

การนำเสนอข้อมูลจากเครือข่ายเอพอาร์เอส

DATA VISUALIZATION BASED ON APRS DATA NETWORK



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2563

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การนำเสนอข้อมูลจากเครือข่ายเอพียาร์เอส

DATA VISUALIZATION BASED ON APRS DATA NETWORK

ผู้จัดทำ

1. นางสาวกฤษณา ชินสร้อย รหัสนักศึกษา 60010033

2. นายพิสิษฐ์ มานู รหัสนักศึกษา 60010727

3. นางสาวศิริรัตน์ ศรีวรรณ รหัสนักศึกษา 60010980



อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร. ปกรณ์ วัฒนจตุรพร)

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(รศ.ดร. เจริญ วงษ์ชุ่มเย็น)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

การนำเสนอข้อมูลจากเครือข่ายเอพียอร์เอส

นางสาวกฤษณา ชินสร้อย	60010033
นายพิสิษฐ์ มานู	60010727
นางสาวศิริรัตน์ ศรีวรรณ	60010980
ผศ.ดร.ปกรณ์ วัฒนจตุรพร	อาจารย์ที่ปรึกษา
รศ.ดร.เจริญ วงษ์ห่มเย็น	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
ปีการศึกษา 2563	

บทคัดย่อ

ในประเทศไทยมีการใช้งานระบบเครือข่ายรายงานพิกัดตำแหน่งอัตโนมัติผ่านคลื่นวิทยุ (APRS : Automatic Positioning Reporting System) โดยระบบเครือข่ายเอพียอร์เอส สามารถใช้งานได้อย่างหลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นรายงานสภาพอากาศจากสถานีอากาศของเครือข่ายเอพียอร์เอส การรายงานตำแหน่ง รวมทั้งสถานะของยานพาหนะ เช่น รถยนต์ รถตู้ รถบรรทุก เครื่องบิน รวมทั้งจุดจอดรถ และตำแหน่งเกิดเหตุ โดยเครือข่ายเอพียอร์เอสถูกใช้งานเพียงคนเฉพาะกลุ่ม ทำให้ผู้ใช้งานกลุ่มอื่นสามารถเข้าถึงได้ยาก และข้อมูลสภาพอากาศเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตประจำวันของทุกคนมากที่สุด เพื่อเป็นทางเลือกในการดูข้อมูลสภาพอากาศและเผยแพร่ระบบเครือข่ายเอพียอร์เอสให้ผู้ใช้งานได้รู้จัก จึงเลือกใช้ข้อมูลสภาพอากาศมาจัดทำเป็นเว็บแอปพลิเคชันในการนำเสนอข้อมูลจากเครือข่ายเอพียอร์เอสขึ้นมา

การนำเสนอข้อมูลจากเครือข่ายเอพียอร์เอสถูกออกแบบและพัฒนาในรูปแบบของเว็บแอปพลิเคชัน โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากเครือข่ายเอพียอร์เอสรวมกับส่วนการติดต่อกับแผนที่ของกูเกิล เพื่อวิเคราะห์และนำเสนอและทำนายข้อมูลสภาพอากาศให้ออกมาในรูปแบบที่สามารถเข้าใจได้ง่าย ซึ่งผู้ใช้งานสามารถเลือกใช้ฟังก์ชันต่าง ๆ ผ่านเว็บแอปพลิเคชันเพื่อเลือกดูข้อมูลสภาพอากาศ ทั้งในรูปแบบการแสดงผลในภาพรวมหรือข้อมูลแบบละเอียดได้ตามความต้องการ โดยโครงการครั้งนี้มีจุดประสงค์ เพื่อเป็นทางเลือกและช่องทางในการทราบข้อมูลสภาพอากาศ และเจาะจงแสดงเฉพาะข้อมูลสภาพอากาศที่มาจากเครือข่ายเอพียอร์เอสให้แก่ผู้ใช้งาน และทำให้ผู้ใช้งานรู้จักเครือข่ายเอพียอร์เอสมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และห้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Data Visualization Based on APRS Data Network

Ms. Krissanah Chinsoi 60010033

Mr. Pisit Manoo 60010727

Ms. Sirirat Sriwatthana 60010980

Asst.Prof.Dr. Pakorn Watanachaturaporn Advisor

Assoc.Prof.Dr. Charoen Vongchumyen Co-Advisor

Academic Year 2020

ABSTRACT

The APRS (Automatic Positioning Reporting System) is an automatic positioning system via radio wave. The APRS network in Thailand is used in situations such as weather reporting, location reporting, vehicle status. Examples of location reporting are current locations, parking spots, and examples of vehicle status are fuel consumption, speed, temperature. However, the APRS network has been designed for amateur radio operators, and public access is limited. Therefore, this project aims to obtain weather information from the APRS network and virtualize the data for public information.

The system is designed to be a web-based application for ease of access. The data obtained from the APRS network in conjunction with Google Map API are major input and development tools. The weather data are presented in an easy-to-understand format, and users may select one that suits their preferences. The information shown are either in an overview or in-details format.

This project fulfills its objective of increasing awareness of the existence of the APRS network and of virtualization APRS weather data to public.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาบัตรฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีด้วยความช่วยเหลือจากหลายฝ่ายทั้งในทางตรงและทางอ้อม ปริญญาบัตรฉบับนี้จะสำเร็จลงไม่ได้หากปราศจากความช่วยเหลือของบุคคลเหล่านี้

ขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปกรณ์ วัฒนจตุรพร และ รองศาสตราจารย์ ดร. เจริญ วงษ์ชุ่มเย็น ผู้ให้คำแนะนำ คำปรึกษา และให้ความช่วยเหลือตลอดการทำโครงการ ซึ่งทำให้การทำงานต่าง ๆ เป็นไปได้อย่างราบรื่นและสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณอาจารย์และบุคลากรในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ที่ได้ให้คำแนะนำและคำสั่งสอน และให้ความรู้มาโดยตลอด

ขอขอบคุณรุ่นพี่ เพื่อน และน้อง ในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ที่ได้ให้คำแนะนำ คำปรึกษาและแบ่งปันความรู้ในทุกด้านตลอดการทำโครงการ

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณ บิดา มารดา และครอบครัวที่ได้เลี้ยงดู สั่งสอน และให้การสนับสนุน พร้อมทั้งโอกาสในการศึกษารวมทั้งให้กำลังใจเสมอมา

กฤษณา ชินสร้อย

พิสิษฐ์ มาหนู

ศิริรัตน์ ศรีวรรณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และห้ามอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
สารบัญ	IV
สารบัญภาพ	VI
สารบัญตาราง	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 แผนการดำเนินงาน	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 APRS (Automatic Position Reporting System)	6
2.2 กิจการวิทยุสมัครเล่น	7
2.3 สถานีอากาศ	11
2.4 รายงานสภาพอากาศ	12
2.5 Igate	14
2.6 Data Visualization	15
2.7 Apex Chart	16
2.8 Time series forecasting การทำนายด้วยอนุกรมเวลา	16
2.9 Prophet	17
บทที่ 3 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ	21
3.1 การวิเคราะห์ระบบ	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และ IV ึ่งอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2 ภาพรวมของระบบ.....	23
3.3 แผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram).....	25
3.4 ผังการทำงานของระบบ	32
3.5 การออกแบบ User Interface และฐานข้อมูล.....	34
บทที่ 4 ผลการทดลอง.....	46
4.1 การทดสอบการแสดงผลหน้าเว็บแอปพลิเคชันในรูปแบบ Geolocation	46
4.2 การทดสอบการแสดงผลหน้าเว็บแอปพลิเคชันในรูปแบบ Heatmap	50
4.3 การทดสอบการดึงข้อมูลตำแหน่งของสถานีจากเว็บไซต์ของ APRS	55
4.4 การทดสอบการดึงข้อมูลสภาพอากาศของสถานีจากเว็บไซต์ของ APRS.....	56
4.5 การทดสอบการบันทึกประวัติย้อนหลังของข้อมูลสภาพอากาศ	57
4.6 การทดสอบการบันทึกข้อมูลการพยากรณ์อากาศ	58
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....	60
5.1 สรุปผลที่ได้จากโครงการ	60
5.2 ปัญหาและอุปสรรค	61
5.3 แผนในการพัฒนาต่อ	62
บรรณานุกรม.....	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และหวังอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญภาพ

รูป	หน้า
2.1 การทำงานของระบบ APRS	6
2.2 ภาพรวมของระบบ ประกอบด้วย ฟังก์ชัน ฟังก์ชัน และการแสดงผล	11
2.3 ตัวอักษรแทนข้อมูลสภาพอากาศ.....	12
2.4 สมการ Prophet.....	17
2.5 สมการ Prophet สำหรับ Linear Trend.....	18
2.6 A standard Fourier series2	18
2.7 A standard Fourier series2	18
2.8 Stan's L-BFGS Algorithm	20
3.1 ภาพรวมของระบบ	23
3.2 แผนภาพยูสเคสของการนำเสนอข้อมูลจากเครือข่าย APRS	25
3.3 ฟังก์ชันการทำงานเมื่ออยู่ในรูปแบบ Geolocation.....	32
3.4 ฟังก์ชันการทำงานเมื่ออยู่ในรูปแบบ Heatmap	33
3.5 หน้าเว็บแอปพลิเคชันเริ่มต้น	35
3.6 หน้าเว็บแอปพลิเคชันเริ่มต้น เมื่อคลิกปุ่มแสดงข้อมูล	35
3.7 หน้าเว็บแอปพลิเคชันเมื่อเลือกสถานีอากาศที่ต้องการดูข้อมูล	36
3.8 หน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงข้อมูลรายละเอียดคอนทามิ	36
3.9 หน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงข้อมูลรายละเอียดความกดอากาศ	37
3.10 หน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงข้อมูลรายละเอียดความชื้น	37
3.11 หน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงข้อมูลรายละเอียด PM 10	38
3.12 หน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงข้อมูลรายละเอียด PM 2.5	38
3.13 หน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงข้อมูลรายละเอียด PM 1.0.....	39
3.14 หน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงประวัติย้อนหลังของข้อมูลสภาพอากาศ	39
3.15 หน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงการพยากรณ์สภาพอากาศ.....	40
3.16 หน้าเว็บแอปพลิเคชัน เมื่อแสดง Heatmap ของข้อมูลสภาพอากาศประเภทต่าง ๆ	41
3.17 แผนภาพความสัมพันธ์ของข้อมูล (ER Diagram).....	42
4.1 หน้าเว็บแอปพลิเคชันเมื่อเริ่มต้นใช้งาน.....	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และ VI อ่างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูป	หน้า
4.2 หน้าเว็บแอปพลิเคชันเมื่อเปิดแถบด้านข้าง (Sidebar).....	47
4.3 แถบด้านข้าง (Sidebar) ที่แสดงรายละเอียดของสภาพอากาศโดยภาพรวม.....	48
4.4 แถบข้อมูลสภาพอากาศแสดงกราฟข้อมูลสูง-ต่ำของอุณหภูมิ และความกดอากาศ.....	48
4.5 แถบข้อมูลสภาพอากาศแสดงกราฟข้อมูลสูง-ต่ำของความชื้น และ PM 10.....	48
4.6 แถบข้อมูลสภาพอากาศแสดงกราฟข้อมูลสูง-ต่ำของ PM 2.5 และ PM 1.0.....	49
4.7 แถบแสดงการพยากรณ์ของอุณหภูมิ.....	49
4.8 หน้าเว็บแอปพลิเคชันเมื่อคลิกปุ่มค้นหาสถานีอากาศ.....	50
4.9 หน้าเว็บแอปพลิเคชันในรูปแบบ heatmap แสดงข้อมูลอุณหภูมิ.....	51
4.10 หน้าเว็บแอปพลิเคชันในรูปแบบ heatmap แสดงข้อมูลความกดอากาศ.....	51
4.11 หน้าเว็บแอปพลิเคชันในรูปแบบ heatmap แสดงข้อมูลความชื้น.....	52
4.12 หน้าเว็บแอปพลิเคชันในรูปแบบ heatmap แสดงข้อมูล PM 10.....	52
4.13 หน้าเว็บแอปพลิเคชันในรูปแบบ heatmap แสดงข้อมูล PM 2.5.....	53
4.14 หน้าเว็บแอปพลิเคชันในรูปแบบ heatmap แสดงข้อมูล PM 1.0.....	53
4.15 หน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงปุ่มประเภทของข้อมูลสภาพอากาศในรูปแบบ Heatmap.....	54
4.16 หน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงแถบด้านข้าง (Sidebar) รูปแบบ Heatmap.....	54
4.17 ข้อมูลที่ได้จากการดึงตำแหน่งของสถานีอากาศ ชื่อ HS9AN-10.....	55
4.18 ข้อมูลที่ได้จากการดึงข้อมูลสภาพอากาศของสถานีอากาศ ชื่อ HS9AN-10.....	57
4.19 ข้อมูลประวัติย้อนหลังของอุณหภูมิของสถานีอากาศชื่อ HS9AN-10.....	58
4.20 ข้อมูลการพยากรณ์อุณหภูมิของสถานีชื่อ E23JWE-1.....	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และ VIII อ่างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แผนการดำเนินงาน (1)	4
1.2 แผนการดำเนินงาน (2)	5
2.1 ตารางแสดง Event และ Holiday	19
3.1 Weather Report Requirements Specification (1)	21
3.2 Weather Report Requirements Specification (2)	22
3.3 Actor semantics	26
3.4 รายละเอียดของ Select Geolocation Mode Use case	26
3.5 รายละเอียดของ Search Wx Use case	27
3.6 รายละเอียดของ View Wx Use case	27
3.7 รายละเอียดของ View Info Window Use case	28
3.8 รายละเอียดของ View Weather Detail Use case	28
3.9 รายละเอียดของ View Weather Information Use case	29
3.10 รายละเอียดของ View History Use case	29
3.11 รายละเอียดของ View Forecast Use case	29
3.12 รายละเอียดของ Select Heatmap Mode Use case	30
3.13 รายละเอียดของ View Heatmap Detail Use case	30
3.14 รายละเอียดของ View Weather Averages Use case	31
3.15 รายละเอียดของ Zoom in-out Use case	31
3.16 รายละเอียดของ Update Information Use case	31
3.17 ตารางแสดงการจัดการฐานข้อมูลของรายชื่อสถานีตรวจวัดสภาพอากาศ	43
3.18 ตารางแสดงการจัดการฐานข้อมูลของข้อมูลสภาพอากาศของสถานี	43
3.19 ตารางแสดงการจัดการฐานข้อมูลของสถานีตรวจวัดสภาพอากาศ	44
3.20 ตารางแสดงการจัดการฐานข้อมูลการพยากรณ์ของอุณหภูมิจากสถานี	44
3.21 ตารางแสดงการจัดการฐานข้อมูลประวัติย้อนหลังของอุณหภูมิจากสถานี	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และ VIII อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

ในประเทศไทยมีการใช้งานระบบเครือข่าย APRS (Automatic Positioning Reporting System) ซึ่งเป็นระบบรายงานพิกัดตำแหน่งอัตโนมัติผ่านคลื่นวิทยุ โดยระบบเครือข่าย APRS นี้ สามารถใช้งานได้อย่างหลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นรายงานสภาพอากาศจากสถานีอากาศของเครือข่าย APRS การรายงานตำแหน่ง รวมทั้งสถานะของยานพาหนะต่าง ๆ เช่น รถยนต์ รถตู้ รถบรรทุก เครื่องบิน รวมทั้งจุดจอดครด และตำแหน่งเกตเวย์ ซึ่งผู้ใช้สามารถดูข้อมูลสถานะได้จากเว็บไซต์ของ APRS (<http://aprs.fi>)

เนื่องจากในเว็บไซต์ของ APRS นั้นมีข้อมูลที่หลากหลายและถูกใช้งานเฉพาะคนกลุ่มหนึ่งเพียงเท่านั้น ได้แก่ กลุ่มผู้ที่มีใบอนุญาตนักวิทยุสมัครเล่น ทำให้การที่บุคคลทั่วไปเข้าใช้เว็บไซต์ที่มีข้อมูลเฉพาะนั้นเข้าใจได้ยาก ดังนั้นทางผู้พัฒนาจึงเลือกฟังก์ชันที่บุคคลทั่วไปสนใจมากที่สุด ได้แก่ สถานีอากาศ ซึ่งสถานีอากาศนั้นสามารถรายงานข้อมูลเกี่ยวกับสภาพอากาศบริเวณนั้น ๆ ได้หลากหลายประเภท ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณน้ำฝน ทิศทางและความเร็วลม รวมทั้งฝุ่นละอองในอากาศชนิดต่าง ๆ (PM 1.0, PM 2.5 และ PM 10) เพื่อนำมาทำเว็บแอปพลิเคชันที่แสดงผลสภาพอากาศจากสถานีอากาศของระบบ APRS โดยเฉพาะ ทำให้การดูสภาพอากาศในแต่ละสถานีอากาศนั้นสามารถทำได้ง่ายขึ้นและเป็นทางเลือกสำหรับบุคคลทั่วไปในการตรวจสอบสภาพอากาศ นอกจากนี้ยังทำให้บุคคลทั่วไปมีโอกาสที่จะรู้จักระบบ APRS มากขึ้นเช่นกัน

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1) เพื่อรายงานและทำนายสภาพอากาศผ่านเว็บแอปพลิเคชัน โดยใช้ข้อมูลจากเครือข่าย APRS
- 2) เพื่อเป็นทางเลือกให้ผู้ที่ต้องการทราบข้อมูลสภาพอากาศจากเครือข่าย APRS เข้าถึงข้อมูลได้สะดวกมากขึ้น
- 3) เพื่อเจาะจงแสดงข้อมูลสภาพอากาศที่มาจากเครือข่าย APRS (เนื่องจากเว็บไซต์ <http://aprs.fi> มีข้อมูลหลากหลายประเภท เช่น สถานีอากาศ ตำแหน่งของรถ สถานีส่งข้อมูล ทำให้การทราบข้อมูลเฉพาะสภาพอากาศเข้าถึงได้ยากกว่าเว็บไซต์รายงานสภาพอากาศโดยตรง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- 4) เพื่อเป็นหนทางนำเสนอเครือข่าย APRS ให้ผู้ใช้งานได้รู้จักเครือข่าย APRS มากขึ้น
- 5) เพื่อให้ผู้พัฒนาเรียนรู้กระบวนการออกแบบและสร้างเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อใช้เป็นพื้นฐานและแรงผลักดันในการทำงานในอนาคต

1.3 ขอบเขตของโครงการงาน

- 1) การศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้นเพื่อรายงานและทำนายสภาพอากาศจากข้อมูลของสถานีอากาศในระบบ APRS โดยสถานีดังกล่าวมาจาก <http://aprs.fi>
- 2) ในการพัฒนาหน้าเว็บแอปพลิเคชันครั้งนี้ ผู้พัฒนาเลือกใช้ Vue.js, Django REST framework ในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน และในส่วนของพยากรณ์อากาศใช้ Prophet
- 3) การแสดงผลข้อมูลในโครงการนี้ แสดงผลเฉพาะข้อมูลสถานีอากาศในประเทศไทยเท่านั้น
- 4) ระยะเวลาในการพัฒนาระบบ ตั้งแต่วันที่ 10 สิงหาคม 2563 – 19 มีนาคม 2564 ใช้เวลาทั้งหมด 33 สัปดาห์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) สามารถดูข้อมูลสภาพอากาศจากสถานีอากาศของ APRS ได้
- 2) ทำให้ผู้ใช้สามารถดูข้อมูลสภาพอากาศได้ในรูปแบบที่สวยงามและเข้าถึงได้ง่าย
- 3) ผู้ใช้รู้จัก APRS ก้นอย่างกว้างขวางมากขึ้น
- 4) ช่วยพัฒนาทักษะความคิดที่ซับซ้อนมากขึ้นของผู้พัฒนา และได้ทดลองใช้เครื่องมือหลากหลายตลอดการพัฒนา
- 5) ผู้พัฒนาสามารถนำความรู้ไปพัฒนาตนเองต่อไปได้ เพื่อใช้เป็นประสบการณ์และแนวทางในการประกอบอาชีพ

1.5 แผนการดำเนินงาน

1.5.1 ขั้นตอนการศึกษา

- 1) ศึกษาการใช้งานเว็บไซต์ของ APRS (<http://aprs.fi>) และ โปรแกรม Pinpoint เพื่อศึกษาข้อมูลที่ได้จากสถานีอากาศของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- 2) ศึกษาการออกแบบเว็บแอปพลิเคชันและออกแบบให้เหมาะสมกับผู้ใช้งานทั้งบนคอมพิวเตอร์ส่วนตัวและโทรศัพท์มือถือ (Responsive)
- 3) ศึกษาการออกแบบ Database โดยใช้ SQLite และการเขียน API สำหรับดึงข้อมูลจากเว็บไซต์ของ APRS เพื่อนำข้อมูลมาเชื่อมต่อกับหน้าเว็บแอปพลิเคชัน
- 4) ศึกษาการใช้งาน Prophet ซึ่งนำมาใช้เป็น Time series forecast สภาพอากาศในวันถัดไป โดยอาศัยข้อมูลจากการเก็บข้อมูลย้อนหลังในช่วงระยะเวลาหนึ่ง

1.5.2 ขั้นตอนการพัฒนา

- 1) ศึกษาการใช้งาน Vue.js และพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันในส่วนแสดงผลและติดต่อกับผู้ใช้ (Front-end) โดยการใช้ Vue.js
- 2) ศึกษาการใช้งาน Google Map APIs และนำแผนที่มาแสดงบนเว็บแอปพลิเคชันร่วมกับแถบค้นหา
- 3) สร้างฐานข้อมูลและพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันในส่วนการจัดการเว็บแอปพลิเคชัน (Back-end) ด้วย Django REST framework เพื่อเก็บข้อมูลและส่งไปยังส่วนหน้าเว็บให้แสดงข้อมูลสภาพอากาศในแต่ละสถานี
- 4) เชื่อมข้อมูลของส่วน Front-end และ Back-end ให้เป็นเว็บแอปพลิเคชันรายงานสภาพอากาศโดยใช้ข้อมูลจาก APRS ได้อย่างสมบูรณ์ ทั้งการปักหมุดสถานีอากาศในที่ต่างๆ และการแสดง Heatmap แต่ละประเภท ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น ความดันอากาศ PM 10 PM2.5 และ PM 1.0
- 5) ตรวจสอบและแก้ไขระบบระหว่างการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชัน

1.5.3 ขั้นตอนการทดสอบระบบและแก้ไข

- 1) ทดสอบระบบโดยผู้พัฒนาระบบ หากพบข้อผิดพลาดจะต้องแก้ไขก่อนนำไปทดสอบระบบโดยบุคคลทั่วไป
- 2) ทดสอบระบบโดยให้บุคคลทั่วไปเป็นผู้ทดลองใช้งานระบบ หากพบข้อผิดพลาดจะต้องแก้ไขทันที
- 3) แก้ไขข้อผิดพลาดให้มากที่สุด และเพิ่มเติมฟังก์ชันที่เหมาะสมกับการใช้งาน
- 4) นำไปทดสอบระบบอีกครั้ง และทำซ้ำจนกว่าระบบจะสมบูรณ์มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

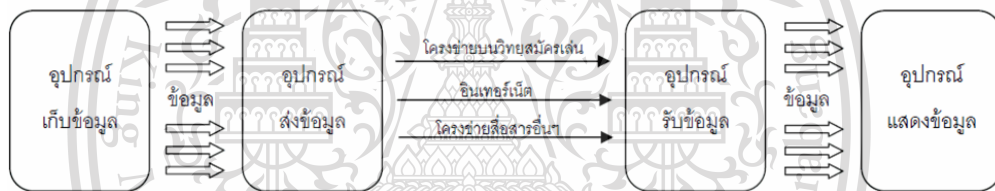
บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 APRS (Automatic Position Reporting System)

APRS (Automatic Position Reporting System) เป็นระบบรายงานพิกัดตำแหน่งอัตโนมัติ เป็นระบบที่คิดค้นโดย Bob Bruninga หรือนักวิทยุสมัครเล่นรหัส WB4PR ปัจจุบันได้พัฒนาการส่งข้อมูลให้หลากหลายมากขึ้นจนกลายเป็น Automatic Packet Reporting System หรือเรียกว่าระบบรายงานข้อมูลอัตโนมัติมีการส่งข้อมูลในระบบ Packet Radio ความถี่กลางของนักวิทยุสมัครเล่น

2.1.1 ส่วนประกอบและการทำงานของ APRS



รูป 2.1 การทำงานของระบบ APRS

- 1) อุปกรณ์เก็บข้อมูลและส่งข้อมูล ทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่ต้องการและส่งข้อมูลออกไป
 - 1) อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูล ได้แก่ เครื่องรับ GPS, คอมพิวเตอร์สำหรับเก็บข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ, เซนเซอร์ตรวจวัดต่าง ๆ ได้แก่ เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ เซนเซอร์วัดปริมาณน้ำฝน เซนเซอร์วัดปริมาณฝุ่นละอองชนิดต่างๆ ในอากาศ (PM 10, PM 2.5, PM 1.0) เซนเซอร์วัดทิศทางและความเร็วลม เซนเซอร์วัดความดันอากาศ
 - 2) อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ส่งข้อมูล ได้แก่ TNC (Terminal Node Controller) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงข้อมูลเป็นสัญญาณวิทยุ และแปลงสัญญาณวิทยุเป็นข้อมูล, Tracker เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงค่าพิกัดดาวเทียมเป็นสัญญาณ Packet Radio, วิทยุสื่อสาร เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ส่งสัญญาณ Packet Radio ไปทางอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2) อุปกรณ์รับข้อมูลและแสดงข้อมูล ทำหน้าที่รับข้อมูลที่ต้องการและแสดงผลข้อมูลที่ได้รับ

- 1) อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับข้อมูล ได้แก่ วิทยุสื่อสาร เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับสัญญาณ Packet Radio, TNC (Terminal Node Controller) แปลงสัญญาณและส่งต่อให้คอมพิวเตอร์
- 2) อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แสดงผลข้อมูล ได้แก่ คอมพิวเตอร์ แสดงผลผ่านโปรแกรมหรือส่งออกระบบอินเตอร์เน็ตต่อไป

การแสดงผลข้อมูลนั้น สามารถแสดงผลได้ทั้งแบบใช้อินเตอร์เน็ตโดยการดูผ่านเว็บไซต์ <http://aprs.fi> และไม่ใช้อินเตอร์เน็ต ซึ่งสามารถแสดงผลโดยใช้โปรแกรมต่างๆ เช่น UIVIEW จะเป็นการต่อเสาอากาศรับวิทยุสื่อสารและ TNC เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์

2.2 กิจการวิทยุสมัครเล่น

2.2.1 วัตถุประสงค์ของกิจการวิทยุสมัครเล่น

- 1) ใช้เป็นเครือข่ายสื่อสารองในยามฉุกเฉินเพราะเป็นเครือข่ายสาธารณะ
- 2) พัฒนาความรู้ของผู้ที่สนใจ เพื่อนำไปใช้ต่อยอดให้ประเทศมีการพัฒนา
- 3) เพิ่มความสามารถและดึงดูดผู้ที่สนใจในการเป็นนักวิทยุสมัครเล่น

2.2.2 วิทยุสมัครเล่นในประเทศไทย

นักวิทยุสมัครเล่นในประเทศไทยแบ่งออกเป็น 3 ชั้น ในแต่ละชั้นจะมีความถี่ที่สามารถใช้ได้เหมาะสม

- 1) ขั้นต้น ใช้ความถี่รับ/ส่งในย่าน VHF (144.000 – 146.000 MHz) และรับฟังในย่าน UHF บางความถี่ได้ ซึ่งสามารถดูในราชกิจจานุเบกษา ๒๓ กรกฎาคม ๒๕๕๗
- 2) ขั้นกลาง สามารถใช้ความถี่ขั้นต้นได้ และสามารถใช้ความถี่ในย่าน HF ทำให้ติดต่อพูดคุยได้กับนักวิทยุอื่นทั่วโลก และนักวิทยุสมัครเล่นขั้นกลางในประเทศไทยจะมีการสอบฟังรหัสมอร์ส
- 3) ขั้นสูง สามารถใช้คลื่นความถี่ที่ขั้นกลางใช้และสามารถใช้คลื่นความถี่ที่มากกว่านั้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.2.3 กิจกรรมต่างๆของนักวิทยุสมัครเล่น

นักวิทยุสมัครเล่นสามารถติดต่อสื่อสารกันได้ผ่านเสียงพูด และการใช้รหัสมอร์ส การติดต่อด้วยรหัสมอร์สนั้นทำให้เกิดการติดต่อสื่อสารระหว่างประเทศ ที่ผ่านมานักวิทยุสมัครเล่นเป็นผู้ริเริ่มนำระบบ Packet Radio เข้ามาใช้งาน ทำให้หลังจากนั้น องค์กรอื่นๆได้นำไปพัฒนาและใช้งานให้เกิดประโยชน์มากมาย เช่น

1) การจับกลุ่มคุยกัน

นักวิทยุสมัครเล่นสามารถรวมพูดคุยกับนักวิทยุสมัครเล่นคนอื่นได้ การทำแบบนี้เรียกว่า Rag Chew และในมหาวิทยาลัยมีการรวมกลุ่มของนักศึกษาเป็นชมรมอีกด้วย

2) บัตรยืนยันการติดต่อ

บัตรยืนยันการติดต่อหรือ QSL card ใช้สำหรับจดบันทึกการติดต่อต่างๆที่เกิดขึ้น และสามารถยืนยันตัวตนในการรับรางวัลในกิจกรรมต่างๆได้ หรือเก็บสะสมไว้เป็นงานอดิเรก ในปัจจุบันสามารถการยืนยันแบบอิเล็กทรอนิกส์ เช่น Logbook of the World (LoTW) จัดทำโดยสมาคมวิทยุสมัครเล่นอเมริกา (ARRL)

3) การติดต่อทางไกล (DX)

คลื่นความถี่ย่าน HF ทำให้สามารถติดต่อระหว่างประเทศไปได้ทั่วโลก หรือใช้ความถี่ย่าน VHF ในการติดต่อระยะไกล และสามารถติดต่อโดยการสะท้อนคลื่นวิทยุจากผิวพื้นดวงจันทร์ หรือการติดต่อแบบสะท้อนฝนดาวตก เป็นต้น

4) การเดินทางไปติดต่อตามสถานที่ต่าง ๆ (DX-peditions)

พื้นที่ที่ไม่มีนักวิทยุสมัครเล่น จะมีการรวมกลุ่มไปจัดตั้งสถานีชั่วคราว เรียกว่า DX-peditions เพื่อให้สามารถติดต่อในพื้นที่นั้นๆได้

5) รางวัล

รางวัลสำหรับนักวิทยุสมัครเล่นที่สามารถติดต่อกับสถานีวิทยุสมัครเล่นในส่วนต่าง ๆ ของโลก ได้แก่

- รางวัล DX Century Club (DXCC) คือรางวัลที่ให้กับผู้ที่สามารถติดต่อและยืนยันด้วยบัตรยืนยันการติดต่อได้ 100 ประเทศขึ้นไป จากทั้งหมด 335 ประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- รางวัล Work All States (WAS) คือรางวัลที่มอบให้สำหรับผู้ที่สามารถติดต่อครบทุกรัฐของสหรัฐอเมริกา
- รางวัล Work All Continents (WAC) คือรางวัลที่มอบให้กับผู้ที่สามารถติดต่อได้ครบ 6 ทวีปของโลก
- รางวัล Work All Zones (WAZ) คือรางวัลที่มอบให้ผู้ที่ติดต่อได้ครบทุก Zone

6) การแข่งขัน

การแข่งขัน (Contesting หรือ Radio sport) คือ การแข่งขันที่จัดโดยนักวิทยุสมัครเล่น เป็นการแข่งหาผู้ที่ติดต่อกัน ได้มากที่สุดในเวลาที่กำหนด

7) สถานีพิเศษ

ใช้ในเหตุการณ์สำคัญ หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นนานๆครั้ง เช่น HS2000 เป็นการรายงานการเปลี่ยนปี ค.ศ. ใหม่

8) การตั้งสถานีชั่วคราว (Portable)

เป็นการตั้งสถานีในพาหนะ เช่นเครื่องบิน หรือพื้นที่ห่างไกล แต่จะส่งด้วยกำลังต่ำ

9) การติดต่อด้วยกำลังส่งต่ำ (QRP)

เป็นสิ่งที่นักวิทยุสมัครเล่นหรือผู้ที่สนใจในด้านนี้สามารถสร้างเครื่องส่งสัญญาณหรือที่เรียกกันว่า QRP ซึ่งย่อมาจาก Q code มีความหมายว่าลดกำลังส่ง ใช้กำลังส่งไม่เกิน 5 วัตต์ สำหรับการติดต่อแบบแฮมมอร์ส และไม่เกิน 10 วัตต์สำหรับการติดต่อแบบเสียงพูด

10) วิทยุสมัครเล่นกับอวกาศ

มีการส่งดาวเทียมสำหรับการติดต่อสื่อสารหรือการทดลองของนักวิทยุสมัครเล่นมากกว่า 70 ดวง ในโครงการ Orbiting Satellite Carrying Amateur Radio (OSCAR) บางดวงสามารถรับส่งได้ผ่านมือถือ และสายอากาศชนิดติดกับตัวเครื่อง หรือ rubber duck นอกจากนี้ยังสามารถใช้ดวงจันทร์ และดาวตก เพื่อใช้สะท้อนคลื่นสำหรับการติดต่อสื่อสาร รวมถึงสามารถติดต่อสื่อสารกับสถานีอวกาศนานาชาติ (International Space Station หรือ ISS) ซึ่งนักบินอวกาศเกือบทุกคนที่ประจำอยู่จะได้รับใบอนุญาตการเป็นนักวิทยุสมัครเล่น และยังมีโครงการที่ให้นักเรียนได้ติดต่อพูดคุยกับนักบิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

อวกาศผ่านความถี่วิทยุสมัครเล่น รวมทั้งสามารถใช้เป็นความถี่สำรองสำหรับสถานีอวกาศนานาชาติได้

11) ระบบรายงานพิกัดอัตโนมัติผ่านวิทยุสมัครเล่น

นักวิทยุสมัครเล่นมีการพัฒนาระบบรายงานพิกัดอัตโนมัติผ่านวิทยุสมัครเล่น (Automatic Packet Reporting System (APRS)) ขึ้น ระบบรายงานพิกัดอัตโนมัติเป็นการประยุกต์ใช้อุปกรณ์ระบุพิกัดสัญญาณดาวเทียม GPS และทำการส่งพิกัดที่อยู่หรือที่ตั้งสถานีของนักวิทยุสมัครเล่น ยานพาหนะ ผ่านเครือข่ายวิทยุสมัครเล่น โดยมีสถานีรับข้อมูลอยู่ทั่วโลกและสามารถแสดงผลได้ทางอินเทอร์เน็ต

12) กีฬาค้นหาแหล่งกำเนิดสัญญาณวิทยุ (ARDF)

ARDF (Amateur radio direction finding) เป็นกีฬาค้นหาแข่งขันที่ต้องเดินทางจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งเพื่อค้นหาตัวส่งสัญญาณวิทยุให้ได้มากที่สุดภายในระยะเวลาที่กำหนด



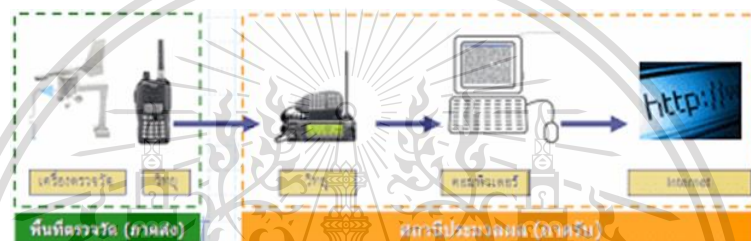
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.3 สถานีอากาศ

สถานีอากาศ (Weather Station) เป็นสถานีประเภทหนึ่งในระบบเครือข่าย APRS ซึ่งเป็นสถานที่เก็บข้อมูลพิกัดและสภาพอากาศผ่านเซนเซอร์ชนิดต่าง ๆ โดยนำพิกัดที่ได้จาก GPS นำมารวมกับข้อมูลสภาพอากาศและสถานะของสถานี แล้วจึงทำการส่งข้อมูลออกผ่านคลื่นวิทยุไปยังอุปกรณ์รับข้อมูล (เช่น คอมพิวเตอร์) และแสดงผลผ่านระบบ Packet Radio โดยมี APRS Protocol ในการจัดวางรูปแบบในการส่งข้อมูลผ่านวิทยุสื่อสาร และนำมารวบรวมแล้วกระจายต่อผ่านเครือข่าย Internet ได้ด้วย APRS Internet System (APRS-IS) ซึ่งสามารถตรวจสอบข้อมูลสภาพอากาศจากระบบเครือข่าย APRS ผ่านอินเทอร์เน็ตที่เว็บไซต์ <http://aprs.fi>



รูป 2.2 ภาพรวมของระบบ ประกอบด้วย ฟังส่ง ฟังรับ และการแสดงผล

สถานีอากาศปัจจุบันสามารถต่อเซนเซอร์ DHT22 หรืออื่น ๆ เพิ่มเข้าไป และส่งข้อมูลสภาพอากาศไปยังฝั่งรับข้อมูล ทำให้สถานีนี้เป็นสถานี wx หรือสถานีอากาศ โดยข้อมูลอากาศที่วัดได้จะถูกส่งออกไปพร้อมกับ Beacon ที่ระบุตำแหน่งพิกัดสถานี และ Comment ข้อความต่อท้าย ซึ่งการแปลข้อมูลอากาศของมาตรฐาน APRS จะอ่านค่าอักษร เช่น t s p P เป็นข้อมูลแต่ละชนิด ดังนั้นเวลาตั้งค่าข้อความ comment ไม่ควรใช้อักษรดังกล่าว เพราะจะทำให้แปลข้อมูลผิดพลาดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Wind Direction cccc	Wind Speed ssss	Gust gggg	Temp tttt	Rain Last Hr rrrr	Rain Last 24 Hrs pppp	Rain Since Midnight PPPP	Humidity hhh	Barometric Pressure bbbbbb
Bytes: 4	4	4	4	4	4	4	3	5

where: **c** = wind direction (in degrees).
s = sustained one-minute wind speed (in mph).
g = gust (peak wind speed in mph in the last 5 minutes).
t = temperature (in degrees Fahrenheit). Temperatures below zero are expressed as -01 to -99.
r = rainfall (in hundredths of an inch) in the last hour.
p = rainfall (in hundredths of an inch) in the last 24 hours.
P = rainfall (in hundredths of an inch) since midnight.
h = humidity (in %. 00 = 100%).
b = barometric pressure (in tenths of millibars/tenths of hPascal).

Other parameters that are available on some weather station units include:

L = luminosity (in watts per square meter) 999 and below.
l (lower-case letter "L") = luminosity (in watts per square meter) 1000 and above.
l (L is inserted in place of one of the rain values).

รูป 2.3 ตัวอักษรแทนข้อมูลสภาพอากาศ

2.4 รายงานสภาพอากาศ

การรายงานสภาพอากาศ เป็นการแสดงผลข้อมูลสภาพอากาศ ณ ที่นั้น ๆ ในช่วงเวลานั้น ๆ โดยอาศัยข้อมูลจากเครื่องมือตรวจวัดสภาพต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ความกดอากาศ ความเร็วลม รวมทั้งปริมาณฝนละอองชนิดต่างๆในอากาศ เพื่อเป็นการส่งข้อมูลให้บุคคลทั่วไปรับรู้ และเมื่อมีข้อมูลสภาพอากาศหลากหลายช่วงเวลามากพอ จะทำให้เราสามารถทำนายสภาพอากาศได้อีกด้วย

2.4.1 อุณหภูมิของอากาศ

อุณหภูมิของอากาศบ่งบอกถึงระดับความร้อนของอากาศ สามารถตรวจวัดได้ด้วยเครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดอุณหภูมิที่รู้จักกันโดยทั่วไปคือ เทอร์โมมิเตอร์

มีการตรวจวัดด้วยเรดาร์และดาวเทียมของกรมอุตุนิยมวิทยา ทำให้มีความแม่นยำสูง โดยอุณหภูมิมีความสำคัญต่อการหมุนเวียนของอากาศ ที่จะมีการเคลื่อนที่จากบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงกว่า

2.4.2 ความชื้น

ความชื้น หมายถึง อัตราส่วนระหว่างปริมาณความชื้น(ไอน้ำ)ที่มีอยู่จริงในอากาศ

กับปริมาณความชื้น(ไอน้ำ)ที่อากาศขณะนั้นจะรองรับได้เต็มที่ ณ อุณหภูมิเดียวกัน เมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ปริมาณความชื้นมีมากกว่าปริมาณความชื้นที่อากาศจะรองรับได้ก็จะกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ ดังนั้นหน่วยของความชื้นสัมพัทธ์ จึงออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ (%) ซึ่งสามารถวัดความชื้นได้ โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า ไฮโกรมิเตอร์ อาจนำไปประเมินได้ว่าในขณะนั้นมีฝนตกอยู่หรือไม่ แต่ไม่แม่นยำเท่าการตรวจวัดปริมาณน้ำฝนโดยเฉพาะ

2.4.3 ความกดอากาศ

ความกดอากาศ (Pressure) คือน้ำหนักของอากาศที่กดทับเหนือบริเวณนั้น ๆ มีความสัมพันธ์กันกับอุณหภูมิและระบบการเกิดลมบนพื้นโลก สามารถตรวจวัดความกดอากาศได้โดยเครื่องมือที่เรียกว่า บารอมิเตอร์ (Barometer) โดยปกติคนเราสามารถอยู่ได้โดยไม่ได้รับแรงกดจากความกดอากาศ แต่ที่เราสามารถอยู่บนโลกที่มีความกดอากาศอยู่ได้นั้น เนื่องจากความกดอากาศภายในตัวคนเรามีเท่ากับภายนอก จึงไม่รู้สึกรัดอึดหรือเป็นอันตราย ในขณะที่เดียวกันถ้าเราออกไปนอกโลกที่ไม่มีบรรยากาศหรือความกดอากาศอยู่ โดยไม่ได้สวมชุดอวกาศร่างกายของเราจะพุ่งออกและระเบิดออกได้ในที่สุด

2.4.4 ฝุ่นละอองในอากาศ

ฝุ่นละออง หมายถึง อนุภาคแขวนลอยในอากาศ มีทั้งขนาดใหญ่และขนาดเล็ก มีขนาดตั้งแต่ 100 ไมครอนลงมา และก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของสิ่งมีชีวิต บดบังทัศนวิสัยทัศนย์ ดังนั้นจึงมีการกำหนดมาตรฐานฝุ่นละอองในบรรยากาศ แต่มีการศึกษาวิจัยพบว่าฝุ่นขนาดเล็กเป็นอันตรายต่อสุขภาพมากกว่าฝุ่นรวม เนื่องจากสามารถผ่านเข้าไปในระบบทางเดินหายใจได้ ดังนั้น US.EPA จึงได้มีการยกเลิกค่ามาตรฐานฝุ่นรวม และกำหนดค่าฝุ่นขนาดเล็กเป็น 2 ชนิด คือ ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10) และฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM2.5)

2.4.4.1 PM 10

PM10 หมายถึง ฝุ่นหยาบ เป็นอนุภาคที่มี เส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 – 10 ไมครอน มีแหล่งกำเนิดจากการจราจรบนถนนที่ไม่ได้ลาดยางจากการขนส่งวัสดุ ฝุ่นจากกิจกรรมบดขยี้หิน ทำให้มีฝุ่นหยาบกระจายตัวและลอยอยู่ในอากาศ ยังมีการจราจรบนถนนหรือกิจกรรมบดขยี้หินมาก ฝุ่นหยาบยิ่งมากขึ้น และยังมีกิจกรรมอีกมากที่สามารถทำให้เกิดฝุ่นหยาบได้อีกมากมาย ซึ่งส่วนใหญ่จะเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.4.4.2 PM 2.5

