

**การประยุกต์ใช้ข้อมูลหลายปัจจัยเชิงพื้นที่และเวลา ร่วมกับข้อมูลจากสื่อสังคมออนไลน์
ด้วยวิธีการแสดงผลข้อมูล สำหรับการจัดสรรจุดจอตรพยาบาลฉุกเฉิน**

ภาคินัย ชัยเจริญวุฒิ¹, สุริยพงษ์ นิลสังข์², พรศักดิ์ อรรถวานิช³ และ ชุมพล ยวงใย^{4*}

^{1,2,4*} สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง แขวงลาดกระบัง

เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

³ วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก วิทยาเขตบางนา 298 ถ.สรรพาวุธ แขวงบางนา เขตบางนา กรุงเทพฯ 10260

Received: 5 February 2020; Revised: 3 March 2020; Accepted: 4 March 2020

บทคัดย่อ

การให้บริการการแพทย์ฉุกเฉินมีความสำคัญอย่างมากในการช่วยเหลือผู้ได้รับบาดเจ็บหรือผู้ประสบเหตุจากสถานที่เกิดเหตุ ไม่ว่าจะเป็นภัยจากมนุษย์หรือภัยจากธรรมชาติ ดังนั้นการเข้าถึงผู้ที่ได้รับบาดเจ็บได้อย่างรวดเร็วจึงมีความสำคัญอย่างมาก ซึ่งการเข้าถึงพื้นที่เกิดเหตุจะมีระยะเวลาในการตอบสนองที่ยอมรับได้นั้นคือไม่เกิน 8 นาที เพื่อเพิ่มโอกาสรอดชีวิตหรือลดการพิการของผู้ได้รับบาดเจ็บ เพราะฉะนั้นการจัดสรรจุดจอตรพยาบาลเพื่อให้เข้าถึงพื้นที่เกิดเหตุได้อย่างรวดเร็วจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง ซึ่งในปัจจุบันการให้บริการการแพทย์ฉุกเฉินจัดสรรจุดจอตรพยาบาลฉุกเฉินตามโรงพยาบาล โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญหรือข้อมูลในอดีตในการตัดสินใจ ในการศึกษานี้ได้นำเสนอการประยุกต์ใช้ข้อมูลจากสื่อสังคมออนไลน์และข้อมูลเชิงพื้นที่และเวลาในการแสดงถึงความหนาแน่นของแต่ละพื้นที่ในการรับบริการการแพทย์ฉุกเฉินด้วยแผนที่ความร้อน (Heatmap Visualization) ด้วยวิธีการประเมินความหนาแน่นเชิงพื้นที่แบบเคอร์เนล และนำผลลัพธ์ซึ่งมีความหนาแน่นสูงมาก สูง และปานกลาง ในการบังคับเลือกพื้นที่ดังกล่าวในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์หรือเรียกว่าแบบจำลองครอบคลุม (Covering model) ในการตัดสินใจการจัดสรรจุดจอตรบนพื้นที่กรุงเทพมหานครซึ่งเป็นกรณีศึกษาในครั้งนี้ สำหรับผลที่ได้รับจากกรณีศึกษานี้คือวิธีการที่นำเสนอจุดจอตรพยาบาลฉุกเฉินที่มีเกินความจำเป็น ร้อยละ 20 เพิ่มความครอบคลุมพื้นที่ ร้อยละ 2.72 และเพิ่มความครอบคลุมการเรียกใช้บริการเพิ่มขึ้น ร้อยละ 1

คำสำคัญ: การให้บริการการแพทย์ฉุกเฉิน, แบบจำลองครอบคลุม, การประเมินความหนาแน่นแบบเคอร์เนล, ข้อมูลสื่อสังคมออนไลน์, ข้อมูลเชิงพื้นที่และเวลา

* Corresponding author: E-mail: Chumpol.yu@kmitl.ac.th

^{1,2,4*} ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

³ สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก

Multiple Spatial-Temporal factors with Social Network information using Data Visualization for Emergency Ambulance Base Locations

Pakinai Chaicharoenwut¹, Suriyaphong Nilsang², Pornsak Attavanich³ and Chumpol Yuangyai^{4*}

^{1,2,4*} King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Thanon Chalong Krung Lat Krabang,
Bangkok, 10520

³ Southeast Bangkok College, 298 Sunphawut Road, Bangna District Bangkok, 10260

Received: 5 February 2020; Revised: 3 March 2020; Accepted: 4 March 2020

Abstract

The Emergency Medical Service (EMS) are very important for helping wounded people or victims from the situation either from people or the natural disasters. Hence, the quickly access to those who have been a wounded people is very significant. To access into the scene of the accident have time to acceptable the response time is 8 minutes to increase more opportunities or reduce disability of wounded people. Therefore, allocating an emergency ambulance base for quick access to the accident area is very important. Currently, the emergency medical service allocates emergency ambulance base at hospitals. By using experts or past information to make decisions In this study, the application of data from social media and spatial data and time showing the thickness of each area for receiving emergency medical services using heatmap Visualization by the kernel density estimation method And use the highest-density high-density and medium-density results to force the selection in the mathematical model, also known as the covering model, in deciding the emergency ambulance base allocation in Bangkok, which is a case study in This time As for the results from this case study, the method proposed is to reduce emergency parking spaces that are more than necessary by 20%, increase coverage area of 2.72%, and increase service coverage by 1%.

Keywords: Emergency Medical Service, Covering Model, Kernel Density Estimation, Social Network Data, Spatial-Temporal Data

* Corresponding author: E-mail: Chumpol.yu@kmitl.ac.th

^{1,2,4*} Industrial Engineering Department, Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

³ Industrial Management Technology Faculty of Science and Technology, Southeast Bangkok College

