บทความวิจัย

การวิเคราะห์จัดกลุ่มตามลำดับชั้นและแยกประเภทสถานีรถไฟฟ้า: กรณีศึกษา สถานีรถไฟฟ้ามหานครสายเฉลิมรัชมงคล

พนธกร อ่อนละมัย และ เอกชัย ศิริกิจพาณิชย์กูล*
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 0 2797 0999 ต่อ 1302-1304 อีเมล: fengacs@ku.ac.th
DOI: 10.14416/j.kmutnb.2022.11.002
รับเมื่อ 29 กรกฎาคม 2564 แก้ไขเมื่อ 27 ตุลาคม 2564 ตอบรับเมื่อ 28 ธันวาคม 2564 เผยแพร่ออนไลน์ 8 พฤศจิกายน 2565
© 2022 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

บทคัดย่อ

รถไฟฟ้ามหานคร สายเฉลิมรัชมงคลเป็นระบบขนส่งมวลชนสายหลักที่มีแนวเส้นทางล้อมรอบเขตเมืองชั้นในของกรุงเทพมหานคร ทำหน้าที่เชื่อมต่อรถไฟฟ้าสายต่างๆ ที่เข้าสู่ใจกลางกรุงเทพมหานครในแนวรัศมีรวมไปถึงสถานีรถไฟหัวลำโพงและสถานีกลางกรุงเทพอภิวัฒน์ (หรือ สถานีกลางบางซื่อ) จึงเป็นหนึ่งในระบบขนส่งมวลชนที่มีผู้โดยสารนิยมใช้บริการเป็นจำนวนมากทั้งในช่วงเร่งด่วน และนอกเวลาเร่งด่วนเพื่อเดินทางเชื่อมต่อที่มีความหลากหลายทั้งในแง่ของคู่จุดต้นทาง–ปลายทางและวัตถุประสงค์ในการเดินทางทำให้เป็นที่คาดหมายว่าระบบดังกล่าวจะมีความสำคัญอย่างยิ่งในการรองรับการเดินทางของผู้คนในเขตเมืองในอนาคต เพื่อให้การวางแผนการพัฒนาสถานีรถไฟฟ้าเป็นไปอย่างมีทิศทางที่สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมบริเวณโดยรอบสถานี งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการนำเสนอการจัดกลุ่ม และแบ่งประเภทของสถานีรถไฟฟ้ามหานครด้วยวิธีการวิเคราะห์จัดกลุ่มตามลำดับชั้น โดยอาศัยตัวแปรตาม คือ จำนวนผู้โดยสารเข้าออกสถานีในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าและเย็นในแต่ละสถานี และตัวแปรอิสระ ได้แก่ ปัจจัยแวดล้อมโดยรอบสถานี อาทิ ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน จากระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และข้อมูลประเภทผู้ใช้น้ำประปาในระยะรัศมีการเข้าถึงสถานีด้วยการเดินเท้า ข้อมูลจำนวนป้าย และสายการเดินรถโดยสารประจำทางที่ผ่านสถานี และเมื่อทำการวิเคราะห์การจัดกลุ่มตามลำดับตามชั้นแล้ว สามารถแยกกลุ่มประเภทของสถานีได้ออกเป็นกลุ่มหลักๆ ได้แก่ ย่านพักอาศัย ย่านการทำงาน หรือธุรกิจ สถานีสำหรับจุดเชื่อมต่อกับระบบขนส่งประเภทอื่นๆ และทำการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยแวดล้อมโดยรอบสถานีที่มีต่อปริมาณผู้โดยสารในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าและเย็นในแต่ละสถานี ผลงานวิจัยนี้คาดว่าจะเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนเพื่อพัฒนาปรับปรุงพื้นที่การใช้ประโยชน์พื้นที่โดยรอบสถานีอย่างเหมาะสมต่อไป

คำสำคัญ: การวิเคราะห์จัดกลุ่มตามลำดับชั้น สถานีรถไฟฟ้ามหานคร ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ การพัฒนาพื้นที่โดยรอบสถานีขนส่งผู้โดยสาร

