



การพัฒนาระบบแสดงผลภาพเพื่อวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นอนุภาคขนาดเล็ก 2.5 ไมโครเมตร (PM2.5) ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร

Development of Data Visualization for Particulate Matter 2.5 micrometers Analysis in Bangkok

วันมงคล พิกุลแย้ม¹ ปราณี มณีรัตน์¹ และ นิเวศ จิระวิชิตชัย^{2*}

Wunmongkol Pikulyam¹, Paralee Maneerat¹ and Nivet Chirawichitchai^{2*}

¹คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม ถนนพหลโยธิน เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร

²คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์ ถนนแจ้งวัฒนะ เขตปากเกร็ด นนทบุรี

¹School of Information Technology, Sripatum University, Phahon Yothin, Chatuchak, Bangkok 10900, THAILAND

²Faculty of Engineering and Technology, Panyapiwat Institute of Management, Chaengwattana Pakkred, Nonthaburi 11120, THAILAND

*Corresponding author e-mail: nivetchi@pim.ac.th

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article history:

Received: 4 August, 2020

Revised: 7 September, 2020

Accepted: 30 October, 2020

Available online: 31 May, 2021

DOI: 10.14456/rj-rmutt.2021.15

Keywords: data analytics, data visualization, PM2.5

Annual data of the Pollution Control Department of PM dust 2.5 is an increase in volumes indicating problem air quality. The problem is different and more complex. Therefore, it has to be analyzed to identify the cause in order to resolve the problem more precisely and efficiently. This research purposes data analytics and visualization system for particle dust particle size determination of 2.5 micrometers (PM2.5) in Bangkok using visualization technique with R programming language and Mysql database. The system can display quantitative information that can be measured in many forms such as numbers, diagrams and graphs as well as being interesting, easy to understand, and provide clarity in analysis. The implementation of this research has collected data from the Pollution Control Department and the Bangkok PM 2.5 database, which monitors the air quality of Thailand to assess the situation of air quality and alert the case of pollution exceeding the standard.

The experimental and evaluation of satisfaction by user found that users were satisfied with the program at a good level. The system was analyzed to support the work of data analytic and visualization for users effectively.

บทคัดย่อ

ข้อมูลของกรมควบคุมมลพิษประจำปี สถานการณ์ของปริมาณฝุ่น PM2.5 มีแนวโน้มที่จะมีปริมาณเพิ่มขึ้น ซึ่งแสดงถึงคุณภาพของอากาศที่ยังเป็นปัญหาที่ต้องแก้ไขอย่างเร่งด่วน เนื่องจากสภาพปัญหาที่แตกต่างจากเดิมและมีความซับซ้อนมากขึ้น จึงต้องวิเคราะห์ให้ทราบสาเหตุที่ชัดเจน เพื่อที่จะดำเนินการแก้ไข ปัญหาได้อย่างตรงจุดและมีประสิทธิภาพมากขึ้น งานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอการพัฒนาระบบแสดงผลภาพเพื่อวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นอนุภาคขนาดเล็ก 2.5 ไมโครเมตร (PM2.5) ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร โดยใช้เทคนิคดาต้า วิซวลไลเซชันด้วยภาษา R และใช้ฐานข้อมูล Mysql สามารถแสดงข้อมูลในเชิงปริมาณที่วัดได้หลายรูปแบบ เช่น ตัวเลข แผนภาพ และกราฟต่าง ๆ อีกทั้งมีความน่าสนใจ ดูแล้วเข้าใจง่าย และทำให้เกิดความชัดเจนในการวิเคราะห์ การดำเนินงานของงานวิจัยนี้ มีการเก็บรวบรวม ข้อมูลหลังจากกรมควบคุมมลพิษกับฐานข้อมูล Bangkok PM2.5 ที่ดำเนินการติดตามตรวจสอบคุณภาพอากาศของประเทศไทย เพื่อประเมินสถานการณ์คุณภาพอากาศเผ่า ระวังและแจ้งเตือนกรณีพบปริมาณสารมลพิษเกินค่า มาตรฐาน ผลการทดสอบประสิทธิภาพความพึงพอใจของ ผู้ใช้งานระบบแสดงผลภาพเพื่อวิเคราะห์ปริมาณฝุ่น พบว่า ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจด้านความสามารถของระบบ ความ ถูกต้องของระบบ และ การใช้งานของระบบ เพื่อนำไป วิเคราะห์วิเคราะห์ปริมาณฝุ่นอนุภาคขนาดเล็ก 2.5 อยู่ใน ระดับดี จึงสรุปได้ว่าระบบงานนี้ สามารถวิเคราะห์ปริมาณ ฝุ่นอนุภาคขนาดเล็กเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจของผู้ใช้ ระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: การวิเคราะห์ข้อมูล การแสดงผลภาพ ฝุ่นอนุภาคขนาดเล็ก 2.5 ไมโครเมตร

