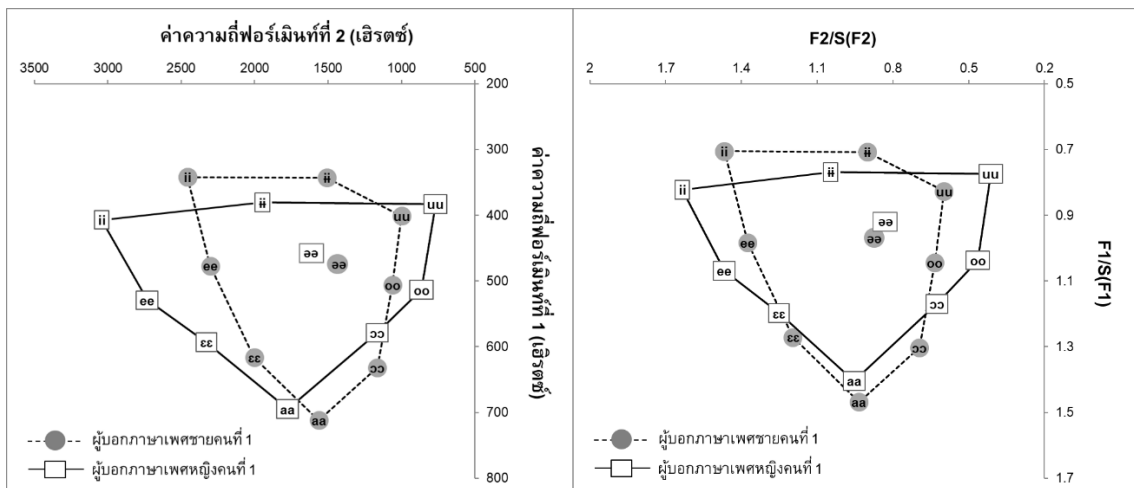
จากผลการศึกษาค่าความถี่ฟอร์เมนทของเสียงสระภาษาไทยข้างต้น ทำให้เห็นว่า ในการคำนวณค่าเซนทรอยด์ ($S/(F_n)$) เพื่อนำไปปรับค่าความถี่ฟอร์เมนทสำหรับกรณีสระภาษาไทย ควรใช้ค่าความถี่ฟอร์เมนทจริงของสระที่กำหนดเป็นจุดตรง 3 สระ คือสระ ii aa uu ดังที่แสดงใน (5)

$$(5) \quad F_n/S(F_n) \quad n = 1,2$$

$$\text{คำนวณค่า } S(F_n) \quad S(F_1) = (F_{1ii} + F_{1aa} + F_{1uu})/3$$

$$S(F_2) = (F_{2ii} + F_{2aa} + F_{2uu})/3$$

รูปที่ 8 (ซ้าย) แสดงค่าความถี่ฟอร์เมนท (เฮิร์ตซ์) จากตัวอย่างผู้บอกภาษาเพศชายคนที่ 1 และผู้บอกภาษาเพศหญิงคนที่ 1 เปรียบเทียบกับค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ปรับค่าด้วยวิธีที่เสนอ จะเห็นได้ว่า การปรับค่าความถี่ฟอร์เมนทซึ่งลดการแปรจากปัจจัยด้านสรีระที่แตกต่างกันระหว่างเพศชายและหญิงทำให้แสดงรูปแบบของปรากฏการณ์ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ดังรูปที่ 8 (ขวา)

