ระบบเพื่อตรวจสอบข่าวของการบริการข้อมูลจราจรทางอากาศระหว่างประเทศ

นายศุภชัย เจียมวิจิตรกุล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Monitoring System for Air Traffic Service Inter-Facility Data Communication message

Mr. Supachai Jiamwijitkul

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science in Computer Science

Department of Computer Engineering

FACULTY OF ENGINEERING

Chulalongkorn University

Academic Year 2020

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ระบบเพื่อตรวจสอบข่าวของการบริการข้อมูลจราจรทางอากาศระหว่างประเทศ
โดย	นายศุภชัย เจียมวิจิตรกุล
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ศาสตราจารย์ ดร.ประภาส จงสถิตย์วัฒนา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

---------- คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ เตชวรสินสกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

---------- ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกรี สินธุภิญโญ)

---------- อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ศาสตราจารย์ ดร.ประภาส จงสถิตย์วัฒนา)

---------- กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.ณชล ไชยรัตนะ)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ศุภชัย เจียมวิจิตรกุล : ระบบเพื่อตรวจสอบข่าวของการบริการข้อมูลจราจรทางอากาศระหว่างประเทศ. (Monitoring System for Air Traffic Service Inter-Facility Data Communication message) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ศ. ดร.ประภาส จงสถิตย์วัฒนา

ระบบที่ใช้สนับสนุนข้อมูลในการทำงานของเจ้าหน้าที่ควบคุมจราจรทางอากาศ (Air Traffic Controller, ATC) ทำงานในส่วนของการส่งต่อความรับผิดชอบของเครื่องบินระหว่างประเทศ (ข่าว AIDC) พร้อมแสดงข้อมูลที่สำคัญ ปัจจุบันถ้าเกิดการส่งข่าว AIDC ไม่ครบทุกขั้นตอน ATC ต้องส่งต่อความรับผิดชอบผ่านทางโทรศัพท์ ซึ่งอาจจะเกิดความผิดพลาดจากเจ้าหน้าที่ งานวิจัยชิ้นนี้นำข่าว AIDC มาทำการตัดคำจากข้อความโดยใช้การกำหนดรูปแบบเพื่อค้นหากลุ่มคำ แล้วนำผลที่ได้มาตรวจสอบความครบถ้วนของกระบวนการการส่งข่าว AIDC ช่วยให้ ATC และวิศวกรสามารถรับทราบรายละเอียดของเครื่องบินทุกลำ เพื่อประสานงานกับต่างประเทศได้ในทันที แม้ว่ากระบวนการถ่ายโอนความรับผิดชอบจะไม่สมบูรณ์ก็ตาม ผลจากงานวิจัยชิ้นนี้ช่วยให้สามารถแจ้งเตือน ATC และวิศวกรผู้เกี่ยวข้อง พร้อมบอกรายละเอียดได้อย่างถูกต้อง 100%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2563 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

6270281921 : MAJOR COMPUTER SCIENCE

KEYWORD: Air Traffic Service Inter-Facility Data Communication, AIDC Monitoring, regular expression, word tokenize

Supachai Jiamwijitkul : Monitoring System for Air Traffic Service Inter-Facility Data Communication message. Advisor: Prof. PRABHAS CHONGSTITVATANA, Ph.D.

This paper proposes a monitoring system that supports Air Traffic Controller (ATC) to send aircraft responsibility between neighboring countries by displaying important flight information of aircraft. At present, if system does not work correctly ATC will coordinate via telephone which can easily causes human error. This system gets AIDC message and make word tokenize by regular expression then checks the complete of AIDC process which helps ATC and engineer know all details of the aircraft and coordinates with the adjacent country immediately although AIDC process is not complete. The result of this paper helps alert Air Traffic Controllers and engineer correctly.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Field of Study: Computer Science Student's Signature .....

Academic Year: 2020 Advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดีได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจากศาสตราจารย์ ดร. ประภาส จงสถิตวัฒนา อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ซึ่งได้ให้โอกาสและแนวคิดในการทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนทักษะ แนวการแก้ไขปัญหาและการสนับสนุนให้การวิจัยลุล่วงและประสบความสำเร็จ มาโดยตลอดระยะเวลาการศึกษาและการวิจัย ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกรี สินธุภิญโญ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และรองศาสตรจารย์ ดร.ณชล ไชยรัตนะ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ได้ให้คำ แนะนำ และชี้แนะแนวทางที่เป็นประโยชน์ต่อการทำ วิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ อบรม สั่งสอน ให้ความรู้ต่างๆ มากมายจนวันนี้

ขอขอบคุณหัวหน้างานและเพื่อนร่วมงานทุกท่านที่ได้ให้ชี้แนะแนวทางที่เป็นประโยชน์ และให้กำลังใจกันตลอดเวลาที่ดำเนินงานวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ครอบครัวที่รัก และญาติๆ ทุกคน ที่ค่อยให้ความเป็นห่วง ทำให้มีกำลังใจการดำเนินชีวิตมาโดยตลอด

ขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ สาขาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ทุกคน ที่ร่วมทุกข์ร่วมสุข แลกเปลี่ยนความรู้ แง่คิดต่างๆ และเป็นกำลังใจให้กันตลอดระยะเวลาที่ดำเนินงานวิจัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ศุภชัย เจียมวิจิตรกุล

สารบัญ

หน้า

.....ค

บทคัดย่อภาษาไทย.....ค

.....ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ง

กิตติกรรมประกาศ.....จ

สารบัญ.....ฉ

สารบัญภาพ.....1

บทที่ 1.....3

บทนำ.....3

1.1 ที่มาและความสำคัญ.....3

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย.....4

1.3 ขอบเขตงานวิจัย.....4

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....5

บทที่ 2.....6

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....6

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....6

2.1.2 AFTN (Aeronautical Fixed Telecommunications Network).....6

2.1.2 Air Traffic Service Message Handling System (AMHS).....7

2.1.3 Message Transfer and Control Unit (MTCU).....8

2.1.4 Air Traffic Service Inter-facility Data Communication (AIDC).....9

2.1.5 ส่วนประกอบของข่าวการบิน (message format).....11

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.1.5.1 Heading 11
2.1.5.2 Address 11
2.1.5.3 Origin 11
2.1.5.4 Text 12
2.1.6 กระบวนการในการรับ-ส่งข่าว AIDC 12
2.1.6.1 Notification messages 12
- ABI (Advance Boundary Information) 12
2.1.6.2 Coordination messages 13
- EST (Coordination Estimate) 13
- ACP (Acceptance) 13
- TOC (Transfer of control) 14
- AOC (Assumption of control) 14
2.1.6.3 Application Management Messages 15
- LAM (Logical Acknowledgement Message) 16
- LRM (Logical Rejection message) 16
2.1.7 Regular Expression 18
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 19
บทที่ 3 21
แนวคิดและวิธีการวิจัย 21
3.1 ขั้นตอนและวิธีการวิจัย 21
3.1.1 ส่วนของการเก็บข้อมูล 21
3.1.2 การวิเคราะห์ข้อมูล 23
3.1.3 การแสดงผลข้อมูล 26
บทที่ 4 29

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลการวิจัย....29
4.1 การทดสอบและประเมิณผล....29
4.1.1 การตรวจสอบข้อมูลใน Radar Display....29
4.1.2 การตรวจสอบข้อมูลใน AMHS/AFTN Gateway....30
4.1.3 การตรวจสอบข้อมูลในงานวิจัยนี้....31
บทที่ 5....32
บทสรุป....32
5.1 สรุปผลการวิจัย....32
5.2 ปัญหาและข้อจำกัดที่พบจากการวิจัย....32
5.3 ข้อเสนอแนะ....32
บรรณานุกรม....33
ประวัติผู้เขียน....36

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 1 อธิบายเครือข่าย AFTN 6
รูปที่ 2 ตัวอย่างข่าวการบิน 6
รูปที่ 3 ตัวอย่าง Header ของข่าวการบิน 7
รูปที่ 4 ตัวอย่างเนื้อข่าวของข่าวการบิน 7
รูปที่ 5 แสดงปริมาณการเพิ่มขึ้นของเที่ยวบินทั่วโลก 7
รูปที่ 6 ส่วนประกอบและการทำงานร่วมกันของ AMHS 8
รูปที่ 7 แสดง diagram การเชื่อมต่อของ MTCU 9
รูปที่ 8 แสดงลำดับการทำงานของข่าว AIDC 9
รูปที่ 9 ตัวอย่างข่าว AIDC 10
รูปที่ 10 ตัวอย่างข้อมูลส่วน OHI 12
รูปที่ 11 ตัวอย่างข่าว AIDC ประเภท ABI 13
รูปที่ 12 ตัวอย่างข่าว AIDC ประเภท EST 13
รูปที่ 13 ตัวอย่างข่าว AIDC ประเภท ACP 14
รูปที่ 14 ตัวอย่างข่าว AIDC ประเภท TOC 14
รูปที่ 15 ตัวอย่างข่าว AIDC ประเภท AOC 15
รูปที่ 16 ตัวอย่างการ acknowledge ข่าว LAM 15
รูปที่ 17 แสดงตัวอย่างหมายเลขข่าวที่ต้องการ acknowledge 15
รูปที่ 18 แสดงตัวอย่างข่าว LAM 16
รูปที่ 19 แสดงตัวอย่างข่าว LRM 16
รูปที่ 20 แสดงลำดับของการส่งข่าวที่สมบูรณ์ 17
รูปที่ 21 แสดงโครงสร้างระบบการส่งข่าวการบินของประเทศไทย 22
รูปที่ 22 diagram การนำข้อมูลมาใช้งาน 22

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 23 แสดงขั้นตอนการส่งต่อความรับผิดชอบของเครื่องบินระหว่างประเทศจากประเทศเพื่อนบ้านมาประเทศไทย 23

รูปที่ 24 ตัวอย่างข่าวส่วน OHI และ เนื้อข่าวของเครื่องบินที่จะบินจากประเทศเพื่อนบ้านเข้ามาประเทศไทย 24

รูปที่ 25 ตัวอย่างข่าว LAM ตอบกลับข่าว ABI 24

รูปที่ 26 แสดงขั้นตอนการส่งต่อความรับผิดชอบของเครื่องบินระหว่างประเทศจากประเทศไทยไปประเทศเพื่อนบ้าน 25

รูปที่ 27 แสดงตัวอย่างข่าว ACP 26

รูปที่ 28 ข้อมูลเที่ยวบินที่มีการส่งต่อความรับผิดชอบของเครื่องบินระหว่างประเทศจากประเทศเพื่อนบ้านมาประเทศไทย ย้อนหลัง 6 ชั่วโมง 26

รูปที่ 29 แสดงข้อมูลเที่ยวบินที่มีการส่งต่อความรับผิดชอบของเครื่องบินระหว่างประเทศจากประเทศไทยไปประเทศเพื่อบ้าน ย้อนหลัง 6 ชั่วโมง 27

รูปที่ 30 หน้าจอแสดงตัวอย่างขั้นตอนการส่งข่าวการบินประเภท AIDC 27

รูปที่ 31 แสดงข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นในการส่งข่าว AIDC 28

รูปที่ 32 ค้นหาข้อมูลจาก text file ในระบบ Radar Display 29

รูปที่ 33 ค้นหาข้อมูลใน AMHS/AFTN Gateway 30

รูปที่ 34 ข้อมูล Header ของข่าวการบิน 30

รูปที่ 35 ค้นหาข่าวที่ acknowledge ข่าวหมายเลข VYYF000067 30

รูปที่ 36 ขั้นตอนการส่งข่าวการบินประเภท AIDC ของเที่ยวบินที่เลือก 31

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ข่าวของการบริการข้อมูลจราจรทางอากาศเป็นส่วนหนึ่งของงานจราจรทางอากาศ Air Traffic Service (ATS) ซึ่งข่าวการบินนี้เจ้าหน้าที่ควบคุมจราจรทางอากาศ หรือ ATC (Air Traffic Control) จะนำไปใช้เป็นส่วนหนึ่งในการติดต่อกับเครื่องบินให้เคลื่อนที่ไปตามตำแหน่งที่มีความปลอดภัย