บทนำ

ปัจจุบันมลพิษทางอากาศนับว่าเป็นปัญหาหลัก ที่สำคัญของประเทศไทยและนับวันยิ่งทวีความรุนแรงมากขึ้น ทางรัฐบาลให้ความสำคัญเป็นอย่างมากและได้ ดำเนินการหาวิธีการต่างๆเพื่อที่จะทำการแก้ไขปัญหา ดังกล่าว โดยเฉพาะฝุ่น อนุภาคขนาดเล็กที่มี เส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 2.5 ไมโครเมตร ซึ่งสาเหตุ ต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดฝุ่นอนุภาคขนาดเล็กที่มีเส้นผ่าน ศูนย์กลางน้อยกว่า 2.5 ไมโครเมตร นั้นเกิดจากการเผา ชยะ การเผาป่า การเผาไหม้ไอเสียของเครื่องยนต์จาก รถยนต์หลายประเภท ไอเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม และ การก่อสร้างต่าง ๆ ซึ่งเมื่อฝุ่นอนุภาคขนาดเล็กที่มี เส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 2.5 ไมโครเมตร ที่เกิดจาก สาเหตุต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมานั้นฟุ้งกระจายปะปนกับอากาศ และมีปริมาณมากเกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศ ทำให้ ประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่หายใจเอาฝุ่นอนุภาคขนาด เล็กที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 2.5 ไมโครเมตร เข้าไป ได้โดยง่าย และเมื่อมีปริมาณฝุ่นอนุภาคขนาดเล็กที่มีเส้น ผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 2.5 ไมโครเมตร เข้าสู่ร่างกายใน ปริมาณที่สูงมากจะส่งผลให้เกิดความเสี่ยงโรคเรื้อรัง เช่น โรคหลอดเลือดในสมอง โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง โรคหอบหืด โรคหัวใจขาดเลือด โรคติดเชื้อเฉียบพลัน ในระบบ ทางเดินหายใจส่วนล่าง การรับทราบข้อมูลของคุณภาพ อากาศล่วงหน้าจึงเป็นสิ่งที่สำคัญ (1, 2)

ในงานวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์วิจัยปริมาณ ฝุ่นอนุภาคขนาดเล็กที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 2.5 ไมโครเมตร ที่เกิดขึ้นในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็น

มหานครที่มีประชาชนอาศัยอยู่เป็นจำนวนมากเป็นอันดับหนึ่งของประเทศไทย ปัจจุบันกรุงเทพมหานครอยู่ในช่วงที่กำลังพัฒนาเมือง จึงมีการก่อสร้างจำนวนมากไม่ว่าจะเป็นการสร้างที่อยู่อาศัย การสร้างระบบขนส่งมวลชน ยังมีการคมนาคมคับคั่ง มีการใช้ยานพาหนะส่วนตัวเป็นจำนวนมาก และแนวโน้มของการเพิ่มจำนวนรถยนต์ส่วนบุคคลประเภทต่าง ๆ มากขึ้นทุกปี ล้วนเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิด PM2.5 เป็นฝุ่นที่ก่อปัญหามลพิษทางอากาศให้กับกรุงเทพมหานคร โดย PM2.5 ได้สะสมอยู่ในชั้นบรรยากาศนั้นมีอยู่ในระดับที่เกินค่ามาตรฐานซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนทั้งทางตรงและทางอ้อม

ตารางที่ 1 ค่าความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศที่เทียบเท่ากับค่าดัชนีคุณภาพอากาศ (1, 2)

QI	PM2.5 (มคก./ลบ.ม.)	PM10 (มคก./ลบ.ม.)
0 - 25	0 - 25	0 - 50
26 - 50	26 - 37	51 - 80
51 - 100	38 - 50	81 - 120
101 - 200	51 - 90	121 - 180
มากกว่า 200	91 ขึ้นไป	181 ขึ้นไป

