

การพัฒนาเครื่องมือการกระจายเสียงข้อมูลสนามบินแบบอัตโนมัติ พร้อมข้อมูลความหนาแน่นของการจราจรทางอากาศ

Development of Voice-Automatic Terminal Information Service (ATIS)

with Traffic Congestion Information

^{1,2}มกรินทร์ ฉัตรทอง, ²ทวีติย์ เสนิวงศ์ ณ อยุธยา

^{1,2}Magarin Chutthong, ²Twittie Senivongse

¹ฝูงฝึกขั้นต้น กองฝึกบิน โรงเรียนการบิน

²ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

¹Primary Training Squadron, Flight Training Division, Flying Training School

²Department of Computer Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University

magarin_chut@rtaf.mi.th, twittie.s@chula.ac.th

Received : October 13, 2020

Revised : November 17, 2020

Accepted : December 28, 2020

บทคัดย่อ

สนามบินที่ใช้ทำการฝึกนักบินมักประสบปัญหาความหนาแน่นของการจราจรทางอากาศ เนื่องจากการฝึกขึ้นลง สนามบินของเครื่องบินฝึกเป็นการจองห้วงอากาศบริเวณสนามบิน ทำให้ยากต่อการบริหารจัดการของเจ้าหน้าที่และอาจก่อให้เกิดอากาศยานอุบัติเหตุได้ ปัจจัยหนึ่งซึ่งส่งผลให้เกิดปัญหานี้คือ นักบินขาดข้อมูลความหนาแน่นของการจราจรทางอากาศ ซึ่งระบบบริการกระจายเสียงข้อมูลสนามบินแบบอัตโนมัติ (Voice-ATIS) เป็นช่องทางหนึ่งที่สามารถพัฒนาเพิ่มเติมให้แจ้งข้อมูลส่วนนี้ได้ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องมือบริการกระจายเสียงข้อมูลสนามบินแบบอัตโนมัติพร้อมความหนาแน่นของการจราจรทางอากาศ เพื่อใช้ในสนามบินที่ฝึกนักบิน โดยนำไฟล์เสียงบทสนทนาระหว่างเจ้าหน้าที่ควบคุมการจราจรทางอากาศและนักบิน มานับเสียงพยางค์ด้วยโปรแกรม Praat Script แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความหนาแน่นของการจราจรทางอากาศในขณะนั้น ผู้วิจัยใช้สถิติ Paired Sample T-test เพื่อเปรียบเทียบการหาจำนวนพยางค์ระหว่างโปรแกรม Praat Script และมนุษย์ และหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเครื่องบินและจำนวนเสียงพยางค์ที่นับได้โดยใช้สถิติสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ผลการวิจัยพบว่า จำนวนเสียงพยางค์จากการนับด้วยโปรแกรม Praat Script มีความถูกต้องและไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากการนับด้วยมนุษย์ ($P=0.389$) และพบว่าจำนวนเครื่องบินและจำนวนเสียงพยางค์ของชุดข้อมูล มีความสัมพันธ์เชิงเส้นกันอย่างสูงในลักษณะแปรผันตรงด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.92 ข้อมูลความหนาแน่นของการจราจรทางอากาศนี้ถูกนำมาประกอบกับข้อมูลข่าวอากาศของสนามบินแล้วแปลงเป็นไฟล์เสียงด้วยเครื่องมือ Google Text-to-Speech เพื่อใช้ในการกระจายเสียงข้อมูลสนามบิน โดยในการวิจัยทดสอบความสามารถในการทำความเข้าใจของนักบิน พบว่าไฟล์เสียงที่สังเคราะห์ได้สามารถทำความเข้าใจได้ง่ายที่ระดับคะแนน 5.4 (จากคะแนนเต็ม 6) และสามารถแปลความเสียงได้ชัดเจนถูกต้องร้อยละ 92.45

คำสำคัญ : บริการกระจายเสียงข้อมูลสนามบินแบบอัตโนมัติ, ข่าวอากาศประจำชั่วโมงบริเวณสนามบิน, ความหนาแน่นของการจราจรทางอากาศ, การวิเคราะห์เสียง

ABSTRACT

Pilot training airports often experience air traffic congestion problems because touch-and-go training is to reserve airspace at the airport. It is difficult for the air traffic controller to manage traffic and it can cause aircraft accidents. One of the factors contributing to this problem is that pilots lack air traffic congestion information, and it is seen that the Voice-Automatic Terminal Information Service (Voice-ATIS) could be enhanced to provide this information. This research aims to develop the Voice-ATIS with air traffic congestion information for pilot training airports. By counting syllables in the conversations between air traffic controllers and pilots using the Praat Script program, the air traffic density can be analyzed. Paired sample T-test statistics is used to compare the difference in the number of syllables obtained from the Praat Script program and from human, whereas Pearson correlation is used to test the linear association between the number of aircraft and the number of syllables counted. The results showed that there were no statistically significant differences in the number of syllables from Praat Script and from human count ($P = 0.389$). In addition, there was a strong positive correlation between the number of aircraft and the number of syllables in the conversation. Finally, this air traffic density information would be combined with meteorological aerodrome reports and converted into voice messages by Google Text-to-Speech. The voice messages were evaluated by users with comprehensibility level of 5.4 (out of 6) and intelligibility of 92.45%.

KEYWORDS: Voice-Automatic Terminal Information Service (ATIS), Meteorological Terminal Air Report (METAR), Air Traffic Density, Voice Analysis

1. บทนำ

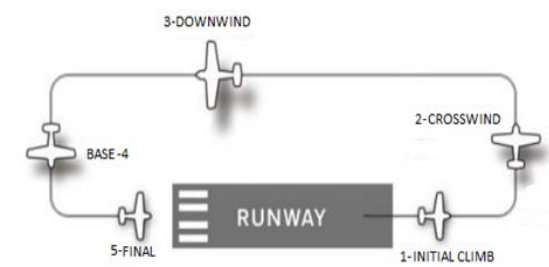
หน้าที่ของเจ้าหน้าที่ควบคุมการจราจรทางอากาศของสนามบิน คือ บริหารจัดการเครื่องบินเพื่อหลีกเลี่ยงการชนกันในอากาศ โดยใช้ช่องทางการติดต่อสื่อสารผ่านคลื่นวิทยุ รวมถึงมีหน้าที่ในการให้ข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์แก่นักบิน เช่น สภาพอากาศของสนามบิน เป็นต้น [1] แต่ในสนามบินที่มีการจราจรหนาแน่น การให้ข้อมูลเหล่านี้จะไม่สะดวก เนื่องจากช่องทางการติดต่อสื่อสารมีจำกัด หากมีการขอข้อมูลจากเครื่องบินหลายลำพร้อมกัน จะทำให้เจ้าหน้าที่ไม่สามารถใช้คลื่นวิทยุเพื่อสื่อสารกับเครื่องบินลำอื่น ๆ ได้ ส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยของนักบินและผู้โดยสารที่ใช้บริการสนามบิน [2]

จากปัญหาข้างต้น จึงได้มีการคิดค้นระบบการกระจายเสียงข้อมูลสนามบินแบบอัตโนมัติ หรือ Voice-Automatic Terminal Information Service (Voice – ATIS) โดยระบบนี้ช่วยเผยแพร่ข้อมูลของสนามบิน เช่น สภาพอากาศบริเวณสนามบิน ผ่านทางคลื่นวิทยุในลักษณะเสียง