ระบบสื่อสารการบินเข้ามามีบทบาทในการทำงานมากขึ้นในปัจจุบัน ไม่ว่าจะเป็นการส่งข่าวสารข้อมูลการบิน เช่น ข่าว flight plan, flight movement เป็นต้น ซึ่งการเพิ่มขึ้นของปริมาณเที่ยวบินทั่วโลก ทำให้ ATC มีภาระในการทำงานมากขึ้นตามไปด้วย ไม่ว่าจะเป็นการควบคุมจราจรทางอากาศตามเส้นทางการบินและการควบคุมจราจรทางอากาศรอบๆสนามบิน เพื่อให้เกิดความปลอดภัยสูงสุด ซึ่งจากสถิติของบริษัท วิทยุการบินแห่งประเทศไทย จำกัด มีปริมาณเที่ยวบินที่ ATC ต้องรับผิดชอบเฉลี่ย 3,000 เที่ยวบินต่อวัน จากสาเหตุนี้องค์กรในด้านการบินจึงประชุมร่วมกันเพื่อที่จะลดภาระการทำงานของ ATC ซึ่งส่วนนึงที่สามารถทำได้ก็คือการเปลี่ยนขั้นตอนการทำงานของ ATC ในส่วนของการส่งต่อความรับผิดชอบของเครื่องบินของประเทศที่มีพรหมแดนติดกัน

ในปัจจุบัน ATC ของประเทศที่ต้องกันรับ-ส่งต่อความรับผิดชอบของเครื่องบินจะติดต่อสื่อสารกันผ่านทางโทรศัพท์ซึ่งทำให้ ATC ของทั้งสองประเทศ เสียสมาธิในการสลับมาปฏิบัติงานในการส่งต่อความรับผิดชอบของเครื่องบิน หากปริมาณเที่ยวบินเพิ่มมาขึ้น ส่งผลให้ภาระหน้าที่ความรับผิดชอบของ ATC มากยิ่งขึ้นไปด้วย ทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลงซึ่งอาจจะส่งผลให้เกิดความผิดพลาดระหว่างทำงานได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากสาเหตุดังกล่าวได้มีข้อตกลงในการรับส่งข่าวเหล่านี้ผ่านระบบอัตโนมัติ ซึ่งข่าวรับส่งความรับผิดชอบของเครื่องบินระหว่างประเทศเรียกอีกอย่างว่า AIDC (ATS Inter-facilities Data Communication) โดยระบบอัตโนมัตินี้เข้ามาช่วยลดภาระของ ATC ในการติดต่อสื่อสารผ่านทางโทรศัพท์ ซึ่งประเทศไทยและประเทศเพื่อนบ้านที่มีพรหมแดนติดกันได้แก่ สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว, สาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมา, ราชอาณาจักรกัมพูชา และ สหพันธรัฐมาเลเซีย ซึ่งถ้าทำได้สำเร็จประเทศไทยจะเป็นประเทศแรกภูมิภาคเอเชียแปซิฟิกที่ใช้งานฟังก์ชัน AIDC ทั้งหมด โดยในปัจจุบันประเทศไทยอยู่ระหว่างการทดสอบระบบการส่งข่าว AIDC โดยหากไม่ได้รับข่าวการบินสำหรับการส่งต่อความรับผิดชอบที่ครบถ้วนในช่วงเวลาที่กำหนด ถ้าเป็นเครื่องบินที่บินจากประเทศไทยเข้าไปยังเขตของประเทศเพื่อนบ้าน บนหน้าจอ Radar ของ ATC ไทยจะทราบว่าข่าว AIDC ของ

เครื่องบินลำไหนมีปัญหาเกิดขึ้นและติดต่อกับ ATC ประเทศเพื่อนบ้านผ่านทางโทรศัพท์เหมือนเดิม แต่ถ้าเครื่องบินที่บินจากประเทศเพื่อนบ้านเข้ามายังเขตของประเทศไทย ATC ของไทยจะไม่สามารถรับทราบได้ถึงปัญหาเลยเพราะไม่มีรายละเอียดแสดงบนหน้า Radar ที่ ATC ใช้งานและไม่มีการแจ้งเตือนปัญหา จึงทำให้วิศวกรที่เกี่ยวข้องไม่สามารถทำการตรวจสอบปัญหาที่เกิดขึ้นได้ทันที

งานวิจัยชิ้นนี้เป็นการพัฒนาระบบเพื่อตรวจสอบข่าว AIDC ทั้งเครื่องบินที่จะบินเข้ามาในเขตของประเทศไทยและเครื่องบินที่จะบินออกจากเขตของประเทศไทย ซึ่งแสดงข้อมูลที่สำคัญของทุกเที่ยวบิน ไม่ว่าจะเป็นระดับความสูง เวลาและจุดที่จะถ่ายโอนความรับผิดชอบ (AIDC-IGD) โดยสามารถดูข้อมูลลำดับขั้นตอนของการรับส่งเที่ยวบินแต่ละเที่ยวบิน โดยข้อมูลของเครื่องบินจากประเทศที่อยู่ติดกับประเทศไทยเข้ามายังประเทศไทยเป็นข้อมูลที่สำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากหน้าจอ Radar ที่ ATC ใช้งานจะไม่แสดงหมายเลขเครื่องบินในแต่ละลำ (Callsign) หากกระบวนการถ่ายโอนความรับผิดชอบของเครื่องบินที่จะบินเข้ามาในเขตของประเทศไทยไม่สำเร็จ ซึ่งงานวิจัยชิ้นนี้เข้ามาช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวผ่านการใช้งานเว็บไซต์ โดย ATC สามารถทราบรายละเอียดของเครื่องบินทุกลำได้ แม้ว่าการกระบวนการส่งข่าว AIDC จะไม่ครบถ้วนก็ตามและวิศวกรผู้เกี่ยวข้องสามารถใช้ข้อมูลดังกล่าวในการตรวจสอบและประสานงานกับประเทศเพื่อนบ้านได้ในทันที

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

งานวิจัยชิ้นนี้เพื่อเพิ่มความรวดเร็วในการแจ้งเตือนและสามารถตรวจสอบขั้นตอนการส่งข่าวประเภท AIDC ได้ในทันที ซึ่งเป็นการลดภาระการทำงานของ ATC ในการส่งต่อความรับผิดชอบของเครื่องบินทางโทรศัพท์ โดยส่วนตรวจสอบสถานะและขั้นตอนการส่งข่าว วิศวกรที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับระบบติดตามอากาศยานและระบบการรับ-ส่งข้อมูลระหว่างประเทศ สามารถนำข้อมูลไปประสานงานกับประเทศเพื่อนบ้าน (สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว, สาธารณรัฐแห่งสหภาพเมียนมา, ราชอาณาจักรราชอาณาจักรกัมพูชา, สหพันธรัฐราชอาณาจักรกัมพูชาย) เพื่อวิเคราะห์และร่วมแก้ปัญหาได้ในทันที

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

1 การวิจัยนี้แสดงข้อมูลการ monitor ข้อมูลที่ผ่านการตรวจสอบทางเว็บ application

2 การวิจัยนี้ตรวจสอบเฉพาะข่าวประเภท AIDC เท่านั้น

3 ข้อมูลเป็นข้อมูลการรับ-ส่งข่าวระหว่างประเทศไทยกับประเทศเพื่อนบ้านเท่านั้น

4 แบ่งการตรวจสอบข่าวข้อมูลการบินออกเป็นด้านขาเข้าประเทศไทยและขาออกจากประเทศไทย

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1 ได้เครื่องมือที่ช่วยเจ้าหน้าที่ควบคุมจราจรทางอากาศตรวจสอบข้อผิดพลาดของการส่งข่าว AIDC

2 เพิ่มความปลอดภัยในการบินบนน่านฟ้าประเทศไทย

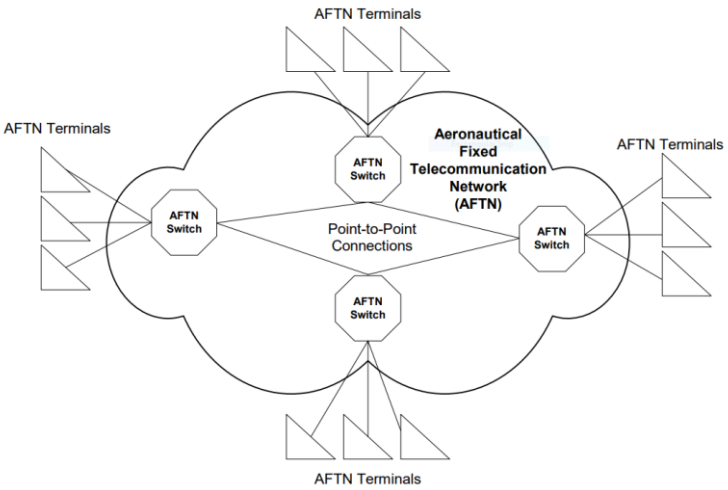
3 วิศวกรผู้ดูแลระบบติดตามอากาศยาน และ ระบบการส่งข่าวการบินระหว่างประเทศสามารถนำข้อมูลไปประสานงานกับประเทศเพื่อนบ้านเพื่อตรวจสอบปัญหาได้ในทันที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.2 AFTN (Aeronautical Fixed Telecommunications Network) เป็นเครือข่ายทางด้านการบินที่ ICAO กำหนดให้เป็นมาตรฐานสำหรับแลกเปลี่ยนข่าวที่เกี่ยวกับการบินระหว่างประเทศต่างๆทั่วโลก ทำงานในรูปแบบ store-and-forward ซึ่งจะส่งข้อมูลไปตามเส้นทางของข่าวที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งระบบ AFTN สามารถอธิบายตามรูปด้านล่าง (ICAO Annex 10)



รูปที่ 1 อธิบายเครือข่าย AFTN

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากรูปด้านบนในเครือข่าย AFTN มีส่วนประกอบหลัก ได้แก่ AFTN Switch ซึ่งเป็นส่วนที่เชื่อมต่อและใช้ในการรับ-ส่งข่าวกับระบบ AFTN Switch ของต่างประเทศ หรือ ส่งให้กับ AFTN Terminal ซึ่งก็คือผู้ใช้งานภายในประเทศ โดยการเชื่อมต่อระหว่าง AFTN Switch อาจจะมี interface ที่ใช้ที่เชื่อมต่อกันแตกต่างกันได้ โดย interface ที่ใช้งานจะมีอยู่ 2 ประเภทคือ serial กับ IP ขึ้นอยู่กับการตกลงกันของแต่ละประเทศ โดยข่าวใน AFTN แต่ละข่าวจะต้องอยู่ในรูปแบบที่ ICAO เป็นผู้กำหนด ดังตัวอย่างข่าวต่อไปนี้

```
IST1921 242149
FF VTBBTOPS
242149 VLVTTOPA 2.036551-4.200124214901-5.0B6E-
(EST-ABC869/A3022-ZBAA-VTN/2158F380-VCBI)
```

รูปที่ 2 ตัวอย่างข่าวการบิน

จากตัวอย่างข่าวสามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วนคือส่วนหัวข่าว และ ส่วนของเนื้อข่าว

- ส่วนหัวข่าวจะแสดงข้อมูลทั่วๆไปเช่นวันเวลาที่ส่งข่าว ที่อยู่ต้นทาง และที่อยู่ปลายทาง เป็นต้น

```
IST1921 242149
FF VTBBTOPS
242149 VLVTTOPA 2.036551-4.200124214901-5.0B6E-
```

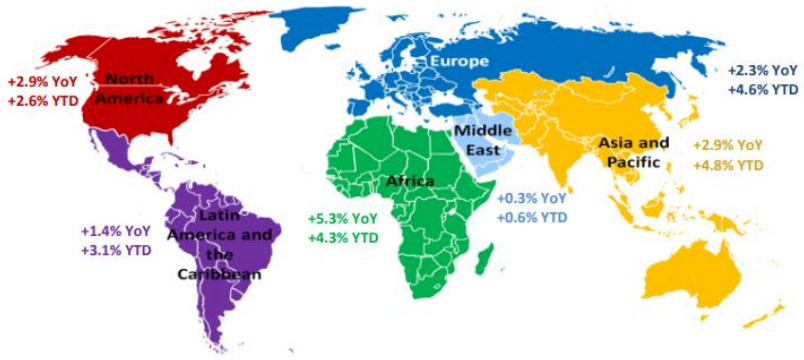
รูปที่ 3 ตัวอย่าง Header ของข่าวการบิน

- ส่วนของเนื้อข่าวจะแสดงข้อมูลที่ต้องการจะส่งไปให้ปลายทาง

```
(EST-ABC869/A3022-ZBAA-VTN/2158F380-VCBI)
```

รูปที่ 4 ตัวอย่างเนื้อข่าวของข่าวการบิน

2.1.2 Air Traffic Service Message Handling System (AMHS) เป็นระบบที่ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนข่าวการบินกับคู่สถานีต่างประเทศ ซึ่งเป็นพัฒนาการมาจากมาตรฐาน AFTN เนื่องจากปริมาณเที่ยวบินทั่วโลกที่เพิ่มขึ้นมากทุกๆปีตามรูปด้านล่าง (ICAO World Results, 2019)

