

## การสำรวจแผนที่ความรู้งานวิจัยด้านการบริหารจัดการฝูงชนโดยใช้ข้อมูลการอ้างอิงและการวิเคราะห์บรรณมิติ

### Crowd Management Research Mapping Using Citation Data and Bibliometrics Analysis

ทศวรรษ ธิมาคำ<sup>1</sup> และ สุพัตตรา ตันติจริยาพันธ์<sup>\*2</sup>

Tatsawan Timakum <sup>1</sup> and Supattra Tantijariyapan <sup>\*2</sup>

<sup>1</sup> สาขาวิชาสารสนเทศศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ประเทศไทย; Department of Information Science, Faculty of Humanities and Social Sciences, Chiang Mai Rajabhat University, Thailand

<sup>2</sup> สาขาวิชารัฐประศาสนศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ ประเทศไทย; Department of Public Administration, Faculty of Humanities and Social Sciences, Uttaradit Rajabhat University, Thailand

\* Corresponding author email: supattra.tan@uru.ac.th

#### บทคัดย่อ

**วัตถุประสงค์:** เพื่อวิเคราะห์แนวโน้มงานวิจัย สาขาวิจัยที่เกี่ยวข้อง กลุ่มความรู้งานวิจัย และนักวิจัยด้านการบริหารจัดการฝูงชน โดยใช้ข้อมูลการอ้างอิงและการวิเคราะห์บรรณมิติ

**วิธีการศึกษา:** แบบผสมผสานระหว่างการศึกษเชิงปริมาณและการศึกษาเชิงคุณภาพ โดยการวิเคราะห์บรรณมิติและการวิเคราะห์เนื้อหาของบทความที่มีการอ้างอิงสูงในแต่ละกลุ่มความรู้งานวิจัย การศึกษานี้ได้รวบรวมข้อมูลบรรณานุกรมที่ครอบคลุมถึงสาระสังเขปและรายการอ้างอิงจากฐานข้อมูลบรรณานุกรม Web of Science (WoS) ภายใต้การสืบค้นหัวข้อการบริหารจัดการฝูงชน “crowd management (Topic)” รวมจำนวนประชากร 4,675 รายการ และใช้วิธีการเชิงสถิติในการวิเคราะห์และตรวจสอบข้อมูลกลุ่มความรู้งานวิจัย โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์บรรณมิติ Clarivate และ CiteSpace วิเคราะห์การอ้างอิง การอ้างอิงร่วมของผู้แต่งและเอกสารงานวิจัย และใช้โปรแกรม Gephi เป็นเครื่องมือในการแสดงเครือข่ายความรู้งานวิจัยและนักวิจัยในสาขาวิจัยนี้

**ข้อค้นพบ:** งานวิจัยด้านการบริหารจัดการฝูงชนมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น และประเด็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้แก่ด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ การสื่อสาร และการจัดการ โดยองค์ความรู้งานวิจัยด้านการบริหารจัดการฝูงชนประกอบด้วย 11 กลุ่มคลัสเตอร์ (Cluster) ได้แก่ การปฏิบัติงานโดยมวลชน การอพยพฝูงชน การจัดการทรัพยากร การจัดการแผนฉุกเฉิน ชีตความสามารถในการรองรับด้านสังคม การนับจำนวนคน การเรียนรู้แบบอัตโนมัติของคอมพิวเตอร์ ทฤษฎีจลนศาสตร์ การพัฒนา การสร้างแบบแผน และแนวคิดทฤษฎี เรขาคณิตเพนส์ม โดย Jing-hong Wang เป็นผู้ที่มีผลงานวิจัยที่ถูกอ้างอิงมากที่สุดในสาขาวิจัยนี้ ผลการวิจัยนี้จะช่วยให้

ผู้กำหนดนโยบายสาธารณะด้านการจัดการฝูงชนโดยนำประเด็นด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ การสื่อสาร และการจัดการบรรจุนโยบายเพื่อนำสู่การจัดการฝูงชนที่มีประสิทธิภาพ

**การประยุกต์ใช้จากการศึกษา:** หน่วยงานหรือนักวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการฝูงชนสามารถนำผลการศึกษาไปเป็นแนวทางในวางแผนการทบทวนความรู้ที่เกี่ยวข้องเพื่อการพัฒนาวิธีการจัดการฝูงชนอย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ กรอบแนวคิดงานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการศึกษาแผนที่ความรู้ในสาขาวิจัยอื่น และเป็นแนวทางการทบทวนวรรณกรรมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในสาขาวิชาเฉพาะ

**คำสำคัญ:** การจัดการฝูงชน การวิเคราะห์บรรณมิติ การวิเคราะห์บรรณานุกรม การวิเคราะห์การอ้างอิง การวิเคราะห์แผนที่ความรู้

### Abstract

**Purpose:** To analyze research trends, related research fields, knowledge clusters, and the researcher network in crowd management research by using citation data and Bibliometrics analysis.

**Methodology:** A mixed method of quantitative and qualitative examination was applied for this study by using bibliometrics and content analysis. A content analysis based on the highly cited articles in each research knowledge cluster. The bibliography data including abstracts and citation information were collected from Web of Science (WoS) on the topic “Crowd Management” with a total of 4,675 records obtained. Afterward, the statistical methods were applied to analyze and evaluate the research knowledge clusters using the bibliographic analysis program namely Clarivate and CiteSpace for citation information, author, and document co-citation examination. A Gephi was used to visualize knowledge and scholar networks in this research area.

**Findings:** Crowd management research has been increasing steadily. The various research categories have been involved in crowd management research such as Engineering electrical, computer science and information system, communication, and management. The research knowledge clusters combine with 11 major clusters including crowdsourcing, crowd evacuation, resource management, emergency department, social carrying capacity, crowd counting, deep learning, kinetic theory, growth, pattern, and stochastic geometry. The influential author in this research field was Jing-hong Wang. The present findings are useful for public policymakers in crowd management by incorporating computer technology, communications, and management into a policy for effective crowd management.

**Applications of this study:** The researchers and related organizations involved in crowd management can review the relevant knowledge in this study to develop effective crowd management methods. In addition, this research conceptual framework can be applied to study knowledge maps and be a guideline for reviewing relevant literature in other specific research fields.

**Keywords:** Crowd management, Bibliometrics analysis, Citation analysis, Co-citation analysis, Knowledge map analysis

## 1. บทนำ

สถานการณ์ในอดีต ปัจจุบัน และการคาดการณ์แนวโน้มในอนาคตที่เกิดผลกระทบจากรวมตัวของฝูงชน โดยความสมัครใจแต่นำไปสู่ความสูญเสียต่อชีวิตและทรัพย์สิน อาทิ กรณีเหตุการณ์โศกนาฏกรรมอินทวอน เขตอินทวอน กรุงโซล สาธารณรัฐเกาหลี เมื่อตุลาคม พ.ศ. 2565 ที่มีผู้คนราว 100,000 คนหลังไหลเข้ามาในพื้นที่ใจกลางกรุงโซลเพื่อเฉลิมฉลองวันฮาโลวีน แต่เกิดความตื่นตระหนกขึ้นท่ามกลางฝูงชนที่เพิ่มขึ้นจำนวนมากจนนำไปสู่การจลาจลที่มีการสูญเสียชีวิตและผู้ได้รับบาดเจ็บ (CNN, 2022) และเหตุการณ์เด็กชายรวมทั้งประชาชนจำนวน 9 คนเสียชีวิตจากการขาดอากาศหายใจในขณะที่ฝูงชนเร่งรีบไปดูการแสดงดอกไม้ไฟปีใหม่เมื่อธันวาคม พ.ศ. 2565 จนติดอยู่ในทางเดินแคบในห้างสรรพสินค้ากรุงกัมปาลา ประเทศยูกันดา (MGR online, 2023) ซึ่งการกระทำที่ประมาทจึงเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดโศกนาฏกรรมดังกล่าว

เหตุการณ์ที่มีการรวมตัวของประชาชนในประเทศไทยจำนวนมาก เช่น การชุมนุมประท้วงในปี 2553 ของกลุ่มแนวร่วมประชาธิปไตยต่อต้านเผด็จการแห่งชาติ (นปช.) ที่นำไปสู่การการสลายการชุมนุมโดยศูนย์อำนวยการแก้ไขสถานการณ์ฉุกเฉิน (ศอฉ.) ซึ่งส่งผลให้มีผู้บาดเจ็บอย่างน้อย 1,500 ราย และมีผู้เสียชีวิตอย่างน้อย 94 ราย (Thairath online, 2022) และแฟลชม็อบ (Flash mob) ซึ่งเป็นการชุมนุมของกลุ่มมวลชนอิสระบริเวณสามเหลี่ยมดินแดงเพื่อเรียกร้องให้พล.อ. ประยุทธ์ จันทร์โอชา นายกรัฐมนตรีและรัฐมนตรีว่าการกระทรวงกลาโหม ลาออกจากตำแหน่งในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2565 (BBCNewsThai online, 2022) จากเหตุการณ์รวมตัวของฝูงชนโดยความสมัครใจ แม้ว่าผลกระทบของเหตุการณ์ที่เกิดกะทันหันอาจมีเพียงเล็กน้อยในช่วงเริ่มต้นของเหตุการณ์ แต่หากสถานการณ์ลุกลามออกไป ก็มีแนวโน้มที่จะส่งผลกระทบและการบาดเจ็บล้มตายมากขึ้น ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องอพยพผู้คนในพื้นที่ทันทีหลังเกิดเหตุฉุกเฉิน (Dulebenets et al., 2018)

สำหรับการรวมตัวกันแบบไม่สมัครใจเนื่องจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นฉุกเฉินหรือพิบัติภัยต่าง ๆ เช่น เหตุการณ์สึนามิ (TSUNAMI) ในปี พ.ศ. 2547 ส่งผลกระทบต่อสถานที่ท่องเที่ยวบริเวณชายฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทย และทำให้มีผู้เสียชีวิตประมาณ 5,400 คน บาดเจ็บกว่า 8,000 คน และสูญหายอีกจำนวนมาก (Silpawattanatham, 2019) และกรณีการรวมตัวกันของผู้ป่วยจากโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ในโรงพยาบาลสนามทั้งส่วนกลางและภูมิภาคที่มี จำนวนผู้ป่วยสะสมจำนวนมากในช่วงปี พ.ศ. 2562 – 2564

ของประเทศไทย ตัวอย่างเหตุการณ์ข้างต้นก่อให้เกิดอันตรายอย่างใหญ่หลวงต่อมนุษยชาติ ชีวิตมนุษย์และทรัพย์สิน และความสูญเสียอื่น ๆ ที่ไม่สามารถประเมินค่าได้ (Galindo & Batta, 2013) เนื่องจากเป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นฉุกเฉินที่ไม่มีการคาดการณ์มาก่อน ก่อให้เกิดสภาพการจลาจลของผู้คนที่ยากแก่การบริหารจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพของหน่วยงานด้านการบริหารจัดการสาธารณภัย ตลอดจนข้อจำกัดด้านทรัพยากร ด้านองค์ความรู้ และเทคโนโลยีในการตอบสนองต่อสถานการณ์ข้างต้น ทั้งนี้ อาจเป็นเหตุการณ์ใหม่ที่มีโครงสร้างปัญหาซับซ้อนมากยิ่งขึ้น