สังเคราะห์ด้วยคอมพิวเตอร์โดยอัตโนมัติ และการแจ้งข้อมูลในลักษณะนี้มีประสิทธิภาพมากเพียงพอที่จะใช้ทดแทนการทำงานของเจ้าหน้าที่ควบคุมการจราจรทางอากาศ [3] แต่ระบบนี้มีมูลค่าสูงจึงไม่มีใช้ในสนามบินขนาดเล็กหรือสนามบินที่ใช้ฝึกนักบิน

ในส่วนของสนามบินที่ใช้ทำการฝึกนักบินนั้น จะประสบกับอีกหนึ่งปัญหาที่ส่งผลต่อการทำงานของเจ้าหน้าที่ควบคุมการจราจรทางอากาศ คือ ปัญหาความหนาแน่นของการจราจรทางอากาศ เนื่องจากสนามบินที่ทำการฝึกนักบิน จะมีรูปแบบความหนาแน่นของการจราจรทางอากาศแตกต่างจากสนามบินทั่วไป เนื่องจากมีการฝึกขึ้นลงสนามบิน (Touch & Go) แบบวงรอบ จำนวนหลายครั้งต่อหนึ่งเที่ยวบิน กล่าวคือจะมีการบินวนรอบสนามบินในลักษณะรูปแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้าดังรูปที่ 1 ส่งผลให้มีการจองหัวอากาศบริเวณสนามบิน ทำให้การจราจรทางอากาศของสนามบินมีความหนาแน่นสูง เนื่องจากมีการบินต่อ ๆ กันในพื้นที่จำกัด และเป็นการยากต่อการจัดการระยะห่างของเครื่องบินเพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการ

บิน ซึ่งปัญหานี้อาจส่งผลให้เกิดอันตรายในการบิน อาจก่อให้เกิดอากาศยานอุบัติเหตุได้ และเป็นการเพิ่มภาระงานในการบริหารจัดการจราจรทางอากาศของเจ้าหน้าที่



รูปที่ 1 รูปแบบการขึ้นลงสนามแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า [4]

ปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการเกิดปัญหาดังกล่าว คือ นักบินขาดข้อมูลสภาพการจราจรทางอากาศบริเวณ สนามบิน ทำให้ไม่ทราบว่าขณะนั้นเป็นเวลาที่เหมาะสมหรือไม่ที่จะกลับมาทำการฝึกขึ้นลงสนามที่บริเวณ สนามบิน ทั้งนี้ระบบ Voice - ATIS น่าจะเป็นช่องทางหนึ่งที่สามารถให้ข้อมูลนี้ได้ แต่ระบบที่ใช้กันทั่วไปในปัจจุบัน ยังขาดข้อมูลการแจ้งเตือนสภาพความหนาแน่นของการจราจรบริเวณสนามบิน

เนื่องจากการติดต่อสื่อสารระหว่างนักบินและเจ้าหน้าที่ควบคุมการจราจรทางอากาศนั้นมีรูปแบบที่เป็นมาตรฐานสากล กล่าวคือ รูปแบบประโยคและคำพูดที่ต้องใช้ในการสื่อสาร มีลักษณะตายตัว [5] เครื่องบินทุกลำจึงมีรูปแบบการติดต่อสื่อสารที่คล้ายกัน เมื่อมีการจราจร บริเวณสนามบินมากขึ้น ก็จะมีการติดต่อสื่อสารที่เพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีสมมติฐานว่าจำนวนเสียงพยางค์ที่นับได้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างเจ้าหน้าที่กับนักบิน ณ ช่วงเวลาหนึ่ง จะสามารถสะท้อนให้เห็นถึงสภาพการจราจรทางอากาศ ณ ช่วงเวลานั้น

งานวิจัยนี้จึงนำเสนอการพัฒนาเครื่องมือการกระจายเสียงข้อมูลสนามบินแบบอัตโนมัติ พร้อมฟังก์ชันแสดงข้อมูลความหนาแน่นของการจราจรทางอากาศ เพื่อใช้ในสนามบินที่ใช้ฝึกบิน โดยมีการถอดรหัสข่าวอากาศให้เป็นข้อความภาษามนุษย์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ พร้อมตรวจสอบการแปลความว่ามีความถูกต้องหรือไม่ และใช้ข้อมูลจากบันทึกบทสนทนาบนคลื่นวิทยุที่นักบินใช้ในการติดต่อสื่อสารกับเจ้าหน้าที่ควบคุมการจราจรทาง

อากาศ มาวิเคราะห์ข้อมูลเสียง และแปลความเป็นความหนาแน่นของการจราจรทางอากาศด้วยโปรแกรม Praat Script เพื่อช่วยบอกถึงปริมาณเครื่องบินที่เจ้าหน้าที่ให้บริการ ณ เวลานั้น

การวิเคราะห์ความหนาแน่นของการจราจรทางอากาศจะใช้การนับเสียงพยางค์ในบทสนทนาด้วยโปรแกรม Praat Script และหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเครื่องบินที่เจ้าหน้าที่จราจรทางอากาศให้บริการในช่วงเวลานั้น กับจำนวนเสียงพยางค์ที่ตรวจพบและใช้ข้อมูลนี้ในการแสดงผลความหนาแน่นของการจราจรทางอากาศ การทดสอบวิธีการที่ใช้วิเคราะห์ จะใช้การทดสอบว่าการนับพยางค์ด้วยโปรแกรม Praat Script นั้นมีความถูกต้องและไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากการนับพยางค์ด้วยมนุษย์ และจำนวนเสียงพยางค์ในการสนทนาที่นับด้วยโปรแกรม Praat Script มีความสัมพันธ์แบบแปรผันตรงกับจำนวนเครื่องบินที่เจ้าหน้าที่ควบคุมการจราจรทางอากาศให้บริการ ณ ขณะนั้น ซึ่งผลของความสัมพันธ์นี้สามารถนำมาใช้ในการกำหนดช่วงค่า (Interval) ของจำนวนเสียงพยางค์ซึ่งสะท้อนถึงความหนาแน่นในระดับต่าง ๆ ของการจราจรทางอากาศ

ข้อมูลข้อความข่าวอากาศและความหนาแน่นของการจราจรทางอากาศจะถูกนำมาแปลงเป็นไฟล์เสียงด้วยเครื่องมือ Google Text-to-Speech (gTTS) เพื่อใช้ในการกระจายเสียงด้วยอุปกรณ์กระจายเสียงผ่านคลื่นวิทยุของสนามบินต่อไป ซึ่งในขั้นตอนการแปลงข้อมูลเป็นไฟล์เสียงนั้น จะมีการประเมินด้วยการทำแบบสอบถามจากผู้ที่ได้รับข่าวสาร ว่าสามารถแปลข้อความเสียงได้ถูกต้องมากน้อยเพียงใด