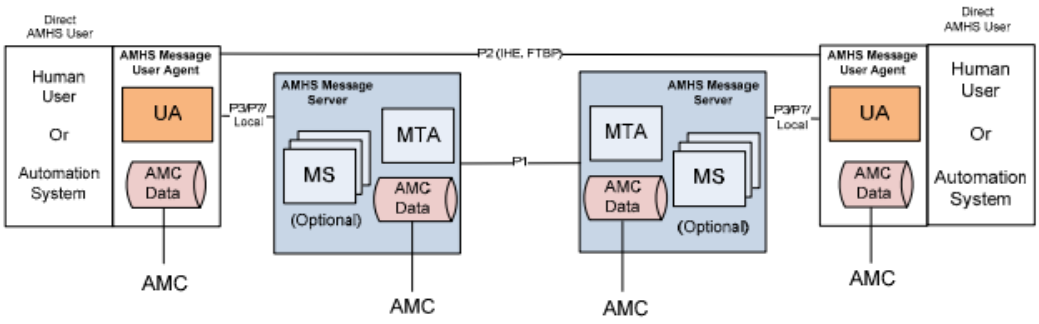


รูปที่ 5 แสดงปริมาณการเพิ่มขึ้นของเที่ยวบินทั่วโลก

ระบบ AMHS นั้นถูกกำหนดเป็นมาตรฐานใหม่โดยองค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ (ICAO) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของมาตรฐาน AFTN ในหลายๆด้าน เช่น

- AFTN สามารถส่งไปหาผู้รับได้สูงสุดเพียง 21 คนเท่านั้น
- AFTN สามารถพิมพ์เนื้อข่าวได้สูงสุด 1,800 ตัวอักษรต่อข่าว 1 ฉบับ และเนื้อหาส่วนที่เกิน 1,800 ตัวอักษรจะถูกแบ่งเป็นข่าวฉบับถัดไป

- AFTN สามารถส่งได้แต่ข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบของ text เท่านั้น แต่ AMHS มีส่วนของ FTBP (File Transfer Body Part) ซึ่งใช้ในการส่งไฟล์แนบได้ เพื่อสนับสนุนการทำงานที่อัตโนมัติยิ่งขึ้น
- AMHS UA ทำงานในรูปแบบเว็บแอปพลิเคชันสามารถเข้าใช้งานได้จากที่ไหนก็ได้ แต่ AFTN UA เป็นการใช้งานแบบกำหนดเครื่องที่ใช้งานสำหรับผู้ใช้งานแต่ละคนเลยเลย



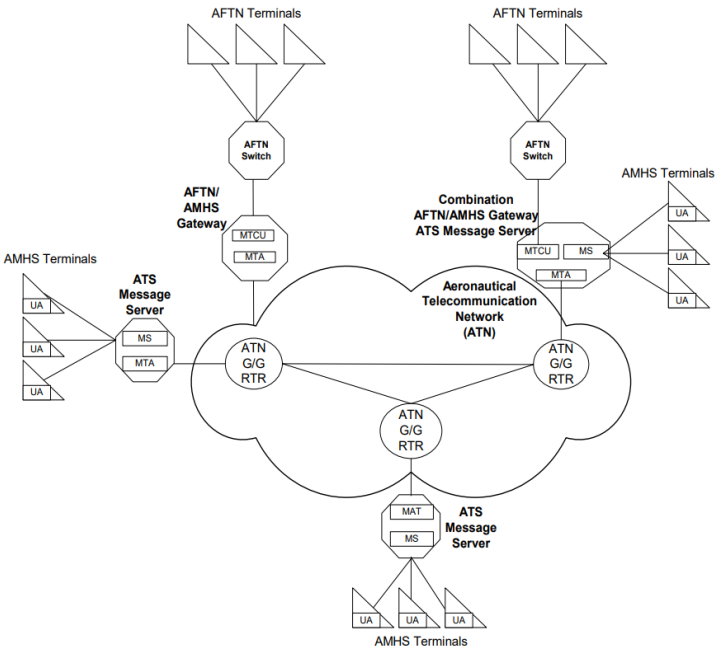
รูปที่ 6 ส่วนประกอบและการทำงานร่วมกันของ AMHS

จากรูป 6 มีส่วนประกอบที่สำคัญคือ MTA (Message Transfer Agent) โดยทำหน้าที่รับ-ส่งข่าวการบินระหว่างประเทศ และ ส่งให้ผู้ใช้งาน AMHS ภายในประเทศ ซึ่งอาจจะเป็นคน (User Agent, UA) หรือระบบก็ได้ โดยข้อมูลที่ AMHS เก็บในฐานข้อมูลจะไม่มีเนื้อหาของข่าว มีเพียง meta data เท่านั้น ส่วนไฟล์ที่มีเนื้อหาของข่าวการบินจะเก็บอยู่ที่ folder ที่ถูกระบุไว้ให้เก็บไฟล์ของข่าว (Message Store, MS) เท่านั้น

โดยที่การเปลี่ยนจากมาตรฐาน AFTN มาใช้งานมาตรฐาน AMHS นั้น จำเป็นต้องมี AMHS/AFTN gateway เพื่อทำการแปลงข่าวระหว่าง AMHS – AFTN เนื่องจากบางประเทศอาจจะยังไม่มีความพร้อมในการเปลี่ยนมาใช้งานมาตรฐาน AMHS

2.1.3 Message Transfer and Control Unit (MTCU) เป็น Gateway ระหว่างมาตรฐาน AFTN และ AMHS ใช้ในประเทศที่มีวงจรการเชื่อมต่อทั้งประเทศที่ใช้มาตรฐาน AFTN และ AMHS ตามรูปด้านล่าง (ICAO AMHS)

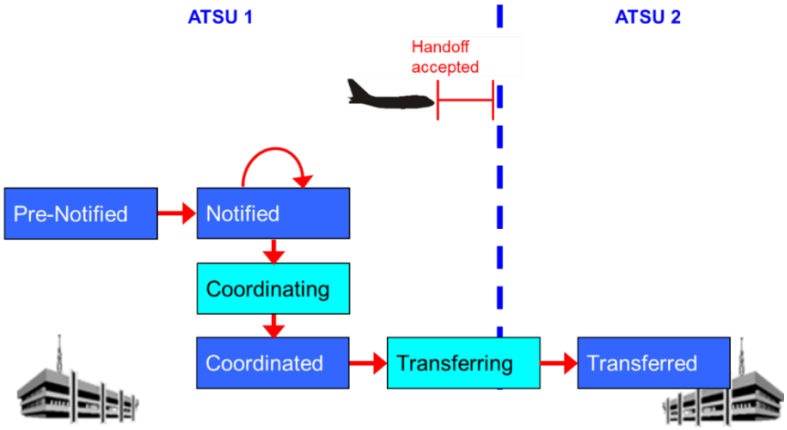
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 7 แสดง diagram การเชื่อมต่อของ MTCU

2.1.4 Air Traffic Service Inter-facility Data Communication (AIDC) คือ ระบบในการส่งต่อความรับผิดชอบของเครื่องบินระหว่างประเทศที่อยู่ติดกันโดยอัตโนมัติ โดย ICAO กำหนดให้ส่งผ่านระหว่างหน่วยงานที่ให้บริการด้านจราจรทางอากาศ (Air Traffic Service Unit, ATSU) ของเขตการบิน (Flight Information Region, FIR) ที่อยู่ติดกัน โดย 1 FIR จะถือเป็น 1 ประเทศ สามารถอธิบายได้ตามรูปด้านล่าง (ICAO AIDC-IGD)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 8 แสดงลำดับการทำงานของข่าว AIDC

จากรูปที่ 8 ถ้าเครื่องบินต้องการบินจาก ATSU1 ไปยัง ATSU2 ต้องมีการส่งต่อความรับผิดชอบของเครื่องบินระหว่างประเทศโดยระบบอย่างอัตโนมัติโดยแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วนหลัก ดังนี้

- Notify คือ ส่วนที่ ATSU1 แจ้งเตือนล่วงหน้าให้ ATSU2 ล่วงหน้าว่าจะมีเครื่องบินไปถึงจุดที่ถ่ายโอนความรับผิดชอบของเครื่องบิน (Co-Ordination Point, COP) จุดไหน เวลาไหน และ ความสูงเท่าไหร่
- Coordinate คือ ส่วนที่ ATSU1 ส่งสัญญานเพื่อเริ่มการทำถ่ายโอนความรับผิด (ที่จุด COP)
- Transfer คือ ส่วนการถ่ายโอนความรับผิดชอบของเครื่องบินจาก ATSU1 ไปให้ ATSU2

ตัวอย่างข่าว AIDC

```
IST1921 242149
FF VTBBTOPS
242149 VLVTTOPA 2.036551-4.200124214901-5.0B6E-
(EST-AAA129/A3037-ZBAA-VTN/2158F380-VCBI)
```

รูปที่ 9 ตัวอย่างข่าว AIDC

จากตัวอย่างข่าวสามารถส่วนประกอบของข่าวได้ดังนี้

- IST คือช่องทางการสื่อสารติดต่อกันระหว่าง AFTN กับ AMHS/AFTN Gateway
- 1921 คือลำดับข่าวที่ส่งไปที่ช่องทางการสื่อสาร IST ภายในแต่ละวัน
- 242149 คือเวลาที่ระบบทำการส่งข่าวออกไปจากระบบ
- FF คือความสำคัญของข่าวฉบับนี้
- VTBBTOPS คือผู้รับข่าว
- 242149 คือเวลาที่ข่าวถูกส่งออกมาจากผู้ส่ง
- VLVTTOPA คือผู้ส่งข่าว
- 2.036551 คือ message sequence ของข่าวฉบับนั้น

- 4.200124214901 คือ วันเวลาที่ส่งข่าว จากตัวอย่างเป็นการส่งวันที่ 24 มกราคม 2563 เวลา 21:49:01 UTC
- 5.0B6E คือค่า CRC check ที่ใช้อ้างอิงในการ acknowledge ข่าวฉบับดังกล่าว
- EST คือกระบวนการหนึ่งในการส่งต่อความรับผิดชอบของเครื่องบิน
- AAA129 คือหมายเลขของเที่ยวบิน
- A3037 คือหมายเลข squawk ของเครื่องบิน
- ZBAA คือสนามบินต้นทาง
- VTN คือจุดที่จะทำการส่งต่อความรับผิดชอบ
- 2158F380 คือความเร็ว และความสูงที่จุดที่จะส่งต่อความรับผิดชอบ
- VCBI คือสนามบินปลายทาง

2.1.5 ส่วนประกอบของข่าวการบิน (message format)

การส่งข่าวการบินที่ถูกต้องจะต้องมีส่วนประกอบดังนี้

2.1.5.1 Heading ประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

- Start-of-heading (SOH)
- ระบุวงจรการสื่อสารและลำดับของข่าวที่ส่ง

2.1.5.2 Address ประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

- Priority ของข่าวแต่ละฉบับ
- Address ปลายทาง (Addressee indicator)

2.1.5.3 Origin ประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

- Filling time หรือเวลาที่ส่งข้อมูลออกจากต้นทาง เป็นตัวเลข 6 หลัก ประกอบไปด้วย วันที่ 2 หลัก และ เวลา 4 หลัก (HHmm)
- Address ต้นทาง (Originator indicator) เป็นภาษาอังกฤษ 8 ตัวอักษร
- OHI (Optional Heading Information) คือข้อมูลอื่นที่นอกเหนือจาก Filling Time และ Address ซึ่งในข่าวการบินประเภท AIDC มีการใช้งานในส่วนนี้ เช่น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.037166-3.VTBB002803-4.201014064334-5.CF71-

รูปที่ 10 ตัวอย่างข้อมูลส่วน OHI

จากรูปที่ 10 สามารถแบ่งได้เป็น 4 ส่วน คือ 2.037166 คือหมายเลขของการส่งข่าว, 3.VTBB002803 บอกว่าข่าวนี้เป็น acknowledge ของข่าวฉบับไหน, 4.201014064334 คือวันเวลาที่ส่งข่าว, 5. CF71 คือ CRC check

2.1.5.4 Text คือข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบของข้อความที่ต้นทางต้องการส่งไปหาปลายทาง ซึ่งอยู่ระหว่าง start-of-head (SOH) และ end-of-text (ETX)

2.1.6 กระบวนการในการรับ-ส่งข่าว AIDC

ข่าวประเภท AIDC หรือ ข่าวการส่งต่อความรับผิดชอบระหว่างประเทศที่อยู่ติดกัน สามารถจำแนกประเภทของข่าวออกมาได้ดังนี้