การแตกตื่นของฝูงชน ความแออัด อุบัติเหตุ และภัยพิบัติอื่น ๆ ส่งผลให้นักวิจัยมีความตื่นตัวและมีการศึกษาวิจัยหลากหลายประเด็น เช่น การศึกษาปัญหาและอุปสรรคบนโครงข่ายทางเท้าภายในชุมชนป่าตองจังหวัดภูเก็ต (Putpakdee, 2018) การพัฒนาโปรแกรมเพื่อพยากรณ์ปริมาณจราจรบนโครงข่ายถนน (Angkanawisalya & Wichiensin, 2018) การศึกษาปัจจัยทำนายการเกิดความแออัดที่ห้องฉุกเฉิน (Paralee & Pearkao, 2020) การถอดบทเรียนการเบียดเสียดจนเสียชีวิต (Hirunsomsap, 2022) การจำลองการขับเคลื่อนของยานพาหนะแบบใหม่สำหรับการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมจราจรของผู้ขับขี่เพื่อการบริหารจัดการจำนวนรถให้เหมาะสมและเพิ่มความปลอดภัย (Aw & Rasclle, 2000) และ การใช้เทคโนโลยีการจำลองแบบกลุ่มเพื่อจำลองการอพยพและการจำลองการจราจร ซึ่งเป็นการศึกษาที่เน้นด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และวิทยาการการจราจร (Xu et al. , 2014) โดยในปัจจุบัน นักวิจัยจากหลากหลายสาขาวิชาได้นำเสนอทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการสร้างแบบจำลองและการนำเทคโนโลยีเข้ามาผสมผสานเพื่อทำความเข้าใจพฤติกรรมฝูงชนและการจัดการฝูงชนอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ทฤษฎีด้านจิตวิทยา สังคมวิทยา ฟิสิกส์เชิงทฤษฎี คณิตศาสตร์ประยุกต์ ปัญญาประดิษฐ์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ (Ball, 2007) เพื่อป้องกันและลดปัจจัยความเสี่ยง เช่น การบริหารจัดการความหนาแน่นในพื้นที่โดยการใช้เทคโนโลยีที่หลากหลายมาช่วยในการจัดการฝูงชนโดยการตรวจวัดอุณหภูมิอัตโนมัติ (Temperature sensor) การวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลบนระบบปฏิบัติการคลาวด์ (Cloud computing) ผ่านระบบปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) เป็นต้น ดังนั้นการบริหารจัดการฝูงชน (Crowd Management) จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องได้รับการพิจารณาใหม่ทั้งระดับนโยบาย การปฏิบัติการ และการประเมินผล เพื่อให้การจัดการฝูงชนมีมาตรฐานที่สามารถป้องกัน และลดความเสี่ยงที่เป็นผลกระทบจากการมีประชาชนจำนวนมากรวมตัวกันในลักษณะฝูงชนในภาวะที่สมัครใจ และการรวมตัวกันเนื่องจากภาวะฉุกเฉินหรือเหตุภัยพิบัติ ดังนั้นการทำความเข้าใจพฤติกรรมของมนุษย์ในฝูงชน (Crowd behaviour) จึงมีความสำคัญสำหรับการป้องกันและการให้การสนับสนุนที่เหมาะสมแก่การจัดการฝูงชนในการเตรียมการและระหว่างเหตุการณ์แออัดของฝูงชน (Reicher, 2001)

จากเหตุการณ์ความแออัดและการแตกตื่นของฝูงชนข้างต้น หากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถบริหารจัดการฝูงชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ สถานการณ์เศร้าสลดดังกล่าวอาจไม่เกิดขึ้นหรือมีความเสียหายที่น้อยลง ดังนั้นเพื่อสนับสนุนการทบทวนความรู้ที่เกี่ยวข้องและการวางแผนการพัฒนาวิธีการจัดการฝูงชนอย่างมีประสิทธิภาพ การศึกษาในครั้งนี้ได้วิเคราะห์และประมวลข้อมูลความรู้จากงานวิจัยที่ผ่านมา โดยตรวจสอบข้อมูลและหัวข้อความรู้จากวรรณกรรมงานวิจัย โดยการวิเคราะห์การอ้างอิงและวิเคราะห์ความสัมพันธ์

ระหว่างการทำอ้างอิงของบทความวิจัย จากทฤษฎีการวิเคราะห์บรรณมิติ (Bibliometrics) และการทำแผนที่ความรู้ (Knowledge mapping) ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์และทำแผนที่ความรู้จากงานวรรณกรรมวิชาการเรื่องใดเรื่องหนึ่งได้ (Donthu et al., 2021) และถือได้ว่าเป็นการค้นพบหรือการสร้างองค์ความรู้ใหม่ในศาสตร์นั้น ๆ เพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงที่เป็นประโยชน์ต่อไป ซึ่งผลการศึกษาจะช่วยให้ผู้กำหนดนโยบายสาธารณะด้านการจัดการฝูงชน โดยนำประเด็นด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ การสื่อสาร และการจัดการบรรจุในนโยบาย เพื่อนำสู่การจัดการฝูงชนที่มีประสิทธิภาพ

## 2. วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อวิเคราะห์แนวโน้มงานวิจัยด้านการบริหารจัดการฝูงชนและสาขาวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยใช้ข้อมูลการอ้างอิงและการวิเคราะห์บรรณมิติ
- 2) เพื่อวิเคราะห์และจัดกลุ่มความรู้งานวิจัยและนักวิจัยด้านการบริหารจัดการฝูงชนโดยใช้ข้อมูลการอ้างอิงและการวิเคราะห์บรรณมิติ

## 3. วิธีการศึกษา

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาแบบผสมผสานระหว่างการศึกษาเชิงปริมาณโดยการวิเคราะห์สถิติโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และการศึกษาเชิงคุณภาพโดยการวิเคราะห์เนื้อหาบทความที่เกี่ยวข้องจากการขยายผลข้อมูลเชิงสถิติที่ได้รับ ดังนี้

### 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัย

ประชากร ได้แก่ ข้อมูลบรรณานุกรมรวมทั้งสาระสังเขปและรายการอ้างอิงจากฐานข้อมูล Web of Science Core Collection (WoS) ให้ข้อมูลงานวิจัยจากวารสารชั้นนำทั่วโลกที่ได้รับการคัดเลือกคุณภาพทางวิชาการ ภายใต้การสืบค้นหัวข้อการบริหารจัดการฝูงชน “crowd management (Topic)” โดยรายการบรรณานุกรมที่นำมาวิเคราะห์นี้ครอบคลุมเอกสาร 10 ประเภท ได้แก่ บทความวารสาร (3,183 รายการ) บทความงานประชุมวิชาการ (1,263 รายการ) บทความปริทัศน์ (198 รายการ) และอื่น ๆ (31 รายการ) ตีพิมพ์เผยแพร่ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1989 ถึง ค.ศ. 2022 สืบค้นและดาวน์โหลดข้อมูลเมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2565 รวมจำนวนประชากร 4,675 รายการ ดังนั้น ประชากรที่สืบค้นจึงเป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้

สำหรับวิธีการดาวน์โหลดข้อมูลเพื่อการศึกษาครั้งนี้ คณะนักวิจัยเลือกวิธีการส่งออกข้อมูลรูปแบบ Plain Text File และเลือกประเภทข้อมูล (Record Content) แบบเต็มรูปแบบ (Full Record) รวมทั้งรายการอ้างอิงที่อ้างอิงถึง (Cited References) ของแต่ละเอกสาร (Record) ซึ่งการส่งออกข้อมูลวิธีนี้ สามารถส่งออกได้ครั้งละไม่เกิน 500 รายการ จนครบ 4,675 รายการ

### 3.2 เครื่องมือและวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) เครื่องมือ Clarivate ซึ่งเป็นเว็บแอปพลิเคชัน (Web application) สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลวิจัยทั่วโลกของ Web of Science เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลสถิติพื้นฐานการเผยแพร่บทความด้านการบริหารจัดการฝูงชน สาขาวิจัยที่เกี่ยวข้อง และวารสารที่ตีพิมพ์

2) เครื่องมือ CiteSpace ซึ่งเป็นโปรแกรมวิเคราะห์บรรณมิติและแสดงภาพกลุ่มความรู้งานวิจัยและแนวโน้มงานวิจัยที่เกิดขึ้นใหม่ (Chen, 2006) เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลการอ้างอิง (Citation analysis) ซึ่งเป็นการตรวจสอบบทความและนักวิจัยที่มีอิทธิพลต่องานวิจัยอื่น ๆ ในสาขาวิชานั้น ๆ และการวิเคราะห์การอ้างอิงร่วม (Co-citation analysis) ซึ่งเป็นการติดตามตรวจสอบบทความที่อ้างอิงร่วมกันโดยผู้เขียนหลายคนที่ส่งผลให้กลุ่มของหัวข้อการวิจัยเฉพาะเรื่องเริ่มก่อตัวขึ้น และเอกสารที่อ้างอิงในกลุ่มเหล่านี้มีแนวโน้มที่จะมีประเด็นหลักร่วมกัน (Surwase et al., 2011) เพื่อแสดงกลุ่มความรู้ด้านการจัดการฝูงชนจากงานวิจัยที่หลากหลายและวิเคราะห์แนวโน้มหัวข้องานวิจัยที่เกี่ยวข้องในช่วงเวลาต่าง ๆ รวมถึงวิเคราะห์เครือข่ายนักวิจัย และใช้เครื่องมือ Gephi สำหรับการวิเคราะห์เครือข่าย (Network analysis) และแสดงเครือข่ายกลุ่มคำที่ปรากฏในงานวิจัยการบริหารจัดการฝูงชน รวมทั้งแสดงเครือข่ายรายชื่อนักวิจัยเพื่อระบุนักวิจัยที่โดดเด่นและถูกอ้างอิงบ่อยครั้งในงานวิจัยอื่น

สำหรับวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Citespace คณะนักวิจัยได้กำหนดช่วงเวลา (Time Slicing) ในการวิเคราะห์ข้อมูลบรรณานุกรมคือ ปีพิมพ์ ค.ศ. 2012 ถึง ค.ศ. 2022 ซึ่งปรากฏรายการเอกสารในช่วงเวลานี้จำนวน 3,729 รายการ และกำหนดประเภทของโหนด (Node Type) คือ ผู้แต่ง (Author) คำสำคัญ (Keyword) รายการอ้างอิง (Reference) และผู้แต่งที่ได้รับการอ้างอิง (Cited author) สำหรับการแสดงผลชื่อกลุ่มความรู้งานวิจัยของแต่ละกลุ่มคลัสเตอร์นั้น คณะผู้วิจัยใช้ค่า Top Terms (log-likelihood ratio) ในการแสดงผลการวิเคราะห์คำที่โดดเด่นสูงสุดของแต่ละกลุ่มคลัสเตอร์

ส่วนการวิเคราะห์เครือข่ายกลุ่มคำและรายชื่อนักวิจัยโดยใช้โปรแกรม Gephi นั้น คณะนักวิจัยเลือกการแสดงผลของโหนดโดยการวัดค่า Betweenness centrality ซึ่งเป็นการแสดงความเป็นศูนย์กลางระหว่างโหนดอื่น ๆ บนเครือข่าย เป็นวิธีการตรวจสอบการไหลของข้อมูลในเครือข่าย มักใช้ค้นหาโหนดที่ทำหน้าที่เป็นสะพานเชื่อมจากโหนดหนึ่งไปยังโหนดหนึ่งในเครือข่าย ซึ่งหากค่าความเป็นศูนย์กลางของโหนดใดสูง แสดงถึงค่าความเป็นอิทธิพลต่อโหนดอื่นบนเครือข่ายสูงตาม