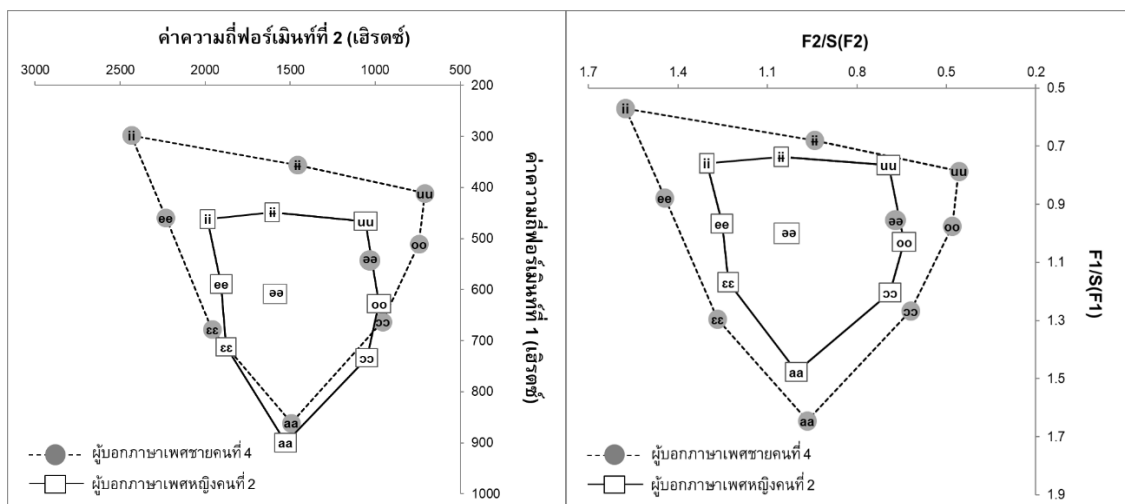


รูปที่ 8 ค่าความถี่ฟอร์เมนท (เฮิร์ตซ์) ของสระภาษาไทย (ซ้าย) และค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ปรับค่า (ขวา) จากตัวอย่างผู้บอกภาษาเพศชายคนที่ 1 และผู้บอกภาษาเพศหญิงคนที่ 1

เมื่อเปรียบเทียบพื้นที่สระจากค่าความถี่ฟอร์เมนทที่มีหน่วยเป็นเฮิร์ตซ์ ผู้บอกภาษาเพศหญิงดูเหมือนจะออกเสียงสระหน้า (สระ ii ee ee) ที่ไปทางด้านหน้ามากกว่าผู้บอกภาษาเพศชาย และมีความต่างระหว่างสระหลังของผู้บอกภาษาเพศชายและหญิงน้อยกว่า เห็นได้จากมีความต่างของพื้นที่บริเวณสระหน้ามากกว่าพื้นที่บริเวณสระหลัง แต่เมื่อปรับค่าความถี่ฟอร์เมนทเพื่อลดทอนอิทธิพลทางกายภาพออกไป ตามที่ได้แสดงในรูปที่ 8 (ขวา) จะเห็นได้ว่า สระเดียวกันของผู้บอกภาษาเพศชายและเพศหญิงหลายสระเข้ามาใกล้กันมากขึ้น เช่น สระ aa ซึ่งเป็นสระที่อยู่ตำแหน่งกลางในพื้นที่สระภาษาไทย จึงทำให้เห็นรูปแบบการแปรของสระระหว่างผู้พูดเพศชายและเพศหญิงชัดเจนมากขึ้นว่า พื้นที่สระของผู้บอกภาษาเพศหญิงกระจาย (disperse) ในแนวหน้าหลังของทั้งสระหน้าและสระหลังมากกว่าผู้บอกภาษาเพศชายเป็นต้น สอดคล้องกับข้อค้นพบในหลายภาษาที่ว่าผู้หญิงออกเสียงที่ชัดเจนกว่า (phonetically explicit) และผลิตเสียงสระโดยมีลักษณะเปิดปากชัด (open-mouthed) กว่าผู้ชาย (Henton, 1995)

อีกกรณีที่น่าสนใจและแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการวิเคราะห์สระที่ผ่านการปรับค่าความถี่ฟอร์เมนทคือ พื้นที่สระของผู้บอกภาษาเพศหญิงคนที่ 2 หากพิจารณาภาพรวมของพื้นที่จากสระ ii aa uu ในรูปที่ 7 จะเห็นได้ว่า พื้นที่สระของผู้บอกภาษาเพศหญิงมีแนวโน้มที่จะมีขนาดใหญ่กว่าผู้ชาย ยกเว้นผู้บอกภาษาเพศหญิงคนที่ 2 ที่พื้นที่จากสระ ii aa uu เล็กที่สุดในบรรดาผู้บอกภาษาทุกคนทั้งชายและหญิง