2.1.6.1 Notification messages

- ABI (Advance Boundary Information) คือ ประเภทของข่าวที่ ATSU ที่ส่งต่อความรับผิดชอบของเครื่องบินแจ้งให้ ATSU ด้านรับการส่งต่อความรับผิดชอบทราบล่วงหน้าว่า flight ดังกล่าวจะถึงบริเวณที่ถ่ายโอนความรับผิดชอบที่จุดไหน, เวลาเท่าไหร่ และ ระดับความสูง (flight level) ณ จุดที่จะส่งต่อความรับผิดชอบเป็นเท่าไหร่ ซึ่งจะมีการตกลงกันระหว่าง 2 ประเทศ ว่าจะต้องส่งล่วงหน้านานแค่ไหน โดยทั่วไปจะส่งล่วงหน้าก่อนถึงจุดที่จะส่งต่อความรับผิดชอบประมาณ 20 นาที ซึ่งข่าวประเภทนี้สามารถเปลี่ยนแปลงรายละเอียดของข่าวได้ ถ้ายังไม่ถึงบริเวณที่ต้องส่งต่อความรับผิดชอบ

ในเนื้อข่าวประเภท ABI จะประกอบไปด้วย ประเภทของข้อความ (ABI) , หมายเลขระบุตัวตนของเครื่องบินที่ต้องการส่งต่อความรับผิดชอบ ซึ่งประกอบไปด้วย callsign และ squawk code, สนามบินต้นทาง, จุดที่ต้องการส่งต่อความรับผิดชอบของเครื่องบิน, สนามบินปลายทาง และกระบวนการที่ใช้ในการบิน เป็นต้น

ตัวอย่างของข่าว ABI

```
(ABI-ABC603/A5122-VHHH-SAV/0150F380-VTBS-8/IS-9/A333/H-
10/SDE1E2E3GHIJ4J5M1P2RWYZ/LB1D1 -15/N0470S1040 SAV A202 RAMEI W42 PAKRI
Y13 RUKSA DCT EASTE -18/PBN/A1B1C1D1L1O1S2 NAV/RNP2 SUR/RSP180
DOF/191223 REG/HSTBB  EET/ZGZU0036 ZJSA0045 VVVV0113 VLVT0127 VTBB0139
SEL/EJKM  CODE/885042 PER/C RMK/TCAS II EQUIPPED)
```

รูปที่ 11 ตัวอย่างข่าว AIDC ประเภท ABI

2.1.6.2 Coordination messages

- EST (Coordination Estimate) คือ ประเภทของข่าวที่ ATSU ที่ส่งต่อความรับผิดชอบของเครื่องบินแจ้ง ATSU ที่จะรับการส่งต่อความรับผิดชอบของเครื่องบิน ว่าเที่ยวบินดังกล่าวจะถึงจุดที่ต้องส่งต่อความรับผิดชอบความรับผิดชอบแล้ว โดยข่าว EST จะสมบูรณ์เมื่อ ATSU ของด้านที่รับความรับผิดชอบ ส่งข่าว ACP กลับไปที่ ATSU ที่ส่งข่าว EST มาให้

  ในเนื้อข่าวประเภท EST จะประกอบไปด้วย ประเภทของข้อความ (EST), หมายเลขระบุตัวตนของเครื่องบินที่ต้องการส่งต่อความรับผิดชอบ ซึ่งประกอบไปด้วย callsign และ squawk code, สนามบินต้นทาง, ข้อมูลที่ของจุดที่จะส่งต่อความรับผิดชอบ (เวลา, ความสูง และ จุดที่ส่งต่อความรับผิดชอบ) และ สนามบินปลายทาง

  ตัวอย่างของข่าว EST

```
(EST-ABC603/A5174-VHHH-SAV/0149F380-VTBS)
```

รูปที่ 12 ตัวอย่างข่าว AIDC ประเภท EST

- ACP (Acceptance) คือ ข่าวที่ ATSU ด้านที่จะรับการส่งต่อความรับผิดชอบของเครื่องบินต้องส่งกลับไปที่ ATSU ที่ส่งต่อความรับผิดชอบของเครื่องบิน เพื่อ confirm ข่าวประเภท EST

ในเนื้อข่าวประเภท ACP จะประกอบไปด้วย ประเภทของข้อความ (ACP), หมายเลขระบุตัวตนของเครื่องบินที่ต้องการส่งต่อความรับผิดชอบ ซึ่งประกอบไปด้วย callsign และ squawk code, สนามบินต้นทาง และ สนามบินปลายทาง

ตัวอย่างของข่าว ACP

(ACP-ABC708/A6146-VTBS-RJAA)

รูปที่ 13 ตัวอย่างข่าว AIDC ประเภท ACP

- TOC (Transfer of control) คือ ข่าวที่ ATSU ด้านที่รับการส่งต่อความรับผิดชอบของเครื่องบินต้องส่งไป ATSU ด้านที่ส่งต่อความรับผิดชอบของเครื่องบิน

ในเนื้อข่าวประเภท TOC จะประกอบไปด้วย ประเภทของข้อความ (TOC), หมายเลขระบุตัวตนของเครื่องบินที่ต้องการส่งต่อความรับผิดชอบ ซึ่งประกอบไปด้วย callsign และ squawk code, สนามบินต้นทาง, สนามบินปลายทาง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตัวอย่างของข่าว TOC

(TOC-ABC708/A6146-VTBS-RJAA)

รูปที่ 14 ตัวอย่างข่าว AIDC ประเภท TOC

- AOC (Assumption of control) คือ ข่าวที่ ATSU ด้านที่รับการส่งต่อความรับผิดชอบของเครื่องบิน ส่งเพื่อ response ข่าวประเภท TOC ในการรับเครื่องบินมาอยู่ในความรับผิดชอบ

ในเนื้อข่าวประเภท AOC จะประกอบไปด้วย ประเภทของข้อความ (AOC), หมายเลขระบุตัวตนของเครื่องบินที่ต้องการส่งต่อความรับผิดชอบ

ซึ่งประกอบไปด้วย callsign และ squawk code, สนามบินต้นทาง และสนามบินปลายทาง

ตัวอย่างของข่าว AOC

(AOC-ABC708/A6146-VTBS-RJAA)

รูปที่ 15 ตัวอย่างข่าว AIDC ประเภท AOC

2.1.6.3 Application Management Messages

ข่าวประเภทนี้เป็นข่าวที่ ATSU ด้านที่รับข่าวส่งไปที่ ATSU ด้านส่งข่าว สำหรับข่าวการบินสำหรับการส่งต่อความรับผิดชอบของเครื่องบินทุกประเภทเพื่อเป็นการ acknowledge ว่าได้รับข่าวแล้ว โดยจะมีข้อมูลเพื่อเติม (Optional Heading Information, OHI) อยู่ในส่วน header หลังข้อมูล address ต้นทาง เพื่อจะบอกว่าข่าวนี้เป็น acknowledgement ของ sequence เลขอะไร เช่น

212342 VTBBTOPS 2.013954-**3.VLVT067689**-4.20022134217-5.CF71-(LAM)

รูปที่ 16 ตัวอย่างการ acknowledge ข่าว LAM

จากรูปที่ 16 เป็นข่าวประเภท LAM โดย address VTBBTOPS acknowledge ข่าวที่มาจาก VLVT และมี sequence หมายเลข 067689 ซึ่งมีข้อมูลใน header ส่วนที่ต่อจาก address ดังนี้

212342 VLVTTOPA **2.067689**-4.200221234212-5.42C6-

รูปที่ 17 แสดงตัวอย่างหมายเลขข่าวที่ต้องการ acknowledge

จากตัวอย่างด้านบน สามารถบอกได้ว่ามีหมายเลข sequence ที่ใช้อ้างอิงเป็น 067689

โดยข่าวที่อยู่ในส่วน application management message ได้แก่

- LAM (Logical Acknowledgement Message) คือ ประเภทของข่าวที่เอาไว้ตอบ acknowledge ของข่าวทุกประเภทที่ได้กล่าวมา

ตัวอย่างของข่าว LAM

(LAM)

รูปที่ 18 แสดงตัวอย่างข่าว LAM

- LRM (Logical Rejection message) คือประเภทของข่าวที่ ATSU ด้านรับการส่งต่อความรับผิดชอบของเครื่องบินรับข่าวมาแล้วมีปัญหา

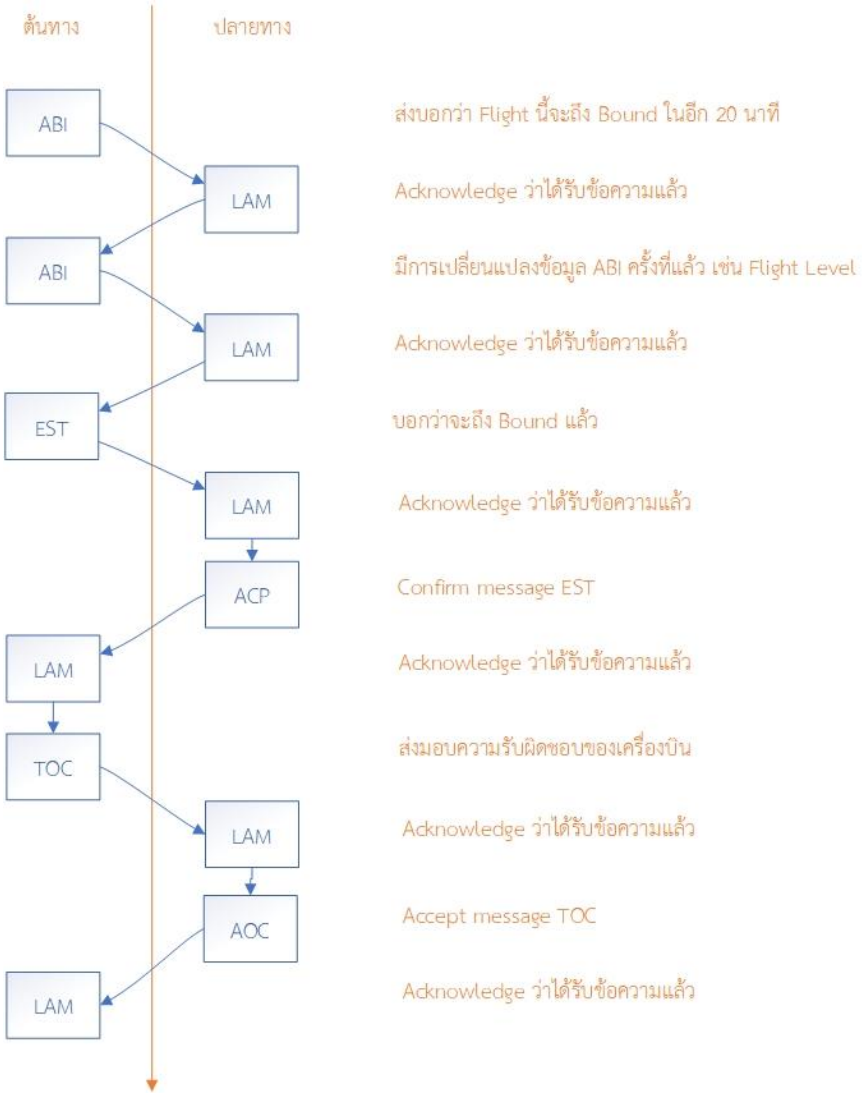
ตัวอย่างของข่าว LRM

(LRM-RMK/57/FPL?NOT?COOR)

รูปที่ 19 แสดงตัวอย่างข่าว LRM

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

กระบวนการรับ-ส่งข่าวของ AIDC เป็นไปตามขั้นตอนการส่งข่าวตั้งแต่เริ่มต้นจนจบดังรูปด้านล่าง



รูปที่ 20 แสดงลำดับของการส่งข่าวที่สมบูรณ์

จากรูปที่ 20 ก่อนเครื่องบินจะถึงบริเวรพรหมแดนที่ต้องส่งมอบความรับผิดชอบจากเจ้าหน้าที่ควบคุมจราจรทางอากาศของประเทศต้นทางไปให้ประเทศที่อยู่ติดกันโดยจะมีลำดับขั้นตอนการส่งข่าวดังนี้

- ประเทศต้นทางจะส่งข่าว ABI เข้ามาเพื่อบอกนามเรียกขานของเครื่องบิน (callsign) ตำแหน่ง เวลาและความสูงที่จะถึง เพื่อเป็นการเริ่มต้นกระบวนการในการส่งต่อความรับผิดชอบ

- ประเทศปลายทางจะตอบรับ ABI ด้วยการส่งข่าว LAM กลับไป
- หลังจากนั้นประเทศต้นทางจะส่งข่าว EST เพื่อยืนยันข้อมูลการส่งต่อความรับผิดชอบ
- ปลายทางส่ง LAM เพื่อเป็นการ acknowledge ว่าได้รัยข่าว EST แล้ว
- ปลายทางส่ง ACP ไปต้นทาง เพื่อ confirm ข่าว EST
- ต้นทางส่ง LAM เพื่อเป็นการ acknowledge ว่าได้รับข่าวข่าว ACP แล้ว
- ต้นทางส่ง TOC เพื่อเป็นการส่งต่อความรับผิดชอบ
- ปลายทางส่ง LAM เพื่อ Acknowledge ว่าได้รับข่าว TOC แล้ว
- ปลายทางส่ง AOC เพื่อ accept ข่าว TOC
- ต้นทางตอบ LAM เพื่อเป็นการ acknowledge ว่าได้รัยข่าว AOC แล้ว