PM2.5 หมายถึง ฝุ่นละอองที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 2.5 ไมครอน มีแหล่งกำเนิดจากควันเสียของรถยนต์ โรงไฟฟ้า โรงงาน อุตสาหกรรม ควันที่เกิดจากหุงต้มอาหารโดยใช้ฟืน นอกจากนี้ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) ออกไซด์ของไนโตรเจน (NOX) และสารอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) จะทำปฏิกิริยากับสารอื่นในอากาศทำให้เกิดเป็นฝุ่นละอองได้

2.4.4.3 ผลกระทบจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก

ฝุ่นขนาดเล็ก หมายถึง ฝุ่นที่มีขนาดเล็กลงกว่า 10 ไมครอน (PM10) ซึ่งขนาดและองค์ประกอบของฝุ่นขนาดเล็กอาจเกิดได้จากหลากหลายกระบวนการ เช่น กระบวนการทางเคมี และกระบวนการเผาไหม้ รวมทั้งกระบวนการทางกลศาสตร์ เช่น การก่อสร้าง ฝุ่นละอองขนาดเล็กสามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพได้หลายระบบ เช่น ระบบทางเดินหายใจ ระบบหัวใจและหลอดเลือด ระบบตา ระบบผิวหนัง และเพิ่มความเสี่ยงของอัตราการตายจากภาวะเส้นเลือดอุดตันในสมอง ทำให้น้ำหนักของทารกในครรภ์ลดลง ฝุ่นขนาดเล็กบางชนิด เช่น ฝุ่นทรายทำให้เกิดซิลิโคซิส (Silicosis) ฝุ่นถ่านหินทำให้เกิดโรคปอดจากฝุ่นถ่านหิน (Coal Workers' Pneumoconiosis)

2.5 Igate

Igate หรือ Internet Gateway เป็นสถานี APRS ที่เชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ตและเชื่อมต่อกับวิทยุสื่อสาร จึงทำหน้าที่รับข้อมูลสถานี APRS ที่ใช้วิทยุสื่อสาร แล้วนำข้อมูลส่งต่อไปยัง APRS Server ในทางกลับกัน นำข้อมูลจาก APRS Server ส่งออกไปยังสถานี APRS ที่ใช้วิทยุสื่อสารได้ โดยที่ผู้ดูแลสถานีสามารถเลือกที่จะนำข้อมูลจาก APRS Server ส่งออกอากาศได้ เพื่อไม่ให้ความถี่หนาแน่นจนเกินไป ผู้ที่จะทำการให้บริการเป็นสถานี Igate ขอให้เลือกความเหมาะสมดังนี้

1) Igate แบบรับอย่างเดียว

รับข้อมูลจากวิทยุสื่อสารแล้วนำเข้าสู่ APRS Server อย่างเดียว โดยไม่มีการส่งออกข้อมูลจาก APRS Server ซึ่งทุกสถานีที่ต่ออยู่กับวิทยุสื่อสารสามารถทำได้

2) Igate แบบรับส่ง

ทำหน้าที่รับและส่งข้อมูลได้ทั้งสองทาง ควรเป็นสถานีที่มีสายอากาศสูงรับส่งได้ไกล ครอบคลุมพื้นที่กว้าง ซึ่งในแต่ละห้องที่ไม่ควรมีสถานีเหล่านี้มากจนเกินไป ในแต่ละ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส จังหวัดมีเพียงสถานีเดียวก็เพียงพอในการจัดการรับส่งข้อมูลไปยังสถานีต่างๆ ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 Data Visualization

Data Visualization คือการนำเสนอแผนภาพข้อมูล โดยการนำข้อมูลมาผสมผสานกับจินตนาการเพื่อสร้างภาพความคิดขึ้นมา ทำให้สามารถเข้าใจได้ง่ายในหลากหลายรูปแบบ เช่น กราฟ แผนภูมิ เป็นต้น

2.6.1 รูปแบบในการใช้ Data Visualization

- 1) การนำเสนอแบบทิศทางหรือแนวโน้ม (Trending) เป็นการนำเสนอแบบใช้กราฟที่แสดงแนวโน้ม เพื่อนำเสนอข้อมูลให้เห็นจำนวนข้อมูลที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลา (Period) รวมถึงเน้นข้อมูลที่ต้องการนำเสนอ ได้แก่ Line Chart, Bar Chart, Radar Chart, Area Chart เป็นต้น
- 2) การนำเสนอแบบกลุ่มข้อมูล (Classification) เป็นการนำเสนอโดยการนำข้อมูลที่มามีมาจัดเป็นกลุ่ม เช่น Donut Chart, Ring Chart, Pie Chart
- 3) การนำเสนอเชิงเปรียบเทียบข้อมูล (Comparison) เป็นการนำเสนอที่เหมาะสมสำหรับการนำเสนอที่ต้องการเปรียบเทียบผลการดำเนินงาน เช่น เทียบกับปีที่แล้ว (YoY) เปรียบเทียบกับเป้าที่ตั้งไว้ (Target) เช่น KPI Indicator, Bullet Chart, Power BI Card with State เป็นต้น
- 4) การนำเสนอรูปแบบแผนที่ (Geographical) เป็นการนำเสนอที่เหมาะสมสำหรับนำข้อมูลมาเพื่อเป็นจุด โฟกัสของกลุ่มผู้ใช้ในแต่ละพื้นที่ที่สนใจ เช่น Globe Map, Google Map, Flow Map เป็นต้น
- 5) การนำเสนอข้อมูลที่ต้องพยากรณ์ล่วงหน้าและมีการวิเคราะห์ข้อมูลที่ซับซ้อน (Analytics) เป็นการดึงข้อมูลในอดีตมาเพื่อวิเคราะห์ พยากรณ์อนาคต และนำเสนอข้อมูลที่ได้ในรูปแบบของกราฟ เช่น Association Rules, Clustering, Forecasting Time Series, Calculation Plot

2.6.2 ข้อดีของ Data Visualization

- 1) การใช้รูปภาพมานำเสนอข้อมูลจะทำให้เข้าใจข้อมูลได้ง่ายขึ้น
- 2) ช่วยจัดระเบียบความคิดวิเคราะห์ข้อมูลให้มีความน่าเชื่อถือ
- 3) ประหยัดเวลาในการนำเสนอ

2.6.3 การออกแบบ Data Visualization

- 1) เลือกประเภทของกราฟให้เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- 2) ปรับแต่งการแสดงผลให้ผู้ใช้งานสามารถตีความหมายได้ง่ายขึ้น
- 3) ออกแบบแนวทางให้ผู้ใช้งานสามารถนำเสนอข้อมูลที่มีคุณค่าสูงสุดแก่ผู้ใช้งาน
- 4) เก็บรายละเอียดของ Dashboard ทั้งในด้านความสวยงาม และสิ่งที่ต้องการสื่อสาร

2.7 Apex Chart

Apex Chart เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการสร้างกราฟ ซึ่งมีกราฟหลากหลายรูปแบบให้เลือกใช้ ไม่ว่าจะเป็นกราฟเส้น, กราฟพื้นที่, แท่งเทียน, Heat map Chart, แผนภูมิต้นไม้, กราฟหลายมิติ, กราฟโดนัท/พาย, แสดงเป็นแบบเรดาร์, กราฟแท่ง, กราฟรัศมี และ Synchronized chart โดยมีรูปแบบให้เลือกหลากหลาย ไม่ว่าจะเป็น สี ธีม การไล่สี การใส่รูปภาพ แบบแผน และแสงเงา ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้ทั้งใน Angular, React และ Vue

2.8 Time series forecasting การทำนายด้วยอนุกรมเวลา

การทำนายสภาพอากาศในวันข้างหน้า เราจะใช้การทำนายจากอนุกรมเวลาซึ่งใช้ข้อมูลในอดีตมาเป็นตัวทำนายสถานการณ์ในอนาคตและสามารถตรวจจับความผิดปกติที่จะเกิดขึ้นได้ ซึ่งการทำนายด้วยอนุกรมเวลานั้นจะมีความท้าทายของความสำเร็จของข้อมูลและมีคุณภาพสูง

การสร้างแบบจำลองอนุกรมเวลานั้นเกิดขึ้นได้ค่อนข้างยากเพราะเป็นการพยากรณ์ตามขนาดที่รวมโมเดลที่กำหนดค่าได้ด้วยการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของนักวิเคราะห์ โดยโมเดลทำนายผลมีหลายชนิด เช่น Linear Regression , Decision Tree, Neural Network และ Prophet ซึ่งพัฒนาโดย Facebook เป็นต้น

ความแตกต่างของข้อมูลแบบ Time Series กับข้อมูลทั่วไป คือต้องมีข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเวลาเพื่อทำให้ทำนายผลได้อย่างแม่นยำขึ้น ได้แก่

- 1) Trend (เทรนด์)
- 2) Seasonality (ฤดูกาล)
- 3) Cycle (วัฏจักร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.9 Prophet

การคาดการณ์แบบอนุกรมเวลาโดยใช้ Prophet นั้นถูกออกแบบมาเพื่อจัดการกับคุณสมบัติทั่วไปของอนุกรมเวลา ที่สำคัญยังได้รับการออกแบบให้สามารถใช้งานโดยการปรับพารามิเตอร์ให้ใช้ได้โดยง่ายโดยไม่ต้องทราบรายละเอียดของโมเดลต้นแบบ

Prophet นั้นใช้แบบจำลองอนุกรมเวลาที่สลายตัวได้ (Harvey & Peters 1990) โดยมีสามหลักส่วนประกอบของโมเดล ได้แก่ เทรนด์ฤดูกาลและวันหยุด ซึ่งรวมกันดังสมการต่อไปนี้

$$y(t) = g(t) + s(t) + h(t) + \epsilon_t.$$

รูป 2.4 สมการ Prophet

ในที่นี้ $g(t)$ คือฟังก์ชันแนวโน้มซึ่งจำลองการเปลี่ยนแปลงที่ไม่เป็นระยะในค่าของอนุกรมเวลา

$s(t)$ คือการเปลี่ยนแปลงเป็นระยะ เช่น ฤดูกาลรายสัปดาห์และรายปี

$h(t)$ คือผลกระทบของวันหยุดที่เกิดขึ้นกับตารางเวลาที่อาจไม่สม่ำเสมอ 1 วันขึ้นไป

ϵ_t คือข้อผิดพลาด ซึ่งหมายถึงการเปลี่ยนแปลงที่แปลกประหลาด

t คือการแจกจ่ายตามปกติ

ข้อกำหนดนี้คล้ายกับแบบจำลองสารเติมแต่งทั่วไป (GAM) (Hastie & Tibshirani 1987) ซึ่งเป็นคลาสของแบบจำลองการถดถอยที่มีความนุ่มนวลแบบไม่เป็นเชิงเส้นที่นำไปใช้กับผู้ถดถอยและใช้เวลาเป็นตัวรีเกรสเซอร์เท่านั้น แต่อาจเป็นเชิงเส้นได้หลายแบบ โดยหน้าที่ของเวลาเป็นส่วนประกอบการสร้างแบบจำลองฤดูกาล มีแนวทางเดียวกับการปรับให้เรียบแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (Gardner) การที่ฤดูกาลมีความหลากหลายจะมีผลต่อปัจจัยที่คูณ $g(t)$ สามารถทำได้โดยใช้ log transform

สูตร GAM มีข้อดีคือสลายตัวได้ง่ายและรองรับส่วนประกอบใหม่ตามความจำเป็น เช่น เมื่อมีการระบุแหล่งที่มาใหม่ของฤดูกาล

2.9.1 The Trend Model

มีการใช้เทรนด์โมเดลแบบที่ครอบคลุมแอปพลิเคชัน Facebook ได้แก่ โมเดลการเติบโต และโมเดลเชิงเส้น

Linear Trend ใช้สำหรับคาดการณ์ปัญหาที่ไม่แสดงการเติบโตในอัตราที่คงที่ ซึ่ง

แบบจำลองแนวโน้มคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

$$g(t) = (k + \mathbf{a}(t)^T \boldsymbol{\delta})t + (m + \mathbf{a}(t)^T \boldsymbol{\gamma}),$$

รูป 2.5 สมการ Prophet สำหรับ Linear Trend

โดย k คืออัตราการเติบโต

$\boldsymbol{\delta}$ คืออัตราการปรับตัว

m คือออฟเซตของพารามิเตอร์

γ_j ถูกตั้งค่าให้เป็น $-\delta_j s_j$ เพื่อให้กลายเป็นฟังก์ชันต่อเนื่อง

2.9.2 Seasonality

อนุกรมเวลามักเกี่ยวข้องกับการใช้ชีวิตประจำวันของมนุษย์ เช่น มนุษย์ทำงาน 5 วัน/สัปดาห์ จะสามารถสร้างผลกระทบต่ออนุกรมเวลาได้ เพราะทำซ้ำๆ กันในแต่ละสัปดาห์ เพื่อให้คาดการณ์ผลกระทบเหล่านี้ให้ได้อย่างพอดี จึงต้องระบุแบบจำลองฤดูกาลที่เป็นฟังก์ชันการบของ t

และมีการใช้ Fourier Series ในการจัดทำโมเดลเอฟเฟกตามช่วงเวลาที่ยืดหยุ่นได้ (Harvey and Shephard 1993) ให้ p เป็นค่าปกติที่เราคาดว่าอนุกรมเวลาจะมี เช่น $p = 365.25$ สำหรับข้อมูลรายปี หรือ $p = 7$ เมื่อเป็นข้อมูลรายสัปดาห์ เมื่อปรับขนาดตัวแปรเวลาในรูปแบบวัน ทำให้สามารถประมาณเอฟเฟกต์ตามฤดูกาลที่ราบรื่นโดยพลการได้ด้วย

$$s(t) = \sum_{n=1}^N \left(a_n \cos\left(\frac{2\pi nt}{P}\right) + b_n \sin\left(\frac{2\pi nt}{P}\right) \right)$$

รูป 2.6 A standard Fourier series2

ฤดูกาลที่เหมาะสมต้องใช้การประมาณพารามิเตอร์ $2N \boldsymbol{\beta} = [a_1, b_1, \dots, a_N, b_N]$ ทำได้โดยการสร้างเมทริกซ์ของเวกเตอร์ฤดูกาลสำหรับแต่ละรายการมูลค่าของ t ในข้อมูลในอดีตและอนาคต ตัวอย่างเช่นตามฤดูกาลรายปีและ $N = 10$

$$X(t) = \left[\cos\left(\frac{2\pi(1)t}{365.25}\right), \dots, \sin\left(\frac{2\pi(10)t}{365.25}\right) \right].$$

รูป 2.7 A standard Fourier series2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ดังนั้น Season Component คือ $s(t) = X(t)\beta$

2.9.3 Holidays and Events

วันหยุดและเหตุการณ์ต่างๆทำให้เกิดผลกระทบครั้งใหญ่และคาดเดาได้ยากในเวลาธุรกิจจำนวนมาก ซีรีส์และมักไม่เป็นไปตามรูปแบบเป็นระยะดังนั้นเอฟเฟกต์ของมันจึงไม่ได้รับการจำลองอย่างผิวเผินที่ราบรื่น ตัวอย่างเช่น วันขอบคุณพระเจ้าในสหรัฐอเมริกาเกิดขึ้นในวันที่สี่ วันพฤหัสบดีในเดือนพฤศจิกายน Super Bowl ซึ่งเป็นหนึ่งในกิจกรรมถ่ายทอดสดที่ใหญ่ที่สุดในสหรัฐอเมริกา เกิดขึ้นในวันอาทิตย์ของเดือนมกราคมหรือกุมภาพันธ์ซึ่งยากที่จะประกาศแบบเป็นโปรแกรม หลายประเทศทั่วโลกมีวันหยุดสำคัญตามปฏิทินจันทรคติ ผลกระทบของวันหยุดเฉพาะในอนุกรมเวลามักจะคล้ายกันทุกปีดังนั้นจึงเป็นเช่นนั้น สิ่งสำคัญที่ต้องรวมไว้ในการคาดการณ์

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดง Event และ Holiday

Holiday	Country	Year	Date
Thanksgiving	US	2015	26 Nov 2015
Thanksgiving	US	2016	24 Nov 2016
Thanksgiving	US	2017	23 Nov 2017
Thanksgiving	US	2018	22 Nov 2018
Christmas	*	2015	25 Dec 2015
Christmas	*	2016	25 Dec 2016
Christmas	*	2017	25 Dec 2017
Christmas	*	2018	25 Dec 2018

t คือช่วงวันหยุด i และกำหนดพารามิเตอร์ K_i ให้แต่ละวันหยุดซึ่งตรงกัน การเปลี่ยนแปลงในการคาดการณ์ สิ่งนี้ทำได้ในลักษณะเดียวกับฤดูกาลโดยการสร้างเมทริกซ์ของ regressors

$$Z(t) = [1(t \in D_1), \dots, 1(t \in D_L)]$$

และจะได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งมักเป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องใส่เอฟเฟกต์สำหรับช่วงเวลาของวันในช่วงวันหยุดที่เฉพาะเจาะจง เช่น สุดสัปดาห์วันขอบคุณพระเจ้า ในการพิจารณาว่าเรามีพารามิเตอร์เพิ่มเติมสำหรับวันรอบ ๆ วันหยุดโดยให้ปฏิบัติตามแต่ละวันในหน้าต่างเป็นหลักรอบวันหยุดเป็นวันหยุดนั่นเอง

2.9.4 Model Fitting

Model ของ Prophet ใช้ Stan's L-BFGS Algorithm สำหรับสร้างโมเดล โดยจะเป็นดังรูป 2.10

```

model {
  // Priors
  k ~ normal(0, 5);
  m ~ normal(0, 5);
  epsilon ~ normal(0, 0.5);
  delta ~ double_exponential(0, tau);
  beta ~ normal(0, sigma);

  // Logistic likelihood
  y ~ normal(C ./ (1 + exp(-(k + A * delta) .* (t - (m + A * gamma)))) +
    X * beta, epsilon);

  // Linear likelihood
  y ~ normal((k + A * delta) .* t + (m + A * gamma) + X * beta, sigma);
}

```

รูป 2.8 Stan's L-BFGS Algorithm

Stan's L-BFGS คือ model ที่นำ trend, seasonality, holiday มารวมกันเป็น input X และนำ X ไปแทนในสูตรที่เป็น linear likelihood

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 3

การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

จากปัญหาการใช้งานของเว็บไซต์ของ APRS ที่ได้กล่าวไปในความเป็นมาของปัญหา ผู้พัฒนาจึงวิเคราะห์และเลือกที่จะพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับรายงานสภาพอากาศ เพื่อให้สามารถนำข้อมูลสภาพอากาศจากเว็บไซต์ของ APRS มาประมวลผลและนำเสนอขึ้นในรูปแบบของแผนที่ รวมถึงการนำหลักการของ Data visualization มาแปลงข้อมูลให้แสดงออกมาในรูปแบบของกราฟและแผนภูมิ

ผู้พัฒนาได้ทำการวิเคราะห์และออกแบบระบบการนำเสนอรายงานข้อมูลสภาพอากาศ โดยจะมีการเก็บข้อมูลความต้องการของผู้ใช้งาน (User Requirements) เพื่อทำให้มองเห็นภาพรวมของระบบ และสามารถออกแบบโครงสร้าง ฝั่งการทำงาน User Interface และฐานข้อมูลของระบบ ได้ดังนี้

3.1 การวิเคราะห์ระบบ

จากการสอบถามผู้ที่เคยใช้งานแอปพลิเคชันหรือเว็บไซต์รายงานสภาพอากาศถึงความ ต้องการ ทำให้ได้ข้อสรุปออกมาเป็นตารางความต้องการของผู้ใช้ (User Requirements) ดังนี้

ตารางที่ 3.1 Weather Report Requirements Specification (1)

ID	Details	Type	Priority
R1	ดึงข้อมูลสภาพอากาศจากเว็บไซต์ aprs.fi	- Weather report - Functional	Must have
R2	แสดงแผนที่บน Web Application	- User Interface - Functional	Must have
R3	แสดงตำแหน่งของ Weather station บนแผนที่	- Weather report - User Interface - Functional	Must have
R4	แสดงข้อมูลสภาพอากาศของสถานีใด ๆ บน Info Window เมื่อนำเมาส์ไปวางไว้ที่สถานีนั้น	- User Interface - Functional	Must have
R5	แสดงข้อมูลสภาพอากาศแบบละเอียดของสถานีใด ๆ บนแถบด้านข้าง (Sidebar) เมื่อกดคลิกที่สถานีนั้น	- User Interface - Functional	Must have

เอกสารนี้เป็นเอกสาร (Sidebar) เมื่อกดคลิกที่สถานีนั้น ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 3.2 Weather Report Requirements Specification (2)