รูปที่ 9 แสดงการเปรียบเทียบพื้นที่สระของผู้บอกภาษาเพศหญิงคนที่ 2 กับผู้บอกภาษาเพศชายคนที่ 4 ซึ่งมีพื้นที่สระใหญ่ที่สุดของผู้บอกภาษาเพศชาย จากภาพทางด้านซ้ายที่แสดงค่าเฮิร์ตซ์ ดูเหมือนว่าผู้บอกภาษาเพศชายคนที่ 4 และผู้บอกภาษาเพศหญิงคนที่ 2 ออกเสียงสระ *ɛɛ* *oo* (สระกึ่งต่ำ) และสระ *aa* (สระต่ำ) ใกล้เคียงกัน แต่สระ *ee* *oo* (สระกึ่งสูง) และสระ *ii* *ii* *uu* (สระสูง) ของผู้บอกภาษาเพศหญิงคนที่ 2 ต่ำกว่าสระกึ่งสูงและสระสูงของผู้บอกภาษาเพศชายคนที่ 4 นอกจากนี้สระ *ii* *ee* ก็ไปข้างหน้าน้อยกว่า และสระหลัง *uu* *oo* ก็ไปข้างหลังน้อยกว่าด้วย ทำให้ตีความได้ว่า นอกจากสระกึ่งต่ำและสระต่ำที่มีตำแหน่งของสระใกล้เคียงกันระหว่างผู้บอกภาษาเพศชายคนที่ 4 กับผู้บอกภาษาเพศหญิงคนที่ 2 แล้ว สระอื่นๆ ที่เป็นกลุ่มสระสูงมีการกระจายครอบคลุมพื้นที่สระน้อยกว่า แต่เมื่อนำค่าความถี่ฟอร์เมนทไปปรับค่าและแสดงในภาพขวาของรูปที่ 9 จะเห็นปรากฏการณ์ชัดเจนมากขึ้นที่สระของผู้บอกภาษาเพศหญิงคนที่ 2 มีแนวโน้มที่จะผลิตสระครอบคลุมพื้นที่สระน้อยกว่าผู้บอกภาษาเพศชายคนที่ 4 ทุกสระ สอดคล้องกับปรากฏการณ์กลายเป็นกลางของสระ (vowel centralization) ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะบุคคลของผู้บอกภาษาเพศหญิงคนที่ 2 การวิเคราะห์จากค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ปรับค่าทำให้การตีความสมเหตุสมผลกว่าการตีความตามค่าความถี่ฟอร์เมนทดิบที่ยังไม่ได้ปรับค่า



รูปที่ 9 ค่าความถี่ฟอร์เมนท (เฮิร์ตซ์) ของสระภาษาไทย (ชาย) และค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ปรับค่า (ขวา) จากตัวอย่างผู้บอกภาษาเพศชายคนที่ 4 และผู้บอกภาษาเพศหญิงคนที่ 2

จากกรณีตัวอย่างทั้งสองจะเห็นได้ว่า เมื่อเปรียบเทียบพื้นที่สระจากค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ยังไม่ได้ปรับค่าของผู้บอกภาษาต่างเพศกัน การกระจายของสระที่แตกต่างกันค่อนข้างเทไปทางด้านไหนด้านหนึ่งเพราะอิทธิพลจากสรีระของผู้พูด ทำให้ตีความได้ว่าอาจเป็นปรากฏการณ์เลื่อนสระไปด้านหน้า (fronting) หรือเลื่อนสระต่ำลง (lowering) ของบางสระ อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยไม่ได้รับรู้ถึงการเลื่อนสระไปด้านหน้าหรือต่ำลง