การอ้างอิงบทความ: พนธกร อ่อนละมัย และ เอกชัย ศิริกิจพาณิชย์กูล, "การวิเคราะห์จัดกลุ่มตามลำดับชั้นและแยกประเภทสถานีรถไฟฟ้า: กรณีศึกษา สถานีรถไฟฟ้ามหานครสายเฉลิมรัชมงคล," *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, ปีที่ 34, ฉบับที่ 3, หน้า 1–13, เลขที่บทความ 243-175289, ก.ค.–ก.ย. 2567.

Research Article

Hierarchical Clustering Analysis and Classification of MRT Stations: A Case Study of the MRT Chaloem Ratchamongkhon Line

Pontakon Onlamai and Ackchai Sirikijpanichkul*
Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University, Bangkok, Thailand

* Corresponding Author, Tel. 0 2797 0999 Ext. 1302-1304, E–mail: fengacs@ku.ac.th DOI: 10.14416/j.kmutnb.2022.11.002
Received 29 July 2021; Revised 27 October 2021; Accepted 28 December 2021; Published online: 8 November 2022
© 2022 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

Abstract

The MRT Chaloem Ratchamongkhon Line is the main mass transit system that surrounds the inner city of Bangkok. It is the major circular line that serves as a connector among various radial train lines that enter the Bangkok CBD as well as major railway hubs including Hua Lamphong Station and Bang Sue Grand Station. Therefore, it is one of the most crowded transit lines both during the peak and off-peak periods to serve the travel between various origin-destination pairs and travel objectives. It is expected that this mass transit system is going to be an essential line serving the urban traffic. This research is aimed at presenting the grouping and classification of the MRT Chaloem Ratchamongkhon Line stations by hierarchical clustering analysis method. The dependent variable is the number of passengers entering and leaving the station during the morning rush hour at each station. The independent variables are influencing factors including the land-use data around the stations from geographic information system, water users classified by type within the walking distance precinct around the station, the number of bus lines and stops around the stations. The results of analysis demonstrates that the MRT Chaloem Ratchamongkhon Line stations can be clustered into major groups according to its surrounding neighborhood such as residential, work or business areas, and intermodal hubs. The multiple regression analysis is performed to determine the relationship between influencing factors and the number of passengers entering and leaving the station during the rush hours. This research is expected to be useful for development planning of the areas surrounding mass transit stations.

Keywords: Hierarchical Clustering Analysis, MRT Station, Geographic Information System, Transit-oriented Development

Please cite this article as: P. Onlamai and A. Sirikijpanichkul, "Hierarchical clustering analysis and classification of MRT stations: A case study of the MRT Chaloem Ratchamongkhon line," *The Journal of KMUTNB*, vol. 34, no. 3, pp. 1–13, ID. 243-175289, Jul.–Sep. 2023 (in Thai).