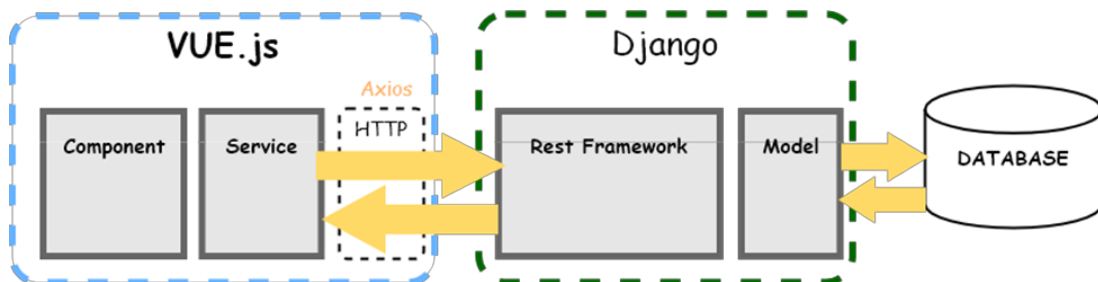
ID	Details	Type	Priority
R6	ปุ่มตัวเลือกแสดงรูปแบบของแผนที่ ได้แก่ Geolocation และ Heatmap	- Weather report - Functional	Must have
R7	แสดงข้อมูลสภาพอากาศปัจจุบัน ตามแถบประเภทของสภาพอากาศที่เลือก	- Weather report - Functional	Must have
R8	สามารถ zoom map ได้ ด้วยการเลื่อน scroll mouse หรือคลิกปุ่ม +(Zoom in), -(Zoom out)	- User Interface - Functional	Must have
R9	แสดงเวลาของข้อมูลที่ถูกดึงมาล่าสุด เมื่อดูสภาพอากาศตำแหน่งใดๆ	- User Interface - Time - Functional	Must have
R10	แถบแสดงข้อมูลสภาพอากาศแบบละเอียดสามารถปิดได้ เมื่อคลิกปุ่ม >	- User Interface - Functional	Must have
R11	แสดงเขต/ตำแหน่งปัจจุบัน และสภาพอากาศ ณ ตำแหน่งนั้นๆ เมื่อคลิกที่ปุ่ม < ด้านบนขวา หากไม่ได้คลิกที่สถานีใด	- User Interface - Weather Report - Functional	Must have
R12	แสดงข้อมูล โดยรวมเป็นภาค เมื่ออยู่ในหน้า Heatmap	- User Interface - Functional	Could have
R13	แสดงข้อมูลสภาพอากาศย้อนหลัง 10 ชั่วโมง โดยแสดงผลเป็นกราฟ	- Weather report - Functional	Could have
R14	แสดงข้อมูลสภาพอากาศย้อนหลัง 10 ชั่วโมง โดยแสดงผลเป็นตาราง	- Weather report - Functional	Should have
R15	ให้ตำแหน่งที่คลิกดูสภาพอากาศกลายเป็นตำแหน่งกลางของแผนที่ (เหมือนการกดปุ่ม center ใน info window ของ aprs.fi)	- User Interface - Functional	Could have
R16	แสดง Heatmap ของสภาพอากาศแต่ละประเภท	- Weather Report - Functional	Could have
R17	dark mode / light mode	- User Interface - Functional	Should have
R18	แสดงพยากรณ์อากาศล่วงหน้า 2 วัน โดยแสดงผลเป็นกราฟ	- Weather report - Functional	Should have

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.2 ภาพรวมของระบบ



รูป 3.1 ภาพรวมของระบบ

ภาพรวมของระบบหรือเว็บแอปพลิเคชันสำหรับรายงานสภาพอากาศ สามารถแบ่งได้เป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนแสดงผลข้อมูล ส่วนติดต่อฐานข้อมูล และฐานข้อมูล โดยการทำงานของแต่ละส่วนสามารถอธิบายได้ดังนี้

1) ส่วนแสดงผลข้อมูลและติดต่อกับผู้ใช้ (Front-end)

หน้าเว็บแอปพลิเคชันจะมีการใช้ Vue.js ในการพัฒนาระบบ และจะมีการนำข้อมูลของตำแหน่งที่ตั้งและข้อมูลสภาพอากาศมานำเสนอในรูปแบบของแผนที่ โดยนำเอา google map api มาช่วยในการแสดงตำแหน่งและจังหวัดของสถานีอากาศบนแผนที่

Vue Client จะส่งคำขอและดึงการตอบสนองผ่าน HTTP โดยใช้ axios เพื่อนำมาแสดงผลใน Components ต่าง ๆ ซึ่งจะแบ่งการนำเสนอข้อมูลสภาพอากาศได้เป็น 2 รูปแบบ คือ Geolocation และ Heatmap โดยจะมีปุ่มตัวเลือกรูปแบบอยู่ที่ด้านบนของหน้าเว็บแอปพลิเคชัน มีรายละเอียดดังนี้

- 1) รูปแบบ Geolocation เมื่อเปิดหน้าเว็บแอปพลิเคชันมาจะแสดงรูปแบบนี้เป็นครั้งแรก โดยจะมีองค์ประกอบต่าง ๆ ได้แก่ ตำแหน่ง marker ของสถานีอากาศที่จะแสดงทันทีเมื่อเปิดหน้าเว็บแอปพลิเคชัน ซึ่งเมื่อมีการนำเมาส์มาชี้ที่ตำแหน่งหนึ่ง จะมีหน้าต่าง Info Window ที่แสดงข้อมูลสภาพอากาศโดยย่อ และเมื่อคลิกจะแสดงแถบด้านข้าง (Sidebar) ที่มีข้อมูลสภาพอากาศของสถานีนั้นแบบละเอียด รวมถึงประวัติย้อนหลังและพยากรณ์อากาศล่วงหน้า และในหน้ารูปแบบนี้ยังมีปุ่มค้นหา เพื่อค้นหาสถานีต่าง ๆ จากชื่อสถานีหรือจังหวัดของสถานีนั่น ๆ ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- 2) รูปแบบ Heatmap เมื่อคลิกปุ่ม Heatmap หน้าเว็บแอปพลิเคชันจะแสดงผลออกมาเป็นรูปแบบของความหนาแน่นของข้อมูล โดยจะแสดงผลเป็นสีต่าง ๆ ตามประเภทของข้อมูลสภาพอากาศ ซึ่งข้อมูลมีทั้งหมด 6 ประเภท ที่สามารถเลือกดูได้ตามการคลิกที่ปุ่มตามชื่อประเภทของข้อมูลที่ต้องการดูข้อมูล ในรูปแบบนี้จะมีแถบด้านข้างที่แสดงค่าเฉลี่ยตามประเภทของข้อมูลสภาพอากาศ มีทั้งค่าเฉลี่ยโดยรวมและค่าเฉลี่ยของแต่ละภูมิภาคของประเทศไทย
- 2) ส่วนการจัดการเว็บแอปพลิเคชัน (Back-end)
- มีการพัฒนาโดยใช้ Django REST Framework เพื่อส่งต่อ REST APIs และโต้ตอบกับฐานข้อมูลโดยใช้ Django Model ให้สามารถดึงข้อมูลตำแหน่งและข้อมูลสภาพอากาศมาจากเว็บไซต์ของ APRS (aprs.fi) และมีการนำ Prophet Model มาใช้สำหรับการพยากรณ์สภาพอากาศ
- 3) ฐานข้อมูล

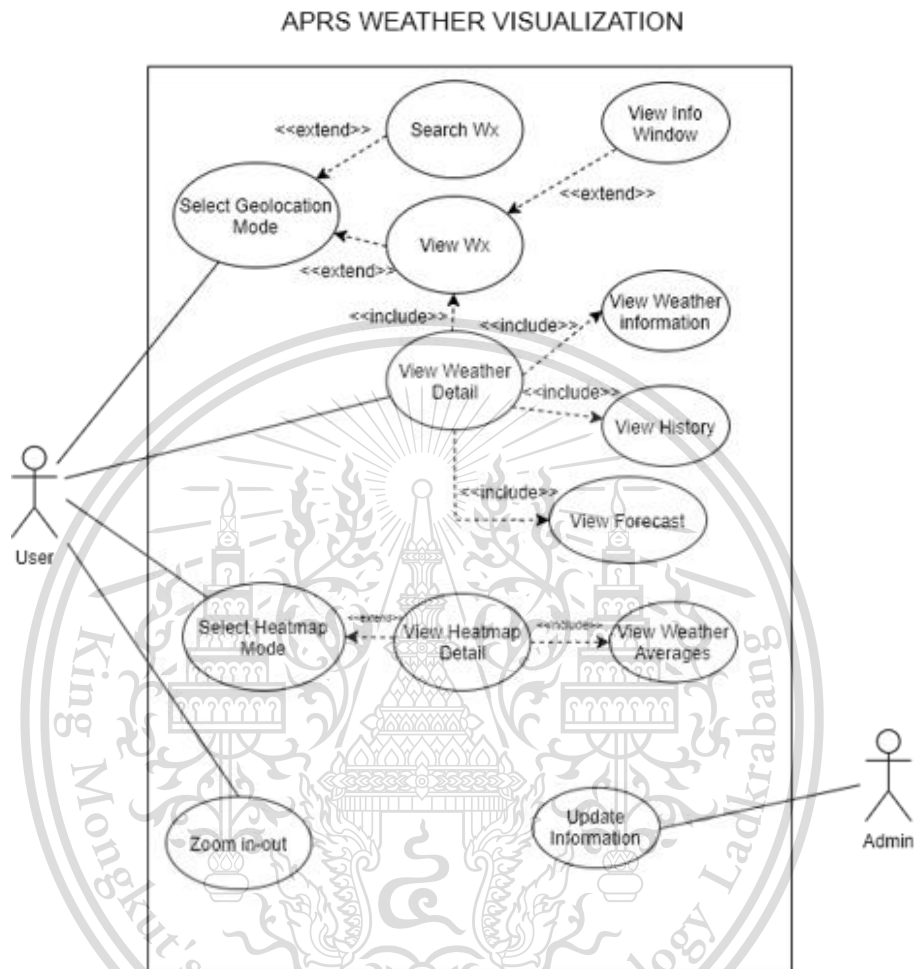
ในส่วนของฐานข้อมูลจะใช้ SQLite มาช่วยในการจัดการฐานข้อมูล โดยในฐานข้อมูลจะมีการจัดเก็บข้อมูลตำแหน่งและสภาพอากาศของสถานีอากาศ ข้อมูลประวัติย้อนหลังของข้อมูลสภาพอากาศประเภทต่าง ๆ และข้อมูลพยากรณ์อากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.3 แผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram)



รูป 3.2 แผนภาพยูสเคสของการนำเสนอข้อมูลจากเครือข่าย APRS

จากแผนภาพยูสเคส จะเห็นว่าระบบ APRS Weather Visualization นี้จะมี User และ Admin ที่มีบทบาทกับระบบ โดยที่ Admin จะสามารถปรับปรุงแก้ไขข้อมูลในระบบได้ ส่วน User จะสามารถเลือกรูปแบบการแสดงผลได้ 2 รูปแบบคือ Geolocation หรือ Heatmap และสามารถเลือกขยายหรือลดขนาดของแผนที่ได้ ซึ่งในรูปแบบ Geolocation สามารถเลือกได้ว่าจะค้นหาข้อมูล หรือเลือกดูข้อมูลของสถานีอากาศ เมื่อเลือกดูข้อมูลสภาพอากาศจะมีการแสดงข้อมูลสภาพอากาศพร้อมกับการที่ user เลือกดูข้อมูลของสถานีนั้น ๆ ในข้อมูลนั้นจะมีข้อมูลสภาพอากาศ ประวัติย้อนหลัง และข้อมูลการพยากรณ์อากาศ และหากเลือกรูปแบบ Heatmap จะมีการแสดงข้อมูลในรูปแบบ heatmap พร้อมกับการแสดงค่าเฉลี่ยของข้อมูลสภาพอากาศประเภทต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการใช้งานภายในเท่านั้น เมื่อผู้ใช้ไปให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากแผนภาพยูสเคส สามารถอธิบายรายละเอียดของผู้ใช้งานระบบ (Actor) และยูสเคสทั้งหมดเป็นตาราง ได้ดังนี้

ตารางที่ 3.3 Actor semantics

Actor	Semantics
User	เป็นบุคคลที่ใช้ APRS Weather Visualization ดูข้อมูลสภาพอากาศ
Admin	เป็นบุคคลที่ปรับปรุง และแก้ไขข้อมูลในระบบ

ตารางที่ 3.4 รายละเอียดของ Select Geolocation Mode Use case

Use Case Name	Select Geolocation Mode
Actors	User
Description	ส่วนของ User ที่อยู่ในหน้าเว็บแอปพลิเคชันรูปแบบ Geolocation โดยที่สามารถทำได้ 2 วิธี คือเปิดหน้าเว็บครั้งแรก หรือ เปลี่ยนจากรูปแบบ Heatmap มาเป็น Geolocation
Pre-Condition	1. User เรียกใช้เว็บแอปพลิเคชัน APRS Weather Visualization 2. เมื่ออยู่ในโหมด Heatmap และคลิกปุ่มแสดง โหมด Geolocation
Flow of events	Precondition 1 : 1. เข้าสู่หน้าเว็บแอปพลิเคชัน APRS Weather Visualization 2. เว็บแอปพลิเคชันแสดง map ในโหมด Geolocation Precondition 2 : 1. เว็บแอปพลิเคชันแสดง map ในโหมด Heatmap 2. เลือกปุ่มเปลี่ยน โหมดเป็น Geolocation 3. เว็บแอปพลิเคชันแสดง map ในโหมด Geolocation
Post-Condition	เว็บแอปพลิเคชันแสดง map ในโหมด Geolocation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 3.5 รายละเอียดของ Search Wx Use case

Use Case Name	Search Wx
Actors	User
Description	ส่วนของ User ที่ต้องการค้นหาชื่อสถานียาอากาศ
Pre-Condition	User เลือกโหมด Geolocation
Flow of events	<ol style="list-style-type: none"> 1. User คลิกปุ่มค้นหา 2. User กรอกชื่อสถานียาอากาศที่ต้องการค้นหาหรือเลือกรายการสถานียาอากาศ 3. หาก User กรอกชื่อสถานีที่ไม่มีอยู่ในรายการ <ol style="list-style-type: none"> 3.1. User กรอกชื่อสถานีใหม่
Post-Condition	ระบบแสดงสถานีที่ User เลือก และสถานีนั้นอยู่ที่จุดกึ่งกลาง

ตารางที่ 3.6 รายละเอียดของ View Wx Use case

Use Case Name	View Wx
Actors	User
Description	ส่วนของ User ที่ต้องการดูข้อมูลสภาพอากาศ โดยจะสามารถดูข้อมูลได้ 2 แบบ คือ แบบโดยย่อจะแสดงเมื่อนำเมาส์ไปวางไว้ที่ตำแหน่งของสถานี หรือ แบบละเอียดจะแสดงเมื่อคลิกที่ตำแหน่งของสถานีที่ต้องการดูข้อมูล
Pre-Condition	User เลือกโหมด Geolocation
Flow of events	<ol style="list-style-type: none"> 1. เมื่อ User นำเมาส์วางบนตำแหน่งของสถานียาอากาศ ไปที่ (extend) View Info Window 2. เมื่อ User คลิกที่สถานียาอากาศ ไปที่ (extend) View Weather Detail
Post-Condition	ระบบแสดงแผนที่และตำแหน่งของสถานียาอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 3.7 รายละเอียดของ View Info Window Use case

Use Case Name	View Info Window
Actors	User
Description	ส่วนของ User ที่ต้องการดูข้อมูลสภาพอากาศโดยย่อ ซึ่งจะแสดงข้อมูลบนหน้าต่าง Info Window
Pre-Condition	User เลือกโหมด Geolocation
Flow of events	User นำเมาส์วางไว้บนตำแหน่งของสถานีอากาศ
Post-Condition	ระบบแสดงข้อมูลสภาพอากาศบน Info Window ที่ตำแหน่งของสถานีอากาศที่เลือก

ตารางที่ 3.8 รายละเอียดของ View Weather Detail Use case

Use Case Name	View Weather Detail
Actors	User
Description	ส่วนของ User ที่ต้องการดูข้อมูลสภาพอากาศแบบละเอียด ซึ่งจะแสดงข้อมูลบนแถบด้านข้าง (Sidebar)
Pre-Condition	User เลือกโหมด Geolocation
Flow of events	User คลิกที่ตำแหน่งของสถานีอากาศ
Post-Condition	ระบบแสดงข้อมูลสภาพอากาศของสถานีอากาศที่เลือกบนแถบด้านข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 3.9 รายละเอียดของ View Weather Information Use case

Use Case Name	View Weather Information
Actors	User
Description	ส่วนของ User ที่ต้องการดูข้อมูลสภาพอากาศประเภทต่าง ๆ โดย user สามารถเลือกประเภทที่ต้องการดูได้ ซึ่งจะมีข้อมูลอยู่ทั้งหมด 6 ประเภท ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น ความกดอากาศ PM 10 PM 2.5 และ PM 1.0
Pre-Condition	1. User เลือกโหมด Geolocation 2. User เปิดแถบด้านข้างสำหรับแสดงข้อมูล
Flow of events	User เลือกแถบประเภทข้อมูลสภาพอากาศ
Post-Condition	ระบบแสดงข้อมูลสภาพอากาศตามประเภทที่เลือกของสถานีอากาศนั้น ๆ

ตารางที่ 3.10 รายละเอียดของ View History Use case

Use Case Name	View History
Actors	User
Description	ส่วนของ User ที่ต้องการดูข้อมูลประวัติย้อนหลังของสภาพอากาศ
Pre-Condition	User เปิดแถบด้านข้างสำหรับแสดงข้อมูล
Flow of events	User เลือกแถบ History
Post-Condition	ระบบแสดงข้อมูลประวัติย้อนหลังของสภาพอากาศบนแถบด้านข้าง

ตารางที่ 3.11 รายละเอียดของ View Forecast Use case

Use Case Name	View Forecast
Actors	User
Description	ส่วนของ User ที่ต้องการดูข้อมูลการพยากรณ์ของสภาพอากาศ
Pre-Condition	1. User เรียกใช้เว็บแอปพลิเคชัน APRS Weather Visualization 2. User เปิดแถบแสดงข้อมูลด้านข้าง
Flow of events	User เลือกแถบ Forecast
Post-Condition	ระบบแสดงข้อมูลการพยากรณ์อากาศบนแถบด้านข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 3.12 รายละเอียดของ Select Heatmap Mode Use case

Use Case Name	Select Heatmap Mode
Actors	User
Description	ส่วนของ User ที่อยู่ในหน้าเว็บแอปพลิเคชันรูปแบบ Heatmap โดยคลิกที่ปุ่มเปลี่ยนจากรูปแบบ Geolocation มาเป็น Heatmap
Pre-Condition	เมื่ออยู่ในโหมด Geolocation และคลิกปุ่มแสดงโหมด Heatmap
Flow of events	<ol style="list-style-type: none"> 1. เข้าสู่หน้าเว็บแอปพลิเคชัน APRS Weather Visualization 2. เว็บแอปพลิเคชันแสดง map ในโหมด Geolocation 3. เลือกปุ่มเปลี่ยนโหมดเป็น Heatmap
Post-Condition	เว็บแอปพลิเคชันแสดงโหมด Heatmap แสดง Heatmap ของอุณหภูมิตามตำแหน่ง

ตารางที่ 3.13 รายละเอียดของ View Heatmap Detail Use case

Use Case Name	View Heatmap Detail
Actors	User
Description	ส่วนของ User ที่ต้องการดูข้อมูล Heatmap ของสภาพอากาศประเภทต่าง ๆ
Pre-Condition	<ol style="list-style-type: none"> 1. User เรียกใช้เว็บแอปพลิเคชัน APRS Weather Visualization 2. เว็บแอปพลิเคชันแสดง map ในโหมด Geolocation 3. เลือกปุ่มเปลี่ยนโหมดเป็น Heatmap 4. แสดง map แบบ Heatmap
Flow of events	<ol style="list-style-type: none"> 1. เปิดแถบด้านข้างสำหรับแสดงข้อมูล 2. เลือกแถบประเภทข้อมูลสภาพอากาศ
Post-Condition	ระบบแสดง Heatmap บนแผนที่ตามประเภทข้อมูลสภาพอากาศที่เลือก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 3.14 รายละเอียดของ View Weather Averages Use case

Use Case Name	View Weather Averages
Actors	User
Description	ส่วนของ User ที่ต้องการดูข้อมูลค่าเฉลี่ยของสภาพอากาศประเภทต่าง ๆ
Pre-Condition	1. แสดง map แบบ Heatmap และแถบด้านข้างแสดงข้อมูลเฉลี่ยของอุณหภูมิ 2. เลือกแถบประเภทข้อมูลสภาพอากาศ
Flow of events	-
Post-Condition	ระบบแสดงค่าเฉลี่ยตามประเภทข้อมูลสภาพอากาศที่เลือกของประเทศและแต่ละภูมิภาคของสถานีนั้น ๆ

ตารางที่ 3.15 รายละเอียดของ Zoom in-out Use case

Use Case Name	Zoom in-out
Actors	User
Description	ส่วนของ User ที่ต้องการขยายหรือลดขนาดของแผนที่ในหน้าเว็บแอปพลิเคชัน
Pre-Condition	User เรียกใช้เว็บแอปพลิเคชัน APRS Weather Visualization
Flow of events	User คลิกที่ปุ่ม +/-
Post-Condition	แผนที่ขยายหรือลดขนาด