2.1.7 Regular Expression

Regular Expression คือรูปแบบหรือกลุ่มคำที่เรากำหนดขึ้นเพื่อเอาไว้ค้นหาข้อความหรือตัวอักษรต่างๆ เพื่อเช็คว่าตรงตามเงื่อนไขที่เรากำหนดไว้หรือไม่ โดย regular expressions มีอยู่ในแทบทุกภาษา Programming ซึ่งแต่ละภาษาจะแตกต่างกันเล็กน้อยเท่านั้น มีการใช้ regular expression ในหลายหน้าที่ เช่น การตรวจสอบแบบฟอร์มต่างๆ ว่าอยู่ที่รูปแบบที่กำหนดไหม เป็นต้น ตัวอย่างสัญลักษณ์ที่ใช้งาน เช่น

^ เป็นสัญลักษณ์ที่ใช้ค้นหา คำที่อยู่หน้าเครื่องหมายนี้ ต้องเป็นคำขึ้นต้นของข้อความที่นำมาตรวจสอบ เช่น /^Hello/ เป็นการกำหนดว่า คำที่นำมาตรวจสอบต้องขึ้นต้นด้วยคำว่า Hello เช่น “Hello world” เป็นต้น

\s ใช้ระบุค่าช่องว่าง, เว้นวรรค, Space bar หรือ whitespace

[ ] ใช้ระบุตำแหน่งในคำว่า ในตำแหน่งนี้จะมีตัวอักษรอะไรได้บ้าง

{ } แสดงจำนวนครั้งที่ซ้ำกัน เช่น /[a-zA-Z]{3}/ เป็นการบอกว่า คำที่นำมาตรวจสอบต้องมีตัวอักษร a ถึง z พิมเล็กหรือพิมพ์ใหญ่ก็ได้จำนวน 3 ตัวอักษร เช่น aBc หรือ /[0-9]{2}/ เป็นการบอกว่า คำที่นำมาตรวจสอบต้องมีเลขเลข 0-9 จำนวน 2 ตัว

( ) ใช้รวมกลุ่มเข้าด้วยกันเป็นส่วนเดียวกัน เช่น /T(HA){1,3}I/ หมายถึง ตัว T แล้วจะตามด้วย HA จำนวน 1-3 ชุด แล้วมี I ตามหลัง เช่น “THAHAI” หรือ “THAI” ก็ได้

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากการเติบโตของการบินทั่วโลกทำให้ข้อมูลด้านการบินมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ทำให้มีข้อมูลรับส่งกันภายในวงการบินเพิ่มขึ้นอย่างมาก จึงเป็นไปไม่ได้ที่มนุษย์จะเป็นคนกรองข้อมูลที่ต้องการใช้ทั้งหมด งานวิจัยชิ้นนี้ใช้คอมพิวเตอร์สกัดข้อมูลที่จำเป็นออกมาจากข้อความทั้งหมด โดยเริ่มจาก word tokenize หรือการตัดคำออกมาจากข้อความ โดยใช้ regular expression (regex) หรือ การกำหนดรูปแบบเพื่อค้นหากลุ่มคำ หลังจากนั้นก็นำรายการของคำที่ได้มากรองเพื่อเอาเฉพาะคำที่ต้องการใช้งานไปผ่านการประมวลโดยคอมพิวเตอร์ มีงานวิจัยจำนวนมากที่ใช้วิธีการนี้ ยกตัวอย่างเช่น (Preuss, 2017) นำข้อมูลในจากออนไลน์ไม่ว่าจะเป็น อีเมล์, ข้อความในทวิตเตอร์ หรือ ว่าข้อมูลอื่นๆที่อยู่ในรูปแบบของข้อความมาทำ text mining โดยเริ่มต้นจากการทำ word tokenize แล้วนำคำที่ได้มาเลือกเพื่อที่จะได้ใช้ประโยชน์ทางด้านธุรกิจ (J. Bispo et al., 2006) เขียน PCRE (Perl Compatible Regular Expressions) ใหม่เพื่อที่จะสามารถทำงานร่วมกับ hardware จากรูปแบบของ regex ที่งานวิจัยชิ้นนี้เสนอ เพื่อที่จะใช้ตรวจสอบการบุกรุกทางเครือข่าย

สำหรับงานวิจัยทางด้านการบินที่เกี่ยวกับการจราจรทางอากาศเพื่อสนับสนุนจำนวนเที่ยวบินทั่วโลกที่เพิ่มขึ้นมาก (ICAO World Results, 2019) เช่น (Bicakci and Cetintas, 2016) gateway สำหรับการรับ-ส่ง ข่าวระหว่างระบบ AFTN เดิมกับระบบตามมาตร ATM ใหม่ เพื่อแก้ไขปัญหาของการเข้ากันของระบบที่ถูกพัฒนาขึ้นตามมาตรฐานในขณะนั้น ซึ่งมี format ของข่าวไม่เหมือนกัน เนื่องจาก format ของข่าวในมาตรฐาน ATM ใหม่ถูกคิดขึ้นมาเพื่อสนับสนุนการทำงานที่เป็นอัตโนมัติมากยิ่งขึ้น นอกจากนั้นยังเพิ่มความเร็วและความน่าเชื่อถือของข้อมูลด้วย ถ้าระบบที่ ATC ใช้งานอยู่เดิมต้องการข่าวที่มาจากระบบใหม่ โดยปกติแล้วจะรับมาแล้วจะมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น แต่ถ้าผ่าน ADEGW แล้วจะสามารถรับมาประมวลผลได้ ในทางกลับกันระบบใหม่ก็ไม่ต้องการที่จะพัฒนาระบบให้รองรับการข่าว format เก่า ดังนั้น ADEGW ก็สามารถปรับ format ของข่าวจาก format เก่าไปเป็น format ใหม่ได้ด้วยเช่นกัน

Li (2009) แสดงถึงความเป็นไปได้ในการแบ่งปันข้อมูลที่เกี่ยวกับการบินผ่านเครือข่าย โดยได้พัฒนา web application ที่มีการแสดงผลร่วมกันระหว่างข้อความ และ กราฟิก ซึ่งใช้สำหรับแสดงข้อมูลต่างๆ เช่น Runway (RWY), และ Meteorological (MET) Information เป็นต้น ซึ่งฐานข้อมูลจะถูกอัพเดตโดยอัตโนมัติทุกๆรอบที่มีข้อมูลใหม่เข้ามา

S. Ayhan et al. (2012, 2013) มีการพัฒนาระบบสำหรับการรองรับข้อมูลที่ไหลเข้ามาที่ระบบอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาโปรเจค Boeing Research and Technology

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

(BR&T) Advanced Air Traffic Management (AATM) เพื่อให้มีกระบวนการในการวิเคราะห์ข้อมูลเหล่านั้นได้ง่ายยิ่งขึ้น โดยเป็นข้อมูลดิบ ASDI (Aircraft Situation Display to Industry) โดยจะส่งไปใน process ที่เกี่ยวข้องและเก็บไว้ในรูปแบบของไฟล์ JAVA application รันเพื่ออ่านไฟล์พวกนี้แล้วนำข้อมูลไปเก็บไว้ในฐานข้อมูลที่ถูกออกแบบมา

G. Fuxiang et al. (2006) เนื่องจากมีระบบที่มาสนับสนุนการทำงานด้านการควบคุมจราจรทางอากาศมากขึ้น จึงมีการวิเคราะห์การชนกันของเครื่องบิน โดยนำข้อมูลที่ได้จากดาวเทียมมาตรวจสอบระยะห่างของเที่ยวบินที่อาจจะเกิดการชนกันให้ได้เร็วที่สุดและแจ้งเตือนให้ ATC รับทราบ ซึ่งมีหลาย algorithm โดยเสนอขึ้นมาตาม (J. Kuchar et al., 2000) (M. Prandini, 2000) ได้เสนอไว้ ในงานวิจัยชิ้นนี้จะพิจารณาเพียงการ detect และ alarm เครื่องบินที่อาจจะชนกันเท่านั้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 3
แนวคิดและวิธีการวิจัย

งานวิจัยชิ้นนี้เริ่มจากความสำคัญของการตรวจสอบข่าวของการบริการข้อมูลจราจรทางอากาศระหว่างประเทศในส่วนของการส่งต่อความรับผิดชอบของเครื่องบินระหว่างประเทศ เนื่องจากระบบที่ทำหน้าที่ประมวลผลเป้าบนหน้าจอ radar ให้เจ้าหน้าที่ควบคุมจราจรทางอากาศใช้งาน ถูกเก็บข้อมูลอยู่ในรูปแบบของ text files ทำให้เมื่อเจ้าหน้าที่ควบคุมจราจรทางอากาศต้องการสอบถามข้อมูล วิศวกรที่เกี่ยวข้องต้องไปค้นหาข้อมูลเที่ยวบินใน text files ซึ่งใช้เวลาในการค้นหานานและอาจจะมีการตรวจสอบข้อมูลผิดพลาด ทำไม่สามารถติดต่อประสานกับต่างประเทศเพื่อตรวจสอบและแก้ไขปัญหาได้ในทันที

ผู้วิจัยจึงได้ทำการนำปัญหาดังกล่าวมาตรวจสอบเพื่อหาวิธีการแก้ไขปัญหาดังกล่าวโดยสามารถแบ่งขั้นตอนการวิจัยได้เป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

3.1 ขั้นตอนและวิธีการวิจัย

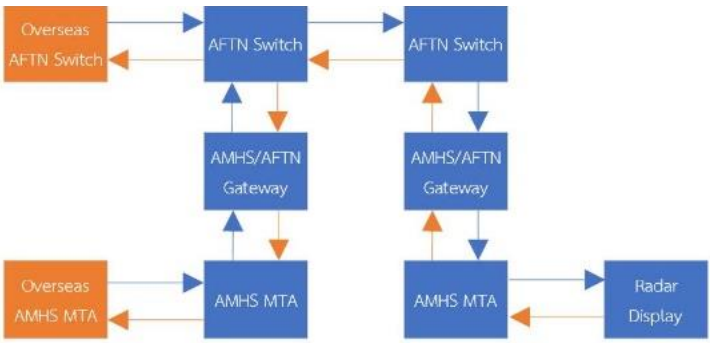
ระบบที่ใช้สำหรับรับ-ส่งความรับผิดชอบของเครื่องบินระหว่างประเทศที่อยู่ติดกันที่ใช้ในประเทศไทยนั้น ไม่สามารถทำการแจ้งเตือน ATC และบอกรายละเอียดของเครื่องบินลำที่ไม่สามารถส่งข่าวได้ตามกระบวนการ อีกทั้งวิศวกรไม่สามารถตรวจสอบข้อมูลเพื่อประสานงานกับต่างประเทศได้ในทันที งานวิจัยชิ้นนี้จึงตรวจสอบข่าวการบินประเภท AIDC โดยนำข่าวการบินที่ส่งระหว่างประเทศไทย และ ประเทศเพื่อนบ้าน ไปผ่านกระบวนการตัดคำจากข้อความโดยใช้ regex แล้วนำผลลัพธ์แต่ละส่วนที่ได้ไปตรวจสอบกระบวนการตามเอกสารของ ICAO ใน ICAO, AIDC-ICD)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1.1 ส่วนของการเก็บข้อมูล

ผู้วิจัยศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับระบบในการส่งข่าวการบินระหว่างประเทศ และ ภายในประเทศเพื่อหาแหล่งที่มีข้อมูลเกี่ยวกับข่าว AIDC ครบถ้วนและทำการวิเคราะห์ว่าถ้านำระบบในการตรวจสอบข่าวการบินไปดึงข้อมูลมาแล้ว จะไม่มีผลกระทบในด้านของประสิทธิภาพกับระบบที่ทำงานอยู่ในปัจจุบัน โดยระบบที่ใช้ในการส่งข่าวการบินระหว่างประเทศไทยกับต่างประเทศ เป็นไปตามรูปที่ 21