จากข้อมูลของกรมควบคุมมลพิษประจำปีสถานการณ์ของ PM2.5 มีแนวโน้มที่จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นซึ่งแสดงถึงคุณภาพของอากาศที่ยังเป็นปัญหาที่ต้องแก้ไขอย่างเร่งด่วน ซึ่งมีปัญหาที่แตกต่างจากเดิม และมีความซับซ้อน จึงต้องวิเคราะห์ให้ทราบสาเหตุที่ชัดเจนเพื่อที่จะดำเนินการแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้อย่างตรงจุดและมีประสิทธิภาพมากขึ้น ในปัจจุบันมีเทคโนโลยีที่หลากหลายเพื่อช่วยในการเก็บข้อมูล ในงานวิจัยนี้จะทำการเก็บข้อมูลจากเครื่องมือวัดสภาพอากาศที่สามารถวัดค่า PM2.5 เครื่องมือวัดสภาพอากาศยังสามารถวัดค่า PM1.0 ค่าแรงลม ค่าความชื้นสัมพัทธ์ และค่าก๊าซต่าง รวมถึงค่าพารามิเตอร์อื่น ๆ ที่ทั้งหมดที่กล่าวมานั้นล้วนจัดปัจจัยให้เกิดปริมาณฝุ่น PM2.5 เมื่อนำค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ มา

คำนวณค่าเพื่อทำการพยากรณ์การเกิด PM2.5 ในงานวิจัยนี้ทำการพัฒนาระบบรับข้อมูลจากเครื่องมือวัดสภาพอากาศที่ได้มานั้นแล้วทำการเก็บเข้าระบบฐานข้อมูลและนำมาคำนวณด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อทำการพยากรณ์ค่าปริมาณ PM2.5 ที่จะเกิดขึ้นและแสดงผลภาพเชิงปฏิสัมพันธ์ของ PM2.5 ด้วยเทคโนโลยีวิซวลไลเซชัน (Visualization) จึงสามารถแสดงข้อมูลในเชิงปริมาณที่วัดได้หลายรูปแบบ เช่น ตัวเลข แผนภาพ 2 มิติ 3 มิติ และกราฟต่าง ๆ ที่มีปฏิสัมพันธ์ต่อผู้ใช้งานเป็นอย่างมากทั้งยังมีความน่าสนใจ ดูแล้วเข้าใจง่าย และทำให้เกิดความชัดเจน และเป็นการแก้ปัญหาความซ้ำซ้อน ลดระยะเวลาการเข้าถึงข้อมูล การสร้างภาพวิซวลไลเซชันในระดับสำคัญวิธีการให้ปฏิสัมพันธ์กับข้อมูล เทคนิคการสร้างภาพวิซวลไลเซชันสามารถแบ่งออกเป็นประเภทหรือหมวดหมู่ตามชนิดข้อมูล ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยในการเลือกเทคนิคการสร้างภาพวิซวลไลเซชัน จำนวนของแอตทริบิวต์หรือมิติ ปริมาณข้อมูลหรือจำนวนข้อมูล คุณภาพหรือหมวดหมู่ข้อมูล การสร้างภาพวิซวลไลเซชัน จัดเป็นชนิดของงานเป็นอีกแง่มุมในการพิจารณาจำแนกประเภทหรือหมวดหมู่ของเทคนิคการสร้างภาพวิซวลไลเซชันหรือการวิเคราะห์ข้อมูลให้บรรลุเป้าหมายด้วยวิธีการนำเสนอข้อมูลเป็นกราฟิก โดยพิจารณาจากงานที่มีความสำคัญเป็นหลัก รวมถึงการมีปฏิสัมพันธ์ของข้อมูลกันระหว่างการวิเคราะห์และการแสดงผล (3, 4)

เมื่อได้มีการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่างานวิจัยของ รัฐภาพร และคณะ (5) ได้ศึกษาการนำค่าฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 และ PM2.5 เฉลี่ยรายวันที่วัดได้จากเครื่องมือวัดฝุ่นละอองขนาดเล็ก Dust DETEC มาเปรียบเทียบกับข้อมูลจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศกรมควบคุม พบว่าข้อมูลที่ให้มีแนวโน้มที่ใกล้เคียงกันและเมื่อนำข้อมูลฝุ่นละอองขนาดเล็กจากเครื่องมือวัดฝุ่นละออง Dust DETEC เปรียบเทียบกับข้อมูลจากกรมควบคุมมลพิษและปริมาณจุดความร้อน พบว่ามีแนวโน้มเป็นไปในทิศทางเดียวกันคือหากช่วงที่มีปริมาณจุดความร้อนสูง