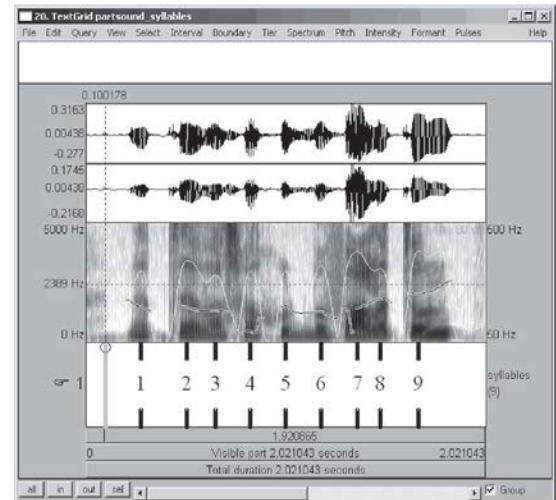
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 งานวิจัยของ N. I. Vargas-Cuentas และ A. Román-González ในหัวข้อเรื่อง Automatic terminal information system for El Alto airport [2] เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการนำระบบการกระจายเสียงข้อมูลสนามบินแบบอัตโนมัติมาใช้ในสนามบิน El Alto มีวัตถุประสงค์เพื่อลดภาระงานการ

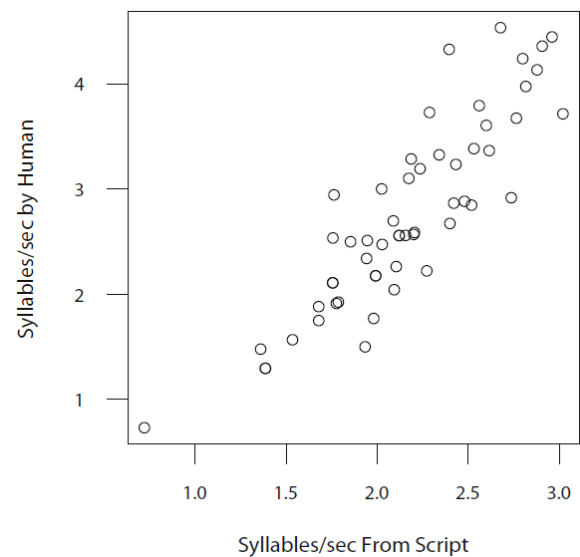
ให้บริการข้อมูลข่าวอากาศของเจ้าหน้าที่ควบคุมการจราจรทางอากาศ และลดความหนาแน่นในการติดต่อสื่อสารของคลื่นวิทยุระหว่างนักบินและเจ้าหน้าที่ควบคุมการจราจรทางอากาศ โดยทำการแบ่งช่วงข้อมูลข่าวอากาศประจำชั่วโมงออกเป็นช่วง ๆ เพื่อให้เมื่อแปลงข้อมูลออกมาเป็นเสียงแล้วมีการเว้นวรรค ทำให้สามารถเข้าใจได้โดยไม่ผิดพลาด ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีสังเคราะห์เสียงแบบ Concatenative Synthesis เพื่อให้เกิดเสียงที่ใกล้เคียงเสียงมนุษย์ สามารถรับฟังได้เข้าใจง่ายขึ้น ผลของการวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงภาระงานที่ลดลงของเจ้าหน้าที่ควบคุมการจราจรทางอากาศ ลดความหนาแน่นในการติดต่อสื่อสารระหว่างเจ้าหน้าที่และนักบิน และส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานของสนามบินสูงขึ้น

ผู้วิจัยจึงนำแนวคิดจากงานวิจัยของ N. I. Vargas-Cuentas และ A. Román-González มาพัฒนาต่อยอดเพื่อปรับใช้กับสนามบินที่ใช้ฝึกนักบิน โดยมีการพัฒนาฟังก์ชันการแจ้งเตือนความหนาแน่นของการจราจรทางอากาศเพิ่มไปในข้อความที่จะใช้ในการกระจายเสียง

2.2 งานวิจัยของ Nivja H. de Jong และ Ton Wempe ในหัวข้อเรื่อง Praat script to detect syllable nuclei and measure speech rate automatically [7] นำเสนอการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์วิเคราะห์ข้อมูลเสียงสนทนาเพื่อหาจำนวนเสียงพยางค์และอัตราความเร็วในการพูดโดยที่ไม่ต้องถอดเสียงการสนทนาเป็นข้อความ แต่ใช้การวิเคราะห์เสียงจากไฟล์เสียงโดยตรง โดยมีการประยุกต์ใช้ชุดคำสั่งโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาใช้งานในโปรแกรม Praat ของ Paul Boersma [8] เพื่อวิเคราะห์คลื่นเสียง โดยจะทำการตรวจหาช่วงจุดสูงสุดความดังของคลื่นเสียงและจุดที่เสียงหายไปในช่วงเวลาสั้น ๆ และพิจารณาจากความแตกต่างของคลื่นเสียงว่าคล้ายการออกเสียงพยางค์ของมนุษย์หรือไม่ ดังรูปที่ 2 แสดงการนับจำนวนเสียงพยางค์ของประโยคที่ออกเสียงว่า “dat uh was wel goed bevalen toen” (“that uhm was quite well liked then”) ซึ่งสามารถนับได้ทั้งหมด 9 พยางค์ นอกจากนี้ยังพบความสัมพันธ์ในระดับสูง ($r = 0.88$) ระหว่างการหาอัตราความเร็วการพูดด้วยมนุษย์และโปรแกรม Praat Script ดังรูปที่ 3



รูปที่ 2 การนับเสียงพยางค์จากคลื่นเสียง [7]



รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างการหาอัตราความเร็วการพูดด้วยมนุษย์และโปรแกรม Praat Script [7]

งานวิจัยนี้สรุปว่าโปรแกรม Praat Script สามารถตรวจนับจำนวนเสียงพยางค์ในบทสนทนา และสามารถหาอัตราความเร็วในการพูดได้น่าเชื่อถือใกล้เคียงการวิเคราะห์เสียงด้วยมนุษย์ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำเครื่องมือนี้มาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์เสียงบทสนทนาระหว่างเจ้าหน้าที่การจราจรทางอากาศและนักบิน เพื่อหาความหนาแน่นของการจราจรทางอากาศบริเวณสนามบิน

2.3 งานวิจัยของ Grimshaw J., Bione, T. และ Cardoso W. ในหัวข้อเรื่อง Who's got talent? Comparing TTS systems for comprehensibility, naturalness, and intelligibility [9] เป็นงานวิจัยที่มีวัตถุประสงค์เพื่อ

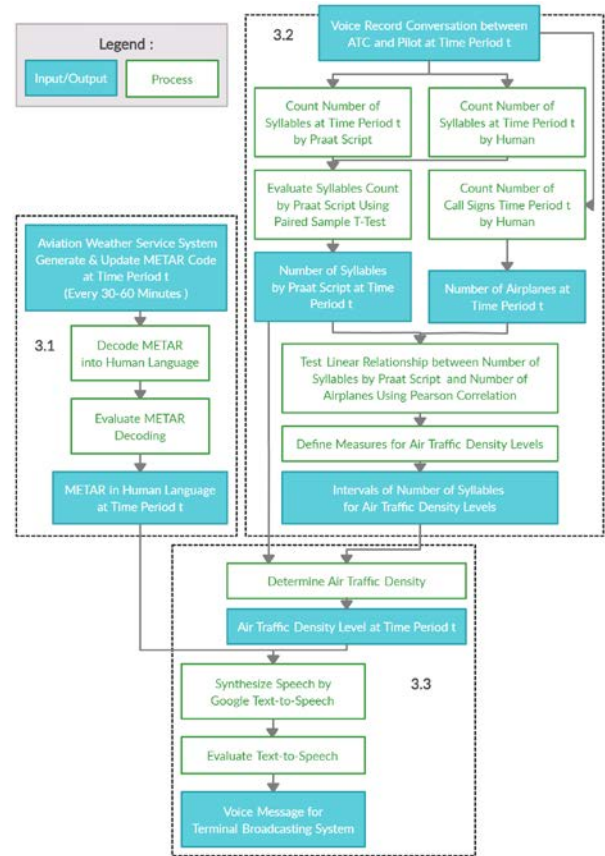
ทำการศึกษาเปรียบเทียบเครื่องมือ Text-To-Speech (TTS) โดยผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างที่กำลังเรียนภาษาอังกฤษเป็นภาษาที่สอง เพื่อทำการประเมินเครื่องมือ TTS โดยเกณฑ์การประเมินมีดังนี้