รูปที่ 21 แสดงโครงสร้างระบบการส่งข่าวการบินของประเทศไทย

ลูกศรสีน้ำเงินแทนการส่งข่าวจากระบบต่างประเทศแล้วไปแสดงผลที่หน้าจอ Radar ที่ให้ ATC ใช้งาน ส่วนลูกศรสีส้มคือการส่งข่าวจากระบบ Radar ออกไปต่างประเทศ ระบบการส่งข่าวการบินของประเทศไทยสามารถรับส่งข่าวได้ทั้งข่าวที่อยู่ในรูปแบบ AMHS และ AFTN แต่ระบบที่ทำการประมวลผลและแสดงผลบนหน้าจอ Radar ที่ ATC ใช้งานรองรับเฉพาะข่าวที่อยู่ในรูปแบบ AMHS ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ใหม่กว่า ข่าวที่ได้รับมาจากต่างประเทศและส่งไปต่างประเทศต้องผ่านระบบแปลงรูปแบบระหว่าง AMHS และ AFTN

จากการศึกษาเพิ่มเติมถ้าไปนำข้อมูลจาก AFTN Switch มาใช้ต้องทำการ config routing ในการส่งข่าวเพิ่มเติม โดยเป็นการ copy ข่าวการส่งต่อความรับผิดชอบของเครื่องบินระหว่างประเทศ (AIDC) เพื่อส่งไปที่ระบบตรวจสอบข่าวการบริการจราจรระหว่างประเทศเพิ่มเติมทั้งด้านข่าวที่ส่งมาจากต่างประเทศและข่าวที่จะส่งไปต่างประเทศ ทำให้ AFTN Switch มีภาระในการส่งข่าวมากขึ้น ซึ่งส่งผลให้ประสิทธิภาพในการส่งข่าวลดลง และข้อมูลที่ AMHS MTA ข่าวการบิน 1 ข่าวจะถูกเก็บในรูปแบบของไฟล์ text 1 ไฟล์ที่ไม่สามารถค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อข่าวการบินได้

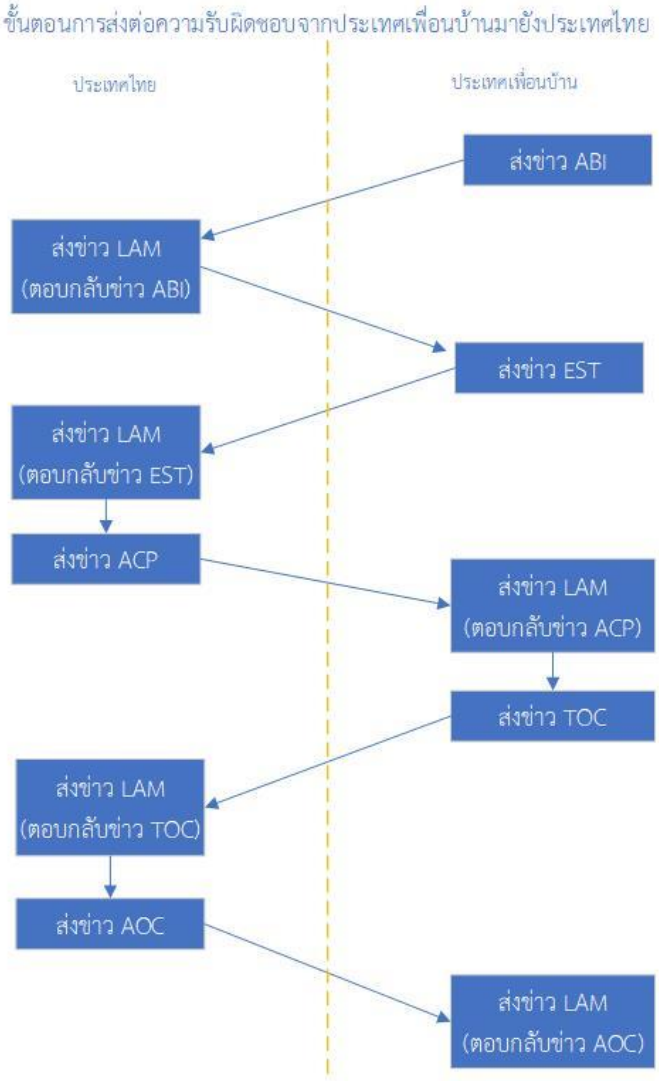
ดังนั้นงานวิจัยชิ้นนี้จึงได้นำข้อมูลจาก AMHS/AFTN Gateway (Message Transfer and Control Unit, MTCU) ทางด้านขาวของรูปที่ 21 มาใช้งาน เนื่องจากเป็นจุดที่ข้อมูลครบถ้วนและไม่กระทบกับการทำงานของระบบที่ใช้งานในปัจจุบัน โดยนำมาเฉพาะข้อมูลในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการส่งต่อความรับผิดชอบของเครื่องบินระหว่างประเทศ โดยเป็นการ copy ข้อมูลเข้ามาตามรอบเวลาที่กำหนด

รูปที่ 22 diagram การนำข้อมูลมาใช้งาน

สาเหตุที่ทำการ copy ข้อมูลจาก AMHS/AFTN Gateway เนื่องจากข้อมูลใน AMHS/AFTN Gateway มีการลบข้อมูลที่เก่ากว่า 1 เดือน ตามข้อกำหนดของ ICAO ที่ว่าให้เก็บข้อมูลอย่างน้อย 30 วัน ถ้าต้องการตรวจสอบข้อมูลของข่าวการบินที่นานกว่านั้นจะไม่สามารถทำได้

3.1.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาจาก AMHS/AFTN Gateway (MTCU) มาทำ word tokenize เพื่อแบ่งข้อมูลออกเป็นคำโดยใช้ regular expression แล้วเก็บเฉพาะข่าวการส่งต่อความรับผิดชอบของเครื่องบินระหว่างประเทศ (AIDC) หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาตรวจสอบขั้นตอนว่ามีการส่งข่าวครบถ้วนตามกระบวนการของการรับ-ส่งเครื่องบินหรือไม่ (AIDC-ICD)



รูปที่ 23 แสดงขั้นตอนการส่งต่อความรับผิดชอบของเครื่องบินระหว่างประเทศจากประเทศเพื่อนบ้านมาประเทศไทย

จากรูปที่ 23 เป็นขั้นตอนการส่งต่อความรับผิดชอบของเครื่องบินจากประเทศเพื่อนบ้านมายังประเทศไทย เริ่มต้นจากตรวจสอบว่าเที่ยวบินดังกล่าวมีได้รับข่าว ABI เข้ามาที่ระบบของประเทศไทยไหม หลังจากนั้นก็ตรวจสอบว่ามีการส่งข่าวครบทุกขั้นตอนของการถ่ายโอนความรับผิดชอบไหม ถ้าไม่มีก็แยกเที่ยวบินนั้นว่ากระบวนการส่งต่อเครื่องบินยังไม่ครบเสร็จสมบูรณ์ แต่ถ้าเป็นการส่งต่อเครื่องบินจากประเทศไทยไปยังประเทศเพื่อนบ้าน ระบบของประเทศไทยจะส่งข่าว ABI ออกไปก่อนเพื่อเป็นการเริ่มกระบวนการโอนความรับผิดชอบ

```
2.037164-4.201014064023-5.83F1-
(ABI-ABC643/A3640-RJAA-BUTRA/0652F430-VTBS-8/IS-9/A359/H-
```

รูปที่ 24 ตัวอย่างข่าวส่วน OHI และ เนื้อข่าวของเครื่องบินที่จะบินจากประเทศเพื่อนบ้านเข้ามาประเทศไทย

จากรูปที่ 24 เป็นส่วนหนึ่งของข่าว ABI ซึ่งเป็นข่าวเริ่มต้นในกระบวนการส่งต่อความรับผิดชอบของเที่ยวบิน โดยตัวอย่าง regular expression ที่ใช้สำหรับข่าวประเภท ABI สำหรับเครื่องบินที่จะเข้าประเทศไทย ได้แก่

หมายเลขของข่าว คือ “[2][.]([0-9]{6})[-]” ผลลัพธ์ที่ได้จากตัวอย่างข่าวคือ 037164

หมายเลขเที่ยวบิน คือ “([A-Z]{1,3}[0-9]{1,4})” ผลลัพธ์ที่ได้จากตัวอย่างข่าวคือ ABC643

สนามบินต้นทาง คือ “-([A-Z]{4})-” ผลลัพธ์ที่ได้จากตัวอย่างข่าวคือ RJAA

สนามบินปลายทาง คือ “-([A-Z]{4})-[0-9]{1}” ผลลัพธ์ที่ได้จากตัวอย่างข่าวคือ VTBS

จุดที่จะถ่ายโอนความรับผิดชอบของเครื่องบิน คือ “-([A-Z]{3,6})[/]” ผลลัพธ์ที่ได้จากตัวอย่างข่าวคือ BUTRA

Chulalongkorn University

เวลาที่จะถ่ายโอนความรับผิดชอบ คือ “[/]([0-9]{4})[F]” ผลลัพธ์ที่ได้จากตัวอย่างข่าวคือ 0652

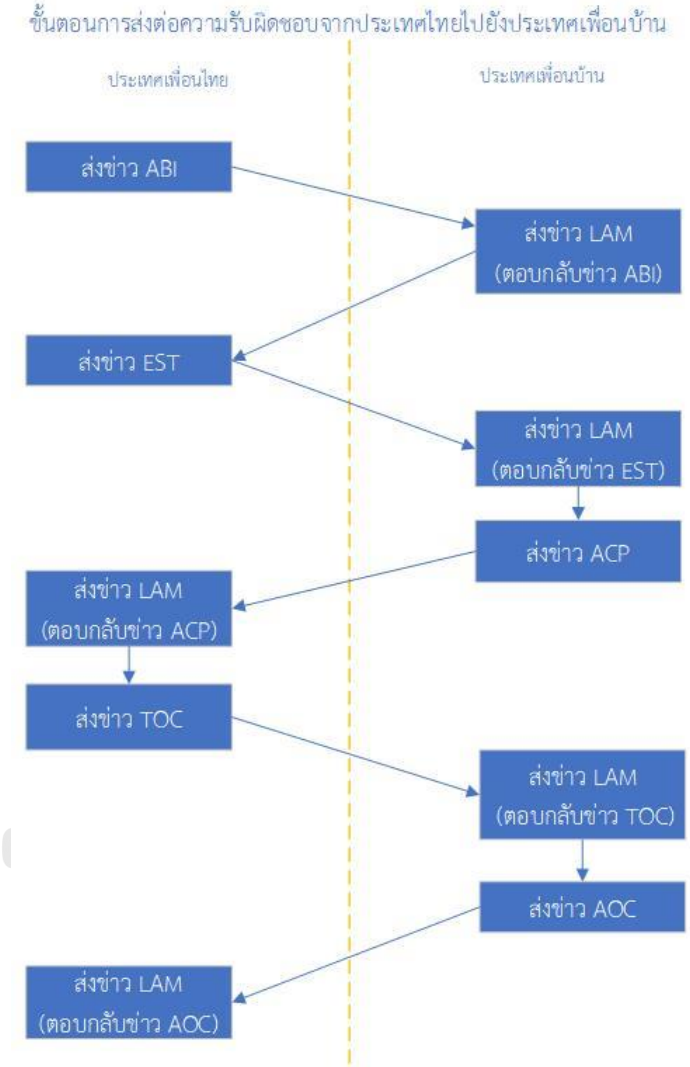
ระดับความสูงที่จะถ่ายโอนความรับผิดชอบ คือ “(F[0-9]{3})” ผลลัพธ์ที่ได้จากตัวอย่างข่าวคือ F430

หลังจากได้รับข่าว ABI เข้ามาแล้ว ระบบของประเทศไทยก็จะตอบกลับข่าว LAM ของข่าว ABI กลับไป

```
2.002801-3.VLVT037164-4.201014064036-5.CF71-
(LAM)
```

รูปที่ 25 ตัวอย่างข่าว LAM ตอบกลับข่าว ABI

จากรูปที่ 25 เป็นการตอบกลับไปบอกระบบต้นทางว่าได้รับข่าว ABI เรียบร้อยแล้ว โดยข่าวประเภท LAM จะมีข้อมูลส่วน 3.VLVT037164 เพิ่มขึ้นมาเพื่อบอกว่าเป็นการข่าวนี้เป็นการตอบกลับข่าวฉบับไหน โดย regular expression ที่ใช้คือ “[3][.]([A-Z]{4}[0-9]{6})[-]” โดย VLVT คือ ATSU ต้นทางที่เป็นผู้ส่งข่าว ABI เข้ามา หลังจากนั้นก็จะรับส่งข่าวกันต่อไปจนเสร็จสิ้นตามกระบวนการในรูปที่ 23



รูปที่ 26 แสดงขั้นตอนการส่งต่อความรับผิดชอบของเครื่องบินระหว่างประเทศจากประเทศไทยไปประเทศเพื่อนบ้าน