1. คำนำ

ปัจจุบันข้อมูลที่มีประโยชน์ถูกสื่อสารกันอย่างรวดเร็วทางอินเทอร์เน็ตผ่านสื่อสังคมออนไลน์มีทิศทางเพิ่มขึ้นอย่างมาก ส่งผลให้ข้อมูลนั้นมีจำนวนขนาดใหญ่ซึ่งเป็นข้อมูลแฝงที่อยู่ในรูปของความคิดเห็น การแจ้งเตือนต่าง ๆ เช่น แจ้งเตือนอุบัติเหตุ ความรุนแรงของอุบัติเหตุ แจ้งเตือนภัยพิบัติ ฯลฯ ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพและมีความรวดเร็วในการสื่อสาร มีปริมาณมาก และข้อมูลแทบจะเป็นข้อมูลตามเวลาที่เกิดจริง [1] โดยข้อมูลประเภทนี้สามารถนำมาใช้ในการพยากรณ์หาความสัมพันธ์ หรือการคาดการณ์ล่วงหน้าโดยใช้การแปลงจากข้อมูลจากคุณภาพมาเป็นเชิงปริมาณซึ่งข้อมูลจากความคิดเห็น ที่แฝงไปด้วยปัจจัยต่าง ๆ [2] สอดคล้องกับงานวิจัยของ [3] พบว่าสื่อสังคมออนไลน์จากทวิตเตอร์ (Twitter) เป็นแหล่งข้อมูลมีความรวดเร็วและสามารถใช้ในการบริหารจัดการเหตุการณ์หรือใช้ในการสร้างการตัดสินใจในสถานการณ์ฉุกเฉินได้อย่างดี ในการศึกษาครั้งนี้ประยุกต์ใช้ข้อมูลจากสื่อสังคมออนไลน์ และข้อมูลเชิงพื้นที่ร่วมกับระบบสารสนเทศ ภูมิศาสตร์ (Geographic Information Systems, GIS) โดยเลือกกรณีศึกษาจากการให้บริการการแพทย์ฉุกเฉิน ซึ่งให้บริการทางด้านการแพทย์ให้กับผู้ป่วย ผู้ประสบอุบัติเหตุ หรือผู้ประสบอุบัติเหตุต่าง ๆ เป็นต้น

การให้บริการการแพทย์ฉุกเฉิน (Emergency Medical Service, EMS) จะให้ความสำคัญกับระยะเวลาในการเข้าถึงที่เกิดเหตุ (Response Time) หลังจากการรับแจ้งเหตุฉุกเฉินโดยมีระยะเวลาที่ไม่ควรเกิน 8 นาที [4] มีจุดประสงค์หลักคือการช่วยชีวิตผู้ประสบเหตุในพื้นที่เกิดเหตุโดยการดูแลรักษาเบื้องต้นแก่ผู้ประสบเหตุและการเคลื่อนย้ายผู้ที่ประสบเหตุไปยังโรงพยาบาลให้เร็วที่สุด จากการศึกษาพบว่าปัญหาสำคัญของระบบการแพทย์ฉุกเฉิน คือ การเข้าถึงที่เกิดเหตุ ซึ่งการเข้าถึงที่เกิดเหตุอย่างล่าช้า นั้นจะส่งผลต่อโอกาสการเสียชีวิตและพิการของผู้ประสบเหตุ เพราะฉะนั้นการจัดสรรจุดจอดรถพยาบาลฉุกเฉินให้มีความเหมาะสมและใกล้เคียงกับพื้นที่ที่มีความเสี่ยงที่จะต้องการการบริการการแพทย์ฉุกเฉินเพื่อลดเวลาการเดินทางจึงมี

ความสำคัญอย่างมากเพื่อเพิ่มโอกาสรอดชีวิตหรือพิการของผู้ประสบเหตุ

แต่อย่างไรก็ตามจากการศึกษางานวิจัยพบว่า การบริการการแพทย์ฉุกเฉินในปัจจุบันจัดสรรจุดจอดรถพยาบาลฉุกเฉิน จากความต้องการการรับบริการของผู้ป่วย [5] และจากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญในการกำหนดพื้นที่ในการระบุตำแหน่งจุดจอด แต่เนื่องจากมีปัจจัยหลายส่วนที่ส่งผลต่อการดำเนินการของระบบการบริการแพทย์ฉุกเฉินที่ไม่ถูกนำมาใช้ในการตัดสินใจซึ่งอาจทำให้ไม่ครอบคลุมกับความต้องการ สำหรับระบบการบริการแพทย์ฉุกเฉินของกรุงเทพมหานครประเทศไทย พบว่าระยะเวลาการตอบสนอง ตั้งแต่ปี 2557-2559 ร้อยละ 99 ของระยะเวลาตอบสนองมีค่ามากกว่า 10 นาที ซึ่งเกินกว่าเวลามาตรฐานและอาจส่งผลต่อโอกาสรอดชีวิตของผู้ป่วยได้ ปัญหาเกิดจากการที่การจัดสรรจุดจอดรถพยาบาลฉุกเฉินที่ไม่ได้คำนึงข้อมูลด้านความเสี่ยงเชิงพื้นที่ ยกตัวอย่างเช่น ข้อมูลจำนวนชุมชนในพื้นที่ จำนวนตลาด เป็นต้น หรือข้อมูลจากสื่อสังคมออนไลน์

สำหรับการศึกษาครั้งนี้ได้ประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ร่วมกับข้อมูลจากสื่อสังคมออนไลน์เพื่อใช้ในการจัดสรรจุดจอดรถพยาบาลฉุกเฉิน กรณีศึกษาพื้นที่กรุงเทพมหานคร ในการศึกษาครั้งนี้นำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ซึ่งเป็นระบบข้อมูลข่าวสารทางภูมิศาสตร์หรือข้อมูลเชิงพื้นที่และเวลา (spatial-temporal data) บนคอมพิวเตอร์ซึ่งแต่ละพื้นที่จะมีลักษณะของข้อมูลที่แตกต่างกันตามแต่ละพื้นที่มาแสดงในรูปแบบของแผนที่เพื่อแสดงผลลัพท์บนพื้นที่ที่ทำการศึกษา งานวิจัยส่วนมากนิยมประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ด้านการวางแผนเมือง การหาความเสี่ยงการเกิดภัยพิบัติ การเกิดอาชญากรรม และการกำหนดพื้นที่บริการสาธารณะ เป็นต้น [6] สำหรับการศึกษาครั้งนี้ได้นำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์โดยใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่ในการคำนวณหาความหนาแน่นของข้อมูลเสี่ยงเชิงพื้นที่ ด้วยวิธีการประเมินความหนาแน่นเชิงพื้นที่แบบเคอร์เนล เนื่องจากการศึกษาของ [7] นำเสนอการประมาณความหนาแน่นเชิงพื้นที่แบบเคอร์เนลเพื่อใช้ในการสร้างแผนที่ความร้อนเพื่อวางแผนการตั้งจุด

พื้นที่บริการเพลิงไหม้ และตอบสนองความเสี่ยงของการเกิดเพลิงไหม้จากข้อมูลเหตุการณ์ฉุกเฉิน

ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้ได้นำการประเมินความหนาแน่นเชิงพื้นที่แบบเคอร์เนลเพื่อใช้ในการสร้างแผนที่ความเสี่ยงต่อการรับบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน ร่วมกับการนำข้อมูลขนาดใหญ่ที่ได้จากสื่อสังคมออนไลน์ดังที่กล่าวในตอนต้นว่าในปัจจุบันการสื่อสารรวดเร็วมีข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการช่วยตัดสินใจ หรือ ใช้ในการวางแผนในด้านต่าง ๆ ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกการนำข้อมูลจากทวีตเตอร์มาเป็นแหล่งข้อมูลในการศึกษา การศึกษาของ [8] ได้นำเสนอการใช้ข้อมูลจากทวีตเตอร์ร่วมกับการประเมินความหนาแน่นแบบเคอร์เนลในการสร้างแผนที่เพื่อนำเสนอข้อมูลที่เป็นเหตุการณ์ภัยพิบัติ ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้ได้นำข้อมูลสื่อสังคมออนไลน์ หรือข้อมูลจากทวีตเตอร์มาใช้ร่วมกับข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อจัดสรรจุดจอตรพยาบาลฉุกเฉินในกรณีศึกษา

สรุปขอบเขตของกรณีศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการประมาณความหนาแน่นเชิงพื้นที่แบบเคอร์เนล ร่วมกับการใช้ข้อมูลจากทวีตเตอร์ ในการสร้างแผนที่ความเสี่ยงเพื่อใช้ในการตัดสินใจ และจัดสรรจุดจอตรพยาบาลฉุกเฉินในพื้นที่กรุงเทพมหานคร

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูลจากสื่อสังคมออนไลน์

เนื่องจากในปัจจุบันสื่อสังคมออนไลน์ถูกใช้อย่างแพร่หลายในทุกชนชั้นทางสังคม โดยส่วนใหญ่จะใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างบุคคลหรือเมื่อเกิดเหตุการณ์ที่ผิดปกติ ยกตัวอย่างเช่น การเกิดอุบัติเหตุ การเกิดภัยพิบัติไม่ว่าจากมนุษย์หรือจากธรรมชาติ เป็นต้น จากการศึกษาพบว่ามีการนำข้อมูลจากสื่อสังคมออนไลน์ซึ่งมีลักษณะข้อมูลแบบทันทีทันใด (Real-time data) มาประยุกต์ใช้กับการวางแผนในด้านต่าง ๆ งานวิจัยของ [3] กล่าวว่าทวีตเตอร์ถูกนำไปใช้ในการจัดการและวิเคราะห์ปัญหาในสถานการณ์ฉุกเฉิน และได้แบ่งเป็นหัวข้อหลัก 5 หัวข้อได้แก่ การตรวจจับเหตุการณ์ผิดปกติ การประเมินความเสี่ยงการเกิดภัยพิบัติ การวางแผนการตอบสนองต่อเหตุการณ์ฉุกเฉินและ

เป็นข้อมูลทั่วไปในการพิจารณาแต่ละเหตุการณ์ จะเห็นได้ว่ามีการนำสื่อสังคมออนไลน์มาใช้ในการจัดการเหตุการณ์ฉุกเฉินและประเมินความเสี่ยงเป็นจำนวนมาก จึงเป็นที่มาของการศึกษาในครั้งนี้ โดยจะนำเสนอการนำปัจจัยเสี่ยงเชิงพื้นที่และเวลามาหาค่าความหนาแน่นเพื่อนำประยุกต์ใช้ในรูปแบบจำลองครอบคลุมเพื่อช่วยในการตัดสินใจการจัดสรรจุดจอตรพยาบาลฉุกเฉินของระบบการแพทย์ฉุกเฉิน

2.2. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดสรรจุดจอตรพยาบาลฉุกเฉิน

ในส่วนนี้เราจะกล่าวถึงถึงปัจจัยส่งผลต่อการเรียกใช้บริการบริการการแพทย์ฉุกเฉิน [9][10] ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้ได้แบ่งปัจจัยตามลักษณะของข้อมูลเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ปัจจัยที่ได้มาจากสื่อสังคมออนไลน์และปัจจัยเชิงพื้นที่และเวลา จากการศึกษาพบว่าปัจจัยที่สกัดมาจากสื่อสังคมออนไลน์นิยมใช้ในการแจ้งเหตุการณ์ต่าง ๆ ยกตัวอย่างเช่น การใช้สื่อสังคมออนไลน์เกี่ยวกับการเกิดพายุฮากิบิสที่ประเทศญี่ปุ่น เพื่อใช้ในการกระจายข่าวสารและแจ้งเหตุ โดยนำข้อมูลจากสื่อสังคมออนไลน์ใช้ในการบริหารจัดการกับเหตุการณ์ฉุกเฉิน

2.3 การประมาณความหนาแน่นเชิงพื้นที่แบบเคอร์เนล (Kernel Density Estimation, KDE)

เป็นเทคนิคที่ใช้ในการประมาณค่าความหนาแน่นในเชิงพื้นที่ของระหว่างจุด 2 จุด โดยเป็นหลักการของการวิเคราะห์เชิงปริมาณทางภูมิศาสตร์ [11] ซึ่งเป็นการนำข้อมูลของแต่ละพื้นที่ซึ่งมีลักษณะเป็นจุดมาใช้ในการวิเคราะห์หาความหนาแน่นในพื้นที่โดยรูปที่ 1 แสดงแผนภาพการประมาณความหนาแน่นเชิงพื้นที่แบบเคอร์เนลบนที่พื้นที่ศึกษา [12][13] ได้นำวิธี KDE มาใช้ในการประเมินความเสี่ยงของการเกิดอาชญากรรมในพื้นที่ที่สนใจ โดยใช้ข้อมูลของการเกิดอาชญากรรมในแต่ละพื้นที่ในการสร้างแผนที่ความร้อน (hotspot) ซึ่งจะแบ่งพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของการเกิดอาชญากรรมสูงและต่ำ ซึ่งสอดคล้องการศึกษาของ [10] ที่ได้กำหนดค่าสีจากพื้นที่ที่มีความเสี่ยงในการรับบริการรพยาบาลฉุกเฉินตามอุณหภูมิของสีแดงต่าง

กัน [14] ได้นำเสนอขั้นตอนของการประมาณค่าความหนาแน่นออกเป็น 3 ขั้นตอนคือ

1.1. กำหนดตารางกริด (Raster) หรือพื้นที่ที่ต้องการศึกษาและการกระจายตัวของจุด

1.2. คำนวณระยะห่างของแต่ละจุด โดยคำนวณหาระยะห่างของแต่ละจุด (Radius) จากนั้นจะเชื่อมจุดอื่นด้วยระยะห่างของช่วงความถี่ (Bandwidth) ซึ่งการประมาณค่าความหนาแน่นเชิงพื้นที่แบบเคอร์เนลจะให้ความลำดับสำคัญกับเหตุการณ์ที่อยู่ใกล้จุดศูนย์กลางมากหรือจุดอ้างอิงมากที่สุด โดยมีสูตรที่ใช้ในการประมาณค่าดังต่อไปนี้

$$\hat{\lambda}(s) = \sum_{i=1}^n \frac{1}{\tau^2} k\left(\frac{s-s_i}{\tau}\right) \quad (1)$$

โดยที่ $\hat{\lambda}(s)$ คือ ค่าประมาณความหนาแน่นของจุดบนพื้นที่ s

s_i คือ ค่าสังเกตบนพื้นที่ i

k คือ ฟังก์ชันค่าถ่วงน้ำหนักแบบเคอร์เนล

τ คือ ระยะห่างของความถี่ (Bandwidth)