ก็จะส่งผลให้ค่าฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 และ PM10 สูงขึ้นตามไปด้วย

งานวิจัยของ อิศระ (6) ได้ศึกษาการกระจายความเข้มข้นฝุ่นละอองเชิงพื้นที่ (Spatial Distribution) ในกรุงเทพมหานคร เป็นประโยชน์ในการประเมินสถานการณ์คุณภาพอากาศ ดังแสดงในภาพการประเมิน PM2.5 เฉลี่ยรายปี 2560 จากโครงการ การจัดทำแผนที่สถานการณ์มลพิษทางอากาศของประเทศไทย ปี 2560 โดยใช้ ภาพถ่ายดาวเทียมของกรมควบคุมมลพิษ จะเห็นได้ว่าพื้นที่ที่มีความเข้มข้น PM2.5 สูงสุดได้แก่ พื้นที่ใจกลางกรุงเทพฯ และพื้นที่ บริเวณชานเมืองทิศตะวันออกเฉียงเหนือของกรุงเทพฯ ในช่วงฤดูลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและฤดูแล้งซึ่งมีการเผาชีวมวล ลมจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือจะพัดพามลพิษอากาศเข้าสู่กรุงเทพฯ และเป็นผลให้ความเข้มข้นมลพิษอากาศสูงในช่วงเวลาดังกล่าว

อนุสรฯ (7) ได้ศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน ภายในห้องโดยสารรถโดยสารสาธารณะในกรุงเทพฯ พบว่า ระบบขนส่งมวลชนเป็นบริการสาธารณะที่มีความสำคัญในการช่วยให้ประชาชนสามารถเดินทางไปยังที่ต่าง ๆ ได้อย่างสะดวกสบาย ช่วยให้การใช้รถยนต์ส่วนบุคคล ลดแหล่งระบายมลพิษ ส่งผลให้คุณภาพอากาศในเมืองดีขึ้น อนึ่งการปนเปื้อนของสารมลพิษภายในรถโดยสารสาธารณะอาจเกิดขึ้นจากหลาย ๆ ปัจจัย ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้โดยสาร การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5) ภายในห้องโดยสารของรถโดยสารสาธารณะ 6 ประเภท ประกอบด้วย รถตู้สาธารณะ รถประจำทางปรับอากาศ รถมินิบัส รถไฟฟ้าบีทีเอส รถไฟฟ้าเอ็มอาร์ที และรถแท็กซี่ การศึกษาครั้งนี้ใช้เครื่องตรวจวัดปริมาณฝุ่นแบบต่อเนื่อง (Dusttrak Aerosol Monitor) ในการตรวจวัดปริมาณ PM2.5 การติดตามความเร็วและสภาวะการขับขี่ด้วยเครื่องมือตรวจวัดพิภักทางภูมิศาสตร์ (จีพีเอส)

ภาษา R จัดเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ภาษาหนึ่งที่เป็นที่ใช้นับว่าทางสถิติ เพราะเป็นโปรแกรมโอเพนซอร์ซ (Open Source) ที่ใช้งานได้ฟรี รองรับระบบปฏิบัติการหลายระบบ ปฏิบัติการทั้ง Windows Mac OS หรือ Linux โดยการทำงานของ R ที่นิยมเนื่องจากมี built-in function ทางด้านสถิติที่มีปริมาณมาก รวมถึง สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ และมีความสามารถแสดงผลการทำงานในรูปแบบกราฟ สามารถประมวลผลได้รวดเร็ว จึงได้รับความนิยม โดยเฉพาะการใช้งานด้านการวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analytics) (8, 9)

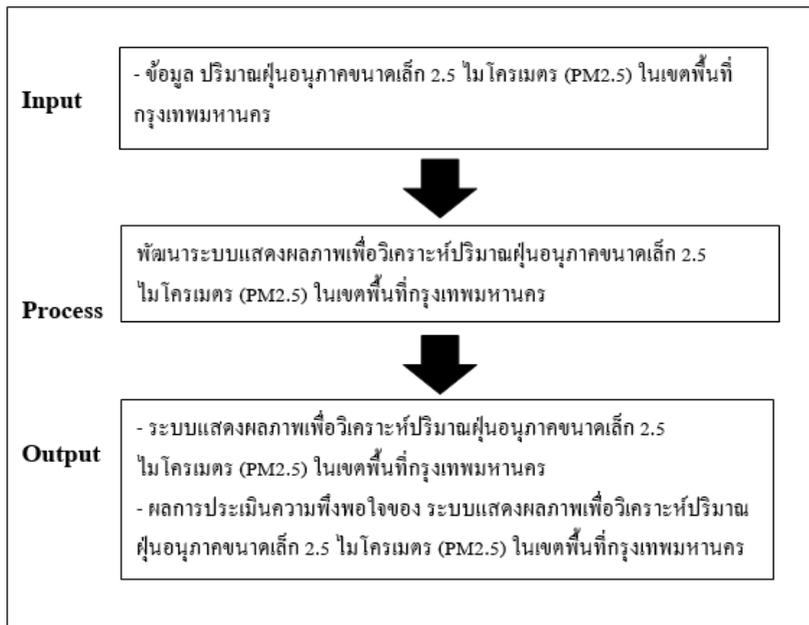
จากปัญหา การทบทวนทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าว จึงเป็นที่มาของงานวิจัยนี้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนาาระบบแสดงผลภาพเพื่อวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นอนุภาคขนาดเล็ก 2.5 ไมครอน (PM2.5) ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร และเพื่อทดสอบประสิทธิภาพและความพึงพอใจ ของผู้ใช้งานระบบแสดงผลภาพเพื่อวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นอนุภาคขนาดเล็ก 2.5 ไมครอน (PM2.5) ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร เพื่อประโยชน์การใช้งานด้านการวิเคราะห์ข้อมูล

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินงานของงานวิจัยนี้ มีการเก็บรวบรวมข้อมูลหลังจากกรมควบคุมมลพิษกับฐานข้อมูล Bangkok PM 2.5 Data - Berkeley Earth (10) ที่ดำเนินการติดตามตรวจสอบคุณภาพอากาศของประเทศไทย เพื่อประเมินสถานการณ์คุณภาพอากาศเผ่าระวังและแจ้งเตือนกรณีพบปริมาณสารมลพิษเกินค่ามาตรฐาน ข้อมูลคุณภาพอากาศที่ตรวจวัดได้สามารถนำมาศึกษาและวิเคราะห์เชิงลึกได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเกิดความคิดที่จะใช้ข้อมูลที่เก็บได้ในแต่ละวัน จำนวน 365 วัน ต่อเนื่อง ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร ใช้ข้อมูลฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน ย้อนหลัง 5 ปี ตั้งแต่ มกราคม ค.ศ. 2016 –กรกฎาคม ค.ศ. 2020 ได้จากการติดตามตรวจวัดสถานการณ์ฝุ่นละอองในประเทศไทย (1, 2) ซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลวัน เดือน ปี รายวัน

(เฉลี่ย 24 ชั่วโมง) ข้อมูลฝุ่นละอองขนาดเล็กรายวัน จาก ข้อมูลสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศกรุงเทพฯ นำเข้า ระบบฐานข้อมูล Mysql แยกตามวันและสถานีวัด เพื่อนำมาพัฒนาระบบแสดงผลภาพเพื่อวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นอนุภาคขนาดเล็ก 2.5 ไมโครเมตร (PM2.5) และคุณภาพอากาศด้วยดาวเทียมดาวไลเซนซ์บนมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศประเทศไทย เพื่อให้ทราบถึงปัญหา และเห็นภาพรวมได้ง่ายและมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

การพัฒนาระบบแสดงผลภาพเพื่อวิเคราะห์ปริมาณฝุ่น ผู้วิจัยเลือกใช้ภาษา R เนื่องจากเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ ภาษาหนึ่งที่เป็นที่ใช้นับว่าทางสถิติ เพราะเป็น โปรแกรมโอเพนซอร์ซ (Open Source) ที่ใช้งานได้ฟรี รองรับระบบปฏิบัติการหลายระบบ เป็นเครื่องมือในการ วิเคราะห์ปริมาณฝุ่นและคุณภาพอากาศด้วยดาวเทียม ดาวไลเซนซ์บนเว็บ (รูปที่ 1)



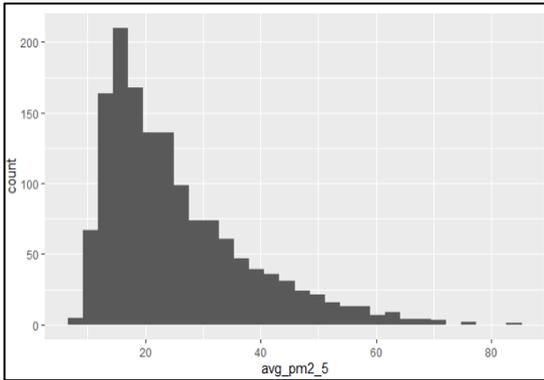
รูปที่ 1 กรอบแนวคิดระบบแสดงผลภาพเพื่อวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นอนุภาคขนาดเล็ก 2.5 ไมโครเมตร

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

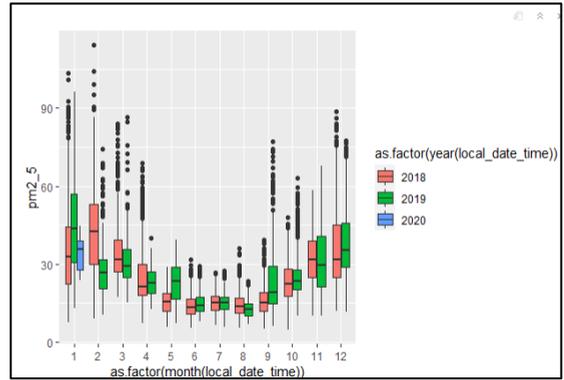
ผลจากวิธีการดำเนินงานของงานวิจัยนี้ มีการ เก็บรวบรวมข้อมูลหลังจากกรมควบคุมมลพิษกับ ฐานข้อมูล Bangkok PM2.5 ที่ดำเนินการติดตาม ตรวจสอบคุณภาพอากาศของประเทศไทย เพื่อประเมิน สถานการณ์คุณภาพอากาศใฝ่ระยะวังและแจ้งเตือนกรณี พบปริมาณสารมลพิษเกินค่ามาตรฐาน ข้อมูลคุณภาพ อากาศที่ตรวจวัดได้สามารถนำมาศึกษาและวิเคราะห์ได้ ดังรูปที่ 2-10

year	month	day	hour	pm2_5	date_time	local_date_time
<db>	<db>	<db>	<db>	<db>	<S3: POSIXct>	<S3: POSIXct>
2016	3	3	8	62.9	2016-03-03 08:00:00	2016-03-03 15:00:00
2016	3	3	9	62.9	2016-03-03 09:00:00	2016-03-03 16:00:00
2016	3	3	10	55.5	2016-03-03 10:00:00	2016-03-03 17:00:00
2016	3	3	11	55.5	2016-03-03 11:00:00	2016-03-03 18:00:00
2016	3	3	12	47.9	2016-03-03 12:00:00	2016-03-03 19:00:00
2016	3	3	13	43.6	2016-03-03 13:00:00	2016-03-03 20:00:00
2016	3	3	14	28.6	2016-03-03 14:00:00	2016-03-03 21:00:00
2016	3	3	15	33.6	2016-03-03 15:00:00	2016-03-03 22:00:00
2016	3	3	16	34.8	2016-03-03 16:00:00	2016-03-03 23:00:00
2016	3	3	17	31.3	2016-03-03 17:00:00	2016-03-04 00:00:00

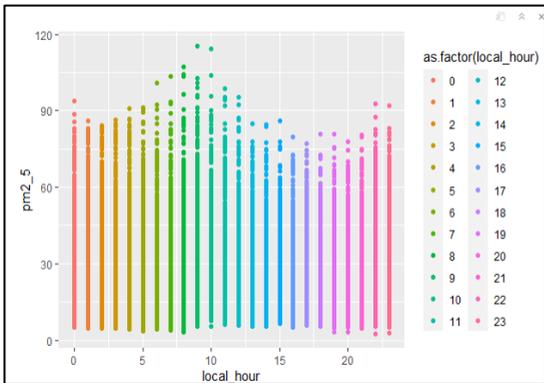
รูปที่ 2 ข้อมูลรายวันปริมาณฝุ่นอนุภาคขนาดเล็ก 2.5



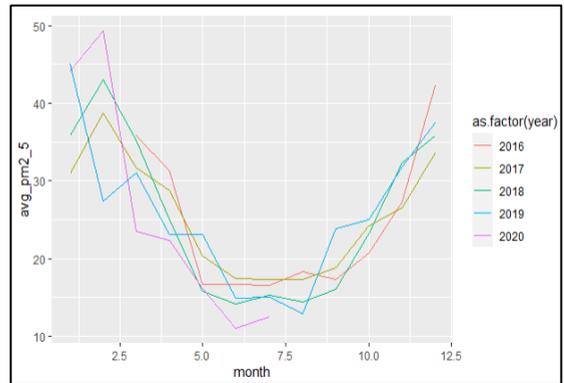
รูปที่ 3 กราฟ Histogram แสดงค่าเฉลี่ยของข้อมูลปริมาณฝุ่น 2.5 รายวัน