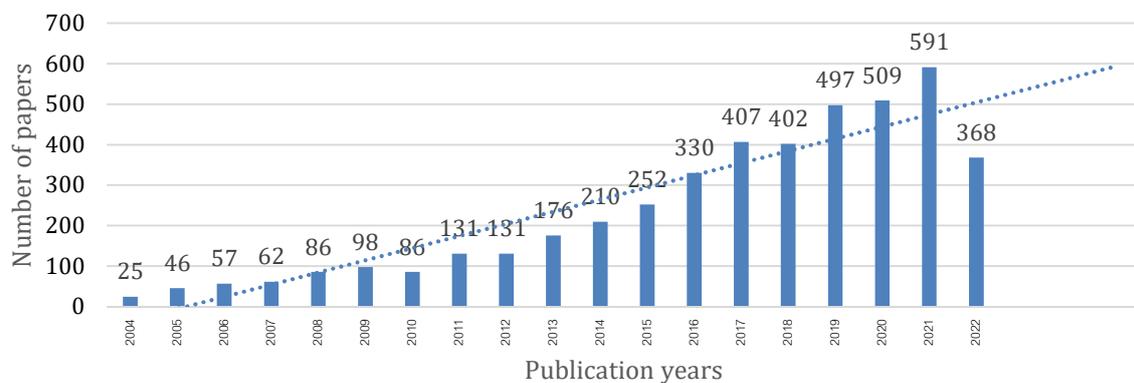
การตรวจสอบความถูกต้องของกลุ่มความรู้งานวิจัย คณะนักวิจัยได้พิจารณาและประเมินผลจากสถิติที่หลากหลายจากรายงาน Cluster explorer ของโปรแกรม CiteSpace ซึ่งจะแสดงผลการวิเคราะห์กลุ่มความรู้งานวิจัยทั้งในรูปแบบ Top Terms (LSI) Top Terms (log-likelihood ratio, p-level Terms (Mutual information) รวมทั้งผลข้อมูลในส่วนของ Evolution of clusters ที่แสดงวิวัฒนาการของหัวข้องานวิจัยที่เกี่ยวข้องในแต่ละปีของแต่ละกลุ่มคลัสเตอร์ นอกจากนี้ ได้คณะวิจัยได้ตรวจสอบข้อมูลบรรณานุกรมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ถูกอ้างอิงถึงในแต่ละกลุ่มคลัสเตอร์ ซึ่งเป็นตัวแทนกลุ่มความรู้ของแต่ละกลุ่มคลัสเตอร์ เพื่อเป็นการยืนยันความถูกต้องของผลข้อมูลดังกล่าว

## 4. ผลการศึกษา

### 4.1. แนวโน้มงานวิจัยด้านการบริหารจัดการฝูงชนและสาขาวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 4.1.1. สถิติและแนวโน้มการเผยแพร่บทความ

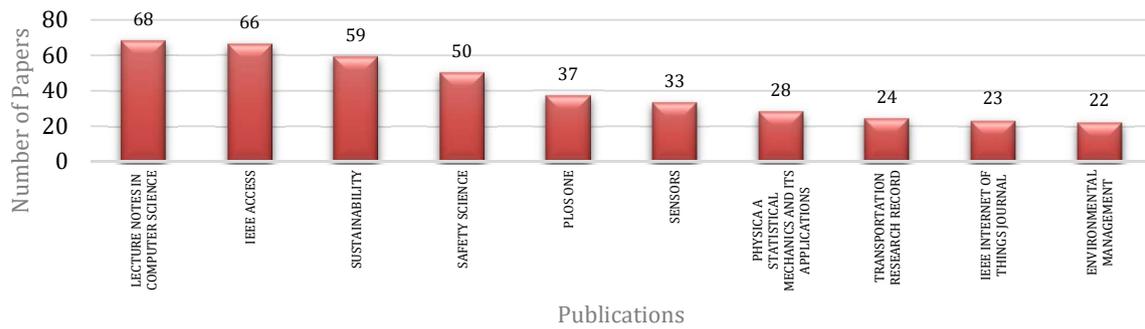
ผลการวิเคราะห์จำนวนบทความด้านการบริหารจัดการฝูงชนโดย Clarivate WoS พบว่าจำนวนบทความมีปริมาณและแนวโน้มการตีพิมพ์เพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง แม้ว่าในปี ค.ศ. 2022 จะมีปริมาณการตีพิมพ์ลดลงที่จำนวน 368 รายการ แต่เส้นกราฟยังคงแสดงการพยากรณ์ในแนวโน้มที่สูงขึ้น โดยช่วงระหว่างปี ค.ศ. 2017 และ ปี ค.ศ. 2021 พบว่าอัตราการเผยแพร่บทความมีจำนวนสูงมาก โดยมีบทความจำนวน 407, 402, 497, 509, 591 รายการต่อปีตามลำดับ นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการตีพิมพ์พบว่าบทความด้านการบริหารจัดการฝูงชนมีการศึกษาวิจัยตั้งแต่ปี ค.ศ. 1989 จำนวน 1 รายการ ปี ค.ศ. 1990 จำนวน 1 รายการ และในปี ค.ศ. 1993 มีจำนวน 10 รายการ และหลังจากนั้นจำนวนบทความวิชาการงานวิจัยด้านนี้มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน ดังปรากฏในกราฟภาพที่ 1



ภาพที่ 1 จำนวนและแนวโน้มการตีพิมพ์บทความด้านการบริหารจัดการฝูงชน

#### 4.1.2. รายชื่อวารสารที่ตีพิมพ์บทความด้านการบริหารจัดการฝูงชน

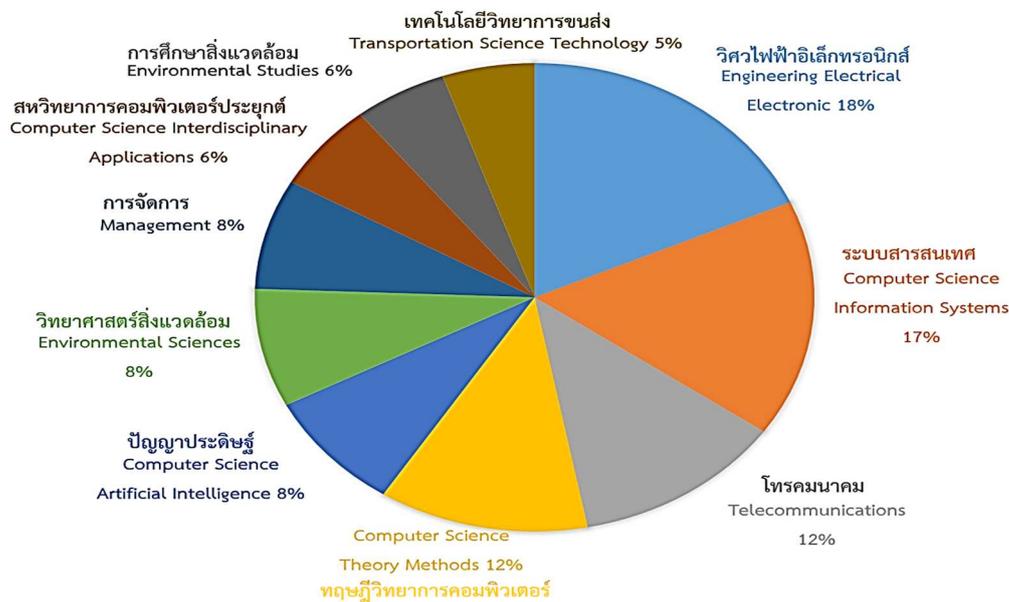
ระหว่างปี ค.ศ. 1989 ถึง ปี ค.ศ. 2022 พบว่าวารสารที่ตีพิมพ์เผยแพร่บทความด้านการบริหารจัดการฝูงชนมีจำนวน 200 รายชื่อที่มาจากหลากหลายสาขาวิจัย เช่น ด้านการแพทย์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ จิตวิทยา มนุษย์และสังคม โดยวารสารที่เผยแพร่บทความด้านการบริหารจัดการฝูงชนสูงสุด 10 อันดับแรก ได้แก่ Lecture notes in computer science (68 รายการ) IEEE access (66 รายการ) Sustainability (59 รายการ) Safety science (50 รายการ) PLOS one (37 รายการ) Sensors (33 รายการ) Physica a statistical mechanics and its applications (28 รายการ) Transportation research record (24 รายการ) IEEE internet of things journal (23 รายการ) และ Environmental management (22 รายการ) ดังปรากฏในกราฟภาพที่ 2



ภาพที่ 2 วารสารที่ตีพิมพ์บทความด้านการบริหารจัดการฝูงชน

#### 4.1.3. สาขาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยด้านการบริหารจัดการฝูงชน

จากการวิเคราะห์ข้อมูลบรรณานุกรมจำนวน 4,675 รายการพบว่า สาขาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการฝูงชนนั้นมีทั้งหมด 200 ประเภทสาขาวิจัย ซึ่งนับได้ว่างานวิจัยด้านการบริหารจัดการฝูงชนเป็นงานวิจัยแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary research) โดยมีสาขาวิจัยสูงสุด 10 อันดับแรก ได้แก่ วิศวกรรมไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ (18%) ระบบสารสนเทศ (17%) โทรคมนาคม (12%) ทฤษฎีวิทยาการคอมพิวเตอร์ (12%) ปัญญาประดิษฐ์ (8%) วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (8%) การจัดการ (8%) สหวิทยาการคอมพิวเตอร์ประยุกต์ (6%) การศึกษาสิ่งแวดล้อม (6%) และ เทคโนโลยีวิทยาการขนส่ง (5%) ดังปรากฏในกราฟภาพที่ 3



ภาพที่ 3 สาขาวิจัยด้านการบริหารจัดการฝูงชน

#### 4.2. กลุ่มความรู้งานวิจัยและนักวิจัยด้านการบริหารจัดการฝูงชน

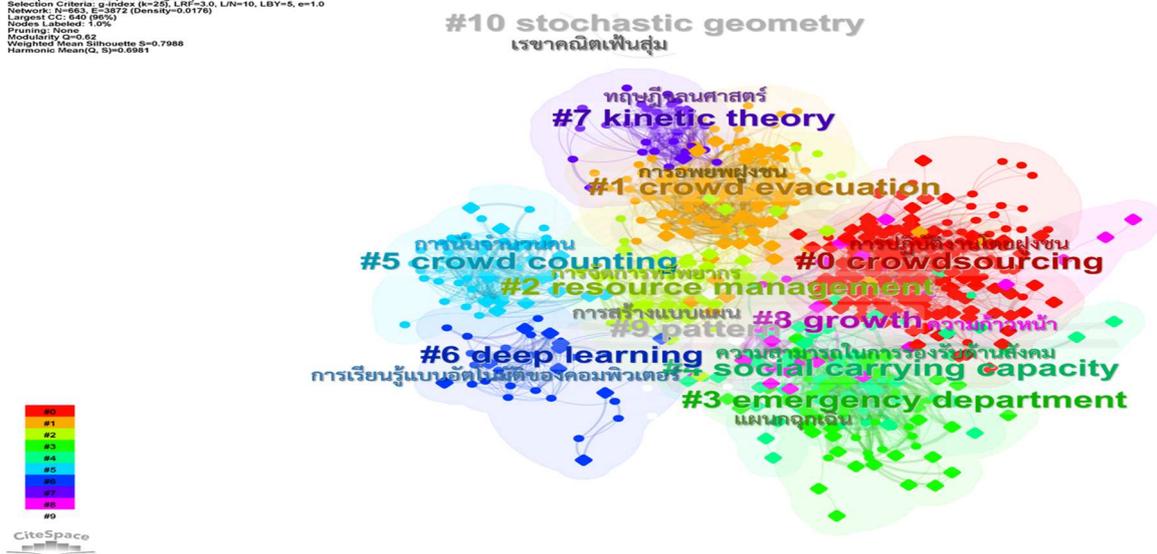
การวิเคราะห์ข้อมูลโดยโปรแกรม Citespace นั้น โปรแกรมได้วิเคราะห์ข้อความจาก ข้อบทความ สารระสังเขป และคำสำคัญ ส่วนการกำหนดชนิดการแสดงโหนด (Node) บนเครือข่าย (Network)

ประกอบด้วย ชื่อผู้แต่ง คำสำคัญ และรายการอ้างอิง จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยช่วงเวลา (Time slicing) เท่ากับ 2012-2022 ระบบสามารถประมวลผลเครือข่ายโหนดจำนวน 663 โหนด และ ลิงค์ (Link) จำนวน 3,872 เส้น จำนวนกลุ่มความรู้งานวิจัยและนักวิจัยบนเครือข่ายงานวิจัยด้านการบริหารจัดการฝูงชน จำนวน 34 กลุ่ม (Clusters) และมี 11 กลุ่มที่โดดเด่น

#### 4.2.1. กลุ่มความรู้งานวิจัยด้านการบริหารจัดการฝูงชน

จากการวิเคราะห์บทความที่มีการอ้างอิงร่วม (Co-citation cluster) บนเครือข่ายงานวิจัยด้านการบริหารจัดการฝูงชน โดยโปรแกรม Citespace พบว่า มีกลุ่มคลัสเตอร์ (Cluster) ความรู้งานวิจัยที่มีขนาดใหญ่และโดดเด่นจำนวน 11 คลัสเตอร์ (ภาพที่ 4) โดยโปรแกรมได้กำหนดหมายเลขคลัสเตอร์ (# Cluster ID) กลุ่มที่ใหญ่ที่สุดจากหมายเลข 0 ถึง 10 ตามลำดับ ได้แก่ #0 crowdsourcing การปฏิบัติงานโดยฝูงชน #1 crowd evacuation การอพยพฝูงชน #2 resource management การจัดการทรัพยากร #3 emergency department แผนกฉุกเฉิน #4 social carrying capacity ชัดความสามารถในการรองรับด้านสังคม #5 crowd counting การนับจำนวนคน #6 deep learning การเรียนรู้แบบอัตโนมัติของคอมพิวเตอร์ #7 kinetic theory ทฤษฎีจลนศาสตร์ #8 growth ความก้าวหน้า #9 pattern การสร้างแบบแผน และ #10 stochastic geometry เรขาคณิตเฟ้นสุ่ม โดยการกำหนดชื่อของคลัสเตอร์หรือ Cluster label นั้น โปรแกรมได้วิเคราะห์และคำนวณค่า log-likelihood ratio ของคำ (Terms) ที่ปรากฏในเขตข้อมูลบทความของกลุ่มการอ้างอิงร่วมนั้น ๆ โดยดึงคำที่มีค่า log-likelihood ratio สูงสุดมาเป็นตัวแทนของกลุ่มคลัสเตอร์ ดังแสดงตัวอย่างในตารางที่ 1

CiteSpace v. 5.10.R3 (64-bit Java)
   
January 3, 2023 at 6:57:36 PM ICT
   
Work: F:\crowd management\Download
   
Timespan: 2012-2022 (Slice Length=1)
   
Selection Criteria: g-index (k=25), LRF=3.0, L/N=10, LBY=5, e=1.0
   
Network: N=663, E=3872 (Density=0.0176)
   
Largest CC: 649 (19%)
   
Nodes Labeled: 195%
   
Pruning: None
   
Modularity Q=0.82
   
Weighted Mean Silhouette S=0.7988
   
Harmonic Mean(Q, S)=0.8094



ภาพที่ 4 กลุ่มความรู้งานวิจัยด้านการบริหารจัดการฝูงชนที่โดดเด่นจำนวน 11 กลุ่มคลัสเตอร์

ตารางที่ 1 แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์ชื่อของแต่ละกลุ่มคลัสเตอร์ โดยแสดงข้อมูลที่สำคัญได้แก่ จำนวนบทความ (Size) ที่มีการอ้างอิงร่วมในคลัสเตอร์นั้น ๆ (Co-citation cluster) ค่า Silhouette แสดงค่าความเหมือนกับกลุ่มคลัสเตอร์ที่มันอยู่มาน้อยเพียงใดนั้น จากผลการวิเคราะห์ใน

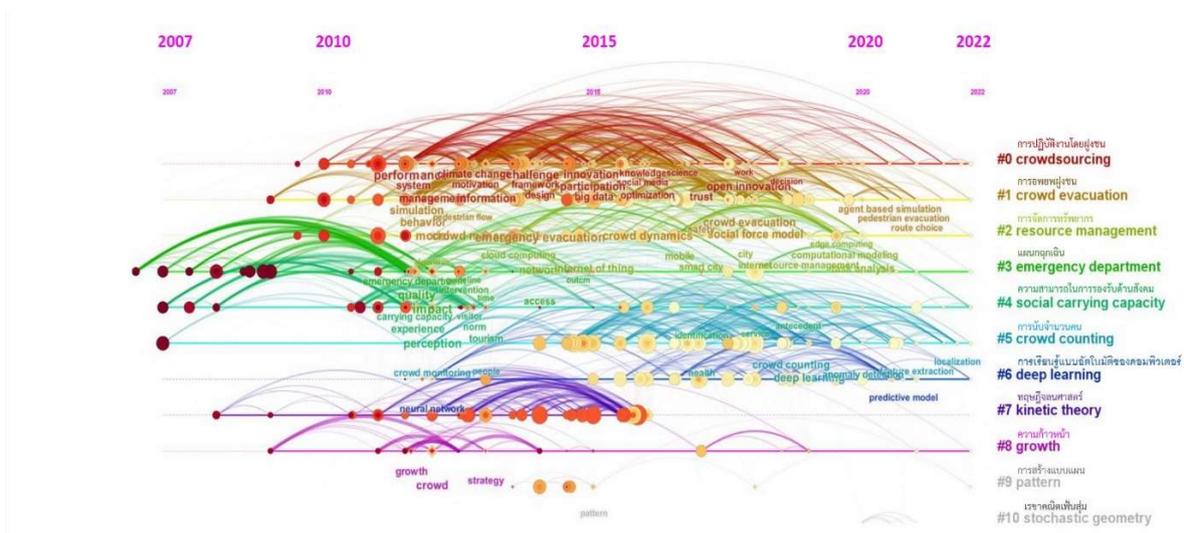
ตารางพบว่าค่า Silhouette ของทุกกลุ่ม คลัสเตอร์น้อยกว่า 1 ซึ่งแปลผลได้ว่าแต่ละคลัสเตอร์ มีค่าความเหมือนกับกลุ่มของตัวเอง และมีค่าความเหมือนกับคลัสเตอร์อื่นน้อย

**ตารางที่ 1** ผลการวิเคราะห์ค่าที่โดดเด่นสูงสุดของแต่ละกลุ่มคลัสเตอร์

Cluster ID	Size	Silhouette	Mean (Year)	Top Terms (log-likelihood ratio)
0	173	0.678	2015	<i>crowdsourcing</i> (117.56); open innovation (55.21); innovation (51.94); social media (42.16); knowledge management (29.15)
1	119	0.698	2015	<i>crowd evacuation</i> (54.93); social force model (47.57); evacuation (46.75); crowd management (37.47); pedestrian dynamics (33.17)

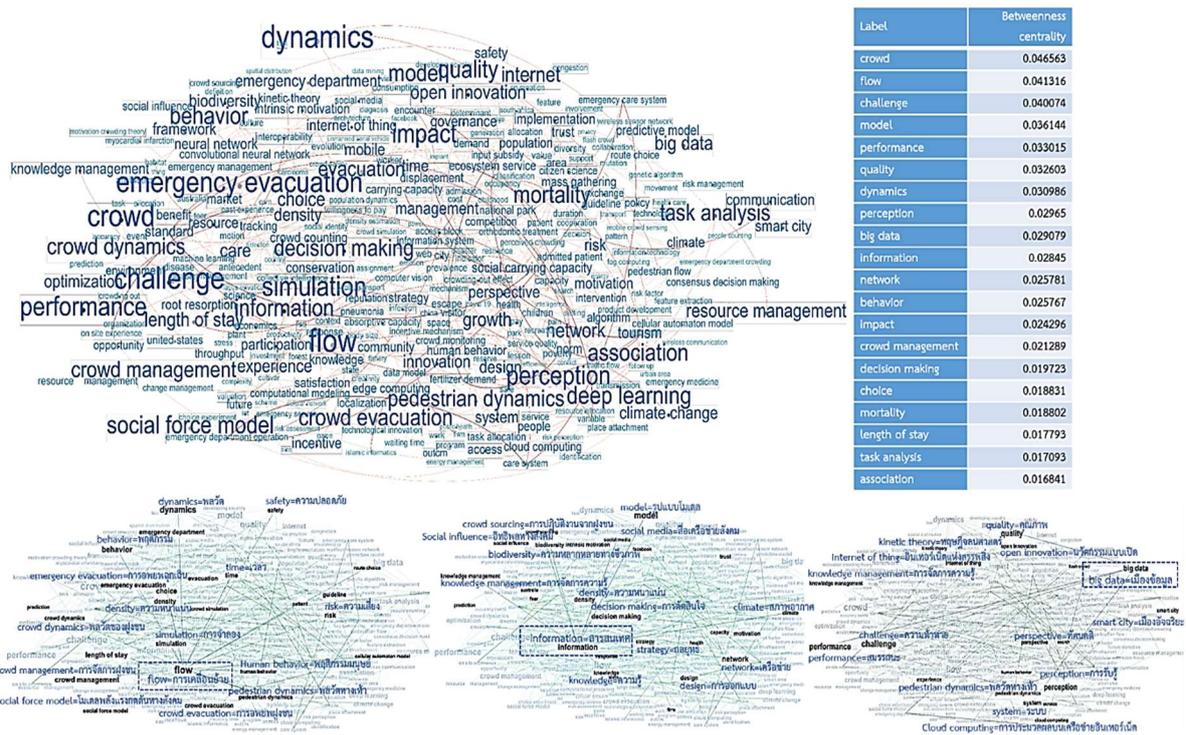
ดูเพิ่มเติมที่ DOI link: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.21842616.v2>

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบบไทม์ไลน์ (Timeline) ในภาพที่ 5 เพื่อสังเกตแนวโน้มงานวิจัยและกลุ่มวิจัยที่เกิดขึ้นใหม่ พบว่ากลุ่มงานวิจัยด้านการบริหารจัดการฝูงชนมีจุดเริ่มต้นมาจากกลุ่มงานวิจัยด้านงานแผนกฉุกเฉิน (Emergency department) และขีดความสามารถในการรองรับทางสังคม (Social carrying capacity) ซึ่งเกิดขึ้นประมาณช่วงปี ค.ศ. 2013 ส่วนกลุ่มงานวิจัยอุบัติใหม่และมีแนวโน้มจะเพิ่มมากขึ้น ได้แก่ กลุ่มวิจัยด้านการอพยพฝูงชน (Crowd evacuation) การนับจำนวนคน (Crowd counting) การเรียนรู้แบบอัตโนมัติของคอมพิวเตอร์ (Deep learning) และเรขาคณิตเฟ้นสุ่ม (Stochastic geometry) โดยกลุ่มงานวิจัยเหล่านี้มีการศึกษาวิจัยมากในช่วงปี ค.ศ. 2020 มาจนถึงปัจจุบัน และมีแนวโน้มจะเพิ่มมากขึ้น เช่นเดียวกับคลัสเตอร์ 0 กลุ่มงานวิจัยด้านการทำงานจากกลุ่มคนจำนวนมาก (Crowdsourcing) ที่มีการศึกษาวิจัยอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลากว่า 10 ปี (ค.ศ. 2010- 2022) แต่อย่างไรก็ตาม จากกราฟแสดงให้เห็นว่ากลุ่มงานวิจัยอุบัติใหม่ยังคงอ้างอิงหรือนำแนวคิดทฤษฎีหรือข้อค้นพบงานวิจัยกลุ่มเดิมมาใช้อย่างต่อเนื่อง ดังจะเห็นได้จากการโยงเส้นกราฟภายในคลัสเตอร์หรือระหว่างคลัสเตอร์มายังงานวิจัยในปีปัจจุบัน เช่น เส้นความสัมพันธ์ระหว่างงานวิจัยด้านการเรียนรู้แบบอัตโนมัติของคอมพิวเตอร์ (Deep learning) กับทฤษฎีจลนศาสตร์



ภาพที่ 5 ผลการวิเคราะห์ Timeline ของกลุ่มงานวิจัยด้านการบริหารจัดการฝูงชน

จากการวิเคราะห์เครือข่ายคำของบทความวิจัยทั้ง 34 กลุ่มคลัสเตอร์ เพื่อดูความสัมพันธ์ของประเด็นหัวข้อความรู้งานวิจัยด้านการบริหารจัดการฝูงชนโดยโปรแกรม Gephi และวัดค่าความสัมพันธ์ของโหนดโดยใช้ Betweenness centrality ซึ่งเป็นการวัดค่าความเป็นศูนย์กลางระหว่างโหนด (ค่า) อื่น ๆ จากกราฟในภาพที่ 6 แสดงให้เห็นว่า “crowd” หรือคำว่า “ฝูงชน” เป็นคำที่ทำหน้าที่เป็นสะพานหรือศูนย์กลางเชื่อมคำอื่น ๆ ในเครือข่ายด้วยค่า Betweenness centrality อันดับสูงสุดที่ 0.046563 ตามด้วยคำ “flow” “challenge” “model” และ “performance” ตามลำดับ โดยคำที่มีตัวอักษรขนาดใหญ่แสดงถึงการมีค่าความเป็นศูนย์กลางระหว่างคำอื่นสูง และขนาดของเส้นเชื่อมหนาแสดงถึงค่าความถี่ของการเชื่อมโยงระหว่างคำนั้น ๆ สูง เช่น จากผลการวิเคราะห์เครือข่ายคำที่เกิดขึ้นบ่อยในงานวิจัยด้านการบริหารจัดการฝูงชน พบว่า “flow=การเคลื่อนย้าย” มีความถี่สูงในการเชื่อมต่อกับคำ “pedestrian dynamics=พลวัตทางเท้า” “safety=ความปลอดภัย” “dynamics=พลวัต” “behavior=พฤติกรรม” “emergency evacuation=การอพยพฉุกเฉิน” และคำอื่น ๆ ดังนั้น ผลการวิเคราะห์เครือข่ายคำทำให้ค้นพบตัวแทนเนื้อหาหรือประเด็นหัวข้อความรู้ที่เกิดขึ้นในงานวิจัยด้านการบริหารจัดการฝูงชนได้



ภาพที่ 6 เครือข่ายความสัมพันธ์ระหว่างคำงานวิจัยด้านการบริหารจัดการฝูงชน

#### 4.2.2. กลุ่มนักวิจัยและผลงานวิจัย

จากการวิเคราะห์เครือข่ายรายชื่อนักวิจัยที่ได้รับการอ้างอิงร่วม (Co-citation) ทั้ง 34 กลุ่ม Cluster เพื่อตรวจสอบนักวิจัยที่โดดเด่นและมีอิทธิพลต่องานวิจัยด้านการบริหารจัดการฝูงชน โดยวัดค่าความสัมพันธ์ของโหนดโดยใช้ Betweenness centrality จากกราฟในภาพที่ 7 พบว่าผู้แต่ง Jing-hong Wang เป็นผู้แต่งที่ทรงอิทธิพลในงานวิจัยด้านการบริหารจัดการฝูงชนมากที่สุด (0.146048) โดยบทความที่ถูกอ้างอิง ได้แก่ Qualitative simulation of the panic spread in large-scale evacuation ตามด้วย Vermuyten (0.090165) บทความเรื่อง A review of optimisation models for pedestrian evacuation and design problems และนักวิจัยที่ทรงอิทธิพลอันดับที่ 3 ได้แก่ Lin (0.08218) บทความเรื่อง Frameworks for privacy-preserving mobile crowdsensing incentive mechanisms นอกจากนี้กราฟยังแสดงผลเครือข่ายความสัมพันธ์การอ้างอิงร่วมของผู้แต่งคนอื่น ๆ



ภาพที่ 7 เครือข่ายนักวิจัยที่ถูกอ้างอิงรวมในงานวิจัยด้านการบริหารจัดการฝูงชนทั้ง 34 กลุ่มคลัสเตอร์

ส่วนการวิเคราะห์เครือข่ายนักวิจัยด้านการบริหารจัดการฝูงชนตามกลุ่มคลัสเตอร์สำคัญ ทั้ง 11 กลุ่มนั้นแสดงรายชื่อนักวิจัยและผลงานที่ทรงอิทธิพล 3 อันดับแรกในแต่ละคลัสเตอร์ รวมทั้งการสรุปประเด็นงานวิจัย แสดงในตารางที่ 2

จากผลการวิเคราะห์เครือข่ายนักวิจัยโดยใช้เครื่องมือ CiteSpace คณะนักวิจัยได้นำผลที่ได้จากระบบที่มีการระบุหมายเลข DOI ของบทความและชื่อวารสารที่ตีพิมพ์ไปค้นคว้าเพิ่มเติม จากนั้นสรุปประเด็นงานวิจัยจากชื่อเรื่อง สารสังเขป และคำสำคัญของบทความ เพื่อสนับสนุนผลการวิเคราะห์กลุ่มประเด็นความรู้จากงานวิจัยด้านการบริหารจัดการฝูงชน ซึ่งจะเห็นได้ว่าบทความที่ถูกอ้างอิงในแต่ละคลัสเตอร์ มีประเด็นเนื้อหาไปในทิศทางเดียวกัน สำหรับผลการวิเคราะห์ข้อมูลฉบับเต็มจากโปรแกรม CiteSpace คณะนักวิจัยได้สร้าง DOI link: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.21842616.v2> สำหรับการศึกษาเพิ่มเติม

กลุ่ม Cluster	ชื่อผู้แต่ง (จำนวนการอ้างอิง)	แหล่งข้อมูล	ประเด็นการวิจัย
0	Guo B. (16)	Guo, B., Wang, Z., Yu, Z., Wang, Y., Yen, N. Y., Huang, R., & Zhou, X. (2015). <b>Mobile crowd sensing and computing: The review of an emerging human-powered sensing paradigm. ACM computing surveys (CSUR), 48(1), 1-31.</b> DOI: 10.1145/2794400	การทบทวนกระบวนการค้นการตรวจจับ การเคลื่อนไหวและประมวลผลข้อมูล ฝูงชนบนอุปกรณ์มือถือในพลวัตของ ชุมชนเมือง
	Ganti R.K. (15)	Ganti, R. K., Ye, F., & Lei, H. (2011). <b>Mobile crowdsensing: current state</b>	การสำรวจและนำเสนอแอปพลิเคชัน ตรวจจับฝูงชนบนอุปกรณ์มือถือ โดย

กลุ่ม Cluster	ชื่อผู้แต่ง (จำนวนการอ้างอิง)	แหล่งข้อมูล	ประเด็นการวิจัย
		and future challenges. <i>IEEE communications Magazine</i> , 49(11), 32-39. DOI: 10.1109/MCOM.2011.6069707	อธิบายลักษณะสถาปัตยกรรมเฉพาะของแอปพลิเคชันปัจจุบันและแนวโน้มในอนาคต
	Zhang X. (11)	Zhang, X., Yang, Z., Sun, W., Liu, Y., Tang, S., Xing, K., & Mao, X. (2015). <b>Incentives for mobile crowd sensing: A survey.</b> <i>IEEE Communications Surveys &amp; Tutorials</i> , 18(1), 54-67. DOI: 10.1109/COMST.2015.2415528	การสำรวจกลยุทธ์การสร้างแรงจูงใจในการกระตุ้นให้ผู้ใช้อุปกรณ์มือถือมีส่วนร่วมในการใช้แอปพลิเคชันตรวจจับฝูงชนบนมือถือ
1	Sieben A. (252)	Sieben, A., Schumann, J., & Seyfried, A. (2017). <b>Collective phenomena in crowds—Where pedestrian dynamics need social psychology.</b> <i>PLoS one</i> , 12(6), e0177328. DOI: 10.1371/journal.pone.0177328	การศึกษาจิตวิทยาสังคมด้านปรากฏการณ์ร่วมของฝูงชนพลวัตทางเท้าระหว่างการประชุมและการกระจายการประชุม
	Bode N.W. (170)	Bode, N. W., Holl, S., Mehner, W., & Seyfried, A. (2015). <b>Disentangling the impact of social groups on response times and movement dynamics in evacuations.</b> <i>PloS one</i> , 10(3), e0121227. DOI: 10.1371/journal.pone.0121227	การศึกษาพฤติกรรมระหว่างบุคคลของกลุ่มสังคม (กลุ่มเพื่อนหรือกลุ่มเครือข่าย) ต่อเวลาการตอบสนองและพลวัตการเคลื่อนไหวในการอพยพฝูงชน
	Moussaid M. (108)	Moussaid, M., Perozo, N., Garnier, S., Helbing, D., & Theraulaz, G. (2010). <b>The walking behaviour of pedestrian social groups and its impact on crowd dynamics.</b> <i>PloS one</i> , 5(4), e10047. DOI: 10.1371/journal.pone.0010047	การศึกษาพฤติกรรมการเดินทางบนถนนของกลุ่มสังคมที่มีอิทธิพลต่อรูปแบบการเดินทางและผลกระทบต่อพลวัตหรือการเคลื่อนไหวของฝูงชน โดยการศึกษาเน้นศึกษารูปแบบการเดินทางของสมาชิกในกลุ่ม
2	Zhang Y. (43)	Zhang, Y., Meratnia, N., & Havinga, P. (2010). <b>Outlier detection techniques for wireless sensor networks: A survey.</b> <i>IEEE communications surveys &amp;</i>	การสำรวจและรวบรวมเทคนิควิธีการตรวจจับค่าผิดปกติและการโจมตีที่เป็นอันตรายบนเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย

กลุ่ม Cluster	ชื่อผู้แต่ง (จำนวนการอ้างอิง)	แหล่งข้อมูล	ประเด็นการวิจัย
		<i>tutorials</i> , 12(2), 159-170. DOI: 10.1109/SURV.2010.021510.00088	
	Zhang X. (39)	Zhang, X., Yang, Z., Sun, W., Liu, Y., Tang, S., Xing, K., & Mao, X. (2016). <b>Incentives for Mobile Crowd Sensing: A Survey.</b> <i>IEEE Communications Surveys &amp; Tutorials</i> , 18(1), 54-67. DOI: 10.1109/COMST.2015.2415528	การสำรวจกลยุทธ์การจูงใจสำหรับการใช้อุปกรณ์เคลื่อนที่ในการตรวจจับฝูงชนผ่านแอปพลิเคชันอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล
	Zanella A. (15)	Zanella, A., Bui, N., Castellani, A., Vangelista, L., & Zorzi, M. (2014). <b>Internet of things for smart cities.</b> <i>IEEE Internet of Things journal</i> , 1(1), 22-32. DOI: 10.1109/JIOT.2014.2306328	การสำรวจและนำเสนอเทคนิคการใช้งานเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตและสถาปัตยกรรมสำหรับอินเทอร์เน็ตเพื่อสรรพสิ่ง (Internet of things) สำหรับเมืองอัจฉริยะ
3	Viccellio A. (159)	Viccellio, A., Santora, C., Singer, A. J., Thode Jr, H. C., & Henry, M. C. (2009). <b>The association between transfer of emergency department boarders to inpatient hallways and mortality: a 4-year experience.</b> <i>Annals of emergency medicine</i> , 54(4), 487-491. DOI: 10.1016/j.annemergmed.2009.03.005	การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนย้ายผู้ป่วยจากแผนกฉุกเฉินไปยังเตียงผู้ป่วยในโถงทางเดินของโรงพยาบาลและการเสียชีวิต เพื่อลดความแออัดในแผนกฉุกเฉิน โดยวิเคราะห์ข้อมูลจากระบบเวชระเบียนอิเล็กทรอนิกส์
	Sun B.C. (70)	Sun, B. C., Hsia, R. Y., Weiss, R. E., Zingmond, D., Liang, L. J., Han, W., ... & Asch, S. M. (2013). <b>Effect of emergency department crowding on outcomes of admitted patients.</b> <i>Annals of emergency medicine</i> , 61(6), 605-611. DOI:10.1016/j.annemergmed.2012.10.026	การวิเคราะห์ผลของการแออัดในแผนกฉุกเฉินที่มีต่อผลต่อการรักษาของผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาผ่านแผนกฉุกเฉิน โดยใช้วิธีการศึกษาประวัติผู้ป่วยของโรงพยาบาล
	Rathlev N.K. (57)	Rathlev, N. K., Chessare, J., Olshaker, J., Obendorfer, D., Mehta, S. D., Rothenhaus, T., ... & Litvak, E. (2007). <b>Time series analysis of variables</b>	การวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลังเพื่อหาตัวแปรที่มีผลกระทบต่อ การเข้ารับ การตรวจที่แผนกฉุกเฉิน ต่อค่าเฉลี่ยระยะเวลาการเข้าพักเฉลี่ยรายวัน กับ