1.3 ค่าของแต่ละตารางกริดจะถูกคำนวณโดยการรวมค่าของตารางกริดที่อยู่ใกล้กันในแต่ละพื้นที่

จากการศึกษาพบว่าวิธี KDE นิยมใช้ในการประเมินความเสี่ยงเชิงพื้นที่ไม่ว่าจะเป็นเรื่องพื้นที่เสี่ยงต่อการก่ออาชญากรรม การเกิดเพลิงไหม้ การสาธารณสุขสุข แต่อย่างไรก็ตามพบว่าวิธีการ KDE มาใช้ในการประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดเหตุฉุกเฉินด้านสุขภาพยังไม่ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลาย ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้นำวิธี KDE มาใช้ในการสร้างแผนที่ความเสี่ยงเชิงพื้นที่และการใช้ข้อมูลขนาดใหญ่ในการกำหนดพื้นที่บริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน

2.4 การบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน

การบริการทางการแพทย์ฉุกเฉิน เป็นหน่วยงานที่ให้บริการทางการแพทย์ก่อนนำส่งโรงพยาบาล (pre-hospital) มีหน้าที่ในการนำส่งผู้ป่วยและรักษาพยาบาลผู้ป่วยเบื้องต้นอย่างเหมาะสมในพื้นที่ที่ได้รับแจ้งเหตุและเตรียมพร้อมต่อเหตุการณ์ [9] และการที่โรงพยาบาลฉุกเฉินสามารถเข้าถึงพื้นที่เกิดเหตุได้อย่างรวดเร็วทันนั้นจะเป็นช่วยให้เพิ่มโอกาสจากการเสียชีวิตหรือพิการ จากการศึกษพบว่า

งานวิจัยที่เกี่ยวกับปัญหาการตอบสนองในเหตุการณ์ฉุกเฉินมีเพิ่มมากขึ้น นักวิจัยต่างศึกษาและพัฒนาการวางแผนการทำงานของรถพยาบาลอย่างหลากหลาย โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เรียกว่าแบบจำลองครอบคลุมซึ่งนำเสนอโดย [15] หลังจากนั้นได้มีการศึกษาเพิ่มจากแบบจำลองครอบคลุมพื้นฐาน โดย [16] ได้นำเสนอการจัดสรรจุดจอดรถฉุกเฉินร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์ ได้บังคับเลือกพื้นที่ที่เกิดเหตุการณ์ผิดปกติจากแผนภูมิควบคุมในการบังคับให้มีจุดจอดรถพยาบาลมีฟังก์ชันวัตถุประสงค์ และเงื่อนไขบังคับดังสมการต่อไปนี้

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์

$$\text{Maximize} \quad \sum_{i=1} D_i y_i \quad (2)$$

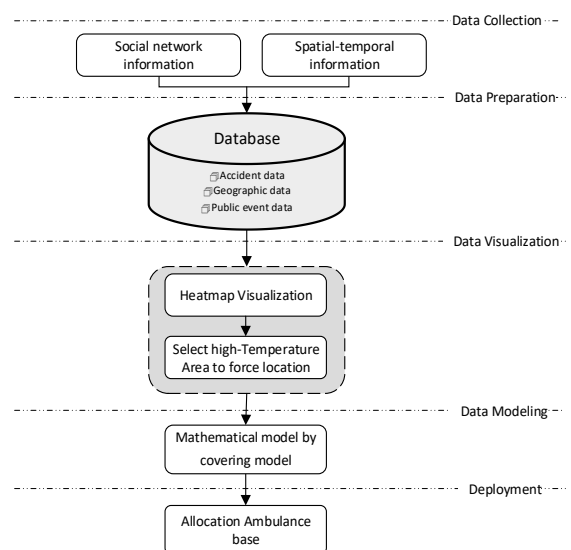
เงื่อนไขบังคับ

$$\sum_{j \in W_i} x_j \geq y_i, \quad i \in V \quad (3)$$

$$\sum_{j \in W_i} x_j \leq P \quad (4)$$

$$\beta_j \leq x_j \quad ; j \in W \quad (5)$$

ซึ่งในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้นำเสนอการปรับปรุงแบบจำลองครอบคลุมของ [9] ร่วมกับข้อมูลจากสื่อสังคมออนไลน์และข้อมูลเชิงพื้นที่และเวลาในการจัดสรรจุดจอดรถพยาบาลฉุกเฉิน



รูปที่ 1 กรอบแนวความคิดที่นำเสนอ

3. กรอบแนวความคิดที่นำเสนอ

สำหรับกรอบแนวความคิดในครั้งนี้ได้แบ่งออกเป็น 5 ส่วนได้แก่ 1. การเก็บรวบรวมข้อมูล 2. การเตรียมข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ 3. การนำเสนอข้อมูลเพื่อใช้ในการตัดสินใจ 4. การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับข้อมูล และ 5. การนำไปใช้ประโยชน์ ในส่วนถัดไปจะอธิบายถึงกรอบแนวความคิดตามลำดับที่กล่าวมาข้างต้น

3.1. การเก็บรวบรวมข้อมูล (Data Collection)

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษานี้ได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 แหล่งข้อมูลได้แก่ ข้อมูลจากสื่อสังคมออนไลน์และข้อมูลเชิงพื้นที่และเวลา สำหรับข้อมูลจากสื่อสังคมออนไลน์ในครั้งนี้ได้เก็บรวบรวมจาก ทวิตเตอร์ จากผู้ใช้ต่าง ๆ ที่แจ้งเหตุการณ์ผิดปกติต่าง ๆ เช่น การเกิดอุบัติเหตุ การจัดกิจกรรมสาธารณะ เป็นต้น ซึ่งใช้การดึงข้อมูลจากทวิตเตอร์ API ซึ่งจะมีการแจ้งเหตุการณ์ต่าง สำหรับข้อมูลเชิงพื้นที่และเวลาได้จากเว็บไซต์ต่าง ๆ ทั้งภาครัฐเอกชน โดยจะนำข้อมูลที่ได้จากทั้ง 2 แหล่งเพื่อใช้ในขั้นตอนต่อไป

3.2. การเตรียมข้อมูล (Data Preparation)