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้นำเสียงดังกล่าวให้นักศึกษาศาสตร์ที่ได้รับการฝึกฝนการฟัง ก็ไม่ได้รับรู้การเลื่อนสระ เช่นเดียวกัน จึงอาจกล่าวได้ว่า ค่าทางกลศาสตร์ที่แสดงให้เห็นจากการเปรียบเทียบข้ามผู้พูดว่า ดูเหมือนจะเป็นการเลื่อนสระไปด้านหน้าหรือต่าลงนั้น ไม่ได้สอดคล้องกับสัทลักษณะที่ได้ยิน แต่เมื่อได้ปรับค่าความถี่ฟอร์เมนท์ตามที่ได้แสดงให้เห็นข้างต้น จะพบว่า ความแตกต่างของการกระจายสระเป็นระบบและมีความสมดุมากขึ้น กล่าวคือกระจายในแนวนอนหรือตำแหน่งความหนาหลังของทั้งสระหน้าและสระหลังในระดับที่ต่างกัน หรือกระจายในพื้นที่ทั้งความสูงต่ำและตำแหน่งหน้าหลังโดยรวมทั้งหมดในระดับที่ต่างกัน จากตัวอย่างข้างต้นแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการปรับค่าความถี่ฟอร์เมนท์เพื่อลดอิทธิพลจากปัจจัยทางสรีระของผู้พูดที่แตกต่างกัน ซึ่งจะทำให้สะท้อนปรากฏการณ์ได้ชัดเจนและเป็นหลักฐานที่สมเหตุสมผลในการวิเคราะห์ที่ความปรากฏการณ์การแปรของสระ

6. สรุปและอภิปรายผล

การศึกษาการปรับค่าความถี่ฟอร์เมนท์ของสระในภาษาไทยครั้งนี้ ผู้วิจัยชี้ให้เห็นประเด็นที่สำคัญในการปรับค่าความถี่ฟอร์เมนท์ของสระในภาษาต่างๆ จากการศึกษาในอดีตที่เกี่ยวข้องกับ 2 ปัจจัยคือ รูปร่างของพื้นที่สระและความสัมพันธ์เชิงตำแหน่งของสระ โดยผู้วิจัยได้วิเคราะห์ค่าความถี่ฟอร์เมนท์ของสระในภาษาไทยที่พูดโดยผู้พูดจำนวน 10 คน แบ่งเป็นเพศชาย 5 คนและเพศหญิง 5 คน ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์รูปแบบของค่าความถี่ฟอร์เมนท์ของผู้บอกภาษาแต่ละคนโดยไม่เฉลี่ยค่า เพื่อคงรูปแบบของการแปรระหว่างบุคคล ซึ่งเป็นประเด็นสำคัญของการศึกษาด้านภาษาศาสตร์สังคม

ผลการวิเคราะห์ค่าความถี่ฟอร์เมนท์ของสระในภาษาไทยแสดงให้เห็นว่า รูปร่างของพื้นที่สระในภาษาไทยเป็นรูปสามเหลี่ยม สระที่เป็นมุมของพื้นที่สามเหลี่ยมคือสระ ii aa uu เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์เชิงตำแหน่งของสระ ii และ uu พบว่า รูปแบบความสัมพันธ์ของค่าความถี่ฟอร์เมนท์ระหว่างสระ ii และ uu มีทั้งสูงกว่า ต่ำกว่า และใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงควรคำนวณค่าเซนทรอยด์จากค่าความถี่ฟอร์เมนท์จริงของสระ uu เพราะมีรูปแบบของตำแหน่งที่หลากหลาย ส่วนตำแหน่งของสระ aa พบว่า สระ aa ในภาษาไทยมีค่าความถี่ฟอร์เมนท์ที่ 2 ใกล้เคียงกับค่ามัธยฐานระหว่างสระ ii และ uu จึงสามารถใช้ค่าความถี่ฟอร์เมนท์จริงของสระ aa ในการคำนวณค่าเซนทรอยด์ได้เช่นกัน ผู้วิจัยได้เสนอสูตรการปรับค่าความถี่ฟอร์เมนท์ของสระในภาษาไทยดังที่แสดงใน (5) ซึ่งคำนวณค่าเซนทรอยด์จากค่าความถี่ฟอร์เมนท์จริงของทั้ง 3 สระคือ ii aa uu ของทั้งค่าความถี่ฟอร์เมนท์ที่ 1 ($S(F_1)$) และค่าความถี่ฟอร์เมนท์ที่ 2 ($S(F_2)$) และนำค่า $S(F_1)$ และ $S(F_2)$ ไปปรับค่าด้วยการหารค่าความถี่ฟอร์เมนท์ที่ 1 (F_1) และค่าความถี่ฟอร์เมนท์ที่ 2 (F_2) ของสระทั้งหมด เพื่อลดทอนการแปรที่เป็นผลมาจากปัจจัยทางกายภาพที่แตกต่างกันของผู้พูดแต่ละคน วิธีที่เสนอในการศึกษาครั้งนี้ปรับจากวิธีการต้นแบบของ Watt & Fabricius (2002) ให้เหมาะสมกับรูปแบบของค่าความถี่ฟอร์เมนท์ในภาษาไทย