กลุ่ม Cluster	ชื่อผู้แต่ง (จำนวนการอ้างอิง)	แหล่งข้อมูล	ประเด็นการวิจัย
		associated with daily mean emergency department length of stay. <i>Annals of Emergency Medicine</i> , 3(49), 265-271. DOI: 10.1016/j.annemergmed.2006.11.007	ตัวแปรอิสระ โดยวิธีการวิเคราะห์หอนูกรม เวลาเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถดถอยอัตโนมัติ
4	Zehrer A. (63)	Zehrer, A., & Raich, F. (2016). <b>The impact of perceived crowding on customer satisfaction.</b> <i>Journal of Hospitality and Tourism Management</i> , 29, 88-98. DOI: 10.1016/j.jhtm.2016.06.007	การพัฒนาและทดสอบแบบจำลอง การรับรู้ความแออัดและพฤติกรรม การเผชิญปัญหา เพื่อสำรวจผลกระทบ ของการรับรู้ดังกล่าวต่อความพึงพอใจ ของลูกค้าและการจัดการเพื่อเอาชนะ ความแออัดที่รับรู้
	Wang Y. (33)	Wang, Y., Zhang, D., Liu, Q., Shen, F., & Lee, L. H. (2016). <b>Towards enhancing the last-mile delivery: An effective crowd-tasking model with scalable solutions.</b> <i>Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review</i> , 93, 279-293. DOI: 10.1016/j.tre.2016.06.002	การพัฒนาโมเดลการทำงานแบบ เครือข่ายมวลชนที่มีประสิทธิภาพ และเสนอแนวทางการแก้ไขปัญห การไหลเวียนของต้นทุนของเครือข่าย และการเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่ง
	Vaske J.J. (31)	Vaske, J. J., & Shelby, L. B. (2008). <b>Crowding as a descriptive indicator and an evaluative standard: Results from 30 years of research.</b> <i>Leisure Sciences</i> , 30(2), 111-126. DOI: 10.1080/01490400701881341	การตรวจสอบการรับรู้ความแออัดโดยใช้ บริบทที่หลากหลายในการประเมิน เช่น ตำแหน่งการเผชิญหน้าและกิจกรรม เฉพาะต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการรับรู้ ความแออัด
5	Zhang Y. (37)	Zhang, Y., Zhou, D., Chen, S., Gao, S., & Ma, Y. (2016). <b>Single-image crowd counting via multi-column convolutional neural network.</b> In <i>Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern</i>	การพัฒนาวิธีการที่สามารถประเมิน จำนวนฝูงชนจากภาพ เพื่อจับคู่รูปภาพ กับแผนที่ความหนาแน่นของฝูงชน ด้วย สถาปัตยกรรมการนับจำนวนฝูงชน แบบ multi-column convolutional neural network

กลุ่ม Cluster	ชื่อผู้แต่ง (จำนวนการอ้างอิง)	แหล่งข้อมูล	ประเด็นการวิจัย
		<i>recognition</i> (pp. 589-597). DOI: 10.1109/CVPR.2016.70	
	Zhang C. (28)	Zhang, C., Li, H., Wang, X., & Yang, X. (2015). <b>Cross-scene crowd counting via deep convolutional neural networks.</b> In <i>Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition</i> (pp. 833-841). DOI: 10.1109/CVPR.2015.7298684	การพัฒนาวิธีการนับจำนวนฝูงชนที่หนาแน่นแบบข้ามฉากโดยเทคนิค deep convolutional neural networks เพื่อแก้ปัญหาการลดประสิทธิภาพของวิธีการนับฝูงชนเมื่ออยู่ในฉากที่มองไม่เห็น
	Wojke N. (27)	Wojke, N., Bewley, A., & Paulus, D. (2017, September). <b>Simple online and realtime tracking with a deep association metric.</b> DOI: 10.1109/ICIP.2017.8296962 In <i>2017 IEEE international conference on image processing (ICIP)</i> (pp. 3645-3649). IEEE.	การรวบรวมข้อมูลเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของวิธีการเชิงปฏิบัติสำหรับการติดตามวัตถุที่หลากหลาย โดยเน้นที่อัลกอริทึมที่ง่ายและมีประสิทธิภาพ Simple Online and Realtime Tracking (SORT) โดยการติดตามแบบออนไลน์และตามเวลาจริงที่เป็นปัจจุบัน
6	Zheng Y. (22)	Zheng, Y. (2015). <b>Trajectory data mining: an overview.</b> <i>ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology (TIST)</i> , 6(3), 1-41. DOI: 10.1145/2743025	การสำรวจงานวิจัยด้านการทำเหมืองข้อมูลวิถีโคจรหรือข้อมูลการเคลื่อนที่ด้วยเทคนิควิธีที่หลากหลาย การวิเคราะห์เส้นทางการเคลื่อนที่ การตรวจจับค่าผิดปกติ และการจำแนกเส้นทางการเคลื่อนที่
	Zhao L. (20)	Zhao, L., Song, Y., Zhang, C., Liu, Y., Wang, P., Lin, T., ... & Li, H. (2020). <b>T-GCN: A Temporal Graph Convolutional Network for Traffic Prediction.</b> <i>IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems</i> , 21(9). DOI: 10.1109/TITS.2019.2935152	การพยากรณ์การจราจรแบบเรียลไทม์โดยวิธีการจำลองเครือข่ายชั่วคราวแบบกราฟ T-GCN สำหรับการพยากรณ์ปริมาณจราจร โดยการจับภาพเชิงพื้นที่และเชิงเวลาพร้อมกัน เพื่อคาดการณ์จราจรตามเครือข่ายถนนในเมือง

กลุ่ม Cluster	ชื่อผู้แต่ง (จำนวนการอ้างอิง)	แหล่งข้อมูล	ประเด็นการวิจัย
	Zhang J. (15)	Zhang, J., Zheng, Y., Sun, J., & Qi, D. (2019). <b>Flow prediction in spatio-temporal networks based on multitask deep learning.</b> <i>IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering</i> , 32(3), 468-478. DOI: 0.1109/TMI.2019.2893944, 10.1109/TKDE.2019.2891537	การพัฒนาแบบจำลองการเรียนรู้เชิงลึกแบบมัลติทาสก์ที่คาดการณ์การเคลื่อนไหวของโหนดบนเครือข่ายเชิงพื้นที่ชั่วคราว เพื่อประยุกต์ใช้ทำนายการเคลื่อนไหวของการจราจรเข้า-ออกที่มีการเปลี่ยนผ่านระหว่างพื้นที่
	Zhan B. (23)	Zhan, B., Monekosso, D. N., Remagnino, P., Velastin, S. A., & Xu, L. Q. (2008). <b>Crowd analysis: a survey.</b> <i>Machine Vision and Applications</i> , 19(5), 345-357. DOI: 10.1007/s00138-008-0132-4	การสำรวจงานวิจัยด้านการวิเคราะห์ฝูงชนและงานวิจัยสาขาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง
7	Wijermans N. (18)	Wijermans, N., Conrado, C., van Steen, M., Martella, C., & Li, J. (2016). <b>A landscape of crowd-management support: An integrative approach.</b> <i>Safety science</i> , 86, 142-164. DOI: 10.1016/j.ssci.2016.02.027	การศึกษาภาพรวมงานวิจัยที่สนับสนุนแนวทางการจัดการฝูงชนโดยวิธีการบูรณาการ โดยการใช้กรอบแนวคิดแบบบูรณาการ inCrowd ซึ่งให้รายละเอียดสถาปัตยกรรมระดับสูงของระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการจัดการฝูงชน ได้แก่ ระบบการโต้ตอบฝูงชนแบบเรียลไทม์ ระบบการแปลความข้อมูลดิบของฝูงชน ระบบการพยากรณ์สถานะของฝูงชน และ ระบบช่วยการตัดสินใจเกี่ยวกับการแทรกแซงฝูงชน
	Vermuyten H. (16)	Vermuyten, H., Beliën, J., De Boeck, L., Reniers, G., & Wauters, T. (2016). <b>A review of optimisation models for pedestrian evacuation and design problems.</b> <i>Safety science</i> , 87, 167-178. DOI: 10.1016/j.ssci.2016.04.001	การศึกษาทบทวนแบบจำลองที่เหมาะสมสำหรับการอพยพคนเดินเท้าและปัญหาการออกแบบ โดยการรวบรวมข้อมูลเชิงลึกจากงานวิจัยที่โดดเด่น

กลุ่ม Cluster	ชื่อผู้แต่ง (จำนวนการอ้างอิง)	แหล่งข้อมูล	ประเด็นการวิจัย
8	Zhang J. (4)	Zhang, J., Knizley, A., & Cho, H. (2017, June). <b>An Evaluation of Financial Incentive Policies for Solar Photovoltaic Systems in the US.</b> In <i>Energy Sustainability</i> (Vol. 57595, p. V001T06A001). American Society of Mechanical Engineers. DOI: 10.1115/ES2017-3693	การวิเคราะห์และการประเมินนโยบาย สิ่งจูงใจสำหรับการผลิตระบบไฟฟ้า พลังงานแสงอาทิตย์ในสหรัฐอเมริกา
	Dorward A. (2)	Dorward, A., & Chirwa, E. (2011). <b>The Malawi agricultural input subsidy programme: 2005/06 to 2008/09.</b> <i>International journal of agricultural sustainability</i> , 9(1), 232-247. DOI: 10.3763/ijas.2010.0567	การดำเนินโครงการอุดหนุนปัจจัยการผลิตทางการเกษตรขนาดใหญ่ของ Mawali การยกระดับการพัฒนาที่ยั่งยืน และการนำไปใช้กับประเทศอื่น ๆ
	Denning G. (2)	Denning, G., Kabambe, P., Sanchez, P., Malik, A., Flor, R., Harawa, R., ... & Sachs, J. (2009). <b>Input subsidies to improve smallholder maize productivity in Malawi: Toward an African green revolution.</b> <i>PLoS biology</i> , 7(1), e1000023. DOI: 10.1371/journal.pbio.1000023	การสนับสนุนเกษตรกรรายย่อยใน Mawali เพื่อปรับปรุงผลผลิตข้าวโพดสู่ การปฏิวัติสีเขียวในแอฟริกา
9	Zheng Y. (27)	Zheng, Y., Capra, L., Wolfson, O., & Yang, H. (2014). <b>Urban computing: concepts, methodologies, and applications.</b> <i>ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology (TIST)</i> , 5(3), 1-55. DOI: 10.1145/2629592	การนำเสนอแนวคิด วิธีการการวิเคราะห์ ข้อมูลขนาดใหญ่และหลากหลายในเขต พื้นที่เมืองโดยใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ เพื่อเข้าใจพฤติกรรมของเมืองและการนำไปสู่การวางแผนพัฒนา ได้แก่ การวางผังเมือง การขนส่ง สิ่งแวดล้อม พลังงาน สังคม เศรษฐกิจ และความปลอดภัยสาธารณะและความมั่นคง