เนื่องจากในขั้นตอนที่ 3.1 ข้อมูลที่ได้มานั้นยังไม่สามารถใช้ในการวิเคราะห์ได้ทันทีขั้นตอนนี้จะเป็นการเตรียมข้อมูลเพื่อให้สามารถทำการวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยแบ่งข้อมูลที่ได้จากสื่อสังคมออนไลน์และข้อมูลเชิงพื้นที่และเวลาออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ ข้อมูลจำนวนการเกิดอุบัติเหตุ ข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์ และข้อมูลการจัดกิจกรรมสาธารณะ สำหรับข้อมูลที่ได้จากสื่อสังคมออนไลน์นั้นข้อมูลที่ได้รับจะมีรูปแบบข้อความ (Text) ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้นำการใช้ การวิเคราะห์ข้อความ (Text Analysis) เพื่อระบุว่าเหตุการณ์ที่เกิดการแจ้งเตือนขึ้น จำนวนครั้งที่เกิด และเกิดขึ้นบนพื้นที่ใด โดยใช้การระบุพื้นที่ที่เกิดเหตุจากถนนที่เกิดเหตุ จากนั้นจึงนำข้อมูลทั้งหมดที่ผ่านการเตรียมความพร้อมข้อมูลไปใช้ในการประเมินความหนาแน่นเชิงพื้นที่แบบเคอร์เนล และใช้ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ต่อไป

3.3. การนำเสนอข้อมูล (Data Visualization)

ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำการประมาณความหนาแน่นเชิงพื้นที่แบบเคอร์เนลมาด้วยโปรแกรมสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ โดยนำข้อมูลจากสื่อสังคมออนไลน์ และข้อมูลเชิงพื้นที่และเวลา ซึ่งข้อมูลจะมีลักษณะเป็นจุดในแต่ละพื้นที่ เช่น โรงพยาบาล สถานที่จัดงานสาธารณะ จุดที่จัดชุมชน เป็นต้น การประเมินความหนาแน่นเชิงพื้นที่แบบเคอร์เนลจะคำนวณความหนาแน่นของจุดในพื้นที่พื้นที่หนึ่ง จากนั้นจะคำนวณความหนาแน่นของข้อมูลเชิงพื้นที่ ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณจะได้ค่าความหนาแน่นหรือค่าความเสี่ยงในการรับบริการจากการบริการการแพทย์ฉุกเฉิน ซึ่งจะแสดงผลในรูปแบบของแผนที่ ความร้อน (Heatmap Visualization) พื้นที่สีแดงแสดงพื้นที่ที่มีความหนาแน่นสูงมาก พื้นที่สีส้มแสดงพื้นที่ที่มีความหนาแน่นสูง พื้นที่สีเหลืองแสดงพื้นที่ที่มีความหนาแน่นปานกลาง พื้นที่สีแสดงพื้นที่ที่มีความหนาแน่นต่ำ และพื้นที่สีเขียวจะแสดงถึงพื้นที่ความหนาแน่นต่ำมาก โดยพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงมาก ความเสี่ยงสูง และ ความเสี่ยงปานกลาง จะถูกเลือกเป็นพื้นที่จัดสรรจุดจอตรพยาบาลการแพทย์ฉุกเฉินร่วมกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในขั้นตอนต่อไป

3.4. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Data Modeling)

จากขั้นตอนที่ 3.3 จะได้รับพื้นที่ที่ถูกกำหนดให้เป็นจุดจอตรพยาบาลฉุกเฉินจากการวิเคราะห์ความหนาแน่นเชิงพื้นที่แล้วโดยจะถูกกำหนดพื้นที่นั้นลงในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์หรือที่เรียกว่าแบบจำลองครอบคลุม ในการศึกษาครั้งนี้ได้ปรับปรุงแบบจำลองครอบคลุมที่จะบังคับเลือกพื้นที่ในการจัดสรรจุดจอตรพยาบาลในแบบจำลอง นำเสนอโดย [9] โดยปรับปรุงเงื่อนไขบังคับจากการบังคับเลือกพื้นที่จากแผนภูมิความคมเป็นการบังคับเลือกพื้นที่ที่มีความหนาแน่นสูงมาก สูงและปานกลางตามลำดับ โดยแบบจำลองที่ปรับปรุงโดยมีฟังก์ชันวัตถุประสงค์ และเงื่อนไขบังคับดังสมการต่อไปนี้

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์

$$\text{Maximize } \sum_{i=1} D_i y_i \quad (6)$$

เงื่อนไขบังคับ

$$\sum_{j \in W_i} x_j \geq y_i, \quad i \in V \quad (7)$$

$$\sum_{j \in W_i} x_j \leq P \quad (8)$$

$$r_j - (R-1) \leq R x_j \quad ; j \in W \quad (9)$$

$$x_j \in \{0,1\} \quad ; j \in W \quad (10)$$

$$y_i \in \{0,1\} \quad ; i \in V \quad (11)$$

คำอธิบายเซตและดัชนี:

V	= เซตของพื้นที่
W	= เซตของตำแหน่งจุดจอดที่เป็นไปได้
i	= ดัชนีบนพื้นที่; $i \in V$
j	= ดัชนีตำแหน่งจุดจอดที่เป็นไปได้; $j \in W$
D_i	= ค่าความต้องการบนพื้นที่ i
P	= จำนวนตำแหน่งจุดจอดที่เป็นไปได้
r_j	= ระดับของค่าความหนาแน่นบนพื้นที่ j
R	= ระดับค่าความหนาแน่นบนพื้นที่ที่ยอมรับได้
x_j	= binary decision variable (0,1)
y_i	= binary decision variable (0,1)

ในส่วนนี้จะอธิบายถึงฟังก์ชันวัตถุประสงค์และเงื่อนไขบังคับในแบบจำลองครอบคลุมโดย (6) เป็นฟังก์ชันวัตถุประสงค์เพื่อครอบคลุมค่าความต้องการบนพื้นที่มากที่สุด สำหรับเงื่อนไขบังคับที่ (7) จะรับประกันว่าพื้นที่จะถูกครอบคลุมเฉพาะในกรณีที่จุดจอดรถพยาบาลฉุกเฉินอย่างน้อย 1 ฐานตั้งอยู่ภายในระยะทางมาตรฐาน เงื่อนไขที่ (8) กำหนดจำนวนจุดจอดรถที่ถูกระบุจะมีจำนวนน้อยกว่าจำนวนจุดจอดรถพยาบาลที่เป็นไปได้ เงื่อนไขที่ (9) พื้นที่ที่มีความหนาแน่นสูงจะถูกบังคับให้มีจุดจอดรถพยาบาลฉุกเฉิน เงื่อนไขที่ (10) เป็นตัวแปรตัดสินใจแบบไบนารีที่แสดงถึงพื้นที่ที่ถูกจัดสรรจุดจอดรถพยาบาลฉุกเฉินซึ่งมีค่าเป็น 1 เมื่อ

ถูกจัดสรรและเป็น 0 เมื่อไม่ถูกจัดสรร และ (11) เป็นตัวแปรตัดสินใจแบบไบนารีที่ถูกระบุด้วยจุดจอดรถพยาบาลฉุกเฉินซึ่งมีค่าเป็น 1 เมื่อถูกพื้นที่ที่ถูกครอบคลุมและเป็น 0 เมื่อไม่ถูกครอบคลุม