ผู้วิจัยได้แสดงพื้นที่สระจากค่าความถี่ฟอร์เมนท์ที่เป็นเฮิร์ตซ์โดยยังไม่ได้ปรับค่าความถี่ฟอร์เมนท์กับพื้นที่สระจากค่าความถี่ฟอร์เมนท์ที่ปรับค่าแล้ว และชี้ให้เห็นว่า ค่าความถี่ฟอร์เมนท์ที่ยังไม่ได้ผ่านการปรับค่าเมื่อนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างผู้บอกภาษาต่างประเทศกัน ทำให้บิดเบือนบางลักษณะของปรากฏการณ์และอาจทำให้การตีความคลาดเคลื่อนได้ เนื่องจากตำแหน่งในพื้นที่สระได้รับอิทธิพลจากปัจจัยด้านสรีระที่

แตกต่างกัน แต่เมื่อปรับค่าความถี่ฟอร์เมนทเพื่อลดอิทธิพลทางสรีระดังกล่าวแล้ว พื้นที่สระที่แสดงด้วยค่าความถี่ฟอร์เมนทที่ปรับค่าสามารถสะท้อนปรากฏการณ์ที่แท้จริงได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

ผลจากการศึกษาครั้งนี้ นอกจากจะทำให้ได้แนวทางการปรับค่าความถี่ฟอร์เมนทที่เหมาะสมกับรูปแบบค่าความถี่ฟอร์เมนทในภาษาไทยแล้ว ยังสะท้อนให้เห็นถึงความสำคัญของการวิเคราะห์ลักษณะทางกลศาสตร์ของสระอย่างละเอียดก่อนที่จะนำแนวทางการปรับค่าความถี่ฟอร์เมนทมาใช้ โดยไม่สามารถพิจารณาความเหมาะสมจากการวิเคราะห์ระบบสระในระดับสัทวิทยา (phonology) เท่านั้น กล่าวคือหน่วยเสียงเดียวกันในแต่ละภาษามีสัทลักษณะที่ต่างกัน การศึกษาการแปรของสระในภาษาไทยอย่างละเอียดในการศึกษาครั้งนี้ ยังเป็นประโยชน์ต่อการพิสูจน์แนวคิดทฤษฎีต่างๆ เช่น แนวโน้มทางสากลลักษณะของสระสูงและรูปร่างพื้นที่สระทางกลศาสตร์ของภาษาที่มีระบบผังสระแบบต่างๆ เป็นต้น การศึกษานี้ชี้ให้เห็นถึงการตระหนักถึงปัจจัยต่างๆ ทั้งกายภาพ สากลลักษณะ และลักษณะเฉพาะภาษาที่ล้วนมีนัยสำคัญต่อการวิเคราะห์ตีความการแปรของสระทางภาษาศาสตร์ที่เที่ยงตรงและลุ่มลึก

เชิงอรรถ

¹ สัทอักษรแสดงสระต่ำในภาษาอังกฤษสำเนียงอาร์พี ในวรรณกรรมอื่นๆ เช่น Roach (2004) ใช้สัทอักษร α แต่ Watt & Fabricius (2002) ใช้สัทอักษร a ในการอธิบายวิธีและสูตรการปรับค่าความถี่ฟอร์เมนทของภาษาอังกฤษสำเนียงอาร์พี ในการศึกษาครั้งนี้ จึงจะใช้สัทอักษร a เมื่ออ้างถึงวิธีต้นแบบของ Watt & Fabricius (2002)

² ผังสระ (vowel inventory) เป็นการแสดงระบบเสียงสระจากการวิเคราะห์หน่วยเสียงซึ่งแตกต่างจากพื้นที่สระ (vowel space) ที่เป็นการแสดงคุณลักษณะสระด้วยค่าความถี่ฟอร์เมนทจากการวิเคราะห์ทางกลศาสตร์