ตารางที่ 3.16 รายละเอียดของ Update Information Use case

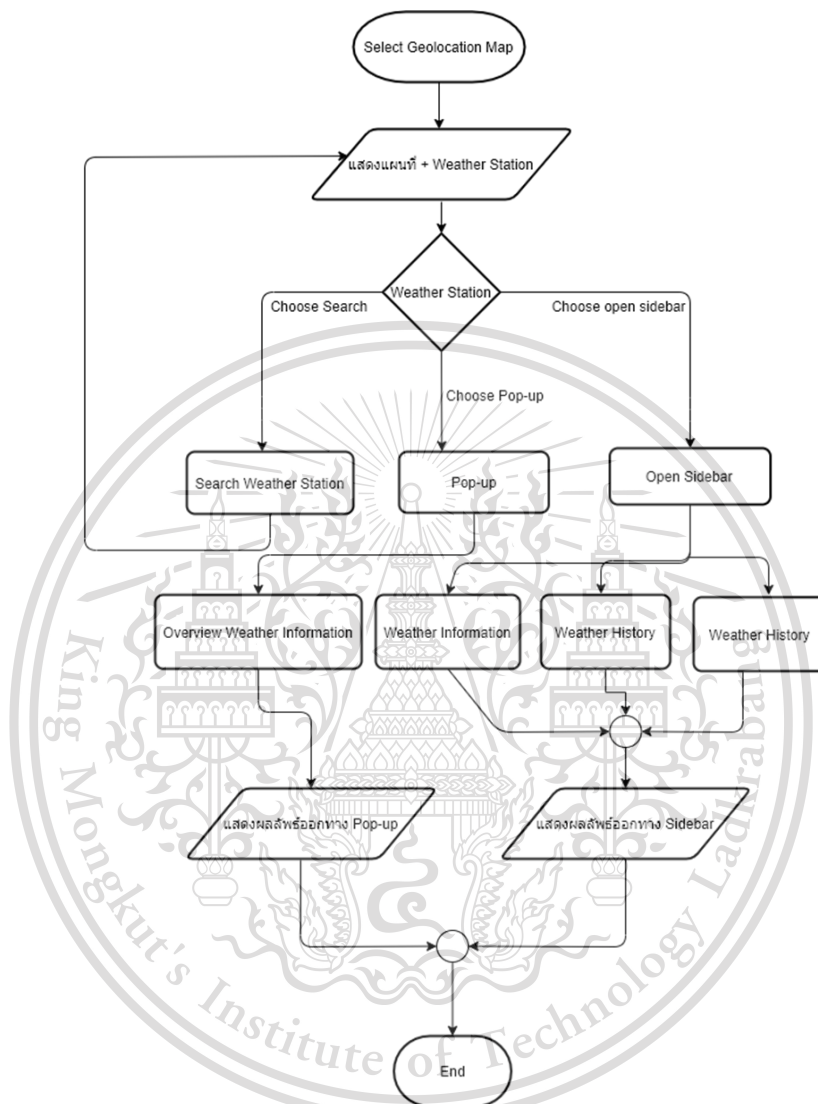
Use Case Name	Update Information
Actors	Admin
Description	ส่วนของ Admin ที่ต้องการปรับปรุงแก้ไขข้อมูลในระบบ
Pre-Condition	การประมวลผลไม่ถูกต้อง
Flow of events	Admin ทำการปรับปรุงการประมวลผลข้อมูลในระบบ
Post-Condition	ข้อมูลถูกปรับปรุงแก้ไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.4 ฟังก์การทำงานของระบบ



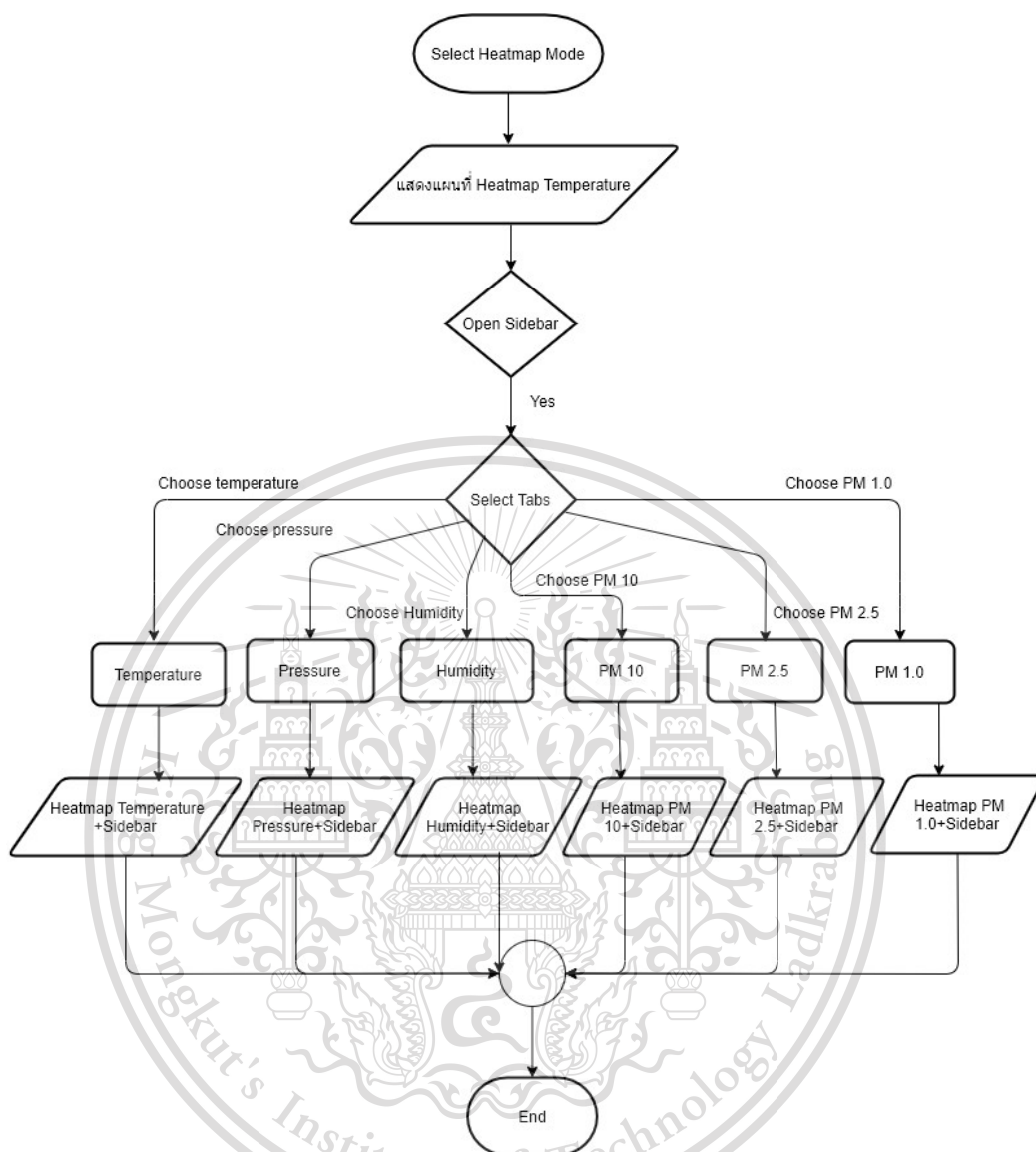
รูป 3.3 ฟังก์การทำงานเมื่ออยู่ในรูปแบบ Geolocation

จากฟังก์การทำงานเมื่ออยู่ในรูปแบบ Geolocation แสดงให้เห็นว่าหน้าเว็บแอปพลิเคชันจะแสดงแผนที่และตำแหน่ง marker ของสถานีอากาศต่าง ๆ บนแผนที่ และจะมีทางเลือกให้ผู้ใช้ 3 ทางเลือก คือ การค้นหาสถานีอากาศที่เมื่อเลือกแล้วจะแสดงตำแหน่งของสถานีที่เลือกไว้ตรงกลางของหน้าเว็บแอปพลิเคชัน การเลือกดูข้อมูลสภาพอากาศโดยย่อบน Info Window (Pop-up) และการเลือกดูข้อมูลสภาพอากาศแบบละเอียดบนแถบด้านข้าง (Sidebar) ซึ่งจะแสดงข้อมูลสภาพอากาศประเภทต่าง ๆ ประวัติย้อนหลังและการพยากรณ์อากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้เพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูป 3.4 ฟังก์ชันการทำงานเมื่ออยู่ในรูปแบบ Heatmap

จากฟังก์ชันการทำงานเมื่ออยู่ในรูปแบบ Heatmap แสดงให้เห็นว่าหน้าเว็บแอปพลิเคชันจะแสดงแผนที่และ heatmap ตามประเภทของสภาพอากาศที่เลือก รวมถึงแสดงแถบด้านข้าง (Sidebar) ที่จะแสดงข้อมูลค่าเฉลี่ยของสภาพอากาศตามประเภทที่ผู้ใช้งานเลือก โดยจะเป็นการแสดงค่าเฉลี่ยของประเทศไทย และค่าเฉลี่ยของแต่ละภูมิภาคในประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.5 การออกแบบ User Interface และฐานข้อมูล

3.5.1 การออกแบบหน้าเว็บแอปพลิเคชัน (UI Design)

ทางผู้พัฒนาได้เลือกใช้สีน้ำเงินและสีฟ้าเป็นเป็นสีหลักของเว็บแอปพลิเคชัน โดยจะเน้นในส่วนพื้นหลังของเว็บแอปพลิเคชัน เนื่องจากผู้ใช้งานสามารถมองเห็นได้ชัดเจน และสบายตาเมื่อใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน ไม่ว่าจะในพื้นที่มืดหรือสว่าง รวมถึงทางผู้พัฒนาได้คำนึงถึงความเข้ากันระหว่างสีและแผนที่ เพื่อไม่ให้ส่วนประกอบอื่น ๆ ในหน้าเว็บแอปพลิเคชันมีความโดดเด่นมากกว่าแผนที่

ในส่วนของหน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงผลในรูปแบบ Heatmap ทางผู้พัฒนาได้เลือกใช้สีที่แตกต่างกัน 6 สี แสดงผลความหนาแน่นของประเภทของข้อมูลสภาพอากาศที่ต่างกันทั้งหมด 6 ประเภท เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถแยกประเภทของข้อมูลสภาพอากาศได้ง่าย โดยอ้างอิงตามทฤษฎีสีตามวงล้อสี ซึ่งทางผู้พัฒนาได้เลือกใช้สีปฐมภูมิ(แดง เหลือง น้ำเงิน) และสีทุติยภูมิ(ส้ม เขียว ม่วง) มาใช้แสดงผลแทนประเภทของข้อมูลสภาพอากาศ

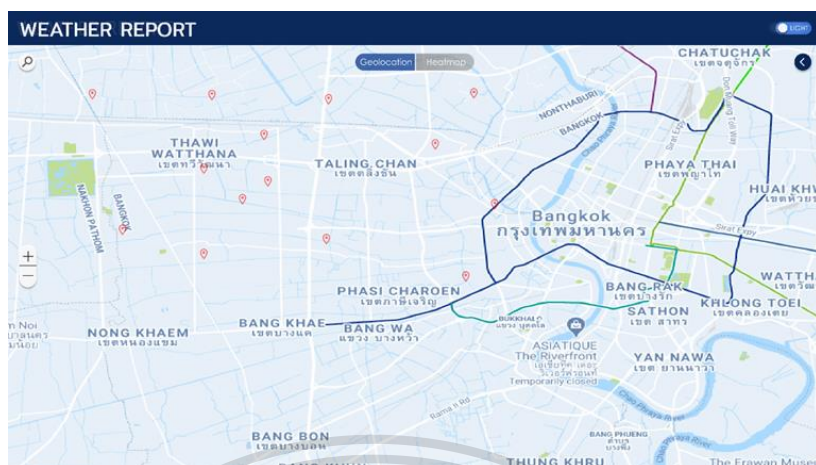
ส่วนของการจัดองค์ประกอบของหน้าเว็บแอปพลิเคชัน ทางผู้พัฒนาได้คำนึงถึงหลักการการเลื่อนสายตาของผู้ใช้งานหน้าเว็บแอปพลิเคชัน ซึ่งส่วนที่ผู้ใช้งานมองเห็นอันดับแรกจะเป็นด้านบนของเว็บแอปพลิเคชัน ตรงกลาง และด้านล่าง ผู้พัฒนาจึงเลือกแสดงปุ่มสำหรับการค้นหา ปุ่มเลือกรูปแบบการแสดงผลข้อมูลของแผนที่ และปุ่มแสดงข้อมูลสภาพอากาศที่แถบด้านข้าง ไว้ที่ด้านบนของเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถมองเห็นได้เป็นอันดับแรก และพื้นที่ตรงกลางทั้งหมดจะเป็นส่วนของแผนที่ เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถมองเห็นตำแหน่งของสถานีอากาศได้ชัดเจน และในส่วนสุดท้ายซึ่งเป็นส่วนที่อยู่ด้านล่างสุด จะเป็นส่วนที่บอกถึงแหล่งที่มาของข้อมูลสภาพอากาศ รวมถึงสามารถนำไปยังเว็บไซต์ของแหล่งที่มาได้ (aprs.fi)

ผู้พัฒนาได้ทำการออกแบบหน้าเว็บแอปพลิเคชันในส่วนต่าง ๆ ตามความต้องการของผู้ใช้งาน(User Requirements) ไว้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

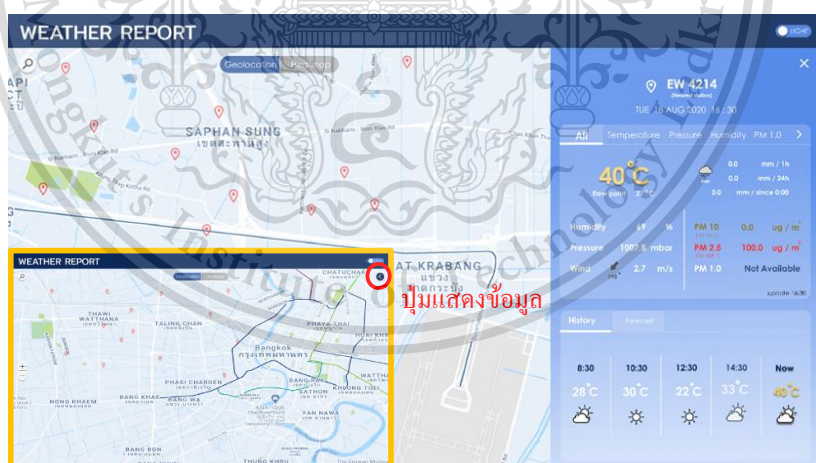
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูป 3.5 หน้าเว็บแอปพลิเคชันเริ่มต้น

เมื่อเปิดเว็บแอปพลิเคชันขึ้นมาเป็นครั้งแรก จะแสดงแผนที่และตำแหน่งของสถานีอากาศที่ตำแหน่งต่าง ๆ บนแผนที่ในรูปแบบ Geolocation และจะมีปุ่มต่าง ๆ บนหน้าเว็บ ได้แก่ ปุ่มค้นหาสถานีที่อยู่ที่มีมุมด้านซ้ายบนของหน้าเว็บแอปพลิเคชัน ปุ่มเลือกรูปแบบของแผนที่ที่อยู่ตรงกลางด้านบน ปุ่มเปิดแถบด้านข้างที่จะแสดงข้อมูลของสถานีอากาศที่อยู่ด้านบนขวา และปุ่มเลือกโหมดของหน้าเว็บที่อยู่มุมขวาของแถบด้านบน



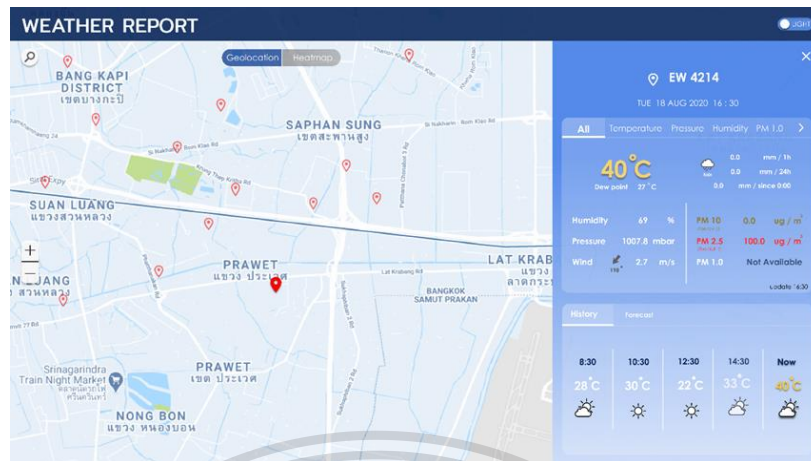
รูป 3.6 หน้าเว็บแอปพลิเคชันเริ่มต้น เมื่อกดปุ่มแสดงข้อมูล

เมื่อกดปุ่มเปิดแถบด้านข้างที่อยู่ที่มีมุมบนขวาของหน้าเว็บแอปพลิเคชัน จะแสดงแถบด้านข้าง โดยจะมีข้อมูลต่าง ๆ ของสถานีอากาศที่ใกล้ตำแหน่งของผู้ใช้งานมากที่สุด (เมื่อเริ่มต้นใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน) หรือตำแหน่งของสถานีที่ผู้ใช้งานเคยคลิกไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

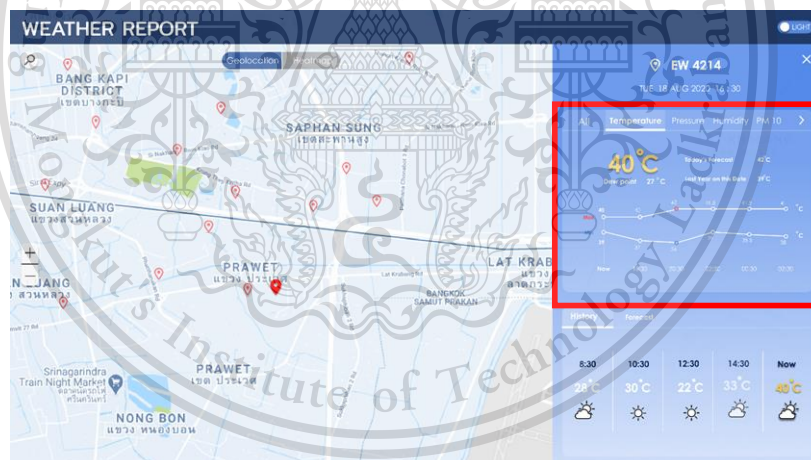
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูป 3.7 หน้าเว็บแอปพลิเคชันเมื่อเลือกสถานีอากาศที่ต้องการดูข้อมูล

เมื่อเลือกหรือคลิกที่สถานีใดสถานีหนึ่ง จะแสดงแถบด้านข้างและข้อมูลต่าง ๆ ของสถานีที่เลือก โดยจะประกอบไปด้วยชื่อสถานี วัน เวลา ข้อมูลสภาพอากาศต่าง ๆ รวมถึงประวัติย้อนหลังและการพยากรณ์



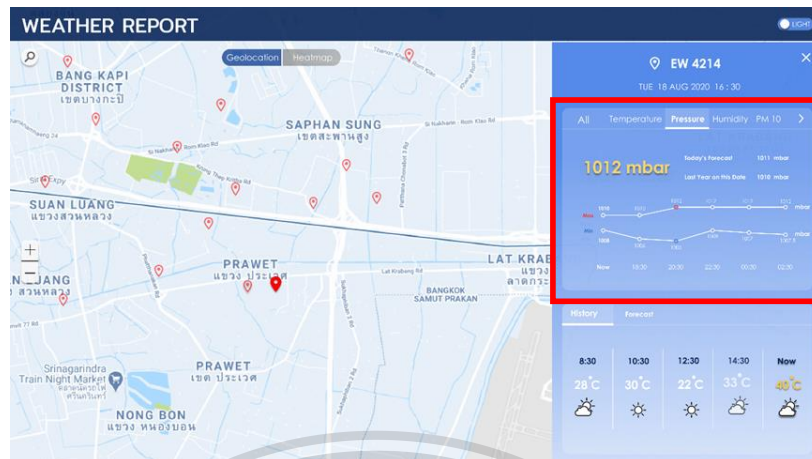
รูป 3.8 หน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงข้อมูลรายละเอียดอุณหภูมิ

เมื่อผู้ใช้งานเปิดแถบด้านข้าง จะมีแถบแสดงข้อมูลสภาพอากาศ ซึ่งเมื่อเลือกแถบ Temperature จะแสดงข้อมูลของอุณหภูมิของสถานีที่เลือก โดยจะมีข้อมูล ณ เวลานั้น และข้อมูลอุณหภูมิสูงสุด ต่ำสุดในรูปแบบของกราฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

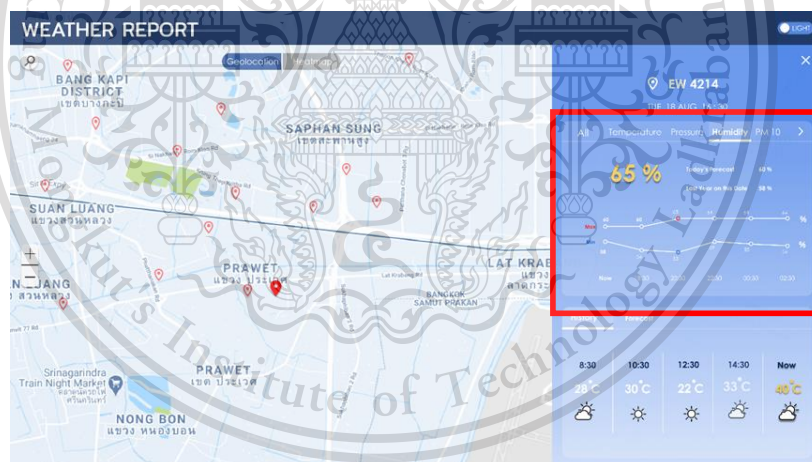
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูป 3.9 หน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงข้อมูลรายละเอียดความกดอากาศ

เมื่อผู้ใช้งานเปิดแถบด้านข้าง จะมีแถบแสดงข้อมูลสภาพอากาศ ซึ่งเมื่อเลือกแถบ Pressure จะแสดงข้อมูลของความกดอากาศของสถานที่ที่เลือก โดยจะมีข้อมูล ณ เวลานั้น และข้อมูลความกดอากาศสูงสุด ต่ำสุดในรูปแบบของกราฟ



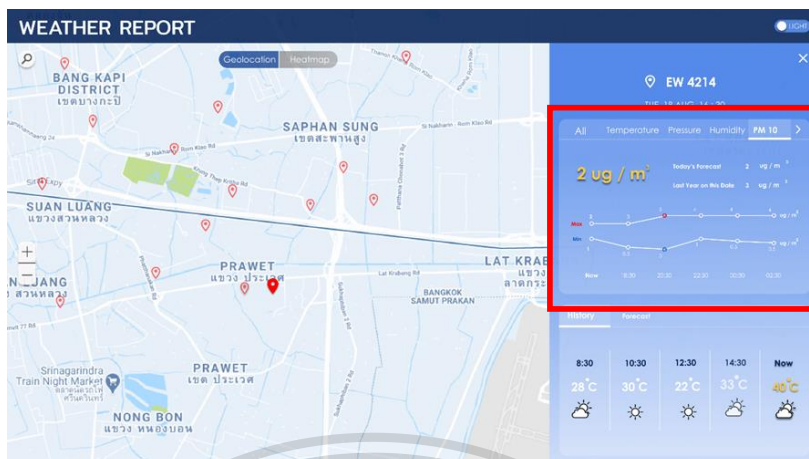
รูป 3.10 หน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงข้อมูลรายละเอียดความชื้น