- 1) Comprehensibility คือ ความสามารถในการทำความเข้าใจโดยให้คะแนน 1 ถึง 6
- 2) Naturalness คือ ความเป็นธรรมชาติของเสียงพูด โดยให้คะแนน 1 ถึง 6
- 3) Intelligibility คือ ความชัดเจนของเสียง วัดโดยตรวจสอบการแปลงเสียงเป็นข้อความโดยผู้ทดลอง โดยมีหน่วยวัดเป็นร้อยละความถูกต้องของข้อความ

ผลของการวิจัยนี้พบว่าเครื่องมือ Google Text-to-Speech (gTTS) มีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ที่ดีโดยมีคะแนน Comprehensibility เป็น 5.35, Naturalness เป็น 3.73 และ Intelligibility เป็นร้อยละ 85 ซึ่งแสดงว่าเสียงสังเคราะห์นี้มีความถูกต้อง ชัดเจน สามารถทำความเข้าใจได้ง่าย รวมถึงเครื่องมือนี้มีชุดคำสั่งที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือได้ง่าย และไม่มีค่าใช้จ่ายในการใช้งาน ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำเครื่องมือ gTTS มาประยุกต์ใช้ในการสังเคราะห์เสียงเพื่อใช้ในการกระจายเสียงผ่านคลื่นวิทยุต่อไป

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้นำเสนอแนวคิดการวิจัยและการพัฒนาเครื่องมือการบริการกระจายเสียงข้อมูลสนามบินแบบอัตโนมัติ พร้อมข้อมูลความหนาแน่นของการจราจรทางอากาศ แสดงดังรูปที่ 4 โดยเครื่องมือมีมอดูลการทำงานทั้งหมด 3 ส่วนคือ



รูปที่ 4 แนวคิดการวิจัย

3.1 นำเข้าข้อมูลรหัสข่าวอากาศประจำชั่วโมงบริเวณสนามบิน (METAR) จากเว็บไซต์ที่ให้บริการข้อมูล (<https://www.weather.rtaf.mi.th/dashboard/metar.html>) มาแปลงให้อยู่ในรูปแบบข้อความภาษามนุษย์ ด้วยการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษา Python เพื่อทำการแปลงให้ถูกต้องตามข้อกำหนดขององค์กรการบินพลเรือนระหว่างประเทศ [10] เพื่อให้นักบินสามารถทำความเข้าใจข้อมูลนี้ได้ง่ายขึ้น

ตัวอย่างเช่น METAR VTMM 010600Z 24004KT 6000 HZ FEW020 SCT030 BKN300 37/27 A2976 RMK SLP045 สามารถแปลงข้อความได้เป็น Kamphaengsaen airport, first, 0600 zulu time, wind 240 degree 4 knots, visibility 6000 meters, haze, cloud few 2000 feet, scatter 3000 feet, broken 30000 feet, temperature 37, dew point 27, altimeter setting 2976, remark Sea level pressure 045

3.2 การวิเคราะห์เสียงเพื่อหาความหนาแน่นของการจราจรทางอากาศบริเวณสนามบิน เริ่มจากการนำไฟล์

บันทึกเสียงสนทนา 5 นาทีล่าสุดที่ได้รับการบันทึกอัตโนมัติโดยหอบังคับการบิน มาทำการประมวลผลด้วยโปรแกรม Praat Script ในรูปแบบภาษา Python เพื่อทำการหาจำนวนเสียงพยางค์ที่มีการออกเสียงในการสนทนา ระหว่างเจ้าหน้าที่ควบคุมการจราจรทางอากาศและนักบิน จากนั้นจึงนำข้อมูลนี้มาวิเคราะห์ว่าการจราจรทางอากาศ ณ ขณะนั้นเป็นอย่างไร

ทั้งนี้ฟังก์ชันการวิเคราะห์เสียงเพื่อหาความหนาแน่นของการจราจรทางอากาศเป็นฟังก์ชันที่งานวิจัยนี้นำเสนอขึ้นมาใหม่ จึงมีความจำเป็นต้องทำการวิจัยเพิ่มเติมเพื่อให้สามารถนำมาใช้งานได้จริง โดยทำการตรวจสอบความถูกต้องของการนับเสียงพยางค์ด้วยโปรแกรม Praat Script ด้วยการเปรียบเทียบกับการนับเสียงพยางค์ด้วยมนุษย์ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ปริมาณความหนาแน่นของการจราจรทางอากาศ และแสดงข้อมูลในรูปแบบแผนภูมิเพื่อแสดงค่าการจราจรในช่วงระดับต่าง ๆ โดยมีขั้นตอนการวิจัยดังนี้

(1) จากงานวิจัยของ Nivja H. de Jong et al. (2009) ได้ใช้ชุดทดลองจำนวน 50 ชุด ความยาวเสียงรวม 75 นาที [7] สำหรับการทดลองนี้มีการปรับจำนวนและความยาวของข้อมูล เพื่อให้ได้ข้อมูลเสียงที่มีความยาวมากเพียงพอในการนำมาวิเคราะห์ความหนาแน่นของการจราจรทางอากาศ จึงเตรียมไฟล์เสียงบทสนทนา ระหว่างเจ้าหน้าที่และนักบิน ณ สนามบินที่ใช้ฝึกนักบินแห่งหนึ่ง โดยเลือกช่วงเวลาที่มีการบินปกติระหว่างเวลา 0900-1200 จำนวน 2 วัน จำนวนทั้งหมด 200 นาที โดยแบ่งไฟล์เป็นช่วงความยาวละ 5 นาที รวมจำนวน 40 ชุดข้อมูล

(2) ทำการถอดเสียงบันทึกการสนทนาทั้ง 40 ชุด ข้อมูลด้วยมนุษย์ และวิเคราะห์จำนวนเครื่องบินทั้งหมดที่ใช้บริการในช่วงเวลานั้น ๆ ของชุดข้อมูล โดยทำการนับจากนามเรียกขานของนักบินที่ไม่ซ้ำกัน ที่พบในชุดข้อมูล

(3) วิเคราะห์บทสนทนาที่ได้จากการถอดบันทึก โดยการนับจำนวนพยางค์เสียงในชุดข้อมูลด้วยมนุษย์

(4) วิเคราะห์ไฟล์เสียงด้วยโปรแกรม Praat Script เพื่อนับจำนวนพยางค์เสียงในไฟล์เสียงของชุดข้อมูล