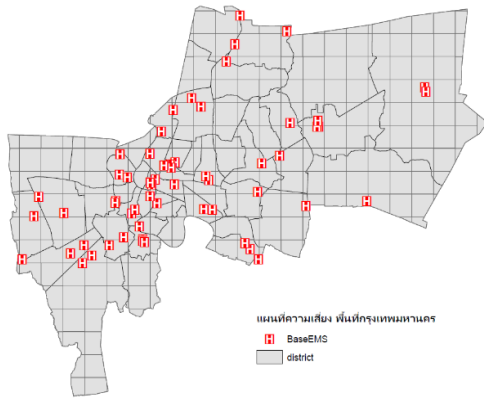
3.5. การนำไปใช้ประโยชน์ (Deployment)

หลังจากการประมวลผลจากแบบจำลองครอบคลุมจะได้ตำแหน่งที่ต้องจัดสรรจุดจอดรถพยาบาลฉุกเฉิน โดยใช้ข้อมูลจากสื่อสังคมออนไลน์และข้อมูลเชิงพื้นที่และเวลาให้การจัดสรรจุดจอดรถฉุกเฉินเพื่อช่วยในการตัดสินใจในวางแผนของหน่วยงานบริการการแพทย์ฉุกเฉิน ซึ่งแสดงขั้นตอนการศึกษาดังรูปที่ 1

4. กรณีศึกษา

4.1 พื้นที่ศึกษา

ในกรณีศึกษาครั้งนี้เลือกพื้นที่กรุงเทพมหานครเนื่องจากเมืองหลวงของประเทศไทย มีจำนวนพื้นที่ทั้งหมด 1,583.26 ตารางกิโลเมตร ซึ่งพบว่าเป็นพื้นที่ที่มีจำนวนประชากรมากที่สุดในประเทศ [17] และจากผลสำรวจของ [18] พบว่าพื้นที่กรุงเทพมหานครมีปัญหาการจราจรหนาแน่นอันดับต้น ๆ ของโลก จากข้อมูลเบื้องต้นจึงเลือกพื้นที่กรุงเทพมหานครเป็นพื้นที่กรณีศึกษา สำหรับกรณีศึกษาในครั้งนี้จะทำการเปรียบเทียบผลระหว่างการจัดสรรจุดจอดรถพยาบาลฉุกเฉินที่ใช้ในปัจจุบันกับวิธีที่นำเสนอ ซึ่งจุดจอดรถพยาบาลฉุกเฉินบนพื้นที่กรุงเทพมหานครจากการรายงานระบบสารสนเทศสถาบันการแพทย์ฉุกเฉิน [19] พบว่ามีทั้งหมดจำนวน 60 จุดบริการ โดยรูปที่ 2 แสดงจุดจอดรถพยาบาลฉุกเฉินบนพื้นที่กรุงเทพมหานคร ซึ่งส่วนใหญ่เป็นที่ตั้งของโรงพยาบาลทั้งของภาครัฐ และเอกชน จากการรายงานการเรียกใช้บริการการแพทย์ฉุกเฉินเฉลี่ยแต่ละพื้นที่ในเดือนพฤษภาคม มีการดำเนินงาน 183 ครั้ง โดยข้อมูลจะถูกการเรียกใช้บริการการแพทย์ฉุกเฉินนำมาใช้ในการเปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่างการจัดสรรจุดจอดรถพยาบาลฉุกเฉินด้วยวิธีการที่นำเสนอ กับจุดจอดรถพยาบาลฉุกเฉินที่มีอยู่ในปัจจุบัน



รูปที่ 2 จุดจอตรพยาบาลฉุกเฉินบนพื้นที่กรุงเทพมหานคร

4.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

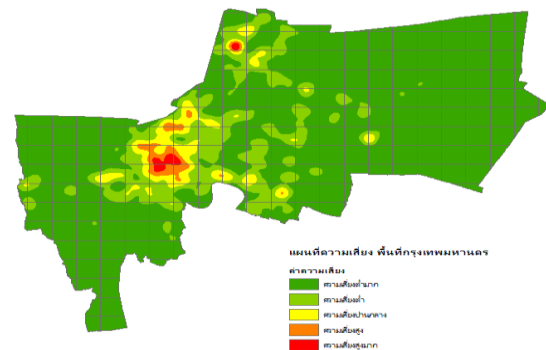
ในส่วนนี้ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลจาก 2 แหล่งข้อมูลได้แก่ ข้อมูลสื่อสังคมออนไลน์ และข้อมูลจากหน่วยงานราชการ ซึ่งเป็นข้อมูลปัจจัยเสี่ยงที่จะรับบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินในพื้นที่กรุงเทพมหานครจากหน่วยงานราชการและปัจจัยที่ได้จากสื่อสังคมออนไลน์เพื่อใช้ในการสร้างแผนที่ความเสี่ยง และใช้ในแบบจำลองครอบคลุมเพื่อจัดสรรจุดจอตรพยาบาลฉุกเฉินดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลปัจจัยเสี่ยง

ประเภท	ปัจจัย	จำนวน
ข้อมูลเชิงพื้นที่และเวลา	1. จุดแยกทางมีความเสี่ยง	81 แยก
	2. ที่ตั้งชุมชนจำนวน	2,011 ชุมชน
	3. สถานีรถไฟ	30 สถานี
	4. สถานีรถไฟใต้ดิน	18 สถานี
	5. ที่ตั้งตลาด	148 แห่ง
	6. จุดเสี่ยงน้ำท่วม	323 จุด
	7. ที่ตั้งห้างสรรพสินค้า	127 แห่ง
ประเภท	ปัจจัย	จำนวน
สื่อออนไลน์	1. จำนวนอุบัติเหตุทางถนน	ระยะเวลา 1 เดือน
	2. จำนวนเหตุเพลิงไหม้	ระยะเวลา 1 เดือน
	3. จำนวนน้ำท่วม	ระยะเวลา 1 เดือน

4.3 การสร้างแผนที่ความเสี่ยงด้วยวิธีการประมาณความหนาแน่นเชิงพื้นที่แบบเคอร์เนล

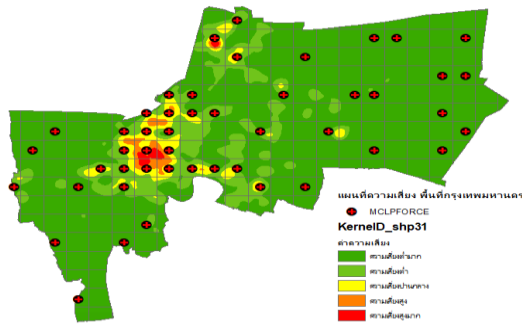
สำหรับการศึกษานี้ได้นำวิธีการประมาณความหนาแน่นเชิงพื้นที่แบบเคอร์เนลมาประยุกต์ใช้ในการสร้างแผนที่ความเสี่ยง ด้วยโปรแกรมทางด้านภูมิสารสนเทศ (ArcMap) โดยกำหนดพื้นที่ทำการศึกษากทม. โดยแบ่งพื้นที่เป็นตารางกริดจำนวน 187 กริด กำหนดชั้นข้อมูลหลักคือโดยปัจจัยเสี่ยงเชิงพื้นที่ที่เก็บรวบรวมสร้างจุดบนพื้นที่แต่ละกริด จากนั้นใช้คำสั่ง Kernel Density ในการประมาณค่าความหนาแน่นในแต่ละพื้นที่ โดยกำหนด รัศมีของจุดเท่ากับ 150 เมตร และระยะห่างของความถี่ เท่ากับ 1,500 เมตร ผลลัพธ์ที่ได้คือแผนที่ความเสี่ยงและการกระจายตัวของปัจจัยเสี่ยงที่จะรับบริการจากรถพยาบาลฉุกเฉิน ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แผนที่ความเสี่ยงบนพื้นที่กรุงเทพมหานคร

4.4 การจัดสรรจุดจอตรพยาบาลฉุกเฉินจากแบบจำลองครอบคลุมร่วมกับแผนที่ความเสี่ยง

ในขั้นตอนนี้ได้ทำการจัดสรรจุดจอตรพยาบาลฉุกเฉินด้วยแบบจำลองครอบคลุม MCLP-Force โดยกำหนดพื้นที่บังคับเลือกได้แก่พื้นที่ที่มีความเสี่ยงของการรับบริการทางการแพทย์ฉุกเฉินปานกลาง สูงและสูงมากจำนวน 29 พื้นที่ หลังจากการวิเคราะห์ผลด้วยแบบจำลองครอบคลุมเรียบร้อยแล้วจึงนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์ที่ได้รับซึ่งเป็นค่าที่แสดงการตัดสินใจว่าพื้นที่ใดสมควรที่จะได้รับการจัดสรรจุดจอตรพยาบาลฉุกเฉินแสดงผลแผนที่ความเสี่ยงเพื่อใช้ในการตัดสินใจต่อไปโดยรูปที่ 4 แสดงผลที่ได้รับจากการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองครอบคลุมโดยมีจุดจอตรพยาบาลฉุกเฉินบนพื้นที่กรุงเทพมหานครทั้งสิ้น 48 จุด



รูปที่ 4 จุดจอตรพยาบาลฉุกเฉินด้วยวิธีการที่นำเสนอ

4.5 ผลลัพธ์

ในส่วนนี้ได้ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างกาหนดจุดจอตรพยาบาลฉุกเฉิน (MCLP-Force) กับการกาหนดจุดจอตรพยาบาลที่ใช้ในปัจจุบัน (EMS-Base) โดยศึกษาในพื้นที่กรุงเทพมหานครซึ่งแสดงผลการเปรียบเทียบดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ

หัวข้อ	จำนวนจุดจอตร	จำนวนความต้องการที่ถูกครอบคลุม	พื้นที่ที่ถูกครอบคลุม (ตร.กม.)
ปัจจุบัน	60	182	1537.71
วิธีการที่นำเสนอ	48	183	1580.88
%การปรับปรุง	ลดลง 20%	เพิ่มขึ้น 1%	เพิ่มขึ้น 2.72%

จากตารางที่ 2 พบว่าจำนวนจุดจอตรพยาบาลฉุกเฉินที่ถูกจัดสรรด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่นำเสนอมีจำนวนลดลงจากการจัดสรรจุดจอตรพยาบาลฉุกเฉินในปัจจุบันคิดเป็น ร้อยละ 20 จำนวนความต้องการการรับบริการที่ถูกครอบคลุมโดยในการศึกษานี้ได้กาหนดพื้นที่ให้บริการจากจุดจอตรระยะทาง 6 กิโลเมตรพบว่าวิธีการที่นำเสนอ มีค่าครอบคลุมความต้องการเพิ่มขึ้น 1 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์พบว่าวิธีการที่เสนอนั้นครอบคลุมพื้นที่กรุงเทพฯ เพิ่มขึ้นคิดเป็น ร้อยละ 2.72 โดยมีระยะครอบคลุมพื้นที่รัศมี 6 กิโลเมตรเช่นกัน

5. อภิปรายและสรุปผล

5.1. อภิปรายผล

จากปัจจุบันการจัดสรรจุดจอตรพยาบาลฉุกเฉินของหน่วยงานที่ให้บริการการแพทย์ฉุกเฉินในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ส่วนใหญ่จะเป็นพื้นที่ของโรงพยาบาล [19] โดยมีลักษณะของการจัดสรรจุดจอตรพยาบาลฉุกเฉินจากผู้เชี่ยวชาญ หรือ จากข้อมูลในอดีต ซึ่งมีข้อดีคือ มีกำลังพลที่พร้อมให้การให้บริการในการเข้าถึงพื้นที่ที่เกิดเหตุ มีเครื่องมือและอุปกรณ์ที่พร้อมในการให้บริการ ทำให้มีความน่าเชื่อถือในการให้บริการซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเนื่องจากโรงพยาบาลเป็นสถานที่ตั้งที่แน่นอนทำให้อาจไม่สอดคล้องกับการเจริญเติบโตของเมือง หรือการจัดกิจกรรมสาธารณะ ที่มีความต้องการในการรับบริการจากรพยาบาลฉุกเฉิน ในบางครั้งทำให้การเข้าถึงพื้นที่ที่เกิดเหตุได้ช้า สำหรับวิธีการที่นำเสนอได้ประยุกต์ใช้ข้อมูลจากสื่อสังคมออนไลน์ร่วมกับข้อมูลเชิงพื้นที่และเวลาเป็นปัจจัยที่ใช้ในการจัดสรรจุดจอตรพยาบาลฉุกเฉิน โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการตัดสินใจ ข้อดีของวิธีการที่นำคือ เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการตัดสินใจในการจัดสรรจุดจอตรพยาบาลฉุกเฉินเพื่อให้สอดคล้องกับการขยายตัวของเมืองหรือเหตุการณ์ผิดปกติต่าง ๆ จากผลที่ได้รับจากการศึกษานี้ ได้แสดงให้เห็นว่าการนำวิธีการที่นำเสนอมาประยุกต์ใช้ทำให้ลดจำนวนจุดจอตรพยาบาลฉุกเฉินที่มีในปัจจุบันได้ และสามารถครอบคลุมพื้นที่ศึกษาได้ดีกว่าการกาหนดจุดจอตรพยาบาลฉุกเฉินที่มีในปัจจุบันซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ [9][10][16]