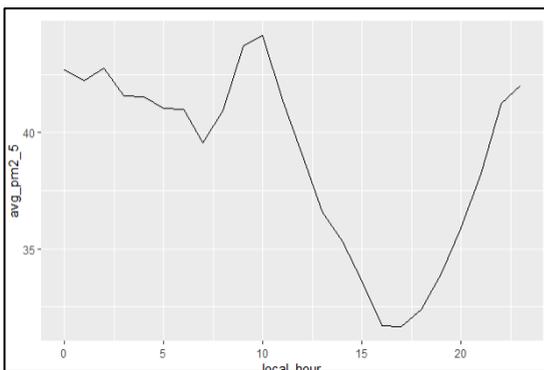
รูปที่ 6 กราฟ Boxplot แสดงค่าเฉลี่ยข้อมูลปริมาณฝุ่น 2.5 รายเดือน ย้อนหลังสามปี



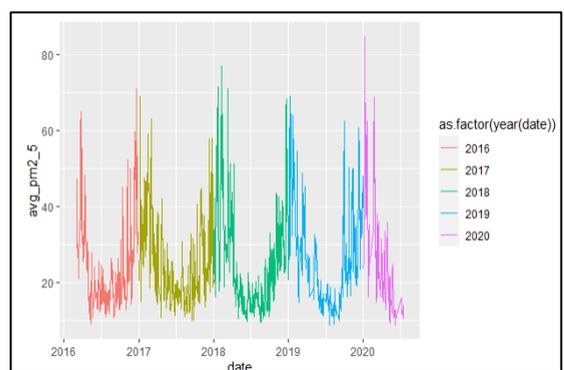
รูปที่ 4 กราฟแสดงค่าเฉลี่ยของข้อมูลปริมาณฝุ่น 2.5 รายชั่วโมง



รูปที่ 7 กราฟเส้นแสดงค่าเฉลี่ยข้อมูลปริมาณฝุ่น 2.5 รายเดือนย้อนหลัง 5 ปี



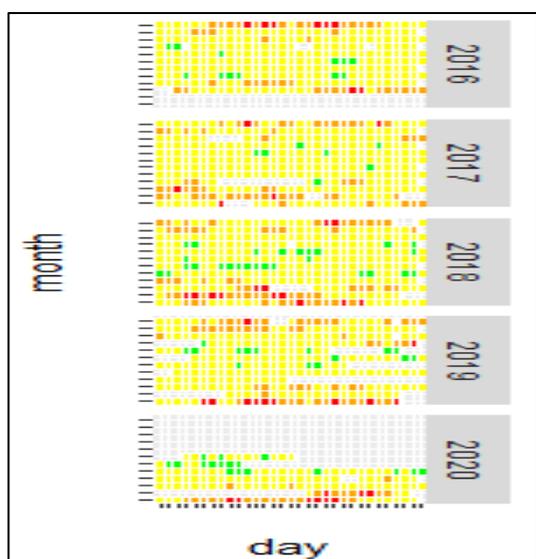
รูปที่ 5 กราฟเส้นแสดงค่าเฉลี่ยของข้อมูลปริมาณฝุ่น 2.5 รายชั่วโมงในหนึ่งวัน



รูปที่ 8 กราฟเส้นแสดงข้อมูลปริมาณฝุ่น PM2.5 รายวัน ย้อนหลัง



รูปที่ 9 กราฟ Heatmap แสดงค่าเฉลี่ยข้อมูลปริมาณฝุ่น 2.5 เปรียบเทียบ เดือนและวัน ย้อนหลัง



รูปที่ 10 กราฟ Heatmap แสดงข้อมูลปริมาณฝุ่น 2.5 จำแนกตามค่าความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศ ย้อนหลัง 5 ปี

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจผู้ใช้งาน

รายการประเมิน	Mean	S.D.
ด้านความสามารถของระบบแสดงผลภาพเพื่อวิเคราะห์ปริมาณฝุ่น	4.10	0.65
ด้านความถูกต้องของระบบแสดงผลภาพเพื่อวิเคราะห์ปริมาณฝุ่น	4.20	0.68
ด้านการใช้งานของระบบแสดงผลภาพเพื่อวิเคราะห์ปริมาณฝุ่น	4.10	0.65
ผลสรุปการประเมินความพึงพอใจเฉลี่ย	4.13	0.66

ผลการทดลองจากงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอ การพัฒนาระบบแสดงผลภาพเพื่อวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นอนุภาคขนาดเล็ก 2.5 ไมโครเมตร (PM2.5) ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร โดยใช้เทคนิคดาต้าวิซวลไลเซชันด้วยภาษา R และฐานข้อมูล Mysql ผลการทดสอบประสิทธิภาพความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบแสดงผลภาพเพื่อวิเคราะห์ปริมาณฝุ่น พบว่า ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจด้านความสามารถของระบบ ความถูกต้องของระบบ และการใช้งานของระบบเพื่อวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นอยู่ในระดับดี (ตารางที่ 2) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุพัตน์ หวังวงศ์วัฒนา (3) ซึ่งนำเสนอรายงานวิจัยเกี่ยวกับมลภาวะของฝุ่น PM 2.5 ที่เกิดขึ้นใน กทม. และงานวิจัยของ จิฎาพร สุภาชี และคณะ (5) ที่ได้นำเสนอเกี่ยวกับการวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล PM2.5 และ PM10 ในบรรยากาศด้วยเครื่องตรวจวัดฝุ่นละอองไร้สาย ในประเด็นเรื่องการสร้างมลภาวะและการแพร่กระจายของฝุ่นที่มีความค่าความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศ ไม่เท่ากันในแต่ละพื้นที่ ตลอดจนสอดคล้องกับรายงานวิจัย ของกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (1, 2) ที่นำเสนอเรื่องการข้อมูลคุณภาพอากาศ ตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศ และการแพร่กระจายในแต่ละพื้นที่ แนวทางการจัดการฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอนในพื้นที่กรุงเทพและปริมณฑล

สรุปผล

ผลจากการทดลองสามารถสรุปได้ว่าระบบการแสดงผลภาพเพื่อวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นอนุภาคขนาดเล็ก 2.5 ไมโครเมตร (PM2.5) ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร ที่พัฒนาขึ้นนี้ สามารถวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นอนุภาคขนาดเล็กเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจของผู้ใช้ระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ ง่ายต่อการวิเคราะห์ และแปลผล สามารถตอบโจทย์วัตถุประสงค์งานวิจัยและสามารถต่อยอดนำไปวิเคราะห์ปัญหาทางสิ่งแวดล้อมด้านอื่น ๆ ได้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

1. Pollution Control Department. Thailand Air Quality Data Report [Internet]. [cited 2020 Aug 10]. Availability from: http://www2.pcd.go.th/info_serv/database.html. Thai.
2. Pollution Control Department. Measurement of Particulate Matter [Internet]. [cited 2020 Aug 10]. Availability from: http://www2.pcd.go.th/info_serv/database.html. Thai.
3. Wangwongwattana S. Project Origin and Approach to Managing Dust in The Bangkok Metropolitan Area [Internet]. [cited 2020 Aug 10]. Availability from: <http://www.pcd.go.th/airandsound>. Thai.
4. Suwanwattana R, Mungsing S. [Data visualization: basic concept, processes and techniques]. APHEIT Journals. 2015;4(1):73-83. Thai.
5. Supasri T, Intra P, Jomjunyong S, Sampattagul S. [Evaluation of particulate matter concentration by using a wireless sensor system for continuous monitoring of particulate air pollution in northern of Thailand]. Journal of Innovative Technology Research. 2018;2(1):65-78. Thai.
6. Pollution Control Department. Project to study the origin and management of PM2.5 in the Bangkok Metropolitan Area [Internet]. [cited 2020 Aug 10] Availability from: <http://www.doh.hpc.go.th/bs/topicDisplay.php?id=243>. Thai.
7. Rodthanee A. Quantities of PM2.5 Inside Public Vehicles in Bangkok [master's thesis]. Bangkok: Silpakorn University; 2015. Thai.
8. Sinsomboonthong S. Data Analysis Using R Program. 1st ed. Bangkok: Chulabook; 2562. Thai.
9. Janpla S. [Smart University]. Journal of Technology Management Rajabhat Maha Sarakham University. 2019;6(1):147-58. Thai.
10. Bangkok PM2.5 Data - Berkeley Earth [Internet]. [cited 2020 Aug 10] Availability from: <http://berkeleyearth.lbl.gov/air-quality/Maps/cities/Thailand/Bangkok/Bangkok.txt>.