(5) ทำการเปรียบเทียบการนับจำนวนพยางค์เสียงทั้งสองวิธีพร้อมแสดงผล ตัวอย่างดังตารางที่ 1 และนำข้อมูลนี้มาแสดงผลในรูปแบบแผนภูมิ

ตารางที่ 1 ตัวอย่างบทสนทนา การนับนามเรียกขานนักบิน และการนับเสียงพยางค์ ทั้ง 2 วิธี

Time	Transcript	Callsign	Syllable Human	Syllable Praat
0:00:01	Majestic downwind majestic downwind no flaps full stop krub	Majestic	16	12
0:00:07	Majestic Report Base	Majestic	6	6
0:00:08	Report base majestic	Majestic	6	7
0:00:22	Frohlich request cross airfield two thousand feet krub	Frohlich	12	19
0:00:25	Frohlich cross airfield two thousand feet approve	Frohlich	11	9
Total		2	51	53

(6) ใช้กระบวนการทางสถิติ Paired Sample T-test เพื่อทดสอบสมมติฐานที่ว่า การหาจำนวนพยางค์ด้วยโปรแกรม Praat Script และมนุษย์ ให้ผลลัพธ์ที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05

(7) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเครื่องบินและจำนวนเสียงพยางค์ที่นับได้ด้วยโปรแกรม Praat Script โดยใช้สถิติสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน ผลจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์นี้จะใช้กำหนดช่วงค่าของจำนวนพยางค์ที่นับได้จากบทสนทนา เพื่อใช้ระบุระดับความหนาแน่นของการจราจรทางอากาศ

3.3 การแปลงข้อความเป็นไฟล์เสียงโดยใช้เครื่องมือสังเคราะห์เสียง Google Text-to-Speech (gTTS) ทำการแปลงข้อความที่จะใช้ในการกระจายเสียง ออกมาเป็นไฟล์เสียงในรูปแบบไฟล์ .mp3 เพื่อใช้ในระบบเล่นไฟล์เสียงอัตโนมัติของสนามบินในการกระจายข่าวผ่านคลื่นวิทยุต่อไป และมีการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ gTTS ด้วยการประยุกต์งานวิจัยของ Grimshaw J., Bione, T. และ Cardoso W. (2018) [9] โดยการทำการทดสอบสังเคราะห์เสียงข้อความที่จะใช้กระจายเสียงจำนวน 10 ชุดข้อมูล ความยาวชุดข้อมูลละประมาณ 30 วินาที และให้นักบินจำนวน 30 คนทำการฟังและประเมินคุณภาพของเสียง โดยเกณฑ์การประเมินจะใช้มาตรวัด 2 มาตรวัดคือความสามารถในการทำความเข้าใจ (Comprehensibility)

เป็นการให้คะแนนโดยผู้ทดสอบ 1 ถึง 6 คะแนน และความถูกต้องชัดเจนของเสียง (Intelligibility) คือ การตรวจสอบความถูกต้องในการถอดเสียงเป็นข้อความของผู้ทดสอบ ว่าถูกต้องร้อยละเท่าใด

4. ผลการวิจัย

4.1 จากการทดสอบแปลงข้อมูลรหัสข่าวอากาศจากสนามบินต่าง ๆ จำนวน 20 ชุดข้อมูล พบว่าโปรแกรมสามารถทำการแปลงข้อมูลในส่วนข้อความหลักเป็นภาษามนุษย์ที่สามารถทำความเข้าใจได้ง่ายมากขึ้น และสามารถแปลงข้อความหลักได้ถูกต้องครบถ้วน ตัวอย่างดังรูปที่ 5 โดยข้อความส่วนที่ยังไม่สามารถแปลงได้สมบูรณ์ คือ ข้อความข่าวอากาศในส่วนความคิดเห็นเพิ่มเติม (Remark) ซึ่งข้อความในส่วนนี้จะข้อความรหัสข่าวอากาศ ที่ผู้ออกข่าวให้ข้อมูลเพิ่มเติม เช่น ความกดอากาศมาตรฐาน ลักษณะพิเศษของเมฆ หรือการเคลื่อนที่ของกลุ่มเมฆ โปรแกรมจะทำการแปลงข้อความได้เฉพาะบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 35 ของส่วนความคิดเห็นเพิ่มเติม ในส่วนที่ไม่สามารถแปลงได้จะไม่มีการแสดงข้อมูล

METAR_Code

'VTMK 090400Z 36010KT 6000 RA BR FEW005 SCT020 BKN030 OVC090 24/24 A2979 RMK SLP088 WR// 1ST005 2SC020 3SC030 2AS090'

Result

'Kamphaengsaen Airport, Time 0400 Zulu, Wind 3-6-0 degree 10 knots, Visibility 6000 Meters, Rain, Mist, Few clouds at 500 feet, Scattered clouds at 2000 feet, Broken clouds at 3000 feet, Overcast at 9000 feet, Temperature 24, Dew point 24, Altimeter setting 2-9-7-9 Remark Sea level pressure 088'

รูปที่ 5 ผลการถอดรหัสข้อมูลข่าวอากาศบริเวณสนามบิน

4.2 ผลการทดลองการนับจำนวนเสียงพยางค์ทั้ง 2 วิธี และจำนวนเครื่องบินที่ตรวจพบจากชุดข้อมูลทั้งหมด แสดงดังตารางที่ 2 โดยการเปรียบเทียบการนับจำนวนเสียงพยางค์ในไฟล์เสียงด้วยโปรแกรม Praat Script และการนับเสียงพยางค์ในบทบันทึกการสนทนาด้วยมนุษย์ แสดงดังรูปที่ 6 พบว่าจำนวนเสียงพยางค์ที่ได้จากการนับด้วยโปรแกรม Praat Script และนับด้วยมนุษย์ส่วนใหญ่มีจำนวนใกล้เคียงกัน และจากการทดสอบทางสถิติด้วย Paired Sample T-Test โดยกำหนดให้

H_0 : จำนวนเสียงพยางค์ที่นับด้วย Praat Script และนับด้วยมนุษย์ไม่แตกต่างกัน

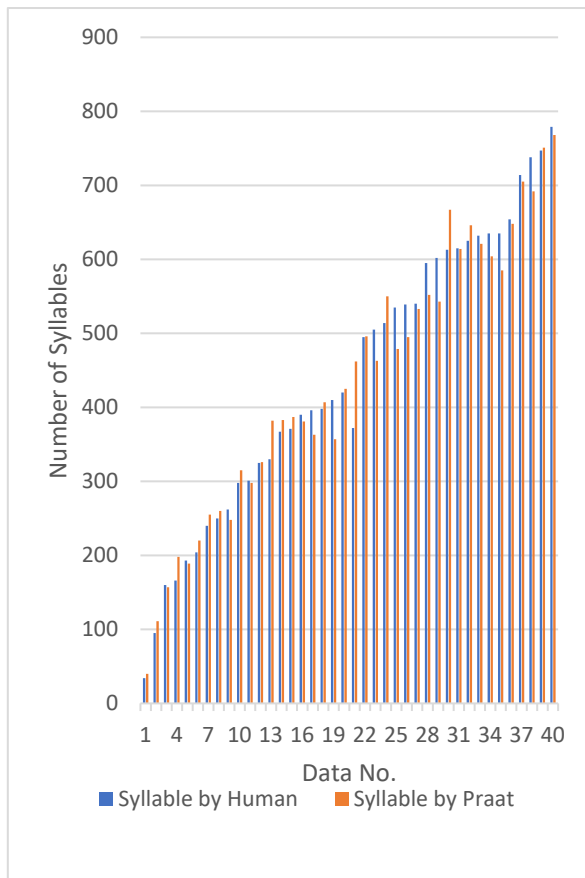
H_A : จำนวนเสียงพยางค์ที่นับด้วย Praat Script และนับด้วยมนุษย์แตกต่างกัน

และกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 3 พบว่าจำนวนพยางค์ที่นับได้ด้วยโปรแกรม Praat Script และนับด้วยมนุษย์ จากชุดข้อมูลการสนทนาระหว่างเจ้าหน้าที่การจราจรทางอากาศและนักบินนั้น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($P=0.389$) ดังนั้นจากผลการเปรียบเทียบการนับจำนวนเสียงพยางค์ด้วย Praat Script และการนับด้วยมนุษย์ ดังรูปที่ 6 และตารางที่ 3 ผู้วิจัยจึงสรุปว่าสามารถนำโปรแกรม Praat Script มาใช้นับเสียงพยางค์ของบทสนทนาระหว่างนักบินและเจ้าหน้าที่ควบคุมการจราจรทางอากาศ เพื่อนำไปใช้วิเคราะห์ความหนาแน่นของการจราจรทางอากาศโดยอัตโนมัติต่อไปได้

ตารางที่ 2 จำนวนเสียงพยางค์และจำนวนเครื่องบินที่พบในแต่ละชุดข้อมูล

No.	Syllable Human	Syllable Praat	Air plane	No.	Syllable Human	Syllable Praat	Air plane
1	34	40	1	21	420	425	6
2	95	111	2	22	505	463	4
3	160	157	2	23	535	479	4
4	193	189	2	24	539	495	5
5	166	198	2	25	495	496	4
6	204	220	3	26	540	533	5
7	262	248	3	27	602	543	6
8	240	255	4	28	514	550	6
9	250	260	2	29	595	552	5
10	301	298	3	30	635	585	6
11	298	315	3	31	635	604	6
12	325	326	3	32	615	614	7
13	410	357	5	33	632	621	6
14	396	363	5	34	625	646	7
15	390	381	4	35	654	648	6
16	330	382	3	36	613	667	6
17	367	383	4	37	738	692	8
18	371	387	4	38	714	705	9
19	398	407	4	39	747	751	8
20	374	422	5	40	779	768	7



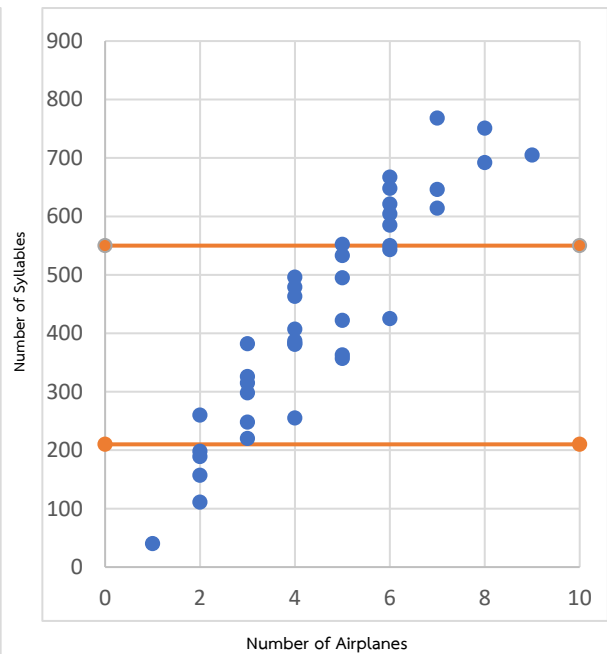
รูปที่ 6 การเปรียบเทียบระหว่างการนับเสียงพยางค์ด้วย Praat Script และมนุษย์

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบ Paired Sample T-Test การนับเสียงพยางค์ด้วย Praat Script และมนุษย์

Paired Samples Statistics				
		Mean	N	Std. Deviation
Pair 1	Syllable_Human	442.4000	40	193.92780
	Syllable_Praat	438.4000	40	185.09593

Paired Samples Test								
	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Syllable_Human - Syllable_Praat	4.000	29.61462	4.6825	-5.471	13.471	.85	39	.398

ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเสียงพยางค์ที่นับได้ด้วยโปรแกรม Praat Script และจำนวนเครื่องบินที่เจ้าหน้าที่ควบคุมการจราจรทางอากาศให้บริการในช่วงเวลานั้น แสดงดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเสียงพยางค์และจำนวนเครื่องบินในช่วงเวลานั้น

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเครื่องบินและจำนวนเสียงพยางค์ของชุดข้อมูลซึ่งนับด้วยโปรแกรม Praat Script โดยใช้การทดสอบสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน โดยกำหนดให้

H_0 : จำนวนเสียงพยางค์ที่นับด้วย Praat Script และจำนวนเครื่องบินไม่มีความสัมพันธ์แบบเชิงเส้น

H_A : จำนวนเสียงพยางค์ที่นับด้วย Praat Script และจำนวนเครื่องบินมีความสัมพันธ์แบบเชิงเส้น

และกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

ผลการทดสอบดังตารางที่ 4 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันอยู่ที่ 0.92 และค่า $P=0.000$ จึงปฏิเสธ H_0 ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าจำนวนเสียงพยางค์ที่นับด้วย Praat Script และจำนวนเครื่องบินมีความสัมพันธ์เชิงเส้นแบบแปรผันตรงในระดับสูงมาก ทั้งนี้จากรูปที่ 7 จากการกระจายตัวของข้อมูล และตามข้อกำหนดของ ICAO DOC4444 ให้สนามบินกำหนดจำนวนเครื่องบินสูงสุดที่เจ้าหน้าที่ควบคุมการจราจรทางอากาศจะสามารถให้บริการได้ [11] ซึ่งสนามบินที่ทำการวิจัย ได้กำหนดไว้ไม่เกิน 6 ลำ ดังนั้นจะสามารถแบ่งช่วงค่า (Interval) ของข้อมูลได้ทั้งหมด 3 ระดับ แสดงดังตารางที่ 5 ซึ่งช่วงค่านี้

จะถูกนำไปใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินระดับความหนาแน่นของการจราจรทางอากาศ จากจำนวนเสียงพยางค์ที่นับได้ ณ เวลาหนึ่ง ๆ ต่อไป

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบสหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างจำนวนเสียงพยางค์และจำนวนเครื่องบิน

Correlations			
		Syllable_Praat	Number_of_Aircraft
Syllable_Praat	Pearson Correlation	1	.923**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	40	40
Number_of_Aircraft	Pearson Correlation	.923**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	40	40

ตารางที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเครื่องบินกับจำนวนเสียงพยางค์ที่นับได้ด้วยโปรแกรม Praat Script

4.3 การประเมินผลไฟล์เสียงของชุดข้อมูลที่ใช้กระจายเสียงดังตัวอย่างในรูปที่ 8 ซึ่งประกอบด้วยข้อความข่าวอากาศที่แปลงเป็นภาษามนุษย์และระดับความหนาแน่นของการจราจรทางอากาศ ทำโดยการนำชุดข้อมูลที่จะใช้กระจายเสียงจำนวน 10 ชุด มาทำการสังเคราะห์เสียงด้วยเครื่องมือ gTTS แล้วให้ผู้ทดสอบซึ่งเป็นนักบินจำนวน 30 คนทำการฟังเสียงชุดข้อมูล ชุดละหนึ่งในห้องทดสอบพร้อมทำการประเมินด้วยการตอบแบบสอบถาม โดยผลประเมินพบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความสามารถในการทำความเข้าใจ (Comprehensibility) เป็นระดับคะแนนเฉลี่ย 5.4 คะแนน (1 ทำความเข้าใจได้ยากมาก – 6 ทำความเข้าใจได้ง่ายมาก) และผู้ทดสอบสามารถทำการถอดเสียงเป็นข้อความได้จำนวนคำที่ถูกต้องคิดเป็นคะแนนความถูกต้องชัดเจน (Intelligibility) ที่ร้อยละ 92.45 จากจำนวนคำทั้งหมด ดังผลการประเมินในตารางที่ 6

Data 1

KamphaengNaen Airport, time 0800 zulu, wind 20 degrees 8 knots, Visibility 6000 meters, rain, a few clouds at 2000 feet, broken clouds at 3000 feet, overcast at 9000 feet, temperature 25, dew point 24, altimeter Setting 2967, Remark sea level pressure 1004.7, Runway 21, Approach ILS Runway 21, Bird concentration over aerodrome, Traffic Congestion Medium

รูปที่ 8 ตัวอย่างข้อความที่ใช้สังเคราะห์ไฟล์เสียงชุดที่ 1

ตารางที่ 6 ผลการประเมินไฟล์เสียงทั้ง 10 ชุดข้อมูล

No.	Comprehensibility (1-6)	Intelligibility (%)
1	5.5	91
2	5.6	94
3	5.6	95
4	4.9	86
5	5.6	95
6	5.4	93
7	5.6	92
8	5.5	95
9	4.8	88
10	5.5	96
Average	5.40	92.45

5. อภิปรายผลการวิจัย

การแปลความรหัสข่าวอากาศเป็นภาษามนุษย์ด้วย

ระดับ	จำนวนเครื่องบิน	จำนวนเสียงพยางค์
Light	0 - 2	น้อยกว่า 210
Medium	3 - 5	210 - 550
Heavy	มากกว่า 6	มากกว่า 550

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ในส่วนข้อความหลักสามารถทำได้ถูกต้องครบถ้วน ในขณะที่ส่วนข้อคิดเห็นเพิ่มเติม (Remark) ของรหัสข่าวยังไม่สามารถแปลความได้สมบูรณ์เนื่องจากข้อความในส่วนนี้เป็นการเพิ่มข้อคิดเห็นสภาพอากาศของผู้ออกข่าว ทำให้บางครั้งแม้จะเป็นรหัสข่าวอากาศแต่รูปแบบข้อความไม่ได้เรียบเรียงตรงตามมาตรฐานสากล อย่างไรก็ตามเนื้อหาหลักของข้อความก็มีข้อมูลเพียงพอที่จะนำมาใช้เพื่อแสดงผลสภาพอากาศบริเวณสนามบินได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การนับเสียงพยางค์ด้วยโปรแกรม Praat Script และด้วยมนุชยนั้นให้ผลลัพธ์ที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Nivja H. de Jong และ Ton Wempe [7] ที่แสดงให้เห็นว่าการนับจำนวนเสียงพยางค์ด้วยโปรแกรมมีผลการนับที่น่าเชื่อถือเพียงพอ แต่ทั้งนี้บางชุดข้อมูลพบความคลาดเคลื่อนมากกว่าชุดอื่น ๆ ซึ่งน่าจะเกิดจากเสียงสนทนานั้น บันทึกมาจากการติดต่อสื่อสารบนคลื่นวิทยุ ซึ่งบางครั้งมีเสียง

คลื่นแทรกเกิดขึ้น หรือมีความชัดเจนไม่เพียงพอ ประกอบกับภาษาที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารเป็นภาษาอังกฤษซึ่งไม่ใช่ภาษาหลักของผู้ติดต่อสื่อสาร ทำให้การออกเสียงบางคำอาจจะไม่ถูกต้องและขาดการเน้นเสียงที่ชัดเจน ดังนั้นจึงทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนขึ้นได้ แต่อย่างไรก็ตามค่า P ที่ 0.398 เพียงพอที่จะสรุปได้ว่าการนับจำนวนเสียงพยางค์ด้วยโปรแกรม Praat Script นั้น สามารถนำมาใช้วิเคราะห์เสียงเพื่อหาการจราจรทางอากาศได้

ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนพยางค์ในเสียงสนทนากับจำนวนเครื่องบินที่ใช้บริการในช่วงเวลาของชุดข้อมูล มีความสัมพันธ์แบบแปรผันตรงในระดับสูงมาก กล่าวคือยิ่งมีเครื่องบินใช้บริการมาก ก็จะมีจำนวนเสียงพยางค์มากขึ้นตามไปด้วย แม้ข้อมูลนี้ไม่สามารถระบุถึงจำนวนเครื่องบินที่แน่นอนในช่วงเวลาขณะนั้นได้ แต่ก็เพียงพอที่จะแสดงให้เห็นถึงความหนาแน่นของการจราจรทางอากาศในช่วงเวลานั้น ซึ่งข้อมูลนี้จะเป็นประโยชน์ในการนำมาใช้กำหนดค่าระดับที่แสดงผลความหนาแน่นของการจราจรทางอากาศ และค่าระดับความหนาแน่นของการจราจรทางอากาศนี้ สามารถนำมากำหนดข้อปฏิบัติในการฝึกบินเพื่อทำให้การฝึกบินมีประสิทธิภาพมากขึ้น และช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดอากาศยานอุบัติเหตุจากการฝึกบินได้ ตัวอย่างเช่น ถ้านักบินได้รับทราบข่าวว่ามีการจราจรหนาแน่นสูงบริเวณสนามบิน ก็สามารถตัดสินใจทำการฝึกบินบริเวณพื้นที่การฝึกต่อไป และหลีกเลี่ยงการกลับมาฝึกที่บริเวณสนามบินในช่วงที่มีการจราจรหนาแน่น ซึ่งจะส่งผลให้เจ้าหน้าที่ควบคุมการจราจรทางอากาศบริหารจัดการเครื่องบินได้ง่ายมากขึ้น

จากผลการทดลองเครื่องมือ Google Text-to-Speech นั้นสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลการประเมิน เสียงที่สังเคราะห์ออกมามีความชัดเจน ผู้ฟังสามารถแปลความข้อมูลส่วนใหญ่ได้ถูกต้อง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Grimshaw J., Bione T., และ Cardoso W [9] ที่ยังพบความผิดพลาดในการสื่อสารอยู่บ้าง แต่ความผิดพลาดนี้คาดว่าสาเหตุมาจากภาษาที่ใช้คือภาษาอังกฤษซึ่งไม่ใช่ภาษาหลักของผู้ใช้งาน

ข้อมูลความหนาแน่นของการจราจรทางอากาศที่งานวิจัยนี้นำเสนอ เป็นการประมาณระดับความหนาแน่น

ของเครื่องบินด้วยการวิเคราะห์เสียง เนื่องจากการติดต่อสื่อสารของการบินนั้นมีรูปแบบประโยคที่เป็นมาตรฐานสากล จึงส่งผลให้จำนวนพยางค์เสียงที่ใช้ในการสื่อสารสามารถนำมาใช้ประมาณการระดับความหนาแน่นของการจราจรทางอากาศได้ แต่อย่างไรก็ตามหากสามารถวิเคราะห์เสียงโดยการสกัดชื่อนามเรียกขานจากไฟล์เสียงได้โดยตรง เช่นการใช้เครื่องมือรู้จำเสียง (Speech Recognition) และปรับให้มีความแม่นยำมากเพียงพอ จะสามารถทำให้ทราบจำนวนเครื่องบินได้ โดยไม่ต้องประมาณการจากจำนวนพยางค์เสียงที่ใช้ในการสื่อสาร ซึ่งอาจเป็นแนวทางการทำการทดลองต่อไปในอนาคต

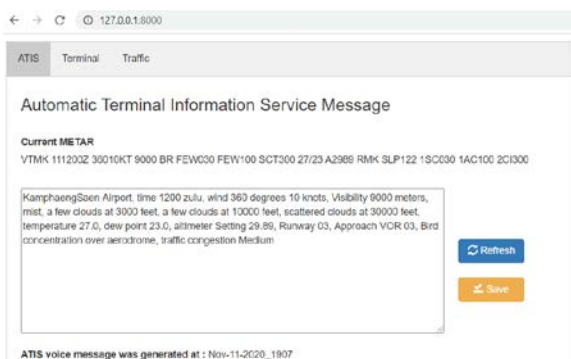
อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ยังมีข้อจำกัดเนื่องจากการเป็นงานวิจัยที่ใช้ข้อมูลจากสนามบินเพียงสนามบินเดียว เพราะฉะนั้นในอนาคต ถ้าจะนำโปรแกรมนี้ไปประยุกต์ใช้ในสนามบินอื่น ๆ จึงจำเป็นต้องมีการทำวิจัยเพิ่มเติม เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเสียงพยางค์และระดับความหนาแน่นของเครื่องบินในสนามบินนั้น เนื่องจากในแต่ละสนามบิน จะมีลักษณะกายภาพ รูปแบบการบิน และการขึ้นลงสนามบินที่ต่างกัน

6. การพัฒนาเครื่องมือ

เครื่องมือการกระจายเสียงข้อมูลสนามบินแบบอัตโนมัติ พร้อมข้อมูลความหนาแน่นของการจราจรทางอากาศ ถูกพัฒนาด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษา Python และ HTML ในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชัน ตัวอย่างส่วนต่อประสานผู้ใช้งาน แสดงดังรูปที่ 9 โดยจะดึงข้อมูลข่าวอากาศ (METAR) จากเว็บไซต์ที่ให้บริการหัดข่าวอากาศ (<https://www.weather.rtaf.mi.th/dashboard/metar.html>)

พร้อมทำการถอดรหัสข่าวอากาศเป็นภาษามนุษย์ ผสมกับข้อมูลสนามบินและข้อมูลความหนาแน่นของการจราจรทางอากาศ แล้วนำมาแสดงผลในรูปแบบข้อความที่จะใช้ในการกระจายเสียง เพื่อให้เจ้าหน้าที่ควบคุมการจราจรทางอากาศสามารถตรวจสอบและแก้ไขข้อมูลที่จะใช้กระจายเสียงได้ โดยจะมีการสังเคราะห์เสียงเป็นไฟล์ .mp3 โดยอัตโนมัติ และปรับปรุงข้อมูลข่าวอากาศและความหนาแน่นของการจราจรทางอากาศให้

ทันสมัยทุก ๆ 15 นาที ซึ่งเสียงที่สังเคราะห์นี้จะใช้ในการกระจายเสียงผ่านคลื่นวิทยุโดยเครื่องกระจายเสียงของสนามบินต่อไป



รูปที่ 9 ส่วนต่อประสานผู้ใช้งาน แสดงข้อความที่ใช้ในการกระจายเสียง

7. สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยพบว่าเครื่องมือนี้สามารถทำการแปลงรหัสข่าวอากาศ (METAR) เป็นภาษามนุษย์ได้ ทำให้ผู้รับสารทำความเข้าใจได้ง่ายมากขึ้น และไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของจำนวนเสียงพยางค์ที่ใช้โปรแกรม Praat Script และมนุษย์ในการนับ และพบความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเสียงพยางค์และจำนวนเครื่องบิน โดยมีความสัมพันธ์แบบแปรผันตรงในระดับสูงมาก ซึ่งข้อมูลนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการระบุระดับความหนาแน่นของการจราจรทางอากาศได้ และเครื่องมือ Google Text-to-Speech สามารถสังเคราะห์เสียงข้อมูลข่าวอากาศบริเวณสนามบินเพื่อให้ข้อมูลแก่นักบินสามารถรับฟังและจับใจความได้อย่างมีประสิทธิภาพ

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] Federal Aviation Administration. (2020). Chapter 5 Section 5 Pilot/Controller Roles and Responsibilities. Retrieved on Nov 25, 2020, from https://www.faa.gov/air_traffic/publications/atpubs/aim_html/chap5_section_5.html
- [2] Vargas-Cuentas, N.I. and A. Roman-Gonzalez. (2015). Automatic terminal information system for El Alto airport. 3rd International Conference on

Technology, Informatics, Management, Engineering & Environment (137-142). Samosir, Indonesia.

- [3] Albert R. (1995). Evaluation of Synthetic Automatic Terminal Information Service (ATIS) Messages. ARINC Research Corp Annapolis MD.
- [4] International Virtual Aviation Organization. (2019). Perform an Aerodrome Circuit. Retrieved on Sep 27, 2020, from https://mediawiki.ivao.aero/index.php?title=Perform_an_aerodrome_circuit
- [5] International Virtual Aviation Organization (2020). Radio Telephony Basics. Retrieved on Oct 9, 2020, from https://mediawiki.ivao.aero/index.php?title=Radio_telephony_basics
- [6] Federal Aviation Administration. (2020). Chapter 7 Section 1 Meteorology. Retrieved on Nov 25, 2020, from https://www.faa.gov/air_traffic/publications/atpubs/aim_html/chap7_section_1.html
- [7] De Jong, N.H., Wempe, T. (2009). Praat script to detect syllable nuclei and measure speech rate automatically. Behavior Research Methods, vol. 41, no. 2: 385–90.
- [8] Paul Boersma and David Weenink. (2018). Praat: doing phonetics by computer [Computer program]. Version 6.0.37. Retrieved on Mar 14, 2018, from <http://www.praat.org/>
- [9] Grimshaw, J., Bione, T., & Cardoso, W. (2018). Who's got talent? Comparing TTS systems for comprehensibility, naturalness, and intelligibility. In P. Taalas, J. Jalkanen, L. Bradley & S. Thouësny, (Eds), Future-proof CALL: language learning as exploration and encounters – short papers from EUROCALL 2018 (83-88). Research-publishing.net.
- [10] International Civil Aviation Organization. (2020). Annex 11 to the Convention on International Civil Aviation - Air Traffic Service (Edition 15).

- [11] International Civil Aviation Organization. (2016).
DOC 4444 Procedures for air navigation services –
Air Traffic Management (Edition 16).