จากรูปที่ 26 เป็นขั้นตอนการส่งต่อความรับผิดชอบของเครื่องบินจากประเทศประเทศไทยออกไปยังประเทศเพื่อนบ้าน เริ่มต้นจากตรวจสอบว่าเที่ยวบินดังกล่าวมีได้ส่งข่าว ABI จากระบบของประเทศไทยไปประเทศเพื่อนบ้าน หลังจากนั้นก็ตรวจสอบว่ามีการส่งข่าวครบทุกขั้นตอนของการถ่ายโอนความรับผิดชอบไหม ถ้าไม่มีก็แยกเที่ยวบินนั้นว่ากระบวนการส่งต่อเครื่องบินยังไม่ครบเสร็จ

สมบูรณ์ แต่ถ้าเป็นการส่งต่อเครื่องบินจากประเทศไทยไปยังประเทศเพื่อนบ้าน ระบบของประเทศไทยจะส่งข่าว ABI ออกไปก่อนเพื่อเป็นการเริ่มกระบวนการโอนความรับผิดชอบ

โดยข่าว AIDC แต่ละประเภทจมีข้อมูลที่ส่งแตกต่างกันออกไป ดังนั้น regular expression ที่ใช้จึงมีบางข้อมูลที่แตกต่างกันออกไปเช่นตัวอย่างข่าว ACP (รูปที่ 27) ถ้าจะหาสนามบินปลายทางแล้วใช้ regular expression เหมือนกับข่าวประเภท ABI (“-([A-Z]{4})-[0-9]{1}”) ก็จะหาข้อมูลไม่เจอ โดยใช้ regular expression “[A-Z]{4}-([A-Z]{4}))[)]” แทนสำหรับการหาสนามบินปลายทาง ซึ่งจะได้ผลลัพธ์ออกมาเป็น VTBS

```
(ACP-CPA653/A5175-VHHH-VTBS)
```

รูปที่ 27 แสดงตัวอย่างข่าว ACP

3.1.3 การแสดงผลข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากกระบวนการในส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูลมาแสดงผลในรูปแบบของเว็บแอปพลิเคชัน โดยแยกเป็นเที่ยวบินที่จะบินจากประเทศไทยออกไปประเทศเพื่อนบ้าน และ เที่ยวบินที่บินจากประเทศเพื่อนบ้านเข้ามาที่ประเทศไทย ซึ่งแสดงข้อมูลที่เจ้าหน้าที่ควบคุมจราจรทางอากาศจำเป็นต้องรู้ได้แก่ หมายเลขเที่ยวบิน ระดับความสูง เวลา และ จุดที่ต้องการถ่ายโอนความรับผิดชอบ ถ้าเครื่องบินลำไหนมีปัญหาก็จะแสดงให้เจ้าหน้าที่ควบคุมจราจรทางอากาศรับทราบ อีกทั้งวิศวกรผู้ดูแลระบบสามารถตรวจสอบลำดับของการส่งข่าว AIDC ของเครื่องบินแต่ละลำได้ว่า เครื่องบินลำที่ไม่สามารถส่งต่อความรับผิดชอบโดยระบบได้ ไม่สามารถทำตามกระบวนการ AIDC ได้ในขั้นตอนไหน (รูปที่ 23) เพื่อการประสานงานกับต่างประเทศได้ในทันที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

INBOUND

Callsign	Status	COP	COP Time	Flight Level
QQE531	ACP	TAVUN	2020-10-27 00:33:00.0	F450
HKC331	AOC	SAV	2020-10-27 01:36:00.0	F380
EVA211	ABI	BUTRA	2020-10-27 02:16:00.0	F340
HVN611	AOC	VTN	2020-10-27 02:18:00.0	F360
FDX6001	ABI	VTN	2020-10-27 02:27:00.0	F320
QTR8976	EST	VAPVU	2020-10-27 02:29:00.0	F320
EVA201	AOC	BUTRA	2020-10-27 04:00:00.0	F380
PAL8738	EST	VAPVU	2020-10-27 04:04:00.0	F400
DRK150	ACP	LUDVI	2020-10-27 04:10:00.0	F390
IGO7002	EST	PADET	2020-10-27 04:16:00.0	F190
CYZ217	AOC	YAKUA	2020-10-27 04:21:00.0	F320
CAL731	ACP	SAKDA	2020-10-27 04:25:00.0	F400
CAL6851	ACP	SAKDA	2020-10-27 04:36:00.0	F340
CAL831	AOC	BUTRA	2020-10-27 04:41:00.0	F400
CQH6465	TOC	SAV	2020-10-27 05:09:00.0	F340
TVJ1017	AOC	VTN	2020-10-27 05:13:00.0	F380
A1627	TOC	HSMED	2020-10-27 05:17:00.0	F260
UPS3	AOC	BUTRA	2020-10-27 05:37:00.0	F300
CPA653	AOC	SAV	2020-10-27 05:38:00.0	F380
AXB1122	ACP	TAVUN	2020-10-27 05:47:00.0	F390
TVJ8931	ACP	VTN	2020-10-27 05:55:00.0	F380
KLM803	ABI	LUDVI	2020-10-27 06:00:00.0	F410

รูปที่ 28 ข้อมูลเที่ยวบินที่มีการส่งต่อความรับผิดชอบของเครื่องบินระหว่างประเทศจากประเทศเพื่อนบ้านมาประเทศไทย ย้อนหลัง 6 ชั่วโมง

OUTBOUND

Callsign	Status	COP	COP Time	Flight Level
MMA801	AOC	TOMIP	2020-10-27 01:35:00.0	F350
CPA042	AOC	BUTRA	2020-10-27 01:49:00.0	F410
JAL708	AOC	BUTRA	2020-10-27 01:56:00.0	F370
TVJ8930	AOC	VTN	2020-10-27 02:00:00.0	F390
CRK768	AOC	SAV	2020-10-27 02:12:00.0	F410
SKY114	ACP	LUDVI	2020-10-27 03:06:00.0	F160
MMA5001	ACP	TAMOS	2020-10-27 03:08:00.0	F390
A0706	EST	HSMED	2020-10-27 03:33:00.0	F250
KAL9660	AOC	BUTRA	2020-10-27 04:04:00.0	F370
CAL834	AOC	BUTRA	2020-10-27 04:25:00.0	F410
HKC332	AOC	SAV	2020-10-27 04:49:00.0	F390
HVN610	AOC	VTN	2020-10-27 05:00:00.0	F350
ETH644	EST	BOKAK	2020-10-27 05:50:00.0	F410
EVA212	ABI	BUTRA	2020-10-27 06:03:00.0	F370

รูปที่ 29 แสดงข้อมูลเที่ยวบินที่มีการส่งต่อความรับผิดชอบของเครื่องบินระหว่างประเทศจากประเทศไทยไปประเทศเพื่อบ้าน ย้อนหลัง 6 ชั่วโมง

เจ้าหน้าที่ควบคุมจราจรทางอากาศสามารถทราบได้ว่ามีเที่ยวบินอะไรบ้างที่บินเข้าออกประเทศ โดยแยกเป็นเที่ยวบินขาเข้าและเที่ยวบินขาออก แจ้งว่าจะถ่ายโอนความรับผิดชอบกันที่จุดไหน ความสูงเท่าไหร่ โดยจะบอกว่าขั้นตอนการถ่ายโอนความรับผิดชอบถึงขั้นตอนไหนแล้ว โดยเครื่องบินที่ถ่ายโอนความรับผิดชอบโดยระบบเรียบร้อยแล้วจะแสดงเป็นสีเขียว แต่ถ้าเที่ยวบินไหนกระบวนการส่งต่อความรับผิดชอบไม่ครบทุกขั้นตอนจะแสดงเป็นสีแดง (รูปที่ 29) โดยแต่ละเที่ยวบินเจ้าหน้าที่ควบคุมจราจรทางอากาศ หรือ วิศวกรผู้ดูแลระบบ สามารถเข้าไปตรวจสอบขั้นตอนในการรับส่งข่าว เพื่อสามารถประสานงานกับต่างประเทศได้ในทันที

2.004014-4.201109030637-5.7DBD- (TOC-CAL833/A2654-RCTP-VTBS) <<<<<	2020-11-09 03:07:00.0
2.010641-3.VLVT004014-4.201109030738-5.CF71- (LAM) >>>>>	2020-11-09 03:07:00.0
2.010642-3.VLVT004014-4.201109030807-5.7B02- (AOC-CAL833/A2654-RCTP-VTBS) >>>>>	2020-11-09 03:08:00.0
2.004015-3.VTBB010642-4.201109030834-5.CF71- (LAM) <<<<<	2020-11-09 03:08:00.0

รูปที่ 30 หน้าจอแสดงตัวอย่างขั้นตอนการส่งข่าวการบินประเภท AIDC

จากรูปที่ 30 แสดงกระบวนการส่งข่าว AIDC ของเที่ยวบิน CAL833 ในส่วนของการ Transfer Of Control (TOC) และ Assumption Of Control (AOC) ซึ่งเป็นส่วนสุดท้ายตามกระบวนการที่กำหนด (รูปที่ 28) เที่ยวบินนี้ถือว่ามีกระบวนการส่งต่อความรับผิดชอบได้สมบูรณ์ โดย

ลูกศรสีฟ้าแสดงทิศทางการส่งข่าว ถ้าชี้ไปทางขวาแสดงถึงการส่งข่าวจากประเทศไทยไปยังต่างประเทศ และถ้าลูกศรชี้ไปทางซ้ายแสดงถึงการส่งข่าวจากต่างประเทศมายังประเทศไทย โดยหากข่าวของเที่ยวบินนี้มีระบบประเทศไทยส่งข่าว AOC ออกไป แต่ไม่ได้รับ LAM กลับมาก็ยังถือว่าไม่สมบูรณ์

ในการส่งข่าว AIDC อาจจะมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น เช่น ระบบจะมีการส่งข่าวผิดไปจาก format ที่กำหนดไว้ (รูปที่ 31) ระบบของประเทศไทยจึงตอบกลับข่าว LRM กลับไปยังประเทศที่ส่งข่าวมา โดยผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถตรวจสอบและประสานงานกับต่างประเทศเพื่อตรวจสอบข้อมูลได้ในทันที เพื่อที่ข้อมูลที่ถูกต้องจะได้ถูกส่งออกมาก่อนที่เครื่องบินจะถึงจุดที่ต้องถ่ายโอนความรับผิดชอบ (COP)

Message	Receive Time
2.002519-4.201108230129-5.E062- (ABI-BOX693/A5562-VVTS-VAPVU/2316F360-VOBL-8/IS-9/B77L/H -10/SDE2E3GHIJ5M1P2RWXYZ/LB1D1 -15/N0497F340 VINAS P629 VAPVU DCT MUBUS M633 TANEK L301 DWI P762 LULDA/N0501F320 P762 PPB P761 MMV W117 XIVIL -18/PBN/A1B1C1D1L1O1S2 NAV/GBAS DAT/CPDLCX SUR/RSP180 DOF/201108 REG/DAALB) <<<<<	2020-11-08 23:01:00.0
2.002169-3.VDPP002519-4.201108230140-5.9F37- **(LRM-RMK/62/7/UNABLE TO CONVERT PRE2012 MESSAGE)** >>>>>	2020-11-08 23:01:00.0

รูปที่ 31 แสดงข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นในการส่งข่าว AIDC

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การใช้งานโดยใช้ข่าวที่ส่งระหว่างประเทศไทยกับต่างประเทศมาจากระบบส่งข่าวการบินมาทุกๆ 2 นาทีเป็นเวลา 1 เดือน เมื่อเปรียบเทียบการแจ้งเตือนระหว่างงานวิจัยชิ้นนี้กับการที่วิศวกรค้นหาข้อมูลเองในระบบ Radar Display และ AMHS/AFTN Gateway จำนวน 200 เที่ยวบิน พบว่าข้อมูลที่แจ้งเตือนขึ้นมากับการค้นหาเองตรงกัน 100% ทำให้เจ้าหน้าที่ควบคุมจราจรทางอากาศสามารถระบุเป้าหมายบนหน้าจอ Radar ได้ทุกจุด แม้ว่าเที่ยวบินจะส่งข่าวไม่ครบทุกขั้นตอนตามที่กำหนดไว้ก็ตาม อีกทั้งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องยังสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปประสานงานกับปลายทางได้ในทันที

4.1 การทดสอบและประเมิณผล

หลังจากผ่านการใช้งานจากข่าวการบินจริงเป็นเวลา 1 เดือน โดยในระหว่างที่ใช้งานก็มีการสุ่มข้อมูลจำนวน 300 เที่ยวบิน (วันละ 10 เที่ยวบิน) เปรียบเทียบข้อมูลกันระหว่าง 3 จุดที่มีข้อมูลไหลผ่านระหว่างระบบของประเทศไทยกับระบบของต่างประเทศ คือ ข้อมูลที่ระบบที่ทำหน้าที่ส่งต่อความรับผิดชอบของเครื่องบินระหว่างประเทศและแสดงผลบนหน้าจอที่เจ้าหน้าที่ควบคุมจราจรทางอากาศใช้งาน, ข้อมูลที่ระบบที่ทำหน้าที่ส่งข่าวการบินระหว่างประเทศไทยและระบบของต่างประเทศ (AMHS/AFTN Gateway) และ ข้อมูลจากระบบที่ได้จากงานวิจัยนี้ พบว่าข้อมูลที่ได้ทั้ง 3 จุดมีความถูกต้องตรงกัน 100%

4.1.1 การตรวจสอบข้อมูลใน Radar Display

ถ้าหน้าจอ Radar display ที่เจ้าหน้าที่ควบคุมจราจรทางอากาศใช้งานแสดงข้อมูลเกี่ยวเที่ยวบินขึ้นมาทั้งที่ใกล้จะถึงบริเวณที่ต้องถ่ายโอนความรับผิดชอบแล้ว ก็จะแจ้งวิศวกรที่เกี่ยวข้องและวิศวกรก็จะค้นหาข้อมูลจาก text file โดยการใช้คำสั่ง grep ค้นหาข้อมูล callsign ที่ต้องการ

รูปที่ 32 ค้นหาข้อมูลจาก text file ในระบบ Radar Display

4.1.2 การตรวจสอบข้อมูลใน AMHS/AFTN Gateway

Word GIA089

Select

IN AFTN

	TI	PRI	ADDRESSEE	Filing Time	ORIGINATOR	AFTN TEXT	DATE AN
link	IST8092	FF	VTBBTOPS	032308	WIIIZPZX	(ARR-GIA089-EHAM-WIII2304)	2020-11-03
link	IST7793	FF	VTBBTOPS	032017	VYYFZQZD	(ABI-GIA089/A0147-EHAM-TAVUN/2022F370-WIII-8/IS-9/B77W/H	2020-11-03
link	IST7787	FF	VTBBTOPS	032014	VYYFZQZD	(EST-GIA089/A0147-EHAM-TAVUN/2021F370-WIII)	2020-11-03
link	IST7786	FF	VTBBTOPS	032014	VYYFZQZD	(ABI-GIA089/A0147-EHAM-TAVUN/2022F370-WIII-8/IS-9/B77W/H	2020-11-03
link	IST7776	FF	VTBBTOPS	032011	VYYFZQZD	(EST-GIA089/A0147-EHAM-TAVUN/2022F370-WIII)	2020-11-03
link	IST7761	FF	VTBBTOPS	032001	VYYFZQZD	(ABI-GIA089/A0147-EHAM-TAVUN/2021F370-WIII-8/IS-9/B77W/H	2020-11-03
link	IST3970	FF	VTBBTOPS	030737	WIIIGIAW	(FPL-GIA089-IS	2020-11-03

OUT AFTN

	TI	PRI	ADDRESSEE	Filing Time	ORIGINATOR	AFTN TEXT	DATE ANI
link	SIT2348	FF	WMKKZGZA	032038	VTBBTOPS	(EST-GIA089/A0147-EHAM-DUBAX/2101F370-WIII)	2020-11-03 2

รูปที่ 33 ค้นหาข้อมูลใน AMHS/AFTN Gateway

การค้นหาข้อมูลใน AMHS/AFTN Gateway โดยการค้นหาข้อมูล callsign ที่ต้องการใน AFTN Text แต่ไม่สามารถดูข่าวของการ acknowledge ได้ ต้องนำข้อมูล ATSU ผู้ส่งข่าวและลำดับของการส่งข่าวที่อยู่ในส่วน Header ของข่าวไปค้นหาต่อ

INPUT AFTN MESSAGE

□IST7793 032017
FF VTBBTOPS
032017 VYYFZQZD 2.000067-4.201103201731-5.3708-
□(ABI-GIA089/A0147-EHAM-TAVUN/2022F370-WIII-8/IS-9/B77W/H

รูปที่ 34 ข้อมูล Header ของข่าวการบิน

ถ้าต้องการตรวจสอบการ acknowledge ของข่าวในรูปที่ 34 ค้นหาได้โดยนำ ATSU ผู้ส่งข่าว (VYYF) และ ลำดับการส่งข่าว (000067) มาต่อกัน

Word VYYF000067

Select

IN AFTN

	TI	PRI	ADDRESSEE	Filing Time	ORIGINATOR	AFTN TEXT	DATE ANI

OUT AFTN

	TI	PRI	ADDRESSEE	Filing Time	ORIGINATOR	AFTN TEXT	DATE
link	SIT2342	FF	VYYFZQZD	032017	VTBBTOPS	(LRM-RMK/62/7/SPACE IS MISSING OR FIELD SYNTAX ERROR)	2020-1

รูปที่ 35 ค้นหาข่าวที่ acknowledge ข่าวหมายเลข VYYF000067

4.1.3 การตรวจสอบข้อมูลในงานวิจัยนี้

Message Tracking

Message	Receive Time
2.000063-4.201103200115-5.FAEE- (ABI-GIA089/A0147-EHAM-TAVUN/2021F370-WIII-8/IS-9/B77W/H -10/SDE1E2E3FGHIJ4J5M1RWXY/LB1D1 -15/N0487F370 TAVUN L759 PUT R325 VJB G579 LAPOL/M083F370 G579 SJ B470 ANITO/N0485F370 B470 BUNIK -18/PBN/A1B1D1O1C1S1S2L1 NAV/AUSEP DOF/201103 REG/PKGII EET/EDVV0013 EDUU0030 EPWW0044 UMMV0121 UUWV0157 URRV0254 UATT0355 UTAK0423 UTAA0448 UTAV0512 OAKX0533 OPLR0608 VIDF0639 VECF0729 VYYF0933 VOMF0936 VYYF0958 VTBB1019 WMFC1057 WSJC1145 WIIF1158 SEL/CFEG CODE/8A0536 RVR/200 OPR/GIA PER/D RALT/EHAM UUEE UTAA VOMM WIMM WIII RMK/TCAS EQUIPPED E/1527 P/TBN R/UVE S/M J/LF D/8 502 YELLOW A/BLUE GREY C/ GANJAR RUSDIWAN) <<<<<	2020-11-03 20:01:00.0
2.001611-3.VYYF000063-4.201103200127-5.259C- (LRM-RMK/62/7/SPACE IS MISSING OR FIELD SYNTAX ERROR) >>>>>	2020-11-03 20:01:00.0

รูปที่ 36 ขั้นตอนการส่งข่าวการบินประเภท AIDC ของเที่ยวบินที่เลือก

การค้นหาข้อมูลเที่ยวบินที่เกี่ยวข้องในรูปที่ 32-36 จะเห็นว่าผลการตรวจสอบจะเหมือนกันทั้ง 3 วิธี และวิธีการที่ได้จากงานวิจัยสามารถตรวจสอบได้ทันทีและไม่มีข้อผิดพลาดที่เกิดจากมนุษย์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 สรุปผลการวิจัย

การนำข่าวการบินที่เกี่ยวกับการส่งต่อความรับผิดชอบของเครื่องบินระหว่างประเทศที่ติดกันมาทำ word tokenize โดยการใช้ regular expression แล้วนำผลลัพธ์ที่ได้ไปตรวจสอบความถูกต้องของการส่งต่อความรับผิดชอบของเครื่องบินระหว่างประเทศ เพื่อแจ้งเตือนให้ ATC และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้รับทราบ ระบบที่เสนอในงานวิจัยนี้ มีความถูกต้องและแม่นยำ ไม่ว่าจะเป็นการแจ้งเตือนให้ทราบว่าเที่ยวบินในที่มีการส่งข่าวไม่ครบทุกกระบวนการ และ ตรวจสอบขั้นตอนการส่งว่าพบปัญหาที่กระบวนการไหน เพื่อให้ผู้ดูแลระบบใช้เป็นข้อมูลในการประสานงานกันระหว่างประเทศได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

5.2 ปัญหาและข้อจำกัดที่พบจากการวิจัย

5.2.1 ความซับซ้อนของข้อมูลในข่าวการบินมีความหลากหลาย หากกำหนดเงื่อนไขไม่ครอบคลุมจะทำให้ได้รับข้อมูลไม่ครบถ้วน ทำให้ข้อมูลมีความคลาดเคลื่อน

5.2.2 เนื่องจากปริมาณข่าวมีจำนวณมาก ทำไม่สามารถเชื่อมต่อกับระบบที่รับส่งข่าวระหว่างประเทศโดยตรงได้ เนื่องจากจะให้หน้าที่หลักของระบบคือการส่งข่าวระหว่างประเทศทำงานหนักขึ้น ซึ่งจะส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงาน งานวิจัยนี้จึงทำเป็น script เพื่อดึงข้อมูลมาจากฐานข้อมูลของระบบสำหรับการส่งข่าวระหว่างประเทศตามรอบเวลาที่กำหนดและประมวลผลเพื่อนำมาเก็บในฐานข้อมูลที่ถูกแยกออกมา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

5.3 ข้อเสนอแนะ

ในอนาคตสามารถเพิ่มความสามารถของระบบนี้ได้โดยการเชื่อมต่อกับระบบการส่งข่าวการบินเพื่อส่งข่าวในขั้นตอนที่ไม่ครบถ้วนให้ระบบ Radar Display ประมวลผลเพื่อความครบถ้วนของกระบวนการ นอกตากนั้นยังสามารถนำไปเสนอให้ต่างประเทศใช้งาน เพื่อที่จะได้เห็นหน้าจอและข้อมูลเดียวกัน เพื่อความเข้าใจที่ตรงกัน

บรรณานุกรม

Cetintas, B.a. 'Aeronautical data exchange gateway : Answer to ATC Standardization Problem?', *Integrated Communications Navigation and Surveillance (ICNS) Conference, Herndon, VA, USA*. 2016.

G. Fuxiang, L. Fengyun, B. Shengfei, T. Hong. 'Analysis and Simulation of Air Traffic Control Conflict', *CIE International Conference on Radar, Shanghai, China*. 2006.

ICAO. 'ICAO ASIA/PACIFIC REGIONAL AERONAUTICAL TELECOMMUNICATION NETWORK (ATN) AIR TRAFFIC SERVICE (ATS) MESSAGE HANDLING SYSTEM (AMHS) DESCRIPTION'.

ICAO. 'ICAO ASIA/PACIFIC REGIONAL INTERFACE CONTROL DOCUMENT (ICD) FOR ATS INTERFACILITY DATA COMMUNICATIONS (AIDC)'.

ICAO. 'ICAO World Results and Analyses for OCT 2019. Total scheduled services (domestic and international)'. 2019.

ICAO. 'ICAO Annex 10 - Volume 2. Aeronautical Telecommunications - Communication Procedures'. 2001.

ICAO. 'ATS Inter-Facility Data Communication (AIDC) Implementation and Operations Guidance Document (IGD). 2017.

J. Bispo, I. Sourdis, J. Cardoso, S. Vassiliadis. 'Regular expression matching for reconfigurable packet inspection'. 2006.

J. Kuchar, L. Yang. 'A review of conflict detection and resolution modeling methods', *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 1(4). 2000.

Li, R. 'Digital Aeronautical Information Management (D-AIM) trials', *Integrated Communications, Navigation and Surveillance Conference, Arlington, VA, USA*. 2009.

M. Prandini, J. Hu, J. Lygeros, S. Sastry. 'A probabilistic approach to aircraft conflict detection', *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 1. 2000.

Preuss, B. 'The Application of Text Mining in Business Research', *Ethnographic Praxis in Industry Conference Proceedings*. 15 Apirl 2017.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

S. Ayhan, J. Pesce, P. Comitz, D. Sweet, S. Bliesner, G. Gerberick. 'Predictive analytics with aviation big data', *Integrated Communications, Navigation and Surveillance Conference (ICNS), Herndon, VA, USA*. 2013.

S. Ayhan, P. Comitz, G. Gerberick, S. Bliesner, J. Pesce. 'Archival service in the aviation domain', *IEEE/AIAA 31st Digital Avionics Systems Conference (DASC), Williamsburg, VA, USA*. 2012.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	Supachai Jiamwijitkul
วัน เดือน ปี เกิด	15 April 1990
สถานที่เกิด	Chumphon
วุฒิการศึกษา	Bachelor of Engineering, Computer Engineering, Kasetsart University Sriracha campus 2008 Master of Science, Computer Science, Chulalongkorn University 2019
ที่อยู่ปัจจุบัน	88/516 Soi Thoet Thai33, Dao Khanong, Thonburi, Bangkok 10600

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY