

การค้นหากฎความสัมพันธ์ของการเกิดอุบัติเหตุการจราจรทางบก Exploring the Association Rules of Road Traffic Accidents

อนุพงศ์ สุขประเสริฐ¹ จิรโรจน์ ตอสะสุกุล^{2*} และ ธาราดล แสงอุทัย²

Anupong Sukprasert¹ Jiraroj Tosasukul² and Taradon Sangutai²

¹สาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะการบัญชีและการจัดการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

²ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

¹Business Computer Major, Mahasarakham Business School, Mahasarakham University

²Department of Mathematics, Faculty of Science, Naresuan University

วันที่ส่งบทความ : 5 ธันวาคม 2565 วันที่แก้ไขบทความ : 1 มิถุนายน 2566 วันที่ตอบรับบทความ : 1 พฤศจิกายน 2566

Received: 5 December 2022, Revised: 1 June 2023, Accepted: 1 November 2023

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์การวิจัยนี้เป็นการค้นหารูปแบบความสัมพันธ์ในการเกิดของอุบัติเหตุการจราจรที่เกิดขึ้นทางบกในประเทศไทย โดยใช้เทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์และประยุกต์ใช้อัลกอริทึมเอพฟิ-กโรในขั้นตอนของการค้นหาชุดรายการที่เกิดขึ้นบ่อย ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยนี้เป็นข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุในประเทศไทยจากศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงคมนาคม ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2562 จนถึงวันที่ 30 กันยายน พ.ศ. 2565 จำนวนทั้งสิ้น 74,231 ราย โดยแอตทริบิวต์ที่ใช้ประกอบด้วย 10 แอตทริบิวต์ ได้แก่ ช่วงเวลา เดือน จังหวัด สภาพอากาศ ประเภทของรถ สาเหตุในการเกิด ลักษณะการเกิด ลักษณะของถนน ประเภทของถนน และผลที่เกิดจากการประสบอุบัติเหตุ ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบของการเกิดอุบัติเหตุการจราจรที่เกิดขึ้นทางบก ส่วนใหญ่มีลักษณะการเกิดอุบัติเหตุแบบชนท้ายและพลิกคว่ำหรือตกถนนในทางตรง ซึ่งมีสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุจากการขับรถด้วยอัตราเร็วเกินกว่าที่กฎหมายกำหนดไว้ โดยมักเกิดอุบัติเหตุกับลักษณะของถนนแบบทางตรงและไม่มีความลาดชันในวันที่มีสภาพอากาศแจ่มใส อีกทั้งประเภทของรถที่เกิดอุบัติเหตุบ่อยครั้งเป็นรถจักรยานยนต์และประเภทถนนที่มักเกิดอุบัติเหตุเป็นถนนกรมทางหลวง

คำสำคัญ : อุบัติเหตุ กฎความสัมพันธ์ อัลกอริทึมเอพฟิ-กโร

Abstract

In this research, the objective is to extract patterns of road traffic accidents in Thailand using association rules and the FP-growth algorithm was employed to mine

*ที่อยู่อีเมลติดต่อ E-mail address: jirarojt@nu.ac.th

frequent patterns. The road accident data in Thailand used in this study was collected from Information and Communication Technology Center, Office of the Permanent Secretary of the Ministry of Transport between January 1, 2019 and September 30, 2022, with a total of 74,231 instances and 10 attributes included time, month, provinces, weather, types of cars, accident causes, accident form, road characteristics, road types, and results of accidents. The association analysis results on Thailand road traffic accidents showed that the most common patterns of road traffic accidents were rear-end collisions, rollovers, and falls onto the road. The speed limit violation led to the collision. Accidents are more likely to occur when the road is straight and no slope, and clear weather. Furthermore, the most common types of vehicles engaged are motorcycles, while the roads of the Ministry of Highway were the scene of the most collisions.

Keywords: Accident, Association Rules, FP-growth algorithm

1. บทนำ

โดยทั่วไปอุบัติเหตุการจราจรทางบก (Road traffic accidents) จะถูกวัดด้วยจำนวนของผู้ที่เสียชีวิตและผู้บาดเจ็บจากการได้รับอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบนท้องถนน ซึ่งเริ่มนับจากการเกิดของอุบัติเหตุในทันทีจนถึงหลังจากการเกิดอุบัติเหตุภายใน 30 วัน แต่ไม่รวมในส่วนของวิธีที่ใช้ยานพาหนะเป็นเครื่องมือของการฆ่าตัวตาย [1] ในขณะที่ยังคงการอนามัยโลก (World Health Organization: WHO) รายงานว่าในทุก ๆ ปีมีประชากรเสียชีวิตจากอุบัติเหตุที่มีสาเหตุการเกิดมาจากการจราจรทางบก จำนวนประมาณ 1.3 ล้านคน และประชากรอีกประมาณ 20-50 ล้านคนได้รับบาดเจ็บหรือพิการด้วยสาเหตุมาจากการเกิดอุบัติเหตุ นั่นซึ่งผู้เสียชีวิตเกินกว่าร้อยละ 50 ถูกจัดอยู่ในกลุ่มของคนที่ไม่ดีเท่า กลุ่มผู้ที่ขับขีรถจักรยาน หรือกลุ่มผู้ที่ขับขี่และโดยสารกับรถจักรยานยนต์ ในทั่วทั้งโลกนั้นการเสียชีวิตร้อยละ 93 ที่มีสาเหตุมาจากอุบัติเหตุ มักเกิดขึ้นในกลุ่มของประเทศที่มีรายได้ปานกลางถึงต่ำ จะเห็นได้ชัดเจนว่าการบาดเจ็บที่มีสาเหตุจากอุบัติเหตุการจราจรก่อให้เกิดผลกระทบที่รุนแรงและสร้างความสูญเสียทางเศรษฐกิจเป็นอย่างมากต่อบุคคล ครอบครัว และต่อประเทศ โดยความสูญเสียที่เกิดขึ้นที่กล่าวมาแล้วนี้เกิดมาจากค่ารักษาพยาบาลและการเสียชีวิตหรือพิการจากอาการบาดเจ็บ รวมถึงค่าใช้จ่ายของสมาชิกในครอบครัวที่ต้องลงงานหรือลาเรียนเพื่อดูแลผู้บาดเจ็บดังกล่าว ส่งผลให้หลาย ๆ ประเทศต้องสูญเสียงบประมาณในส่วนของการใช้จ่ายจากผลกระทบนี้ถึงร้อยละ 3 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (Gross Domestic Product: GDP) [2] และในปี พ.ศ. 2558 องค์การอนามัยโลกได้จัดอันดับประเทศไทยในเรื่องของการเสียชีวิตของประชากรจากอุบัติเหตุทางจราจรไว้สูงเป็นอันดับที่ 2 ของโลกและในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ถูกจัดไว้เป็นอันดับที่ 1 โดยมีอัตราการเสียชีวิตในประชากรที่มีสาเหตุมาจากการจราจรโดยประมาณต่อประชากรแสนคนอยู่ที่ร้อยละ 32.7 และเมื่อเทียบกับหลายประเทศโดยเฉพาะในประเทศที่ประชากรมีรายได้สูงกว่าในประเทศไทย เช่น ประเทศสวีเดนและประเทศนอร์เวย์ มีอัตราการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุการจราจรดังกล่าวอยู่ที่ร้อยละ 2.7 หรือในประเทศสิงคโปร์มีรายงานว่าอัตราการเสียชีวิตของประชากรจากสาเหตุการเกิด

อุบัติเหตุเท่ากับร้อยละ 2.8 เป็นต้น ดังนั้นประเทศไทยจึงถูกประกาศอันดับให้เป็นหนึ่งในประเทศที่มีอุบัติเหตุการจราจรทางบกมากที่สุด อีกทั้งยังเป็นหนึ่งในประเทศที่มีถนนอันตรายที่สุดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้รวมถึงเป็นถนนที่เลวร้ายที่สุดในโลกอีกด้วย [3] นอกจากนี้ในประเทศไทยมีข้อมูลรายงานการเกิดอุบัติเหตุการจราจรทางบกของกระทรวงคมนาคมในปี พ.ศ. 2563 ถึงปี พ.ศ.2564 พบว่า ประเภทของยานพาหนะที่มักจะเกิดอุบัติเหตุอยู่บ่อยครั้งที่สุด คือ รถจักรยานยนต์ 4 ล้อ โดยมีสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 37 รองลงมาเป็นรถส่วนบุคคลและรถสาธารณะมีสัดส่วนเป็นร้อยละ 27 และรถจักรยานยนต์มีสัดส่วนเป็นร้อยละ 20 และลักษณะของถนนที่เกิดอุบัติเหตุสูงที่สุด คือ เส้นทางตรงไม่ลาดชันคิดเป็นร้อยละ 70 โดยมีลักษณะการเกิดอุบัติเหตุสูงที่สุด คือ การพลิกคว่ำหรือตกถนนในทางตรงคิดเป็นร้อยละ 43 รองลงมาคือการชนท้าย คิดเป็นร้อยละ 31 ทั้งนี้อุบัติเหตุการจราจรมักมีสาเหตุมาจากความประมาทขาดการระมัดระวังที่เพียงพอของตัวผู้ขับขี่เอง ที่ขับรถเร็วเกินกว่าอัตราที่กฎหมายกำหนดไว้มีสัดส่วนเป็นร้อยละ 78 [4]

เนื่องจากปัจจุบันข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุการจราจรทางบกของแต่ละประเทศนั้นได้ถูกรวบรวมและเก็บบันทึกไว้เป็นจำนวนมากและซับซ้อนขึ้นจนถึงขั้นเป็นข้อมูลขนาดใหญ่ (Big data) จึงทำให้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลได้รับความสนใจในวงกว้างมากยิ่งขึ้นในการประยุกต์ใช้กับข้อมูลดังกล่าว โดยเฉพาะเทคนิคการทำเหมืองกฎความสัมพันธ์ (Association rules mining) ได้ถูกนำมาใช้เพื่อวิเคราะห์หารูปแบบในการเกิดของอุบัติเหตุการจราจรกันอย่างแพร่หลายมาก [5]-[12] โดยเทคนิคนี้จะเริ่มต้นจากการค้นหาชุดรายการที่เกิดขึ้นบ่อย (Frequent item sets) ในชุดข้อมูล หลังจากนั้นจะสร้างรูปแบบความสัมพันธ์ โดยความสัมพันธ์หรือรูปแบบที่วิเคราะห์หามาได้นี้จะสามารถถูกนำไปใช้อธิบายในส่วนของรูปแบบของกฎ (Rules) หรือ รูปแบบของการเกิดร่วมกันบ่อย ๆ ของข้อมูล (Frequency patterns) ซึ่งแสดงให้เห็นลักษณะของรูปแบบสาเหตุไปสู่ผลลัพธ์ [13] โดยในขั้นตอนการค้นหาชุดรายการที่เกิดขึ้นบ่อยนั้นมีอยู่ 2 อัลกอริทึมที่ถูกนำมาใช้กันโดยแพร่หลาย ได้แก่ อัลกอริทึมอปริออริ (Apriori algorithm) ซึ่งเป็นอัลกอริทึมพื้นฐานที่ถูกนำเสนอครั้งแรกในปี ค.ศ. 1993 โดย Agrawal และคณะ [14] ซึ่งจากงานวิจัยและบทความต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องที่ทางผู้วิจัยได้ศึกษามาแล้วพบว่ามิงงานวิจัยจำนวนมากที่ประยุกต์ใช้อัลกอริทึมอปริออริเพื่อศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ในการเกิดอุบัติเหตุการจราจรในเมืองชิคาโก (Chicago) ในรัฐอิลลินอยส์ของประเทศสหรัฐอเมริกา [7] และในประเทศอังกฤษ [11] ส่วนอีกอัลกอริทึมที่นิยมใช้กันก็คือ อัลกอริทึมเอฟพี-กรโธ (FP-growth algorithm) ที่ถูกนำเสนอแนวคิดไว้ในปี ค.ศ. 2004 โดย Han และคณะ [15] ซึ่งมีหลายงานวิจัยที่นำอัลกอริทึมนี้มาประยุกต์ใช้เพื่อการวิเคราะห์รูปแบบของการเกิดอุบัติเหตุการจราจร เช่น ในประเทศฝรั่งเศส [16] และในรัฐอุตตราขันธ์ (Uttarakhand) ของประเทศอินเดีย [17] โดยอัลกอริทึมเอฟพี-กรโธถูกปรับปรุงและพัฒนาขึ้นเพื่อลดจำนวนครั้งในการประมวลผลข้อมูลทั้งหมดจากฐานข้อมูลให้เหลือเพียง 2 ครั้ง และไม่จำเป็นต้องสร้างกลุ่มข้อมูลทำหิง (Candidates) เหมือนกับอัลกอริทึมอปริออริ แต่จะทำการสร้างโครงสร้างข้อมูลที่เรียกว่าต้นไม้เอฟพี (FP tree) ขึ้นแทนเพื่อใช้จัดเก็บข้อมูล จึงส่งผลทำให้อัลกอริทึมนี้สามารถลดระยะเวลาและลดพื้นที่ของหน่วยความจำของการประมวลผลให้น้อยลง