เมื่อผู้ใช้งานเปิดแถบด้านข้าง จะมีแถบแสดงข้อมูลสภาพอากาศ ซึ่งเมื่อเลือกแถบ Humidity จะแสดงข้อมูลของความชื้นของสถานที่ที่เลือก โดยจะมีข้อมูล ณ เวลานั้น และข้อมูลความชื้นสูงสุด ต่ำสุดในรูปแบบของกราฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

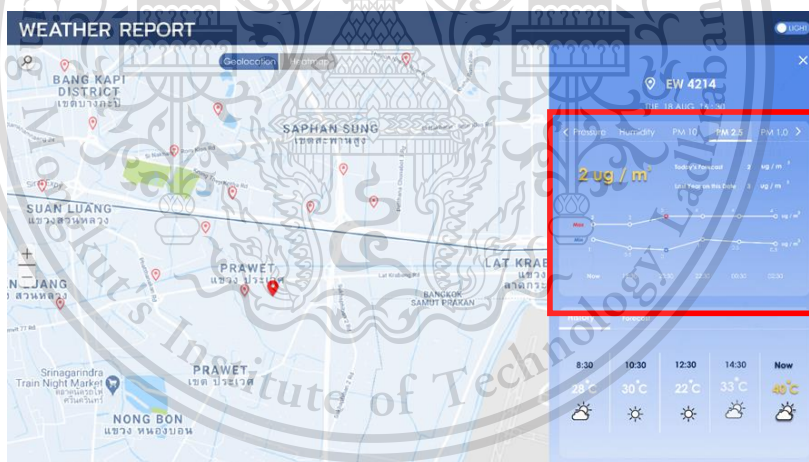
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูป 3.11 หน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงข้อมูลรายละเอียด PM 10

เมื่อผู้ใช้งานเปิดแถบด้านข้าง จะมีแถบแสดงข้อมูลสภาพอากาศ ซึ่งเมื่อเลือกแถบ PM 10 จะแสดงข้อมูลของ PM 10 ของสถานีที่เลือก โดยจะมีข้อมูล ณ เวลานั้น และข้อมูล PM 10 สูงสุดต่ำสุดในรูปแบบของกราฟ



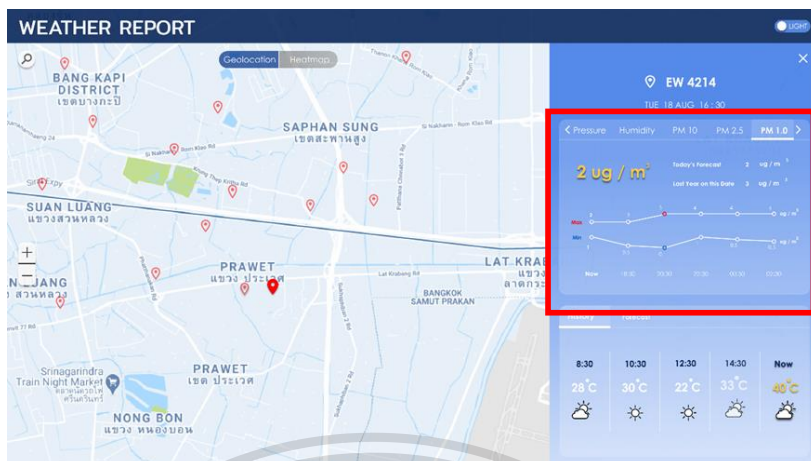
รูป 3.12 หน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงข้อมูลรายละเอียด PM 2.5

เมื่อผู้ใช้งานเปิดแถบด้านข้าง จะมีแถบแสดงข้อมูลสภาพอากาศ ซึ่งเมื่อเลือกแถบ PM 2.5 จะแสดงข้อมูลของ PM 2.5 ของสถานีที่เลือก โดยจะมีข้อมูล ณ เวลานั้น และข้อมูล PM 2.5 สูงสุดต่ำสุดในรูปแบบของกราฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

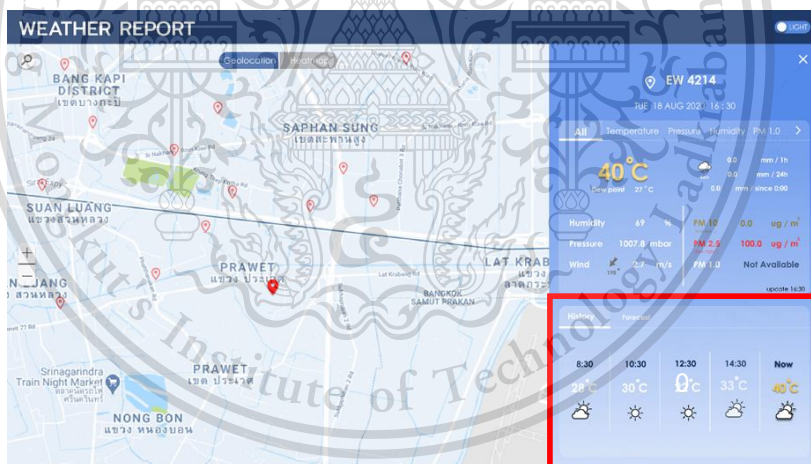
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูป 3.13 หน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงข้อมูลรายละเอียด PM 1.0

เมื่อผู้ใช้งานเปิดแถบด้านข้าง จะมีแถบแสดงข้อมูลสภาพอากาศ ซึ่งเมื่อเลือกแถบ PM 1.0 จะแสดงข้อมูลของ PM 1.0 ของสถานีที่เลือก โดยจะมีข้อมูล ณ เวลานั้น และข้อมูล PM 1.0 สูงสุดต่ำสุดในรูปแบบของกราฟ



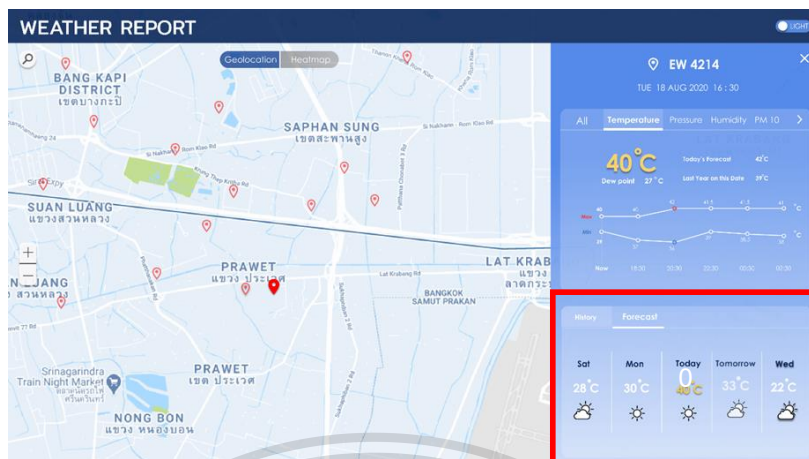
รูป 3.14 หน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงประวัติย้อนหลังของข้อมูลสภาพอากาศ

เมื่อผู้ใช้งานเปิดแถบด้านข้าง จะมีแถบแสดงข้อมูลสภาพอากาศแบบประวัติย้อนหลังและการพยากรณ์ล่วงหน้า ซึ่งเมื่อเลือกแถบประวัติย้อนหลัง จะแสดงประวัติย้อนหลังของอุณหภูมิของสถานีที่เลือกแบบย้อนหลังทุก ๆ 2 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



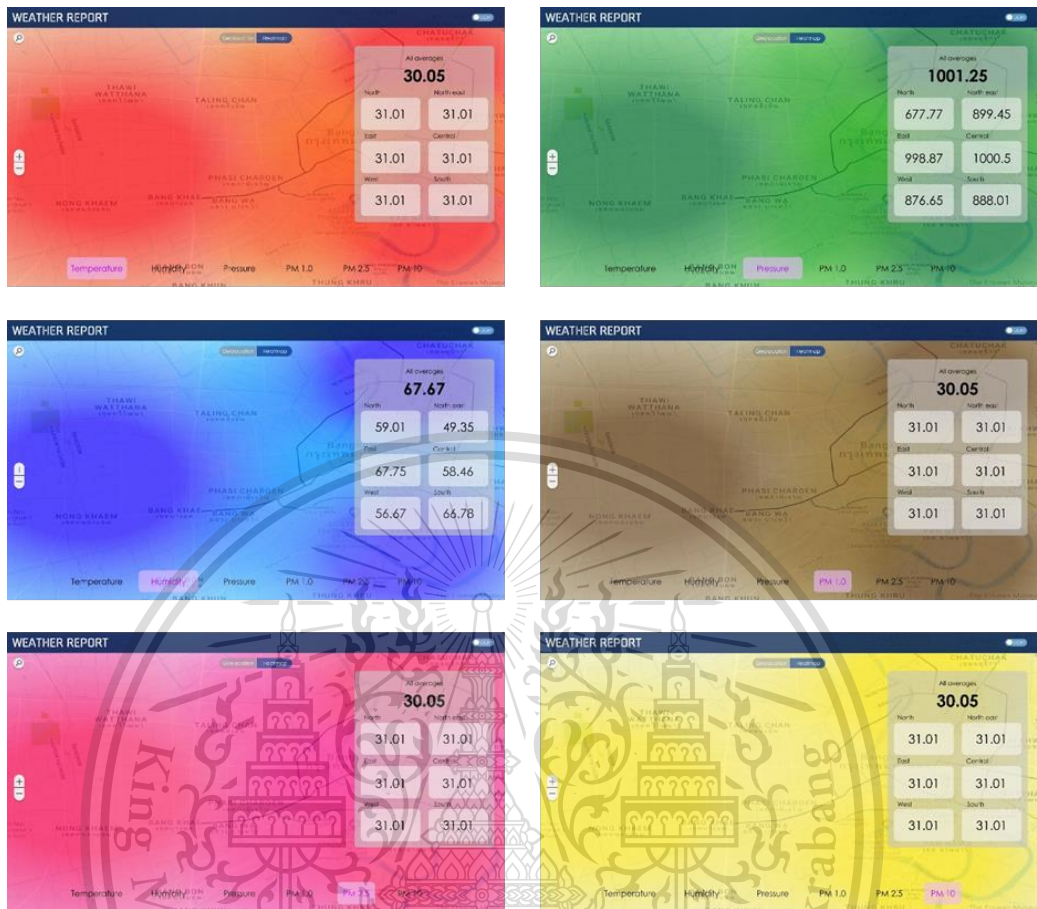
รูป 3.15 หน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงการพยากรณ์สภาพอากาศ

เมื่อผู้ใช้งานเปิดแถบด้านข้าง จะมีแถบแสดงข้อมูลสภาพอากาศแบบประวัติย้อนหลังและการพยากรณ์ล่วงหน้า ซึ่งเมื่อเลือกแถบการพยากรณ์ล่วงหน้า จะแสดงการพยากรณ์ของอุณหภูมิของสถานที่ที่เลือกแบบล่วงหน้า 2 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูป 3.16 หน้าเว็บแอปพลิเคชัน เมื่อแสดง Heatmap ของข้อมูลสภาพอากาศประเภทต่าง ๆ

เมื่อผู้ใช้งานเลือกดูข้อมูลสภาพอากาศในรูปแบบ Heatmap หน้าเว็บแอปพลิเคชันจะแสดงแผนที่เป็นข้อมูลแบบ heatmap ซึ่งจะแสดงผลตามความหนาแน่นของข้อมูล (ค่าของสภาพอากาศ) โดยจะมีการจำลองข้อมูลเป็นสี แบ่งตามประเภทของข้อมูลสภาพอากาศให้มีความเหมาะสมหรือเมื่อเห็นสีนั้น ๆ แล้วนึกถึงข้อมูลประเภทนั้น เช่น

สีแดง แทนอุณหภูมิ

สีน้ำเงิน แทนความชื้น

สีเขียว แทนความกดอากาศ

สีโทนน้ำตาล เหลือง ม่วง แทนฝุ่นหรือ PM ต่าง ๆ

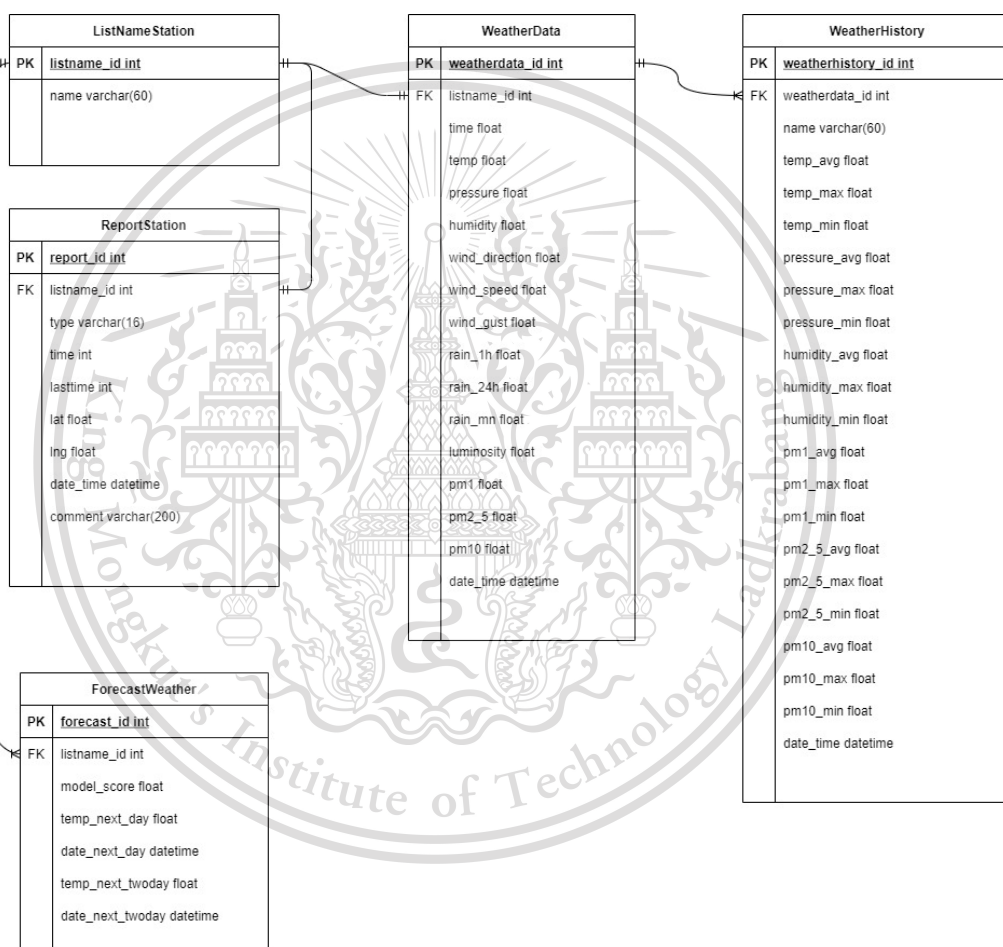
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.5.2 การออกแบบฐานข้อมูล (Database Design)

จากข้อมูลของเว็บไซต์ของ APRS มีการดึงข้อมูลมาได้ 2 รูปแบบ คือ ชื่อสถานี และตำแหน่งของแต่ละสถานี และชื่อสถานีและข้อมูลสภาพอากาศของแต่ละสถานี ซึ่งในการที่จะดึงข้อมูลตำแหน่งและสภาพอากาศมาได้นั้นจะต้องใช้ชื่อของสถานีอากาศ ผู้พัฒนาจึงมีการเก็บข้อมูลในฐานข้อมูลแบ่งเป็นตารางได้ 5 ตาราง โดยแสดงเป็นแผนภาพความสัมพันธ์ของข้อมูล (ER Diagram) ได้ดังนี้



รูป 3.17 แผนภาพความสัมพันธ์ของข้อมูล (ER Diagram)

จากแผนภาพความสัมพันธ์ของข้อมูล (ER Diagram) สามารถอธิบายรายละเอียดในรูปแบบของตารางได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 3.17 ตารางแสดงการจัดการฐานข้อมูลของรายชื่อสถานีตรวจวัดสภาพอากาศ

คีย์	ชื่อแอตทริบิวต์	ชนิดตัวแปร	คำอธิบาย
PK	listname_id	INT	ไอดีสำหรับระบุถึงชื่อของสถานี
-	name	VARCHAR	ชื่อสถานี

ตารางที่ 3.18 ตารางแสดงการจัดการฐานข้อมูลของข้อมูลสภาพอากาศของสถานี

คีย์	ชื่อแอตทริบิวต์	ชนิดตัวแปร	คำอธิบาย
PK	weatherdata_id	INT	เลขไอดีของข้อมูลสถานี
FK	listname_id	INT	ใช้เชื่อมโยงไปยังรายชื่อสถานีที่สร้างขึ้น
-	time	FLOAT	เวลารายงานสภาพอากาศล่าสุด
-	temp	FLOAT	อุณหภูมิองศาเซลเซียส
-	pressure	FLOAT	ค่าความดันบรรยากาศ
-	humidity	FLOAT	ความชื้นในอากาศสัมพัทธ์
-	wind_direction	FLOAT	ทิศทางลมเฉลี่ย
-	wind_speed	FLOAT	ความเร็วลมเฉลี่ย
-	wind_gust	FLOAT	ค่าลมกระโชก
-	rain_1h	FLOAT	ปริมาณน้ำฝนในช่วง 1 ชั่วโมงที่ผ่านมา
-	rain_24h	FLOAT	ปริมาณน้ำฝนในช่วง 24 ชั่วโมงที่ผ่านมา
-	rain_mn	FLOAT	ปริมาณน้ำฝนตั้งแต่เที่ยงคืน
-	luminosity	FLOAT	ความส่องสว่าง
-	pm1	FLOAT	ค่าฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 1 ไมครอน
-	pm2_5	FLOAT	ค่าฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน
-	pm10	FLOAT	ค่าฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน
-	date_time	DATETIME	เวลาที่สถานีรายงานตำแหน่งปัจจุบันครั้งล่าสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 3.19 ตารางแสดงการจัดการฐานข้อมูลของสถานีตรวจวัดสภาพอากาศ

คีย์	ชื่อแอตทริบิวต์	ชนิดตัวแปร	คำอธิบาย
PK	report_id	INT	เลขไอดีของสถานี
FK	listname_id	INT	ใช้เชื่อมโยงไปยังรายชื่อสถานีที่สร้างขึ้น
-	type	VARCHAR	ประเภทของสถานี
-	time	INT	เวลาที่สถานีรายงานตำแหน่งปัจจุบันเป็นครั้งแรก
-	lasttime	INT	เวลาที่สถานีรายงานตำแหน่งปัจจุบันครั้งล่าสุด
-	lat	FLOAT	ตำแหน่งละติจูดในองศาทศนิยม
-	lng	FLOAT	ตำแหน่งลองจิจูดในองศาทศนิยม
-	date_time	DATETIME	เวลาที่สถานีรายงานตำแหน่งปัจจุบันครั้งล่าสุด

ตารางที่ 3.20 ตารางแสดงการจัดการฐานข้อมูลการพยากรณ์ของอุณหภูมิตัวแปร

คีย์	ชื่อแอตทริบิวต์	ชนิดตัวแปร	คำอธิบาย
PK	forecast_id	INT	เลขไอดีของสถานี
FK	listname_id	INT	ใช้เชื่อมโยงไปยังรายชื่อสถานีที่สร้างขึ้น
-	model_score	FLOAT	คะแนนความแม่นยำของโมเดล
-	temp_next_day	FLOAT	อุณหภูมิพยากรณ์วันถัดไป
-	date_next_day	DATETIME	วันที่ของอุณหภูมิพยากรณ์วันถัดไป
-	temp_next_day	FLOAT	อุณหภูมิพยากรณ์สองวันถัดไป
-	date_next_day	DATETIME	วันที่ของอุณหภูมิพยากรณ์สองวันถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 3.21 ตารางแสดงการจัดการฐานข้อมูลประวัติย้อนหลังของอุณหภูมิ

คีย์	ชื่อแอตทริบิวต์	ชนิดตัวแปร	คำอธิบาย
PK	weatherhistory_id	INT	เลข ใอดีของข้อมูลประวัติ
FK	weatherdata_id	INT	ใช้เชื่อมไปยังข้อมูลสภาพอากาศของสถานี
-	name	VARCHAR	ชื่อสถานี
-	temp_avg	FLOAT	ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ
-	temp_max	FLOAT	ค่าสูงสุดของอุณหภูมิ
-	temp_min	FLOAT	ค่าต่ำสุดของอุณหภูมิ
-	pressure_avg float	FLOAT	ค่าเฉลี่ยของค่าความดัน
	pressure_max float	FLOAT	ค่าสูงสุดของค่าความดัน
	pressure_min float	FLOAT	ค่าต่ำสุดของค่าความดัน
	humidity_avg float	FLOAT	ค่าเฉลี่ยของความชื้นในอากาศสัมพัทธ์
	humidity_max float	FLOAT	ค่าสูงสุดของความชื้นในอากาศสัมพัทธ์
	humidity_min float	FLOAT	ค่าต่ำสุดของความชื้นในอากาศสัมพัทธ์
	pm1_avg float	FLOAT	ค่าเฉลี่ยของค่า PM 1
	pm1_max float	FLOAT	ค่าสูงสุดของค่า PM 1
	pm1_min float	FLOAT	ค่าต่ำสุดของค่า PM 1
	pm2_5_avg float	FLOAT	ค่าเฉลี่ยของค่า PM 2.5
	pm2_5_max float	FLOAT	ค่าสูงสุดของค่า PM 2.5
	pm2_5_min float	FLOAT	ค่าต่ำสุดของค่า PM 2.5
	pm10_avg float	FLOAT	ค่าเฉลี่ยของค่า PM 10
	pm10_max float	FLOAT	ค่าสูงสุดของค่า PM 10
	pm10_min float	FLOAT	ค่าต่ำสุดของค่า PM 10
	date_time	DATETIME	วันที่สถานีรายงานตำแหน่งปัจจุบันครั้งล่าสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 4

ผลการทดลอง

จากการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับนำเสนอข้อมูลจากเครือข่ายเอพียอร์เอสนั้น ผู้พัฒนาได้แบ่งส่วนการพัฒนาเป็น 3 ส่วน ดังนี้

- 1) ส่วนแสดงผลและติดต่อกับผู้ใช้ (Front-end)
- 2) ส่วนการจัดการเว็บแอปพลิเคชัน (Back-end)
- 3) ส่วนการทำงานร่วมกันระหว่างส่วนแสดงผลและติดต่อกับผู้ใช้ (Front-end) และ ส่วนการจัดการเว็บแอปพลิเคชัน (Back-end)

โดยมีรายละเอียดการทดลอง และผลการทดลองดังนี้

4.1 การทดสอบการแสดงผลหน้าเว็บแอปพลิเคชันในรูปแบบ Geolocation

4.1.1 วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบการใช้งานระบบการนำเสนอข้อมูลจากเครือข่ายเอพียอร์เอส ในรูปแบบ Geolocation ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน และนำผลการทดสอบไปปรับปรุงและแก้ไขต่อไป

4.1.2 วิธีการทดลอง

- 1) เปิดเว็บแอปพลิเคชันระบบการนำเสนอข้อมูลจากเครือข่ายเอพียอร์เอส
- 2) เลือกรูปแบบ Geolocation
- 3) เปิดแถบด้านข้าง
- 4) คลิกเลือกสถานีต่าง ๆ บนแผนที่
- 5) ค้นหาสถานีจากชื่อและจังหวัด

4.1.3 ผลการทดลอง

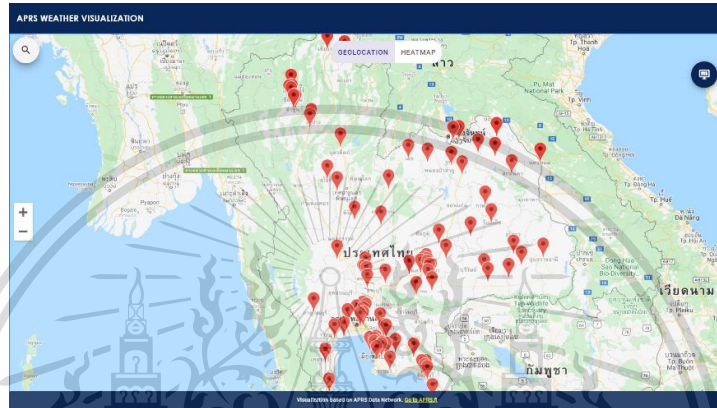
เว็บแอปพลิเคชันในรูปแบบ Geolocation สามารถแสดงผลองค์ประกอบต่าง ๆ และใช้งานได้ตามที่ออกแบบไว้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

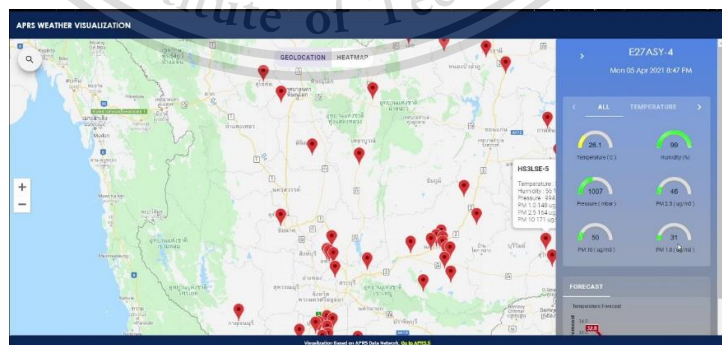
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- 1) หน้าเว็บแอปพลิเคชันเมื่อเริ่มต้นใช้งาน จะอยู่ในรูปแบบ Geolocation โดยแสดงแผนที่และตำแหน่งของสถานีอากาศต่าง ๆ บนแผนที่ ที่มีปุ่มสำหรับค้นหาชื่อสถานีและจังหวัดของสถานีที่มุด้านซ้ายบน ปุ่มการเลือกรูปแบบของแผนที่ที่ตรงกลางด้านบน และปุ่มแสดงรายละเอียดของสภาพอากาศที่มุด้านขวาบนของหน้าจอ



รูป 4.1 หน้าเว็บแอปพลิเคชันเมื่อเริ่มต้นใช้งาน

- 2) หน้าเว็บแอปพลิเคชันที่แสดงแถบด้านข้าง ซึ่งมีข้อมูลต่าง ๆ ของสถานีอากาศ ได้แก่ ชื่อสถานีอากาศ แถบข้อมูลสภาพอากาศที่เมื่อเปิดแถบขึ้นมาจะแสดงแผนภูมิเพื่อบอกภาพรวมของสภาพอากาศทั้งหมด ที่สามารถเลือกดูข้อมูลประวัติย้อนหลังของสภาพอากาศของแต่ละประเภทได้ และพยากรณ์อากาศแสดงผลได้ดังรูป 4.2 – 4.8



รูป 4.2 หน้าเว็บแอปพลิเคชันเมื่อเปิดแถบด้านข้าง (Sidebar)

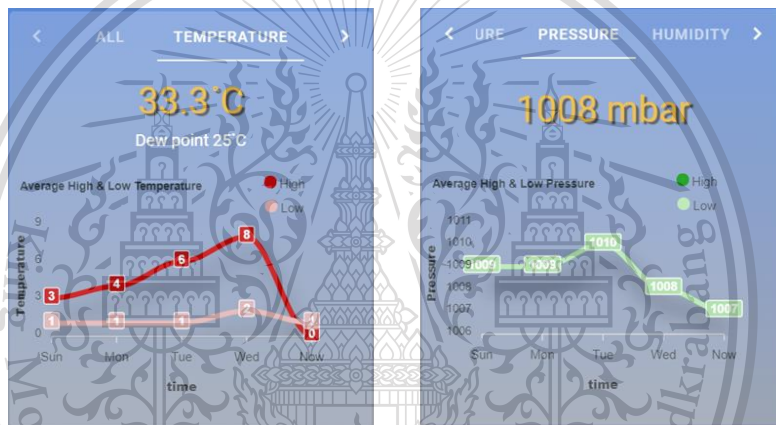
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

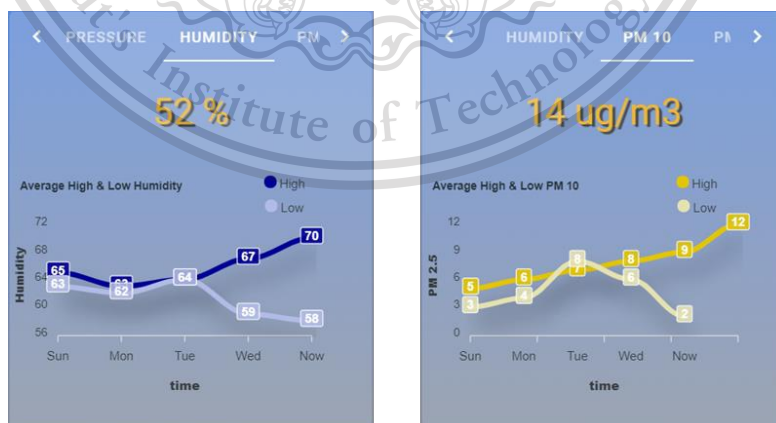
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูป 4.3 แถบด้านข้าง (Sidebar) ที่แสดงรายละเอียดของสภาพอากาศโดยภาพรวม



รูป 4.4 แถบข้อมูลสภาพอากาศแสดงกราฟข้อมูลสูง-ต่ำของอุณหภูมิ และความกดอากาศ

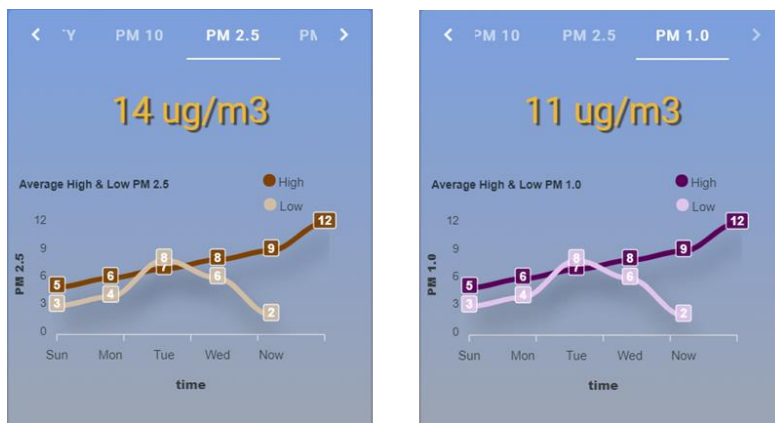


รูป 4.5 แถบข้อมูลสภาพอากาศแสดงกราฟข้อมูลสูง-ต่ำของความชื้น และ PM 10

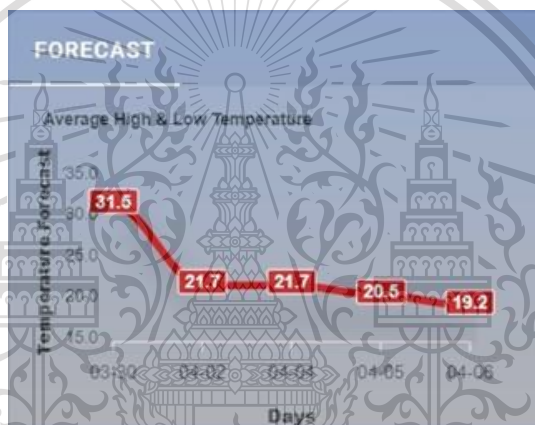
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูป 4.6 แถบข้อมูลสภาพอากาศแสดงกราฟข้อมูลสูง-ต่ำของ PM 2.5 และ PM 1.0



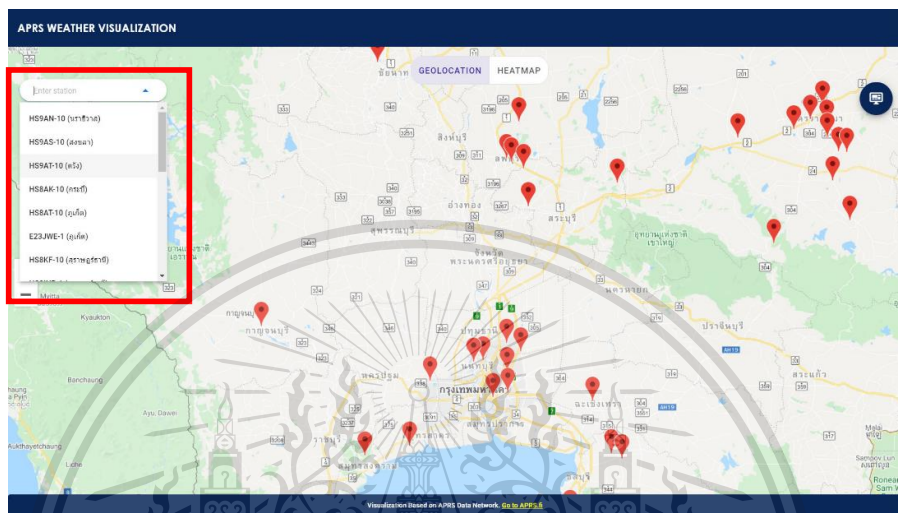
รูป 4.7 แถบแสดงการพยากรณ์ของอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- 3) หน้าเว็บแอปพลิเคชันเมื่อกดปุ่มค้นหาชื่อสถานี จะมีการแสดงรายการชื่อสถานี และจังหวัดที่มีทั้งหมดในประเทศไทยในรูปแบบของ drop-down แสดงได้ดังรูป 4.9



รูป 4.8 หน้าเว็บแอปพลิเคชันเมื่อกดปุ่มค้นหาสถานีอากาศ

4.2 การทดสอบการแสดงผลหน้าเว็บแอปพลิเคชันในรูปแบบ Heatmap

4.2.1 วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบการใช้งานระบบการนำเสนอข้อมูลจากเครือข่าย APRS ในรูปแบบ Heatmap ผ่านเว็บแอปพลิเคชัน และนำผลการทดสอบไปปรับปรุงและแก้ไขต่อไป

4.2.2 วิธีการทดลอง

- 1) เปิดเว็บแอปพลิเคชันระบบการนำเสนอข้อมูลจากเครือข่าย APRS
- 2) เลือกรูปแบบ Heatmap
- 3) คลิกเลือกประเภทของข้อมูลสภาพอากาศ

4.2.3 ผลการทดลอง

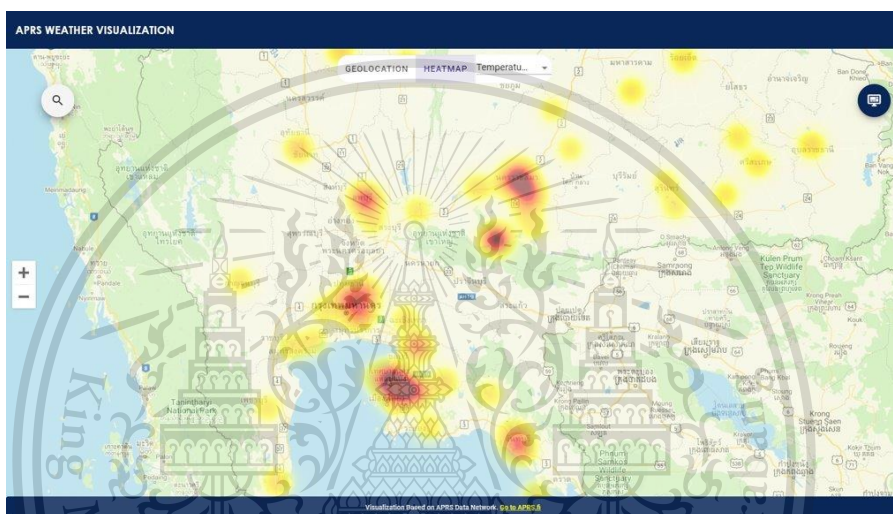
เว็บแอปพลิเคชันในรูปแบบ Heatmap สามารถแสดงผลองค์ประกอบต่าง ๆ และใช้งานได้ตามที่ออกแบบไว้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

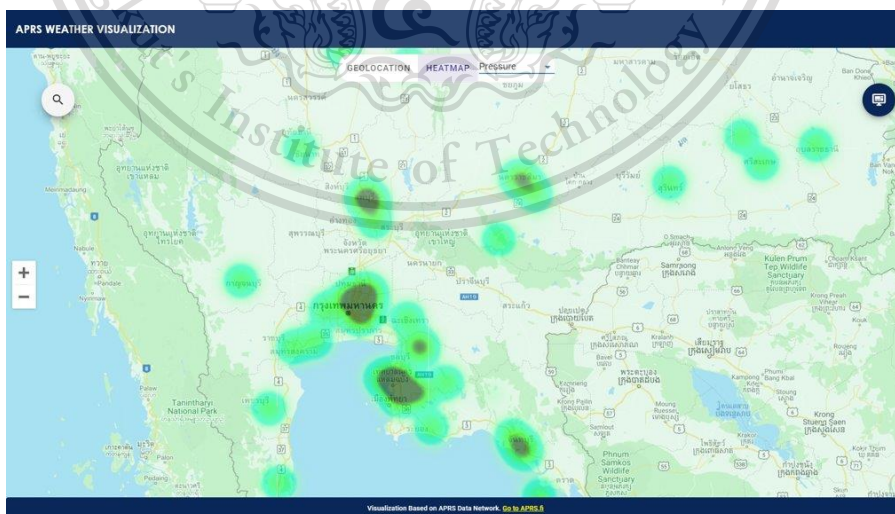
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- 1) หน้าเว็บแอปพลิเคชันเมื่อเลือกแสดงผลในรูปแบบ Heatmap จะแสดง heatmap ของข้อมูลบนแผนที่ตามประเภทของข้อมูลสภาพอากาศที่ผู้ใช้งานเลือก โดยเมื่อเปิดมาในรูปแบบนี้ครั้งแรกจะแสดงผลเป็นข้อมูลของอุณหภูมิ ซึ่งในรูปแบบนี้จะมีแถบด้านข้างที่มีข้อมูลค่าเฉลี่ยของสภาพอากาศของทุกสถานีในประเทศไทย และแบ่งตามภูมิภาคของประเทศไทยตามประเภทของข้อมูลสภาพอากาศที่ผู้ใช้งานเลือกเช่นกัน แสดงผลได้ดังรูป 4.10 – 4.15



รูป 4.9 หน้าเว็บแอปพลิเคชันในรูปแบบ heatmap แสดงข้อมูลอุณหภูมิ

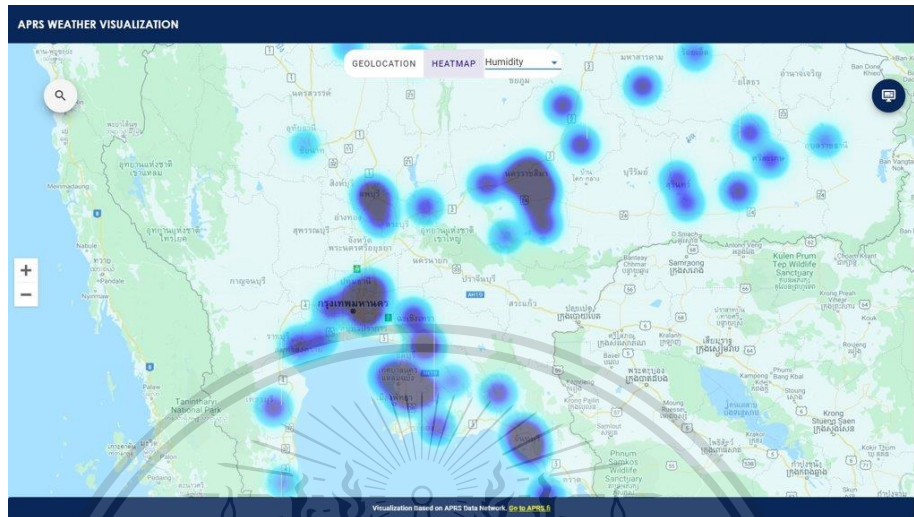


รูป 4.10 หน้าเว็บแอปพลิเคชันในรูปแบบ heatmap แสดงข้อมูลความกดอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูป 4.11 หน้าเว็บแอปพลิเคชันในรูปแบบ heatmap แสดงข้อมูลความชื้น

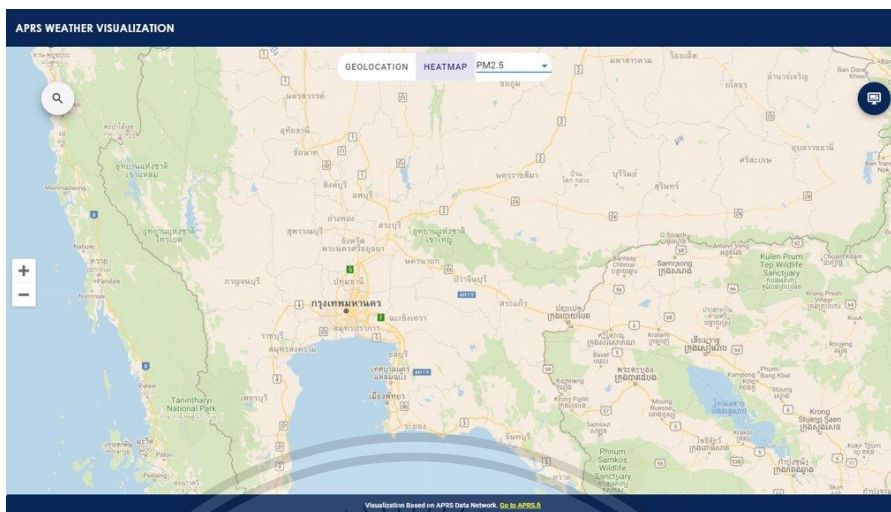


รูป 4.12 หน้าเว็บแอปพลิเคชันในรูปแบบ heatmap แสดงข้อมูล PM 10

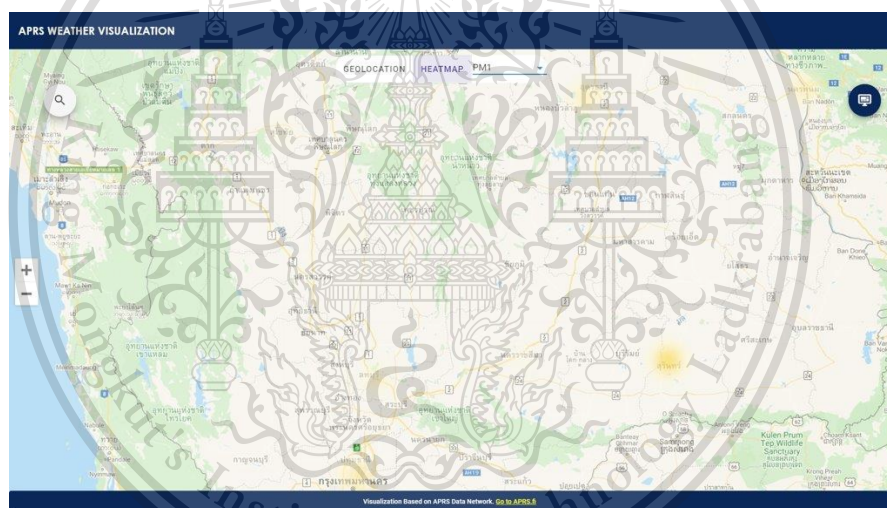
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูป 4.13 หน้าเว็บแอปพลิเคชันในรูปแบบ heatmap แสดงข้อมูล PM 2.5