กลุ่ม Cluster	ชื่อผู้แต่ง (จำนวนการอ้างอิง)	แหล่งข้อมูล	ประเด็นการวิจัย
	Shi X. (11)	Shi, X., Chen, Z., Wang, H., Yeung, D. Y., Wong, W. K., & Woo, W. C. (2015). <b>Convolutional LSTM network: A machine learning approach for precipitation nowcasting.</b> <i>Advances in neural information processing systems</i> , 28. DOI: 10.1007/978-3-319-21233-3_6	การสร้างเครือข่าย LSTM แบบ Convolutional โดยวิธีการเรียนรู้อัตโนมัติของคอมพิวเตอร์สำหรับการทำนายความหนาแน่นของปริมาณน้ำฝนต่อความสัมพันธ์เชิงพื้นที่
	Fan Z. (6)	Fan, Z., Song, X., Shibasaki, R., & Adachi, R. (2015, September). <b>Citymomentum: an online approach for crowd behavior prediction at a citywide level.</b> In <i>Proceedings of the 2015 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing</i> (pp. 559-569). DOI: 10.1145/2750858.2804277	การสร้างกรอบแนวคิด CityMomentum กับชุดข้อมูล GPS ขนาดใหญ่ของโทรศัพท์มือถือเพื่อสังเกตและพยากรณ์พฤติกรรมเคลื่อนไหวของฝูงชนเพื่อการควบคุมเหตุการณ์ฝูงชนล่วงหน้า
10	Chamola V. (4)	Chamola, V., Hassija, V., Gupta, V., & Guizani, M. (2020). <b>A Comprehensive Review of the COVID-19 Pandemic and the Role of IoT, Drones, AI, Blockchain, and 5G in Managing its Impact,</b> <i>IEEE Access</i> , vol. 8, no. April, pp. 90225â, 90265. DOI: 10.1109/ACCESS.2020.2992341	การศึกษาและการนำเสนอผลการตรวจสอบเกี่ยวกับประเด็นสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการแพร่ระบาดของโควิด-19 เช่น การขาดแคลนทรัพยากร ระบบการรักษาพยาบาลจะไม่เพียงพอ ภาวะการปิดเมือง รวมทั้งเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่ช่วยลดผลกระทบของการระบาด

## 5. อภิปรายผล

### 5.1 แนวโน้มงานวิจัยด้านการบริหารจัดการฝูงชนและสาขาวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาค้นคว้าวิจัยด้านการบริหารจัดการฝูงชนหรือการควบคุมฝูงชนมีแนวโน้มการเผยแพร่บทความในสาขานี้เพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะตั้งแต่ปี ค.ศ. 2016 เป็นต้นมา ซึ่งสามารถอภิปรายผลได้ว่านักวิจัยและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ทั้งภาครัฐและเอกชนต่างให้ความสนใจในการศึกษาวิธีการป้องกันการรวมตัวของฝูง

ชนจำนวนมาก สำหรับสนับสนุนการวางแผนจัดการความปลอดภัยให้แก่ฝูงชนที่เหมาะสม และเพื่อสร้างมาตรฐาน เครื่องมือ แนวทางการป้องกันเหตุการณ์การเบียดกันของฝูงชน

ส่วนวารสารที่เผยแพร่บทความด้านการจัดการฝูงชนมากที่สุด คือ วารสารด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ และเป็นวารสารที่เผยแพร่บทความงานวิจัยจากการประชุมวิชาการและการประชุมเชิงปฏิบัติการ เช่น วารสาร Lecture notes in computer science และ IEEE access นอกจากนี้ ยังมีวารสารด้านการพัฒนาที่ยั่งยืน สังคม วัฒนธรรม ความปลอดภัยของมนุษย์ และวารสารการจัดการสิ่งแวดล้อม ซึ่งข้อค้นพบนี้แสดงให้เห็นว่าการบริหารจัดการฝูงชนเป็นศาสตร์การวิจัยที่ข้ามสาขาวิชา ทั้งด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ และจากการวิเคราะห์ประเภทสาขาวิจัยของข้อมูลที่ใช้ศึกษาในงานวิจัยนี้ทั้งหมด สามารถยืนยันได้ว่างานวิจัยด้านการบริหารจัดการฝูงชนเป็นงานวิจัยแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary research) โดยสาขาวิจัยด้านเทคโนโลยีมีส่วนการศึกษาวิจัยมากที่สุด ได้แก่ วิศวกรรมไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ ระบบสารสนเทศ โทรคมนาคม คอมพิวเตอร์ และปัญญาประดิษฐ์ ตามด้วยสาขาวิจัยด้านวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม การจัดการ และวิทยาการขนส่ง ซึ่งหมวดหมู่งานวิจัยนี้จัดตามการจัดประเภทงานวิจัยตามฐานข้อมูล WoS

## 5.2 แผนที่ความรู้งานวิจัยด้านการบริหารจัดการฝูงชน

ผลการวิเคราะห์แผนที่ความรู้งานวิจัยด้านการบริหารจัดการฝูงชนแสดงให้เห็นว่า ภายใต้สาขาวิจัยนี้ได้ก่อให้เกิดการสร้างองค์ความรู้ที่สำคัญจำนวน 11 หัวข้อ หรืออีกนัยหนึ่งคือเป็นหัวข้อหรือประเด็นที่นักวิจัยให้ความสำคัญ ได้แก่ 1) การปฏิบัติงานโดยมวลชนขนาดใหญ่ซึ่งเป็นการสร้างเครือข่ายการทำงานร่วมกันจากภายนอกองค์กรหรือจากภายนอกสำนักงาน โดยมีการพัฒนานวัตกรรมแบบเปิดและมีการใช้งานร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์ ซึ่งการทำงานในลักษณะมวลชนนี้ส่งผลให้ได้รับข้อมูลที่มาจากหลากหลายคนหรือจากหลากหลายแหล่ง ดังนั้น แนวคิดด้านการปฏิบัติงานโดยมวลชนจึงเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการวางแผนการจัดการหรือการควบคุมฝูงชน โดยสามารถนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์สถานการณ์แออัดได้ 2) การอพยพฝูงชน ใช้หลักการทางการจัดการและพฤติกรรมศาสตร์ในการจัดการการเคลื่อนที่ของฝูงชน เช่น การศึกษาพฤติกรรมเคลื่อนที่ของคนเดินเท้า การสร้างแบบจำลองในการอพยพฝูงชนคนเดินเท้า และการสร้างแบบจำลองแรงกดดันทางสังคม เพื่อที่จะสามารถเตรียมความพร้อมที่จะรับมือกับเหตุการณ์ฉุกเฉินเนื่องจากความหนาแน่นของฝูงชนที่อาจเกิดขึ้นได้ 3) การบริหารจัดการทรัพยากรเพื่อการวางแผนการใช้ทรัพยากรและการจัดสรรงานต่าง ๆ ให้เป็นไปตามความคาดหวัง โดยทรัพยากรที่เกี่ยวข้องที่ค้นพบจากการวิเคราะห์ข้อมูลบทความที่นำมาศึกษา ได้แก่ ชุดอุปกรณ์เซนเซอร์ที่ทำหน้าที่สอบหรือตรวจจับ ชุดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลกันได้ด้วยอินเทอร์เน็ตและชุดอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์เพื่องานบริการผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต 4) การศึกษาการบริหารจัดการการทำงานของแผนฉุกเฉินเพื่อลดความแออัดที่อาจเกิดขึ้นจากสถานการณ์ฉุกเฉินต่าง ๆ 5) การศึกษาขีดความสามารถในการรองรับของสังคม ด้านจำนวนของฝูงชนที่สถานที่นั้น ๆ สามารถรองรับได้ รวมถึงการศึกษาด้านความพึงพอใจและการรับรู้ความแออัดที่เกิดขึ้นของประชาชนต่อสถานที่ 6) การนับจำนวนคนโดยใช้ชุดอุปกรณ์ในการตรวจสอบและการประมาณค่าจำนวนคน ซึ่งเป็นวิธีการในการเฝ้าระวังความแออัดของมวลชน 7) การเรียนรู้แบบอัตโนมัติของ

คอมพิวเตอร์เพื่อสร้างแบบจำลองในการทำนายข้อมูลหรือเหตุการณ์ล่วงหน้าโดยผ่านการเรียนรู้ของเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งสามารถนำมาปรับใช้กับการพยากรณ์ฝูงชน 8) ทฤษฎีจลนศาสตร์เพื่อการคำนวณอัตราความเร็ว รวมถึงการศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อความเร็วเพื่อสร้างความปลอดภัยแก่ฝูงชนโดยเฉพาะฝูงชนคนเดินเท้า 9) การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาของสังคมและสิ่งแวดล้อม 10) การสร้างแบบแผนการตรวจสอบสถานการณ์ต่าง ๆ และการจัดการสุขภาพของประชากร 11) เรขาคณิตแบบเฟ้นสุ่มเพื่อการศึกษาหาค่าเหมาะที่สุดแบบเฟ้นสุ่ม โดยในกลุ่มวิจัยด้านการบริหารจัดการฝูงชนมีการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับด้านคลื่นมิลลิเมตร (Millimeter-wave rat) เทคนิคการใช้ประโยชน์จากการเช็คอินของผู้ใช้ (Point-Of-Interest: POI) คลื่นสัญญาณไมโครเวฟ และคลื่นสัญญาณดาวเทียม

ผลการวิเคราะห์บรรณานิติเพื่อตรวจสอบกลุ่มความรู้งานวิจัยด้านการบริหารจัดการฝูงชนโดยเครื่องมือ CiteSpace นั้นพบว่าสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ข้อมูลสาขาวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยโปรแกรม Clarivate ของ Web of Science โดยเฉพาะสาขาวิจัยด้านวิศวกรรมไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ ระบบสารสนเทศ โทรคมนาคม วิทยาการคอมพิวเตอร์และปัญญาประดิษฐ์ การบริหารจัดการ และการศึกษาสิ่งแวดล้อม ซึ่งข้อค้นพบนี้แสดงให้เห็นถึงการนำเทคโนโลยีและระบบสารสนเทศเข้ามาช่วยสนับสนุนการบริหารจัดการฝูงชนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งนอกจากการปรับใช้เทคโนโลยีสารสนเทศสำหรับการจัดการด้านกายภาพ อาคาร สถานที่ และสิ่งแวดล้อมแล้ว ยังสามารถนำมาปรับใช้สำหรับการวิเคราะห์พฤติกรรมของฝูงชน เช่น การสังเกตและการตรวจจับการเคลื่อนไหวในการอพยพฝูงชนระหว่างบุคคลของกลุ่มสังคม กลุ่มเพื่อน หรือกลุ่มเครือญาติ การติดตามอุปกรณ์เคลื่อนที่ในการพยากรณ์ตำแหน่งการเผชิญหน้าในกิจกรรมชุมนุมเฉพาะ ที่สามารถส่งผลข้อมูลต่อการรับรู้ความแออัด ซึ่งเป็นวิเคราะห์ข้อมูลของฝูงชนแบบตามเวลาจริงที่เป็นปัจจุบัน (Real time analysis) เพื่อป้องกันและลดความเสี่ยงที่มีผลกระทบจากการรวมตัวของฝูงชน