จากเหตุผลที่กล่าวมาทั้งหมดในข้างต้นทางผู้วิจัยจึงสนใจที่จะประยุกต์ใช้เทคนิคกฎความสัมพันธ์สำหรับสร้างรูปแบบความสัมพันธ์ของอุบัติเหตุการจราจรที่เกิดขึ้นบนทางบก โดยได้ประยุกต์ใช้อัลกอริทึมเอฟพี-กรโธในขั้นตอนการค้นหาชุดรายการที่เกิดขึ้นบ่อย ซึ่งรูปแบบความสัมพันธ์ที่ได้จากการประยุกต์ใช้เทคนิคดังกล่าวนี้ยังใช้เป็นแนวทางเพื่อสนับสนุนหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการวางแผน กำหนดนโยบายและ

มาตรการความช่วยเหลือ รวมถึงการป้องกันและบรรเทาภัยให้ประชาชนพาหนะด้วยความปลอดภัย เพื่อช่วยลดจำนวนของการเกิดอุบัติเหตุในอนาคต

2. วิธีการทดลอง

ข้อมูลที่ศึกษาในครั้งนี้เป็นข้อมูลจริงของอุบัติเหตุการจราจรที่เกิดขึ้นบนทางบกของทุกจังหวัดในประเทศไทย ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2562 จนถึงวันที่ 30 กันยายน พ.ศ. 2565 จำนวน 74,231 รายการ จากศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงคมนาคม สืบค้นเมื่อวันที่ 9 ตุลาคม พ.ศ. 2565 จากเว็บไซต์ <https://datagov.mot.go.th/dataset/roadaccident> โดยใช้โปรแกรม RapidMiner Studio Version 10.0 ในการสร้างกฎความสัมพันธ์ของอุบัติเหตุการจราจรที่เกิดขึ้น โดยเฉพาะบนทางบก และใช้ขั้นตอนการศึกษาวิจัยตามกระบวนการมาตรฐานการทำเหมืองข้อมูล (CRISP-DM) ที่แบ่งออกได้เป็น 6 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา (Business understanding) ในการศึกษาของผู้วิจัยเกี่ยวกับงานวิจัยและบทความในอดีตถึงปัจจุบันพบว่า หลายปีที่ผ่านมาประเทศไทยพบการเสียชีวิตบาดเจ็บหรือผู้พิการที่มีสาเหตุมาจากอุบัติเหตุการจราจรสูงเป็นอันดับต้น ๆ ของโลก ซึ่งส่งผลกระทบต่อก่อให้เกิดความสูญเสียอย่างมาก ทั้งในส่วนของบุคคล ครอบครัว และเศรษฐกิจของประเทศ ในด้านค่ารักษาพยาบาล การเสียชีวิตหรือพิการจากอาการบาดเจ็บ โดยทำให้รัฐบาลต้องสูญเสียค่าใช้จ่ายด้านต่าง ๆ เนื่องจากสาเหตุของอุบัติเหตุทางจราจรเป็นสัดส่วนมากถึงร้อยละ 3 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ

ขั้นตอนที่ 2 การทำความเข้าใจข้อมูล (Data understanding) ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์การเกิดอุบัติเหตุครั้งนี้เป็นข้อมูลทุติยภูมิของการเกิดอุบัติเหตุในทุกจังหวัดทั่วประเทศ จากศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงคมนาคม ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2562 จนถึงวันที่ 30 กันยายน พ.ศ. 2565 จำนวนทั้งสิ้น 74,231 รายการ ซึ่งปัจจัยที่มีผลกับการเกิดอุบัติเหตุมีการกำหนดหมวดของปัจจัย (Factors) ทั้งหมด 4 ด้าน [5] ดังต่อไปนี้ ปัจจัยด้านการเกิดอุบัติเหตุ (Accident) จำนวน 4 แอตทริบิวต์ (Attributes) ประกอบด้วย ผลที่เกิดจากการประสบอุบัติเหตุ ประเภทของรถที่เกิดเหตุ สาเหตุและลักษณะการเกิดอุบัติเหตุ ปัจจัยด้านเวลา (Time) จำนวน 2 แอตทริบิวต์ ประกอบด้วย ช่วงเวลาและเดือน ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมภายนอก (External environment) จำนวน 2 แอตทริบิวต์ ประกอบด้วย สภาพอากาศและจังหวัด และปัจจัยด้านสภาพถนน (Road condition) จำนวน 2 แอตทริบิวต์ ได้แก่ ลักษณะของถนนและประเภทถนนที่เกิดเหตุ แสดงดังตารางที่ 1

ขั้นตอนที่ 3 การเตรียมข้อมูล (Data preparation) เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลก่อนนำไปใช้หาความสัมพันธ์ของการเกิดอุบัติเหตุ โดยมีขั้นตอนในการเตรียมข้อมูลดังนี้

1. การนำเข้าข้อมูลขั้นแรกนี้ทางผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2562 จนถึงวันที่ 30 กันยายน พ.ศ. 2565 จากศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงคมนาคม ที่ถูกจัดเก็บในรูปแบบของ Google sheets

2. การคัดเลือกแอตทริบิวต์ผู้วิจัยจะเลือกเฉพาะแอตทริบิวต์ที่ต้องการศึกษาเท่านั้น จากนั้นทำการพิจารณาและตรวจดูความถูกต้องและความครบถ้วนของข้อมูล (Data validation) ในแต่ละรายการในทุกแอตทริบิวต์ที่ถูกคัดเลือก เพื่อลบข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์หรือข้อมูลซ้ำออก และตรวจสอบค่าสูญหาย (Missing

ตารางที่ 1. รายละเอียดของปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์

ปัจจัย	แอตทริบิวต์	รายการ
ด้านการเกิดอุบัติเหตุ	1. ผลที่เกิดจากการประสบอุบัติเหตุ	- การบาดเจ็บ - การเสียชีวิต
	2. ประเภทของรถที่เกิดเหตุ	- รถปิคอัพบรรทุก 4 ล้อ - รถยนต์ส่วนบุคคล - รถจักรยานยนต์ - รถบรรทุกมากกว่า 10 ล้อ - รถบรรทุก 6 ล้อ - รถบรรทุกมากกว่า 6 ล้อ ไม่เกิน 10 ล้อ - รถตู้ - รถโดยสารขนาดใหญ่ - รถจักรยาน - รถปิคอัพโดยสาร - รถสามล้อเครื่อง
	3. สาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุ	- ขับรถเร็วเกินอัตรากำหนด - คนหรือรถหรือสัตว์ตัดหน้ากระชั้นชิด - หลับใน - อุปกรณ์ยานพาหนะบกพร่อง - เมาสุรา - ขับไม่ชำนาญ - ฝ่าฝืนสัญญาณไฟจราจร - แข่งรถอย่างผิดกฎหมาย - ขับรถตามกระชั้นชิด - มีสิ่งกีดขวาง - ไม่ให้สัญญาณไฟเลี้ยว - บรรทุกเกินอัตรา - ไม่ยอมให้รถที่มีสิทธิ์ไปก่อน - เปลี่ยนช่องทางกะทันหัน
	4. ลักษณะการเกิดอุบัติเหตุ	- พลิกคว่ำหรือตกถนนในทางตรง - ชนท้าย - พลิกคว่ำหรือตกถนนในทางโค้ง - ชนในทิศทางตรงกันข้าม - ชนสิ่งกีดขวาง - ชนเป็นมุมบริเวณทางแยก - ชนคนเดินเท้า - ชนขณะแข่ง - ชนด้านข้าง - เลี้ยวหรือถอยชน

ตารางที่ 1. (ต่อ) รายละเอียดของปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์

ปัจจัย	แอตทริบิวต์	รายการ
ด้านเวลา	5. ช่วงเวลา	- 00.00 น. – 03.59 น. - 04.00 น. – 07.59 น. - 08.00 น. – 10.59 น. - 11.00 น. – 14.59 น. - 15.00 น. – 19.59 น. - 20.00 น. – 23.59 น.
	6. เดือน	เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม (จำนวน 12 เดือน)
ด้านสิ่งแวดล้อมภายนอก	7. สภาพอากาศ	- แจ่มใส - ฝนตก - มีหมอกหรือควันหรือฝุ่น - มีดริ่ม
	8. จังหวัด	จังหวัดทั้งหมด 77 จังหวัดในประเทศไทย
ด้านสภาพถนน	9. ลักษณะของถนน	- ทางตรงและไม่มีความลาดชัน - ทางตรงและลาดชัน - ทางโค้งกว้างและไม่มีความลาดชัน - ทางโค้งกว้างและลาดชัน - ทางเข้าพื้นที่สาธารณะ - ทางสามแยก (T) - ทางสามแยก (Y) - ทางสี่แยก - ทางโค้งหักศอกและไม่มีความลาดชัน - ทางโค้งหักศอกและลาดชัน - ทางเชื่อมเข้าพื้นที่ส่วนบุคคล - ทางเชื่อมบริเวณหน้าโรงเรียน - ทางโค้งกว้าง - ทางโค้งและลาดชัน - ทางตรง
	10. ประเภทถนนที่เกิดเหตุ	- กรมทางหลวง - กรมทางหลวงชนบท - กรมทางพิเศษแห่งประเทศไทย

values) ในกรณีที่มีข้อมูลสูญหายเกิดขึ้นในแต่ละแอตทริบิวต์จะทำการแทนค่าข้อมูลที่สูญหาย (Replace Missing values) นั้นด้วยค่าฐานนิยม (Mode) เพราะข้อมูลในทุกแอตทริบิวต์เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ (Qualitative data)

3. การแปลงข้อมูล (Data transformation) ทางผู้วิจัยได้แปลงข้อมูลทั้งหมดให้เหมาะสมก่อนที่จะทำการค้นหาความสัมพันธ์ โดยจะจัดการปรับให้ข้อมูลนั้นอยู่ในลักษณะของตารางทรานแซกชัน (Transaction) เสียก่อนและทำการตัดรายการที่ไม่มีเหตุการณ์เกิดขึ้นเลย ซึ่งถือว่าเป็นรายการที่ไม่มีผลต่อการสร้างกฎความสัมพันธ์ จากนั้นแปลงค่าข้อมูลให้เป็นข้อมูลทวิภาค (Binary data) โดยกำหนดให้

หมายเลข 0 แทนเหตุการณ์ที่ไม่เกิดขึ้นในรายการนั้น และหมายเลข 1 แทนเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในรายการนั้น หลังจากนั้นทำการบันทึกไฟล์ข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบไฟล์ชนิด CSV

ขั้นตอนที่ 4 การสร้างแบบจำลอง (Modeling) ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ถูกเตรียมไว้แล้วในขั้นตอนที่ 3 มาค้นหาชุดรายการที่เกิดขึ้นบ่อยโดยใช้อัลกอริทึมเอพี-ไกร [16] โดยกำหนดค่าสนับสนุนขั้นต่ำ (Minimum support) เท่ากับ 0.05, 0.10, 0.15, 0.20, 0.25 และ 0.30 จากนั้นวิเคราะห์หารูปแบบของอุบัติเหตุการณ์จากรด้วยเทคนิคกฎความสัมพันธ์ภายใต้เกณฑ์พิจารณาจากค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำ (Minimum confidence) เท่ากับ 0.70, 0.80 และ 0.90 โดยกำหนดพารามิเตอร์ที่ใช้เป็นเกณฑ์ขั้นต่ำในการคัดเลือกรูปแบบความสัมพันธ์ [18] ดังนี้

ค่าสนับสนุน (Support) คือ สัดส่วนของจำนวนของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในรายการเทียบกับจำนวนเหตุการณ์ทั้งหมดในรายการ (Transactions) ซึ่งค่าสนับสนุนจะอธิบายถึงความถี่ของการเกิดเหตุการณ์นั้นว่าเกิดขึ้นบ่อยเพียงใด ซึ่งค่าสนับสนุนของเหตุการณ์ A และเหตุการณ์ B คำนวณได้จากสมการที่ (1)

$$\text{Support (A} \rightarrow \text{B)} = \frac{\text{จำนวนของเหตุการณ์ A และ B ที่เกิดขึ้นพร้อมกันในรายการ}}{\text{จำนวนเหตุการณ์ทั้งหมดในรายการ}} \quad (1)$$

ค่าความเชื่อมั่น (Confidence) ของเหตุการณ์ A และเหตุการณ์ B คือ ค่าวัดความเชื่อมั่นของการเกิดเหตุการณ์ A และเหตุการณ์ B ซึ่งแสดงให้เห็นว่าถ้าหากเหตุการณ์ A เกิดขึ้นแล้วจะเกิดเหตุการณ์ B ด้วยโอกาสมากน้อยเพียงใด ค่าความเชื่อมั่นของเหตุการณ์ A และเหตุการณ์ B คำนวณได้จากสมการที่ (2)

$$\text{Confidence (A} \rightarrow \text{B)} = \frac{\text{จำนวนของเหตุการณ์ A และ B ที่เกิดขึ้นพร้อมกันในรายการ}}{\text{จำนวนของเหตุการณ์ A ที่เกิดขึ้นในรายการ}} \quad (2)$$

ค่าความสอดคล้อง (Lift) ของเหตุการณ์ A และเหตุการณ์ B คือ ค่าวัดความสัมพันธ์อย่างง่าย ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเกิดเหตุการณ์ A และเหตุการณ์ B เป็นอิสระ (Independent) ต่อกันหรือไม่ โดยค่าความสอดคล้องของเหตุการณ์ A และเหตุการณ์ B คำนวณได้จากสมการที่ (3)

$$\text{Lift (A} \rightarrow \text{B)} = \frac{\text{Support (A} \rightarrow \text{B)}}{\text{Support (A) x Support (B)}} \quad (3)$$

หากค่าความสอดคล้องเท่ากับ 1 แสดงว่า การเกิดเหตุการณ์ A และเหตุการณ์ B เป็นอิสระ และหากค่าความสอดคล้องมีค่าเกิน 1 แสดงว่า การเกิดเหตุการณ์ A และเหตุการณ์ B มีความสัมพันธ์เชิงบวก และหากค่าความสอดคล้องต่ำกว่า 1 แสดงว่า การเกิดเหตุการณ์ A และเหตุการณ์ B มีความสัมพันธ์เชิงลบ

ขั้นตอนที่ 5 การประเมินผล (Evaluation) ในการคัดเลือกรูปแบบความสัมพันธ์การเกิดอุบัติเหตุในงานวิจัยนี้ทางผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์พิจารณาจากรูปแบบความสัมพันธ์ที่มีค่าความสอดคล้องเกิน 1 และพิจารณาจากค่าสนับสนุนขั้นต่ำและความเชื่อมั่นขั้นต่ำที่สูงพอที่จะได้จำนวนรูปแบบความสัมพันธ์ที่เหมาะสมในการอธิบายความหมาย

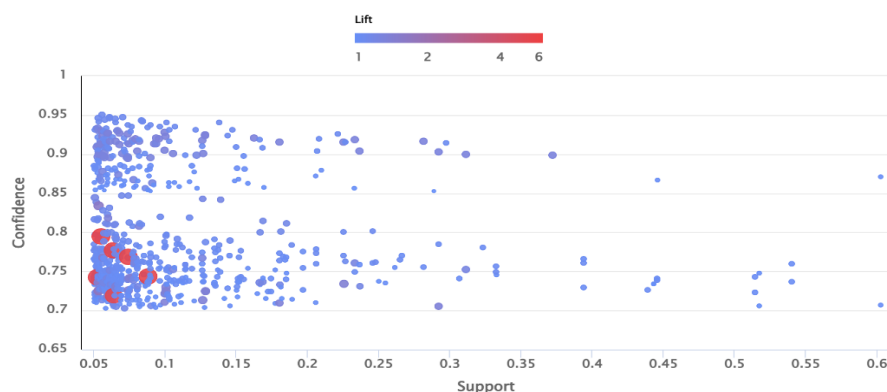
ขั้นตอนที่ 6 การนำไปใช้งาน (Deployment) กฎความสัมพันธ์การเกิดอุบัติเหตุที่ค้นพบได้จากการศึกษาครั้งนี้สามารถใช้เพื่อประกอบการตัดสินใจให้กับทางภาครัฐในการวางแผนและออกกฎระเบียบข้อบังคับสำหรับลงโทษผู้ที่ทำผิดกฎหมายจราจร รวมทั้งการกำหนดนโยบายและมาตรการเพื่อช่วยเหลือและบรรเทาให้เกิดความระมัดระวังสำหรับผู้ขับขี่มากยิ่งขึ้น และช่วยลดแนวโน้มการเกิดของอุบัติเหตุที่มีสาเหตุมาจากการจราจรได้ในอนาคตต่อไป

3. ผลการทดลองและวิจารณ์

จากข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุของศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงคมนาคม ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2562 จนถึงวันที่ 30 กันยายน พ.ศ. 2565 จำนวนทั้งสิ้น 74,231 ราย ประกอบด้วยแอตทริบิวต์จำนวนทั้งสิ้น 10 แอตทริบิวต์ ที่ใช้เทคนิคกฎความสัมพันธ์และประยุกต์ใช้อัลกอริทึมเอพฟี่-โกรธตามทีกล่าวมาแล้วในขั้นตอนการสร้างแบบจำลองข้อมูล จะได้จำนวนรูปแบบความสัมพันธ์ทั้งสิ้น 709 รูปแบบ โดยสามารถคำนวณหาค่าสถิติพื้นฐานของค่าความเชื่อมั่นได้ ค่าสนับสนุน และค่าความสอดคล้อง ดังตารางที่ 2 และแผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ของค่าทั้ง 3 ค่า แสดงดังรูปที่ 1

ตารางที่ 2. ค่าสถิติพื้นฐานของค่าความสอดคล้อง ค่าสนับสนุน และค่าความเชื่อมั่น

เกณฑ์การพิจารณา	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ค่าความเชื่อมั่น	0.0500	0.6025	0.1042	0.0815
ค่าสนับสนุน	0.7006	0.9502	0.7919	0.0729
ค่าความสอดคล้อง	1.0001	5.5534	1.1301	0.3989



รูปที่ 1. แผนภาพการกระจายของค่าความเชื่อมั่น ค่าสนับสนุนและค่าความสอดคล้องของรูปแบบความสัมพันธ์ 709 รูปแบบ

จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคความสัมพันธ์และประยุกต์ใช้อัลกอริทึมเอฟพี-โกรธสามารถสร้างจำนวนรูปแบบความสัมพันธ์ได้ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3. จำนวนรูปแบบความสัมพันธ์

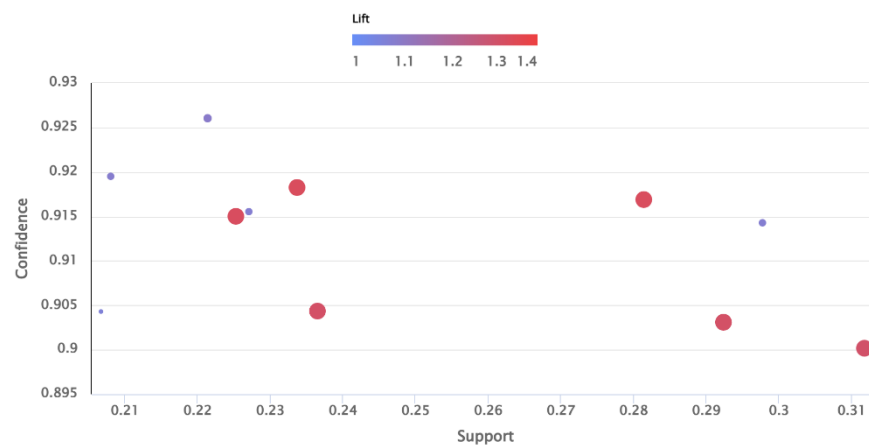
ค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำ	ค่าสนับสนุนขั้นต่ำ	จำนวนรูปแบบความสัมพันธ์
0.70	0.05	709
	0.10	226
	0.15	115
	0.20	62
	0.25	36
	0.30	25
0.80	0.05	230
	0.10	64
	0.15	33
	0.20	20
	0.25	8
	0.30	4
0.90	0.05	107
	0.10	32
	0.15	15
	0.20	11
	0.25	4
	0.30	1

ในการคัดเลือกจำนวนรูปแบบความสัมพันธ์ ทำได้โดยการพิจารณาจากค่าสนับสนุนขั้นต่ำและค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำที่ได้ในตารางที่ 3 ซึ่งพบว่า ค่าสนับสนุนขั้นต่ำ เท่ากับ 0.20 และค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำ เท่ากับ 0.90 ให้จำนวนรูปแบบความสัมพันธ์เหมาะสมสำหรับการอธิบายความหมาย เท่ากับ 11 รูปแบบ นั้นแสดงให้เห็นว่า รูปแบบความสัมพันธ์ที่จะถูกคัดเลือกมานั้นต้องเป็นรูปแบบความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในรายการข้อมูลอย่างน้อยร้อยละ 20 และมีค่าความเชื่อมั่นอย่างน้อยร้อยละ 90 อีกทั้งหากรูปแบบความสัมพันธ์ใดมีค่าความสอดคล้องน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 จะไม่ถูกคัดเลือกมาพิจารณาเพราะถือว่าไม่เกิดรูปแบบความสัมพันธ์นั้น ๆ

จากการใช้เกณฑ์คัดเลือกรูปแบบความสัมพันธ์ด้วยการพิจารณาค่าสนับสนุนขั้นต่ำ เท่ากับ 0.20 และค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำ เท่ากับ 0.90 และค่าความสอดคล้องเกิน 1 ข้างต้นสามารถสร้างรูปแบบความสัมพันธ์ของการเกิดอุบัติเหตุการจราจรได้จำนวนทั้งสิ้น 11 รูปแบบ ดังตารางที่ 4 และแผนภาพการกระจายแสดงความสัมพันธ์ของค่าความสอดคล้อง ค่าสนับสนุนและค่าความเชื่อมั่น แสดงดังรูปที่ 2

ตารางที่ 4. รูปแบบความสัมพันธ์จำนวน 11 รูปแบบ

ลำดับ	กฎความสัมพันธ์	ค่าความ เชื่อมั่น	ค่า สนับสนุน	ค่าความ สอดคล้อง
1	{รถจักรยานยนต์} --> {อากาศแจ่มใส}	0.9261	0.2214	1.0870
2	{ถนนกรมทางหลวง, ขนท้าย} --> {อากาศแจ่มใส}	0.9195	0.2080	1.0793
3	{อากาศแจ่มใส, ถนนกรมทางหลวง, พลิกคว่ำหรือตกถนนในทางตรง} --> {ทางตรงและไม่มีควมลาดชัน}	0.9182	0.2336	1.3268
4	{ถนนกรมทางหลวง, พลิกคว่ำหรือตกถนนในทางตรง} --> {ทางตรงและไม่มีควมลาดชัน}	0.9169	0.2814	1.3248
5	{ทางตรงและไม่มีควมลาดชัน, ขนท้าย} --> {อากาศแจ่มใส}	0.9155	0.2271	1.0747
6	{ถนนกรมทางหลวง, ขับรถเร็วเกินอัตรากำหนด, พลิกคว่ำหรือตกถนนในทางตรง} --> {ทางตรงและไม่มีควมลาดชัน}	0.9150	0.2252	1.3221
7	{ขนท้าย} --> {อากาศแจ่มใส}	0.9142	0.2977	1.0731
8	{อากาศแจ่มใส, ขับรถเร็วเกินอัตรากำหนด, พลิกคว่ำหรือตกถนนในทางตรง} --> {ทางตรงและไม่มีควมลาดชัน}	0.9043	0.2365	1.3067
9	{ขับรถเร็วเกินอัตรากำหนด, ขนท้าย} --> {อากาศแจ่มใส}	0.9043	0.2067	1.0614
10	{ขับรถเร็วเกินอัตรากำหนด, พลิกคว่ำหรือตกถนนในทางตรง} --> {ทางตรงและไม่มีควมลาดชัน}	0.9031	0.2923	1.3049
11	{อากาศแจ่มใส, พลิกคว่ำหรือตกถนนในทางตรง} --> {ทางตรงและไม่มีควมลาดชัน}	0.9001	0.3117	1.3007



รูปที่ 2. แผนภาพการกระจายของค่าความเชื่อมั่น ค่าสนับสนุนและค่าความสอดคล้องของรูปแบบความสัมพันธ์ 11 รูปแบบ

จากรูปที่ 2 แสดงลักษณะความสัมพันธ์ของค่าความเชื่อมั่น ค่าสนับสนุนและค่าความสอดคล้องของรูปแบบความสัมพันธ์จำนวน 11 รูปแบบที่ได้ พบว่า ค่าความเชื่อมั่นมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.9001 และค่าสูงสุดเท่ากับ 0.9261 โดยมีค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.9125 และ 0.0025 ตามลำดับ ในส่วนของค่าสนับสนุนมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.2067 และค่าสูงสุดเท่ากับ 0.3117 โดยมีค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.2492 และ 0.0116 ตามลำดับ และค่าความสอดคล้องมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 1.0614 และค่าสูงสุดเท่ากับ 1.3268 โดยมีค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.2056 และ 0.0378 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาจากค่าสนับสนุนขั้นต่ำ เท่ากับ 0.20 และค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำ เท่ากับ 0.90 ซึ่งจะได้รูปแบบความสัมพันธ์จำนวนทั้งสิ้น 11 รูปแบบ โดยเรียงลำดับรูปแบบที่ได้จากค่าความเชื่อมั่นสูงสุดไปยังค่าความเชื่อมั่นต่ำสุด ที่แสดงในตารางที่ 4 หากพิจารณาจากค่าความเชื่อมั่นสูงสุด 2 อันดับแรก พบว่ารูปแบบความสัมพันธ์ที่ได้ คือ ส่วนมากแล้วอุบัติเหตุมักเกิดกับรถจักรยานยนต์ โดยมักเกิดในวันที่มีสภาพอากาศแจ่มใส และส่วนใหญ่แล้วอุบัติเหตุมักเกิดกับลักษณะของถนนกรมทางหลวงและเป็นลักษณะการเกิดแบบการชนท้าย โดยมักเกิดในวันที่มีสภาพอากาศแจ่มใส ตามลำดับ

หากพิจารณาโดยภาพรวมของรูปแบบความสัมพันธ์ทั้ง 11 รูปแบบ จะพบว่า รูปแบบส่วนมากมักมีลักษณะการเกิดอุบัติเหตุจากการชนท้ายและพลิกคว่ำหรือตกถนนในทางตรงในวันที่มีสภาพอากาศแจ่มใส และลักษณะของถนนแบบทางตรงและไม่มีความลาดชันบนถนนกรมทางหลวง โดยมีสาเหตุจากการขับรถเร็วเกินอัตรากำหนดและประเภทของยานพาหนะที่เกิดเหตุมักเป็นรถจักรยานยนต์ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานอุบัติเหตุจราจรบนทางหลวงแผ่นดินประจำปี พ.ศ. 2564 ของสำนักอำนวยความปลอดภัย กรมทางหลวงกระทรวงคมนาคม [19] ที่รายงานว่า ในปี พ.ศ. 2564 พบการเกิดอุบัติเหตุจราจรบนทางหลวงแผ่นดินสูงสุดที่บริเวณทางตรง (Straight) และในเวลากลางวัน (Daylight) มีสัดส่วนเป็นร้อยละ 38.27 และลักษณะการชนสูงสุดคือ อุบัติเหตุนอกทางบนทางตรง (Off path on straight) มีสัดส่วนเป็นร้อยละ 43.70 และสาเหตุการเกิดอุบัติเหตุสูงสุดคือ ขับรถเร็วเกินอัตรากำหนด มีสัดส่วนเป็นร้อยละ 78.60 และอุบัติเหตุเกิดในวันที่มีสภาพภูมิอากาศแจ่มใสสูงสุด มีสัดส่วนเป็นร้อยละ 85.18 และสอดคล้องกับการศึกษาของ Cai [5] Feng และคณะ [11] และ El Mazouri และคณะ [16] ที่พบว่า การเกิดอุบัติเหตุการจราจรทางบกมักเกิดในวันที่สภาพอากาศปกติมีแสงแดดและบนถนนทางตรงที่ไม่มีความลาดชัน และยังสอดคล้องกับการวิจัยของ Salman และ Alzaatreh [7] และ Dalai และ Landge [10] ที่สรุปผลการวิจัยว่า การเกิดอุบัติเหตุการจราจรส่วนใหญ่มีสาเหตุเกิดจากการขับตามหลังระยะประชิดแล้วเกิดการชนท้าย ดังนั้นหากวิเคราะห์ถึงรูปแบบความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นจากการชนท้ายและพลิกคว่ำหรือตกถนนในทางตรง และไม่มี ความลาดชันบนถนนกรมทางหลวงอาจมีสาเหตุมาจากลักษณะดังกล่าว มีผลทำให้ผู้ขับขี่เกิดความประมาทในการขับขี่และขับรถเร็วเกินอัตรากำหนด [16] รวมทั้งอาจมีอาการง่วงนอนในขณะที่ขับขี่ได้ ในส่วนของรูปแบบความสัมพันธ์ที่มักเกิดขึ้นในวันที่มีสภาพอากาศแจ่มใส ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่าสาเหตุมาจากสภาพอากาศดังกล่าวโดยทั่วไปแล้วมีความเหมาะสำหรับการเดินทาง การท่องเที่ยวเป็นส่วนมากจึงทำให้มีจำนวนผู้ขับขี่ยานพาหนะบนท้องถนนมากกว่าสภาพอากาศแบบอื่น อีกทั้งสภาพอากาศแจ่มใสอาจมีผลทำให้ผู้ขับขี่ลดความระมัดระวังในการขับขี่มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับสภาพอากาศแบบอื่น เช่น ฝนตกหรือมีดคริม

4. สรุปการทดลอง

การศึกษาหาความสัมพันธ์จากข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุของทุกจังหวัดของศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงคมนาคม ที่ได้ถูกบันทึกไว้เริ่มตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2562 จนถึงวันที่ 30 กันยายน พ.ศ. 2565 จำนวน 74,231 ราย โดยจำแนกหมวดของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลในการเกิดอุบัติเหตุออกเป็น 4 ด้าน ดังนี้ 1) ปัจจัยด้านการเกิดอุบัติเหตุ มีจำนวน 4 แอตทริบิวต์ ประกอบด้วย ผลที่เกิดจากการประสบอุบัติเหตุ ประเภทของรถที่เกิดเหตุ สาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุและลักษณะการเกิดอุบัติเหตุ 2) ปัจจัยด้านเวลา มีจำนวน 2 แอตทริบิวต์ ได้แก่ ช่วงเวลาและเดือน 3) ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมภายนอก มีจำนวน 2 แอตทริบิวต์ ได้แก่ สภาพอากาศและจังหวัด และ 4) ปัจจัยด้านสภาพถนนมีจำนวน 2 แอตทริบิวต์ ได้แก่ ลักษณะของถนนและประเภทถนนที่เกิดเหตุ โดยประยุกต์การใช้ อัลกอริทึมเอพฟี่-โกรธ ในขั้นตอนการค้นหาชุดรายการที่เกิดขึ้นบ่อยซึ่งกำหนดค่าสนับสนุนขั้นต่ำ เท่ากับ 0.05 จากนั้นค้นหารูปแบบของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น โดยกำหนดพารามิเตอร์ที่ใช้เป็นเกณฑ์พิจารณาขั้นต่ำ สำหรับการคัดเลือกรูปแบบความสัมพันธ์ทั้งหมด 3 พารามิเตอร์ ได้แก่ ค่าสนับสนุนขั้นต่ำ เท่ากับ 0.20 และค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำ เท่ากับ 0.90 และค่าความสอดคล้องเกิน 1 สามารถสร้างรูปแบบของการเกิดอุบัติเหตุได้จำนวนทั้งหมด 11 รูปแบบ โดยพบว่า รูปแบบอุบัติเหตุที่เกิดส่วนใหญ่มีลักษณะการเกิดอุบัติเหตุเป็นการชนท้ายและพลิกคว่ำหรือตกถนนในทางตรง โดยมีสาเหตุมาจากการขับรถเร็วเกินอัตราที่กฎหมายกำหนดไว้ ซึ่งมักเกิดในวันที่มีสภาพอากาศแจ่มใสและลักษณะของถนนแบบทางตรงและไม่มีความลาดชัน โดยประเภทของรถที่เกิดเหตุเป็นรถจักรยานยนต์และประเภทถนนที่เกิดเหตุมักเป็นถนนกรมทางหลวง หากพิจารณาในแง่ของความสัมพันธ์ในแต่ละปัจจัยจะพบว่า ปัจจัยด้านการเกิดอุบัติเหตุ ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมภายนอก และปัจจัยด้านสภาพถนนมีผลต่อการเกิดอุบัติเหตุ ซึ่งรูปแบบความสัมพันธ์ของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในประเทศไทยที่วิเคราะห์ได้สามารถใช้เป็นข้อมูลเพื่อสนับสนุนหน่วยงานภาครัฐในการกำหนดนโยบายและวางแผนในการการปรับแก้กฎหมาย ข้อบังคับและระเบียบต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการจราจร อีกทั้งเพิ่มเติมในเรื่องเกี่ยวกับการรณรงค์และอบรมการขับขี่อย่างปลอดภัย รวมไปถึงการปรับปรุงรูปแบบในการอนุมัติใบอนุญาตขับรถของยานพาหนะทุกชนิด และการดำเนินการปรับปรุงถนนและเส้นทางจราจร เพื่อเพิ่มความตระหนักถึงการเกิดอุบัติเหตุและความระมัดระวัง อันจะส่งผลต่อความปลอดภัยทั้งต่อผู้ขับขี่เองและต่อส่วนรวมเพิ่มมากขึ้น สำหรับแนวทางในการศึกษาวิจัยครั้งต่อไปนั้นสามารถเพิ่มการศึกษาในส่วนของการรายละเอียดเรื่องปัจจัยด้านเวลา เช่น ช่วงเวลากลางวันและกลางคืน วันทำงาน หรือวันหยุดต่าง ๆ และช่วงที่เกิดการแพร่ระบาดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 หรือช่วงที่เกิดปัญหาภัยธรรมชาติ เช่น อุทกภัย หรือพายุมรสุม เป็นต้น ซึ่งอาจจะส่งผลทำให้ได้รูปแบบความสัมพันธ์ใหม่ ๆ ที่น่าสนใจและอาจจะมีประโยชน์มากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงคมนาคมที่เอื้อเฟื้อข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุการจราจรทางบกของทุกจังหวัด สำหรับการนำมาใช้ในงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง (References)

- [1] OECD. 2022. Road accidents (indicator). Available at: <https://data.oecd.org/transport/road-accidents.htm>. Retrieved 28 October 2022.
- [2] WHO. 2022. Road traffic injuries. Available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>. Retrieved 31 October 2022.
- [3] WHO. 2018. Global Status Report on Road Safety 2018. Available at: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241565684>. Retrieved 29 October 2022.
- [4] ศรีสิทธิ์ วงศ์วรจรย์. 2565. เปิดสถิติ “อุบัติเหตุบนถนน” ประเทศไทยเกิดเหตุอะไรบ่อยสุด?. กรุงเทพฯธุรกิจ. แหล่งข้อมูล : <https://www.bangkokbiznews.com/social/984601>. ค้นเมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน 2565.
- [5] Cai, Q. 2020. Cause analysis of traffic accidents on urban roads based on an improved association rule mining algorithm. *IEEE Access*, 8, 75607-75615.
- [6] Tariq, M., Mehmood, N. Q., and Mahfooz, S. Z. 2022. Discovering associated factors behind road accidents using association rule mining: A case study from Gujarat, Pakistan. *World journal of advanced research and reviews*, 15(3), 1-11.
- [7] Salman, R.E., and Alzaatreh, A. 2022. Market Basket Analysis of Chicago Road Accidents. Proceedings of 2022 Advances in Science and Engineering Technology International Conferences (ASET), United Arab Emirates, 1-7.
- [8] Shahin, M., Iman, M.R.H., Kaushik, M., Sharma, R., Ghasempouri, T., and Draheim, D. 2022. Exploring Factors in a Crossroad Dataset Using Cluster-Based Association Rule Mining. *Procedia Computer Science*, 201, 231-238.
- [9] Dogrul, G. and Alkan, M. 2022. Investigation of fatal traffic accidents occurring outside of the city in Turkey using data mining. *Selcuk University Journal of Engineering Sciences*, 21(2), 75-85.
- [10] Dalai, B. and Landge, V.S. 2022. Crash risk factor identification using association rules in Nagpur city, Maharashtra, India. *Current Science*, 123(6), 781-790.
- [11] Feng, M., Zheng, J., Ren, J. and Xi, Y. 2019. Association Rule Mining for Road Traffic Accident Analysis: A Case Study from UK. Proceedings of 10th International Conference BICS 2019. China, 520-529.
- [12] ดวงใจ รุ่งพัฒนกิจชัย. 2561. ความสัมพันธ์ของปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับอุบัติเหตุรถจักรยานยนต์เพื่อการสืบสวนคดีอุบัติเหตุจราจรเชิงลึกโดยใช้เทคนิคกฎความสัมพันธ์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศิลปากร. [Duengjai Rungpatanakijchai. 2018. The relationship factors related to motorcycle accident for in-depth road traffic accident investigations using the Association Rule technique. M.Sc. Thesis, Forensic Science, Graduate School, Silpakorn University. (in Thai)]

- [13] ศิริจรรยา จันทรมี และไกรศักดิ์ เกษร. 2565. การวิเคราะห์การเคลื่อนย้ายของนักท่องเที่ยว โดยใช้ข้อมูลจากเครือข่ายสังคมจากวิธีการกฎความสัมพันธ์. *วารสารวิทยาศาสตร์ลาดกระบัง*. 31(1), 120-141. [Janmee, S. and Kesorn, K. 2022. Tourist Movement Analysis Based on Social Network Information Using Association Rules. *Journal of Science Ladkrabang*, 31(1), 120-141. (in Thai)]
- [14] Agrawal, R., Imieliński, T. and Swami, A. 1993. Mining association rules between sets of items in large databases. *Proceedings of the 1993 ACM SIGMOD international conference on Management of data*. The United States of America, 207-216.
- [15] Han, J., Pei, J., Yin, Y. and Mao, R. 2004. Mining frequent patterns without candidate generation: A frequent-pattern tree approach. *Data mining and knowledge discovery*, 8(1), 53-87.
- [16] El Mazouri, F.Z., Abounaima, M.C., Najah, S. and Zenkouar, K. 2019. Data mining for road accident analysis in a big data context. *Proceedings of ICCWCS 2019: Third International Conference on Computing and Wireless Communication Systems*, ICCWCS 2019. Morocco, 255-263.
- [17] Kumar, S., Toshniwal, D. and Parida, M. 2017. A comparative analysis of heterogeneity in road accident data using data mining techniques. *Evolving systems*, 8(2), 147-155.
- [18] Distefano, N., Leonardi, S., Pulvirenti, G., Romano, R., Boer, E. and Wooldridge, E. 2022. Mining of the association rules between driver electrodermal activity and speed variation in different road intersections. *IATSS research*, 46(2), 200-213.
- [19] กลุ่มสถิติสารสนเทศ. 2564. รายงานอุบัติเหตุจากรบบทางหลวงแผ่นดิน 2564. แหล่งข้อมูล : <https://bhs.doh.go.th/download/accident>. ค้นเมื่อวันที่ 10 พฤศจิกายน 2565.