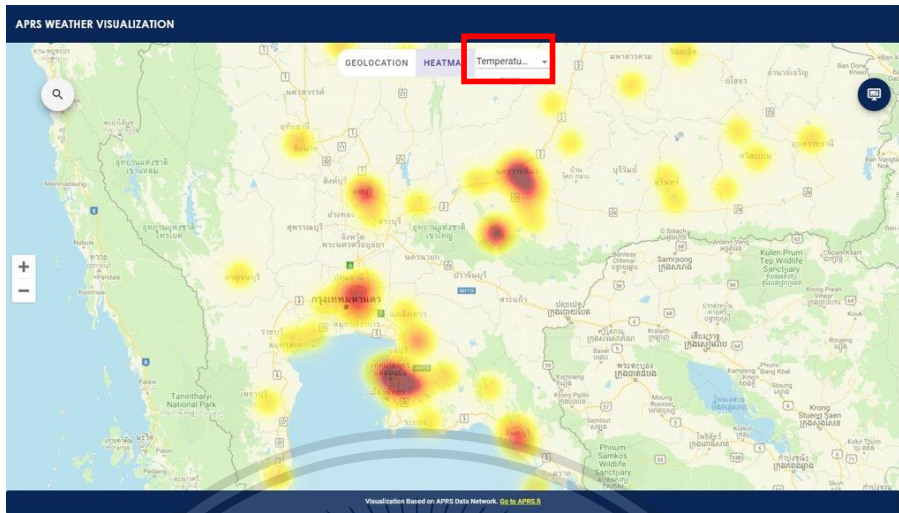
รูป 4.14 หน้าเว็บแอปพลิเคชันในรูปแบบ heatmap แสดงข้อมูล PM 1.0

- 2) เมื่ออยู่ในหน้าเว็บแอปพลิเคชันรูปแบบ Heatmap จะมี drop-down เพื่อเลือกแสดง heatmap ตามประเภทที่เลือก มีให้เลือกทั้งหมด 6 ประเภท ได้แก่ อุณหภูมิ ความกดอากาศ ความชื้น PM 10 PM 2.5 และ PM 1.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

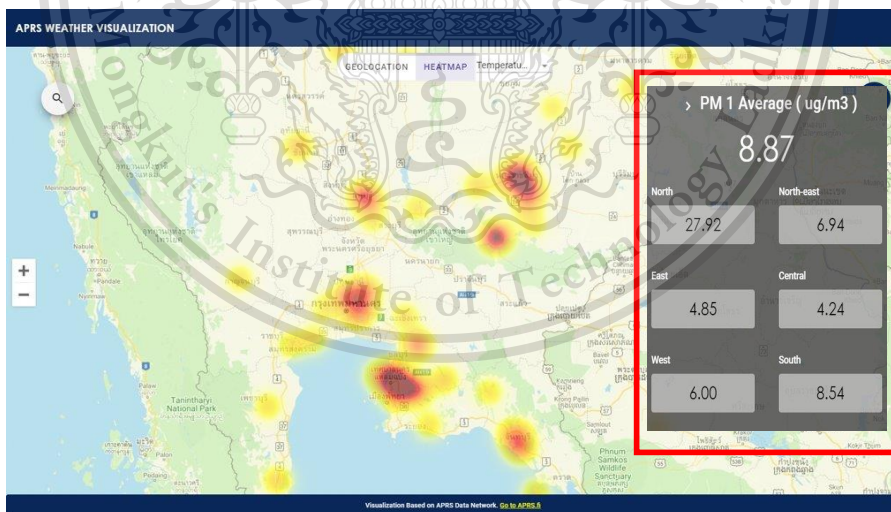
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูป 4.15 หน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงปุ่มประเภทของข้อมูลสภาพอากาศในรูปแบบ Heatmap

- 3) แถบด้านข้างของหน้าเว็บแอปพลิเคชันรูปแบบ Heatmap จะแสดงค่าเฉลี่ยของประเทศไทย และค่าเฉลี่ยของแต่ละภูมิภาคในประเทศไทยตามประเภทข้อมูลที่เลือก



รูป 4.16 หน้าเว็บแอปพลิเคชันแสดงแถบด้านข้าง (Sidebar) รูปแบบ Heatmap

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.3 การทดสอบการดึงข้อมูลตำแหน่งของสถานีจากเว็บไซต์ของ APRS

4.3.1 วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการดึงตำแหน่งของสถานีจากเว็บไซต์ของ APRS

4.3.2 วิธีการทดลอง

- 1) ดึงข้อมูลรายละเอียดของสถานีตรวจวัดสภาพอากาศโดยใช้ API จากเว็บไซต์ของ APRS (aprs.fi)
- 2) นำข้อมูลที่ได้รับมาจัดการก่อนบันทึกลงฐานข้อมูล
- 3) บันทึกลงในฐานข้อมูล

4.3.3 ผลการทดลอง

วิธีการดึงข้อมูลรายละเอียดของสถานีตรวจวัดสภาพอากาศโดยใช้ API จากเพื่อเรียกข้อมูลจาก

<https://api.aprs.fi/api/get?name=HS9AN-10&what=loc&apikey=APIKEY&format=json>

โดยมีรายละเอียดข้อมูลที่ได้รับมาดังนี้

name คือชื่อสถานี

what คือประเภทในการเรียกข้อมูลของ API

(what=loc คือ การเรียกข้อมูลรายละเอียดของสถานี)

apikey คือรหัสในการเข้าถึงของข้อมูลในเว็บไซต์ APRS.fi

format คือข้อมูลที่ได้รับจะอยู่ในรูปแบบของ json

มีรายละเอียดตัวอย่างผลการทดสอบการดึงข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งจากสถานีชื่อ HS9AN-10 ดังนี้

```
"id": 1,
"name": "HS9AN-10",
"type": "w",
"time": 1602743522,
"lasttime": 1616960027,
"lat": 5.945,
"lng": 101.77567,
"comment": "PH62280 145.625MHz tone118.8 T=26° H=79% P=997 PM 1:[2] , 2.5:[3] , 10:[3] (µg/m3)",
"date_time": "2021-03-29T02:33:47+07:00"
```

รูป 4.17 ข้อมูลที่ได้จากการดึงตำแหน่งของสถานีอากาศ ชื่อ HS9AN-10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.4 การทดสอบการดึงข้อมูลสภาพอากาศของสถานีจากเว็บไซต์ของ APRS

4.4.1 วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการดึงข้อมูลสภาพอากาศของสถานีจากเว็บไซต์ของ APRS

4.4.2 วิธีการทดลอง

- 1) ดึงข้อมูลรายละเอียดของสถานีตรวจวัดสภาพอากาศโดยใช้ API จากเว็บไซต์ของ APRS (aprs.fi)
- 2) นำข้อมูลที่ได้รับมาจัดการก่อนบันทึกลงฐานข้อมูล
- 3) บันทึกลงในฐานข้อมูล

4.4.3 ผลการทดลอง

วิธีการดึงข้อมูลรายละเอียดของสถานีตรวจวัดสภาพอากาศโดยใช้ API จากเพื่อเรียกข้อมูลจาก

<https://api.aprs.fi/api/get?name=HS9AT-10&what=loc&apikey=APIKEY&format=json>

name คือชื่อสถานี

what คือประเภทในการเรียกข้อมูลของ API

(what=loc คือ การเรียกข้อมูลรายละเอียดของสถานี)

apikey คือรหัสในการเข้าถึงของข้อมูลในเว็บไซต์ APRS.fi

format คือข้อมูลที่ได้รับจะอยู่ในรูปแบบของ json

มีรายละเอียดตัวอย่างผลการทดสอบการดึงข้อมูล สภาพอากาศจากสถานีชื่อ HS9AN-10 ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

{id": 1,
"name": "HS9AN-10",
"temp": 26.1,
"time": 1616960022,
"pressure": 997,
"humidity": 79,
"wind_direction": 0,
"wind_speed": 0,
"wind_gust": 0,
"rain_1h": 0,
"rain_24h": 0,
"rain_mn": 0,
"luminosity": 0,
"pm1": 1,
"pm2_5": 3,
"pm10": 4,
"date_time": "2021-03-29T02:33:42+07:00"

```

รูป 4.18 ข้อมูลที่ได้จากการดึงข้อมูลสภาพอากาศของสถานีอากาศ ชื่อ HS9AN-10

4.5 การทดสอบการบันทึกประวัติย้อนหลังของข้อมูลสภาพอากาศ

4.5.1 วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบความถูกต้องของข้อมูลการบันทึกประวัติย้อนหลังของข้อมูลสภาพอากาศที่ดึงมาจากเว็บไซต์ของ APRS

4.5.2 วิธีการทดลอง

- 1) ดึงข้อมูลรายละเอียดของสถานีตรวจวัดสภาพอากาศโดยใช้ API จากเว็บไซต์ของ APRS (aprs.fi)
- 2) นำข้อมูลที่ได้รับมาบันทึกลงในไฟล์ csv (หากยังไม่มีข้อมูลให้สร้างไฟล์ใหม่ หากมีข้อมูลอยู่แล้วให้บันทึกเพิ่มลงในไฟล์เดิม)
- 3) จัดการข้อมูลในไฟล์ csv
- 4) บันทึกข้อมูลประวัติย้อนหลังลงในฐานข้อมูล

4.5.3 ผลการทดลอง

เมื่อบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูล จะมีการสร้างชื่อของสถานีและวันที่สถานีนั้น ๆ ทำการตรวจวัดสภาพอากาศ และจะมีการปรับปรุงแก้ไขข้อมูลให้ตรงกับชื่อและวันที่ตรวจวัด โดยจะทำการหาค่าเฉลี่ย และค่าสูงสุด-ต่ำสุดในแต่ละวัน

มีรายละเอียดข้อมูลที่บันทึกลงในฐานข้อมูลดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

"id": 615,
"name": "HS9AN-10",
"temp_avg": 28.626666666666672,
"temp_max": 31.7,
"temp_min": 25.6,
"date_time": "2021-03-27T00:00:00+07:00",
"date_timestamp": "2021-03-27T00:09:38.854714+07:00"

"id": 553,
"name": "HS9AN-10",
"temp_avg": 27.940000000000005,
"temp_max": 28.3,
"temp_min": 26.7,
"date_time": "2021-03-26T00:00:00+07:00",
"date_timestamp": "2021-03-26T16:17:56.061636+07:00"

```

รูป 4.19 ข้อมูลประวัติย้อนหลังของอุณหภูมิของสถานีอากาศชื่อ HS9AN-10

4.6 การทดสอบการบันทึกข้อมูลการพยากรณ์อากาศ

4.6.1 วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบความแม่นยำของการพยากรณ์อากาศโดยใช้ Prophet Model

4.6.2 วิธีการทดลอง

- 1) นำข้อมูลจากประวัติย้อนหลังของข้อมูลสภาพอากาศ (History) บันทึกลงในไฟล์ csv
- 2) นำข้อมูลสภาพอากาศของแต่ละสถานีมาพยากรณ์โดยใช้ข้อมูลอุณหภูมิที่เป็นค่าเฉลี่ยในแต่ละวัน
- 3) จัดการข้อมูลในไฟล์ csv
- 4) บันทึกข้อมูลพยากรณ์ลงในฐานข้อมูล

4.6.3 ผลการทดลอง

การจัดการข้อมูลของสถานีจะไม่ใช้ข้อมูลจากสถานีที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงข้อมูล โดยจะใช้ข้อมูลของสถานีที่มีการเปลี่ยนแปลงวันล่าสุด

การพยากรณ์อากาศจะมีการวัดเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำของการพยากรณ์อากาศ โดยการวัดความแม่นยำนั้นจะมีการเปรียบเทียบข้อมูลว่าแต่ละสถานีนั้นมีความแม่นยำมาก

น้อยเพียงใด โดย model นั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

มีรายละเอียดข้อมูลที่บันทึกลงในฐานข้อมูลดังนี้

```
"id": 7,
"name": "E23JWE-1",
"model_score": 0.9570358061134453,
"temp_next_day": 29.06810345798955,
"date_next_day": "2021-03-30T00:00:00+07:00",
"temp_next_twoday": 28.021964665997242,
"date_next_twoday": "2021-03-31T00:00:00+07:00"
},
{id": 8,
"name": "E24CI-1",
"model_score": 0.7610537250001252,
"temp_next_day": 26.3793077729279,
"date_next_day": "2021-03-30T00:00:00+07:00",
"temp_next_twoday": 25.579406760894674,
"date_next_twoday": "2021-03-31T00:00:00+07:00"
}
```

รูป 4.20 ข้อมูลการพยากรณ์อุณหภูมิของสถานีชื่อ E23JWE-1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลที่ได้จากโครงการ

โครงการนี้เป็นโครงการเว็บแอปพลิเคชันรายงานสภาพอากาศโดยใช้ข้อมูลจากเครือข่ายระบบเอพียอร์เอส และนำมาแสดงผลโดยอาศัยวิธีการออกแบบหน้าเว็บแอปพลิเคชันและนำหลักการของ Data Visualization มาช่วยในการแสดงผลของข้อมูลสภาพอากาศ เพื่อให้มีหน้าเว็บที่สามารถใช้งานได้ง่ายและสวยงาม

จากการทำโครงการพบว่าสามารถดำเนินการตามแผนงานและความต้องการของผู้ใช้งาน (User Requirements) ที่เป็นส่วนสำคัญได้สำเร็จ โดยเว็บแอปพลิเคชันที่ได้พัฒนาสามารถดึงข้อมูลสภาพอากาศจากเครือข่ายระบบเอพียอร์เอสหรือเว็บไซต์ aprs.fi มาแสดงผลบนแผนที่ได้ แบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ รูปแบบ Geolocation และ Heatmap และสามารถนำข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งของสถานีอากาศมาค้นหาสถานีที่ต้องการได้จากช่องค้นหา ซึ่งสามารถค้นหาได้จากชื่อสถานีหรือจังหวัดของสถานีนั้น ๆ ได้

5.1.1 รูปแบบ Geolocation

การแสดงผลของข้อมูลสภาพอากาศในรูปแบบ Geolocation สามารถนำข้อมูลของตำแหน่งสถานีอากาศ (Weather stations) และข้อมูลสภาพอากาศที่ได้จากการดึงมาจากเครือข่ายระบบเอพียอร์เอส มาแสดงบนแผนที่ได้ โดยใช้ Google map API สร้างแผนที่ เพิ่มสัญลักษณ์แสดงตำแหน่งของสถานีอากาศ และแสดงข้อมูลบน Info Window เป็นข้อมูลโดยย่อ และแถบด้านข้าง (Sidebar) ได้ ซึ่งในแถบด้านข้างจะมีการแสดงชื่อสถานี เวลาปัจจุบัน ข้อมูลประวัติย้อนหลังของสภาพอากาศของแต่ละสถานีทุกประเภท ได้แก่ อุณหภูมิ ความกดอากาศ ความชื้น PM 1 PM 2.5 และ PM 10 แบบละเอียด แสดงการพยากรณ์อากาศของข้อมูลอุณหภูมิของแต่ละสถานี โดยแสดงผลออกมาในรูปแบบของแผนที่และกราฟ

5.1.2 รูปแบบ Heatmap

การแสดงผลของข้อมูลสภาพอากาศในรูปแบบ Heatmap สามารถนำข้อมูลของสภาพอากาศแต่ละประเภทมาแสดงผลด้วยสีที่แตกต่างกัน และสามารถนำข้อมูลที่ได้ออกมาเป็นค่าเฉลี่ยทั้งหมดและค่าเฉลี่ยของแต่ละภูมิภาคและนำมาแสดงผลบนแผนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในวงจำกัดและลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่สามารถนำเอกสารนี้ไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ด้านข้าง โดยสามารถเลือกดูข้อมูลประเภทต่าง ๆ ได้จากการกดปุ่มเลือกตามประเภทที่ต้องการได้

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

ตลอดการทำโครงการ ทางผู้พัฒนาได้พบปัญหาและข้อจำกัดต่าง ๆ ดังนี้

- 1) ปัญหาการใช้ style ใน Vue ทำให้ต้องใช้การเขียน style ในส่วนของ template จึงมีผลทำให้จำนวนบรรทัดของโปรแกรมมีมากขึ้น
แก้ไขโดย : เขียนไฟล์ style แยกเป็นอีกไฟล์โดยเฉพาะ
- 2) Apexchart ไม่สามารถเปลี่ยนค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของกราฟประเภทกราฟความคืบหน้าได้ (Radius Chart)
แก้ไขโดย : หา tools อื่นที่เหมาะสมกว่านี้ หรือพัฒนาขึ้นเอง
- 3) การใช้เวลาในการศึกษาการเรียกใช้ส่วนประกอบต่าง ๆ ของ google map ซึ่งเป็นเรื่องใหม่และมีตัวอย่างที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับ โครงการไม่มาก
แก้ไขโดย : นำความรู้ที่สอนมาประยุกต์ให้ได้มากที่สุด
- 4) การจัดรูปแบบข้อมูลที่ต้องการแสดงใน Info Window ไม่ตรงตามที่คาดเนื่องจากข้อกำหนดของ Google map API
แก้ไขโดย : อาจพัฒนา Info Window ขึ้นมาเอง
- 5) การใช้ Django REST Framework มีความชำนาญไม่มากพอ จึงทำให้โครงการล่าช้าในช่วงเริ่มแรกของโครงการ
แก้ไขโดย : ศึกษาให้ละเอียดถี่ถ้วน ให้เข้าใจโครงสร้างและการทำงานของ Django Rest Framework
- 6) การดึงข้อมูลจาก api ของ aprs จะต้องหาชื่อสถานีจากแหล่งอื่นที่ไม่ใช่ api ของ aprs จึงจะสามารถดึงข้อมูลได้
แก้ไขโดย : หาวิธีการดึงข้อมูลโดยกำหนดขอบเขตรัศมีของบริเวณที่ต้องการ
- 7) การดึงข้อมูลจาก API ของ APRS นั้น หากมีการดึงข้อมูลมากเกินไปจะถูกบล็อก IP Address
แก้ไขโดย : ลดการดึง API โดยสุญเปล่า เพราะจะทำให้เปลืองทรัพยากรและถูกบล็อกง่ายขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- 8) ข้อมูลที่ได้รับจากการดึงข้อมูลจาก API ของ APRS นั้น ต้องมีการจัดการของข้อมูล ก่อนที่จะบันทึกลง Database ได้ เพราะข้อมูลบางชนิดนั้น ไม่ได้รับค่ามาได้โดยตรง อย่างเช่น ค่า PMI

แก้ไขโดย : คัดกรองข้อมูลเองจนกว่า API ของ aprs.fi จะพัฒนา

- 9) การศึกษา Prophet ซึ่งเป็นโมเดลที่ถูกพัฒนาโดย Facebook นั้น ใช้เวลานาน ทำให้ยากต่อการนำมาใช้ แต่เมื่อนำมาใช้ได้แล้ว ก็สามารถใช้งานได้สะดวก

แก้ไขโดย : อ่านงานวิจัยและวิธีการคำนวณให้เข้าใจกระบวนการมากขึ้น

- 10) ข้อมูลอุณหภูมิที่นำมาพยากรณ์อุณหภูมิ มีข้อมูลบางสถานีที่มีอุณหภูมิที่ติดลบ ซึ่ง อุณหภูมิประเทศไทยโดยรวมนั้น ไม่มีทางติดลบ จึงทำให้การพยากรณ์อุณหภูมิของ สถานีที่มีอุณหภูมิต่ำติดลบนั้น ทำให้พยากรณ์ไม่ได้ เพราะบางเวลามีการรายงานข้อมูล ที่ไม่ใช่อุณหภูมิตดลบด้วย

แก้ไขโดย : ควรนำข้อมูลที่อัปเดตแล้วมาคำนวณ เพราะถ้าใช้ข้อมูลจากเก่าเรื่อยๆ จะทำให้ค่าผิดพลาดมากขึ้นเรื่อยๆ

5.3 แผนในการพัฒนาต่อ

- 1) ปรับแต่งในส่วนของ Info Window ให้มีความสวยงามและสามารถอ่านเนื้อหาได้ง่ายมากขึ้น
- 2) เพิ่มรูปภาพที่แสดงถึงสภาพอากาศ ณ ตอนนั้น ให้ผู้ใช้งานเข้าใจได้ง่ายขึ้น
- 3) เพิ่มประเภทข้อมูลของสภาพอากาศให้หลากหลายมากขึ้น
- 4) เพิ่มการพยากรณ์ข้อมูลชนิดอื่น ๆ เพิ่มมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บรรณานุกรม

HS2TEI. 2554. **APRS(Automatic Position Reporting System)**. [Online]. Available:

<http://www.hamsiam.com/smf/index.php?topic=32136.0>

HS5DRL. 2548. **กิจการนักวิทยุสมัครเล่น**. [Online]. Available:

<https://th.wikipedia.org/wiki/วิทยุสมัครเล่น>

สิทธิศักดิ์ พูลสวาท. **ความกดอากาศ**. [Online]. Available:

<https://sites.google.com/site/sciencesittisak/content01/contant002>

ศูนย์สารสนเทศ สำนักชลประทานที่ 14. **ความชื้น**. [Online]. Available:

http://kmcenter.rid.go.th/kmc14/f_water/PDF/situation6.pdf

กรมอนามัยและกรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. 2558. **ฝุ่นละออง**. [Online]. Available:

<http://www.oic.go.th/FILEWEB/CABINFOCENTER17/DRAWER002/GENERAL/DATA/0000/00000200.PDF>

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2557. **ลม**. [Online]. Available:

<https://ienergyguru.com/2015/07/พลังงานลม/>

E20EHQ/KB3KCI. 2551. **Igate**. [Online]. Available:

http://pioneer.netserv.chula.ac.th/~ntinnawa/digimode/ui_igate.html

SAB. 2560. **สถานีอากาศ**. [Online]. Available:

<https://sites.google.com/view/sab-lab/>

Mr.Automated . 2561. **การนำเสนอแผนภาพข้อมูล (data Visualization)**. [Online]. Available:

<http://www.autosoft.in.th/datavisualization/การนำเสนอแผนภาพข้อมูล-data-visu/>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตเห็นได้แก่เว็บไซต์นี้โดยไม่ขอประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.