โดยปัจจุบันกลุ่มความรู้งานวิจัยหรือประเด็นงานวิจัยตามการวิเคราะห์ช่วงเวลา (Time line) แสดงให้เห็นว่างานวิจัยด้านการอพยพฝูงชน การนับจำนวนคน การเรียนรู้แบบอัตโนมัติของคอมพิวเตอร์ และทฤษฎีเรขาคณิตเฟ้นสุ่ม เป็นหัวข้อที่ได้รับความสนใจมากในการบริหารจัดการฝูงชน ซึ่งรวมไปถึงงานวิจัยด้านการทำงานจากกลุ่มคนจำนวนมาก (Crowdsourcing) ที่นักวิจัยได้ให้ความสนใจศึกษาอย่างต่อเนื่อง ข้อค้นพบข้างต้นดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าพัฒนาการทางสังคมที่นำไปสู่ความเสี่ยงที่เกิดจากฝูงชนมีเพิ่มมากขึ้น งานวิจัยในด้านดังกล่าวนี้จึงจำเป็นต้องพัฒนาให้สอดคล้องกับปรากฏการณ์ เพื่อนำไปสู่การนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการฝูงชนที่มีการเปลี่ยนแปลงเชิงโครงสร้างซับซ้อนมากยิ่งขึ้น องค์กรความรู้ใหม่ที่ได้จากการวิจัยจึงสามารถนำไปสู่การช่วยป้องกัน บรรเทา และแก้ไขด้านฝูงชนที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น และผลการวิจัยยังช่วยสนับสนุนการตัดสินใจของหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องด้านความมั่นคง และด้านการจัดการสาธารณภัยในการประมวลผลข้อมูลการวิจัยสำหรับตัดสินใจนโยบายสาธารณะที่สัมพันธ์กับสวัสดิภาพของประชาชน

### 5.3 เครือข่ายนักวิจัยด้านการบริหารจัดการฝูงชน

จากกราฟเครือข่ายนักวิจัยแสดงให้เห็นว่า Jing-hong Wang et al., ได้รับการอ้างอิงถึงมากที่สุดในงานวิจัยด้านการจัดการฝูงชน โดยบทความที่ได้รับการอ้างอิงถึงได้นำเสนอการจำลองเชิงคุณภาพด้านการอพยพฝูงชนขนาดใหญ่ การอธิบายโครงสร้างภายในและภายนอกของระบบการอพยพ ซึ่งเกี่ยวข้องกั

การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้อพยพในกระบวนการอพยพ (Wang et al., 2012) ส่วนนักวิจัยที่ทรงอิทธิพลอันดับที่สองคือ Vermuyten et al., ได้นำเสนอการทบทวนการใช้แบบจำลองที่เหมาะสมสำหรับปรับใช้ในการอพยพคนเดินเท้า รวมทั้งนำเสนอปัญหาในการออกแบบตามประเภทของปัญหาและเทคนิควิธีการแก้ปัญหา (Vermuyten et al., 2016) และนักวิจัยที่ได้รับการอ้างอิงอันดับที่สามคือ Lin et al., (2017) ได้เผยแพร่การสร้างกรอบการทำงาน (Framework) จากผลการวิเคราะห์เครือข่ายที่แสดงให้เห็นถึงผลงานวิจัยของนักวิจัยที่มีจำนวนการอ้างอิงถึงมากสามลำดับแรก คือ ผลการวิจัยเกี่ยวกับแบบจำลองการอพยพฝูงชนขนาดใหญ่โดยมีการทดสอบซ้ำและพัฒนาเชิงเทคนิคและวิธีการให้ประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น ทำให้สามารถยืนยันองค์ความรู้ด้านการจัดการฝูงชนที่จำเป็นต้องอาศัยแบบจำลองในการช่วยตัดสินใจและดำเนินงาน อีกทั้งยังยืนยันและสร้างความมั่นใจในการนำองค์ความรู้ในด้านนี้ไปประยุกต์ใช้ในหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชนได้จริง สำหรับการรักษาความเป็นส่วนตัวของกลไกการตรวจจับมวลชนผ่านมือถือของผู้ใช้สมาร์ทโฟนโดยไม่คำนึงถึงความเป็นส่วนตัวและส่งผลกระทบต่อสังคม ซึ่งกรอบงานที่นำเสนอได้แสดงให้เห็นถึงการบรรลุการรักษาความเป็นส่วนตัว (Lin et al., 2017) ดังนั้น จากการวิเคราะห์เครือข่ายนักวิจัยจากการอ้างอิงร่วมในแต่ละกลุ่มคลัสเตอร์ แสดงให้เห็นถึงการก่อกำเนิดประเด็นงานวิจัยเฉพาะของกลุ่มนักวิจัยที่มีการอ้างอิงงานวิชาการร่วมกัน ซึ่งแสดงถึงการสื่อสารทางวิชาการอย่างหนึ่ง โดยประเด็นงานวิจัยแต่ละกลุ่มคลัสเตอร์เหล่านี้สามารถนำมาเป็นแนวทางในการบริหารจัดการฝูงชนได้

## 6. ข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยในครั้งนี้ นักวิจัย หน่วยงานภาครัฐ และภาคเอกชนสามารถนำข้อมูลที่เกี่ยวข้องไปนำไปใช้ในการบริหารจัดการฝูงชน ทั้งด้านการวิจัยขยายองค์ความรู้ ด้านการบริหาร และการปฏิบัติงานที่เน้นการนำประเด็นด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ การสื่อสาร และการจัดการ เพื่อนำสู่การจัดการฝูงชนที่มีประสิทธิภาพ โดยหน่วยงานสามารถนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางเพื่อการพัฒนาวิธีการจัดการฝูงชนอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนี้

1) รัฐบาลระดับชาติ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น หรือหน่วยภาครัฐอื่น สามารถนำข้อมูลความรู้จากผลการวิจัยนำไปเป็นแนวทางในการสร้างแบบจำลองและนำเทคโนโลยีต่าง ๆ เข้ามามาเพื่อทำความเข้าใจพฤติกรรมฝูงชนกรณีมีการรวมตัวแบบสมัครใจ เช่น การชุมนุมประท้วง ดังนั้น เพื่อป้องกันเหตุการณ์ที่ไม่คาดคิดจากการที่คนจำนวนมากมารวมกันประท้วงที่ไม่อาจควบคุมได้โดยแกนนำ เมื่อเกิดเหตุการณ์ดังกล่าวจะสามารถใช้แบบจำลองร่วมกับเทคโนโลยีเข้าไปป้องกันเหตุรุนแรงได้อย่างเหมาะสม เช่น การกำหนดรูปแบบการอพยพฝูงชน ที่จะช่วยลดเหตุฉุกเฉินเนื่องจากความหนาแน่นของผู้ประท้วง เป็นต้น

2) การจัดทำแผนยุทธศาสตร์การจัดการภาวะฉุกเฉิน (Emergency Management Strategic Plan) หน่วยงานทั้งภาครัฐทุกระดับ เช่น กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย สำนักงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยจังหวัด หรือองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และภาคเอกชน สามารถนำผลข้อมูลการวิจัยนี้ไปประมวลสำหรับจัดทำแผนยุทธศาสตร์การจัดการภาวะฉุกเฉิน กรณีเกิดสถานการณ์ฉุกเฉิน เช่น เกิดวาตภัย อุทกภัย

การประชุมชนทางการเมือง และโรคระบาด ฯลฯ ที่จะต้องมีกำหนดยุทธศาสตร์ กลไก รูปแบบ และวิธีการในการจัดการทั้งเชิงพยากรณ์ การพัฒนานวัตกรรมจัดการในภาวะฉุกเฉิน และการเตรียมบุคลากร เป็นต้น

### เอกสารอ้างอิง

- Angkanawisalya, K. & Wichienin, M. (2018). A software for traffic forecasting on road network. **KMUTT Research & Development Journal**, 41(3), 311-322.
- Aw, A. & Rasclle, M. (2000). Resurrection of "second order" models of traffic flow. **SIAM journal on applied mathematics**, 60(3), 916-938.
- Ball, P. (2007). Crowd researchers make pilgrimage safer. **Nature**. <https://doi.org/10.1038/news070115-13>.
- BBCNewsThai. (2022). **Mob 11 June 2012: Teacher Kanokrat Chulalongkorn analyzes the return of the independent mass gathering in Din Daeng.** (In Thai). Retrieved from <https://www.bbc.com/thai/thailand-61775028>.
- Chen, C. (2006). CiteSpace II: Detecting and visualizing emerging trends and transient patterns in scientific literature. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, 57(3), 359–377. <https://doi.org/10.1002/asi.20317>
- CNN. (2022). **What we know about the deadly Halloween disaster in Seoul.** Retrieved from <https://edition.cnn.com/2022/10/30/asia/seoul-itaewon-halloween-crush-explainer-intl-hnk/index.html>
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. **Journal of Business Research**, 133, 285-296.
- Dulebenets, M.A., Abioyeb, O.F., Ozguven, E. E., Moses, R., Boote, W.R., & Sando, T. (2018). Development of statistical models for improving efficiency of emergency evacuation in areas with vulnerable population. **Reliability Engineering & System Safety**, 182, 233-249. <https://doi.org/10.1016/j.res.2018.09.021>
- Galindo, G. & Batta, R. (2013). Review of recent developments in OR/MS research in disaster operations management. **European journal of operational research**, 230(2), 201-211.
- Hirunsomsap, T. (2022). Fatal crowd crush: lessons learnt from the Itaewon tragedy in the Republic of Korea. **Journal of Emergency Medical Services of Thailand**, 2(2), 176-186.
- Lin, J., Yang, D., Li, M., Xu, J., & Xue, G. (2017). Frameworks for privacy-preserving mobile crowdsensing incentive mechanisms. **IEEE Transactions on Mobile Computing**, 17(8), 1851-1864. <https://doi.org/10.1109/TMC.2017.2780091>
- MGR Online. (2023). **Ugandans crowded to watch New Year's fireworks and were stepping each other to death in a department store near the capital.** (In Thai). Retrieved from <https://mgronline.com/uptodate/detail/966000000138>

- Paralee, P. & Pearkao, C. (2020). Overcrowding in emergency room of a university hospital. **Songklanagarind Journal of Nursing**, 40(2). 52-65.
- Putpakdee, P. (2018). **Assessment of walking in communities: Case studies of Hat Yai and Patong**. (In Thai). Master thesis in Civil Engineering, Prince of Songkla University.
- Reicher, S. (2001). The psychology of crowd dynamics. **Handbook of Social Psychology: Group Processes**, 1. 182–208.
- Silpawattanatham. (2019). **The 16th anniversary of the “Tsunami hit Thailand”, the severe loss from the catastrophic wave, 26 December 2004**. (In Thai). Retrieved from [https://www.silpa-mag.com/this-day-in-history/article\\_43257](https://www.silpa-mag.com/this-day-in-history/article_43257)
- Surwase, G., Sagar, A., Kademani, B. S., & Bhanumurthy, K. (2011). **Co-citation analysis: an overview**. Retrieved from <http://eprints.rclis.org/17524/1/Co-citation.pdf>
- Thairath Online. (2022). **Dissolve the rally in 2010, 12 years have passed but no one has been held accountable for the dead people**. (In Thai). Retrieved from <https://plus.thairath.co.th/topic/speak/101528>
- Vermuyten, H., Beliën, J., De Boeck, L., Reniers, G., & Wauters, T. (2016). A review of optimisation models for pedestrian evacuation and design problems. **Safety science**, 87. 167-178. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2016.04.001>
- Wang, J. H., Lo, S. M., Sun, J. H., Wang, Q. S., & Mu, H. L. (2012). Qualitative simulation of the panic spread in large-scale evacuation. **Simulation**, 88(12). 1465-1474. <https://doi.org/10.1177/0037549712456884>
- Xu, M.L., Jiang, H., Jin, X.G., & Deng, Z.G., (2014). Crowd simulation and its applications: recent advances. **Journal of computer science and technology**, 29(5): 799–811. <https://doi.org/10.1007/s11390-014-1469-y>