สำหรับข้อจำกัดของการศึกษาที่นำเสนอได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์นั้นคือในบางครั้งอาจทำให้ลดจำนวนจุดจอตรพยาบาลฉุกเฉินมากเกินไป และอาจลดความมั่นใจของผู้รับบริการลงด้วย สำหรับในสถานการณ์จริงในแต่ละจุดจอตรพยาบาลจะมีรถที่ให้บริการมากกว่า 1 คัน แต่ในงานวิจัยนี้แบบจำลองที่นำเสนอพิจารณาในด้านกลยุทธ์การให้ตัดสินใจทำให้แต่ละจุดจอตรมีรถพยาบาลฉุกเฉิน

เพียง 1 คัน แต่สามารถครอบคลุมพื้นที่ได้เทียบเท่าจุดบริการที่มีรถพยาบาลฉุกเฉินในปัจจุบัน สำหรับงานวิจัยในอนาคต ปรับปรุงกระบวนการในการระบุพื้นที่เกิดเหตุจากทวีตเตอร์ให้มีความแม่นยำเพิ่มมากขึ้น

5.2 สรุปผล

การศึกษาในครั้งนี้ได้นำเสนอการประยุกต์ใช้ข้อมูลจากสื่อสังคมออนไลน์ร่วมกับข้อมูลเชิงพื้นที่และเวลาในการจัดสรรจุดจอดรถพยาบาลฉุกเฉิน โดยวิธีการที่นำเสนอแสดงข้อมูลความหนาแน่นของปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการรับบริการการแพทย์ฉุกเฉินในรูปแบบของแผนที่ความร้อน ซึ่งจะแสดงความหนาแน่นของปัจจัยในแต่ละพื้นที่หลังจากนั้นได้เลือกพื้นที่ที่มีความหนาแน่นสูงมาก สูง และปานกลางเป็นพื้นที่บังคับให้มีการจัดสรรจุดจอดรถพยาบาลฉุกเฉินด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (MCLP-Force) เพื่อให้ครอบคลุมกับความต้องการในการเรียกใช้บริการ วิธีการที่นำเสนอจะสามารถเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการตัดสินใจของหน่วยงานที่ให้บริการการแพทย์ฉุกเฉินให้ตัดสินใจในการจัดสรรจุดจอดรถพยาบาลได้ง่ายยิ่งขึ้นโดยอาศัยข้อมูลต่าง ๆ และช่วยทำให้การเข้าถึงพื้นที่เกิดเหตุได้อย่างรวดเร็วและเพิ่มโอกาสในการรอดชีวิตหรือพิการมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักยุทธศาสตร์, สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์, (องค์การมหาชน), และ กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม, "รายงานผลการสำรวจพฤติกรรมผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในประเทศไทย ปี 2560," [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: <https://www.etda.or.th/publishing-detail/thailand-internet-user-profile-2017.html>. [วันที่เข้าถึง 10 พฤษภาคม 2019].
- [2] สุกิจ คูชัยสิทธิ์, "การเข้าสู่โลกยุคใหม่ของข้อมูล 'บิ๊กดาต้า'," *วารสารนักบริหาร*, ปีที่ 33, เล่มที่ 11, น. 22–28, 2556.
- [3] M. Martínez-Rojas, M. C. Pardo-Ferreira and J. C. Rubio-Romero, "Twitter as a tool for the management and analysis of emergency situations: A systematic literature review," *International Journal of Information Management*, vol. 43, pp. 196–208, 2018.
- [4] C. S. Lim, R. Mamat and T. Braunl, "Impact of ambulance dispatch policies on performance of emergency medical services," *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, vol. 12, no. 2, pp. 624–632, 2011.
- [5] X. Li, Z. Zhao, X. Zhu and T. Wyatt, "Covering models and optimization techniques for emergency response facility location and planning: A review," *Mathematical Methods of Operations Research*, vol. 74, no. 3, pp. 281–310, 2011.
- [6] P. Tran, R. Shaw, G. Chantry and J. Norton, "GIS and local knowledge in disaster management: A case study of flood risk mapping in Viet Nam," *Disasters*, vol. 33, no. 1, pp. 152–169, 2009.
- [7] J. M. Krisp and O. Špatenková, "Kernel density estimations for visual analysis of emergency response data," in *Geographic Information and Cartography for Risk and Crisis Management*, Berlin, Springer, 2010, pp. 395–408.
- [8] Y. Lu, X. Hu, F. Wang, S. Kumar, H. Liu and R. Maciejewski, "Visualizing social media sentiment in disaster scenarios," in *Proceedings*

- of the 24th International Conference on World Wide Web*, Florence Italy, 2015.
- [9] S. Nilsang, C. Yuangyai, C. Y. Cheng and U. Janjarassuk, "Locating an ambulance base by using social media: a case study in Bangkok," *Annals of Operations Research.*, vol. 283, pp. 1-20, 2018.
- [10] P. Chaicharoenwut, J. Koiwanit, P. Changpetch, S. Buatongkue and C. Yuangyai, "Integrating spatial-temporal risk factors for an ambulance allocation strategy: a case study in Bangkok," in *MATEC Web of Conferences*, 2018.
- [11] B. W. Silverman, *Density Estimation for Statistics and Data Analysis*, New York: Chapman and Hall, 1986.
- [12] M. Yiampisan and M. Srivanit, "Using the kernel density estimation surface for criminal pattern: a case study in Phranakhon district, Bangkok," *Journal of Architectural/Planning Research and Studies*, vol. 7, pp. 87-102, 2010.
- [13] T. Srithamarong, "Crime risk area assessment based geo-spatial statisitcs," Master of Science Program in Environmental Science, Silpakorn University, 2016.
- [14] G. Borruso, "Network density estimation: A GIS approach for analysing point patterns in a network space," *Transactions in GIS.*, vol. 12, no. 3, pp. 377-402, 2008.
- [15] C. Toregas, R. Swain, C. ReVelle and L. Bergman, "The location of emergency service facilities," *Operations Research.*, vol. 19, no. 6, 1971.
- [16] S. Nilsang, "Allocation strategy for an ambulance base under traffic congestion," in *MATEC Web of Conferences*, 2018.
- [17] สำนักยุทธศาสตร์และประเมินผล, "สถิติ 2559 กรุงเทพมหานคร," กรุงเทพมหานคร, 2559.
- [18] INRIX, "Inrix_Trafficcorecard_Global_En_Lr-2017," [Online]. Available: https://inrix.com/wp-content/uploads/2018/01/inrix_trafficcorecard_global_en_lr-2017.pdf. [Accessed 10 May 2019].
- [19] กรมการแพทย์ฉุกเฉิน, "ข้อมูลทรัพยากรพื้นฐาน ที่ขึ้นทะเบียนในระบบสารสนเทศการแพทย์ฉุกเฉิน," [ออนไลน์]. แหล่งข้อมูล: http://report.niems.go.th/niemsdwh/portal_link.html. [วันที่เข้าถึง 12 ตุลาคม 2562].