³ สัทอักษร u และ x ในผังสระภาษาไทยตามรูปที่ 2 ผู้วิจัยใช้ตามผังสระในต้นฉบับ Naksakun (2016) ส่วนอื่นๆ ในบทความนี้ ผู้วิจัยใช้สัทอักษร i และ o ตาม L-Thongkum (2011) เนื่องจากสอดคล้องกับตำแหน่งในพื้นที่สระทางกลศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

- Abramson, A. S. (1962). *The vowels and tones of Standard Thai: acoustical measurements and experiments*. Ann Arbor: University Microfilms International.
- Abramson, A. S. & Ren, N. (1990). Distinctive vowel length: Duration versus spectrum in Thai. *Journal of Phonetics*, 18, 79-92.
- Awirutthiyothin, T. (2010). *A study of the acoustic characteristics of consonant, vowel and tone in standard Thai with southern accent in comparison with standard Thai and southern Thai*. Doctoral dissertation, Chulalongkorn University, Bangkok. (in Thai)

- Barry, W. J. & Trouvain J. (2008). Do we need a symbol for a central open vowel?. *Journal of the International Phonetic Association*, 38(3), 349–357.
- Bigham, D. (2008). *Dialect contact and accommodation among emerging adults in a university setting*. Doctoral dissertation, The University of Texas at Austin.
- de Boer, B. (2011). First formant difference for /i/ and /u/: Across-linguistic study and an explanation. *Journal of Phonetics*, 39, 110-114.
- Esfandiari, N., & Alinezhad, B. (2014). Evaluating normalization procedures on reducing the effect of gender in Persian vowel space. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research*, 303-316.
- Fabricius, A, Watt, D., & Johnson, D. (2009). A comparison of three speaker-intrinsic vowel formant frequency normalization algorithms for sociophonetics. *Language Variation and Change*, 21(3), 413-435.
- Henton, C. (1995). Cross-language variation in the vowels of female and male speakers. *Proceedings of the XIth International Congress of Phonetic Sciences (ICPhS 95)*, 420-423.
- Hitch, D., & Yukon, W. (2017). Vowel spaces and systems. *Toronto Working Papers in Linguistics*, 38, 1-39.
- Intajamornrak, C. (2002). *The acoustic characteristics of vowels produced by Thai tracheoesophageal and normal speakers, and the perception of tracheoesophageal vowels*. Master's thesis, Chulalongkorn University, Bangkok. (in Thai)
- L-Thongkum, T. (2003). Normal and tracheoesophageal Thais' speaking: a synthesis. In T. L-Thongkum (Ed.), *The accent of Thai tracheoesophageal speakers*, (pp.1-32). Bangkok: Chulalongkorn University Press. (in Thai)
- L-Thongkum, T. (2011). *Thai sounds: An acoustic study*. Bangkok: Chulalongkorn University Press. (in Thai)
- Maddieson, I. (2013). Vowel quality inventories. In M. S. Dryer & M. Haspelmath (Eds.), *The World Atlas of Language Structures Online*. Leipzig: Max Planck Institute for Evolutionary Anthropology. Retrieved from <http://wals.info/chapter/2>
- Naksakun, K. (2016). *The sound system of Thai* (8th ed.) Bangkok: Chulalongkorn University Press. (in Thai)
- Roach, P. (2004). British English: received Pronunciation. *Journal of the International Phonetic Association*, 34(2), 239-245.
- Roengpitya, R. (2001). *A study of vowels, diphthongs, and tones in Thai*. Doctoral dissertation, University of California, Berkeley.

- Srichan, S. (2008). *A comparison of acoustic characteristics of vowels in Pattani Thai and Bangkok Thai*. Master's thesis, Chulalongkorn University, Bangkok. (in Thai)
- Watt, D., & Fabricius, A. (2002). Evaluation of a technique for improving the mapping of multiple speakers' vowel spaces in the F1-F2 plane. *Leeds Working Papers in Linguistics and Phonetics*, 9, 159–173.
- Wongnate, W. (2000). *A comparison of acoustic characteristics of long monophthongs in Bangkok Thai spoken by Isan and Bangkok speakers*. Master's thesis, Chulalongkorn University, Bangkok. (in Thai)