1. บทนำ

รถไฟฟ้ามหานคร สายเฉลิมรัชมงคลมีจำนวนผู้โดยสารเฉลี่ยประมาณ 300,000 เที่ยวต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 14.62 ของสัดส่วนการเดินทางในระบบขนส่งสาธารณะในเขตกรุงเทพมหานครชั้นในหรือประมาณร้อยละ 31–40 ของปริมาณผู้โดยสารรถไฟฟ้าทั้งหมดใน พ.ศ. 2556 [1] ในปัจจุบัน ระบบรถไฟฟ้าดังกล่าวมีระยะทางรวมประมาณ 48 กิโลเมตร มีจำนวนสถานีทั้งสิ้น 38 สถานี มีจุดเชื่อมกับสถานีรถไฟฟ้า MRT สายสีม่วง สถานี BTS และ Airport Rail Link [1] ระบบรถไฟฟ้านั้นเป็นทางเลือกที่เหมาะสำหรับการเดินทางในเขตเมืองเป็นอย่างมาก ซึ่งช่วยให้การเดินทางเกิดความสะดวกสบาย และยังประหยัดเวลาในการเดินทางโดยเฉพาะช่วงเวลาเร่งด่วน อย่างไรก็ตาม แม้ระบบรถไฟฟ้าจะสามารถช่วยให้การเดินทางเกิดความรวดเร็วแต่ก็แลกมาด้วยค่าโดยสารที่แพงกว่าระบบขนส่งมวลชนรูปแบบอื่นๆ อีกทั้งในช่วงเวลาเร่งด่วนบางสถานีมีจำนวนผู้ใช้บริการเยอะมากจนก่อให้เกิดความล่าช้าในการเดินทาง ในทางกลับกันบางสถานีกลับมีผู้ใช้บริการน้อยมากๆ ในเกือบทุกช่วงเวลา งานวิจัยนี้มีพื้นที่ศึกษาอยู่ในช่วงเส้นทางหัวลำโพง–บางซื่อ ซึ่งช่วงดังกล่าวเป็นสถานีเริ่มแรกของรถไฟฟ้า MRT อีกทั้งช่วงเส้นทางดังกล่าวเป็นช่วงที่มีความหลากหลายเชิงพื้นที่โดยรอบสถานี และผู้โดยสาร การระบุกลุ่มหรือจำแนกประเภทของสถานี ตามการพัฒนาโดยรอบพื้นที่สถานีจะช่วยให้การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทยมีแนวคิดในการพัฒนาโครงการหรือระบบที่ช่วยในการดึงดูดผู้คนมาใช้บริการมากขึ้น

ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้วิธีการวิเคราะห์จัดกลุ่มตามลำดับชั้น (Hierarchical Clustering) เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์จัดกลุ่มและแยกประเภทของสถานีรถไฟฟ้าโดยจากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง คือ Hussain [2] ได้ศึกษาพื้นที่และจำนวนสำหรับการติดตั้งเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สาย (Wireless Sensor Network; WSN) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้และลดพลังงานซึ่งใช้วิธีการวิเคราะห์จัดกลุ่มตามลำดับชั้น ในการระบุพื้นที่และจำนวนเซนเซอร์จากผลของแบบจำลองทำให้เห็นว่าประสิทธิภาพของเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายดีขึ้นกว่าของดั้งเดิม Chakraborty [3] ศึกษาการวางตำแหน่ง และจัดกลุ่มของสถานีบริการสาธารณูปโภคให้ครอบคลุมมากที่สุดในแต่ละพื้นที่โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เข้ามาเกี่ยวข้องโดยใช้วิธีการวิเคราะห์จัดกลุ่มตามลำดับชั้น ผลปรากฏว่าสามารถจัดวางตำแหน่ง และจัดกลุ่มของสถานีบริการสาธารณูปโภคได้สะดวกรวดเร็วตรงกับความต้องการ Wang [4] ได้ศึกษาการจัดกลุ่มสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินโดยใช้วิธี Dynamic Time Warping และสามารถแบ่งกลุ่มของสถานีตามจำนวนผู้เข้ามาใช้บริการรถไฟฟ้าใต้ดินออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มสถานีที่เน้นใช้งานช่วงเวลาเช้า กลุ่มเน้นใช้งานสถานีช่วงเวลาเย็น และกลุ่มสถานีทั่วไป Zhao [5] ได้ศึกษาการจัดกลุ่มสถานีรถไฟฟ้าใต้ดินในเมืองหนานจิง สาธารณรัฐประชาชนจีน ตามลักษณะการใช้งานของที่ดินโดยใช้วิธีการ k-medoids Cluster Analysis จากวิธีดังกล่าวสามารถแบ่งกลุ่มตามลักษณะการใช้ที่ดินกับปริมาณผู้ใช้บริการได้ออกมาเป็น 5 ย่าน คือ ที่พักอาศัย แหล่งงานและบันเทิง มหาวิทยาลัย เขตโรงงาน และสถานีเปลี่ยนถ่ายสำหรับการเดินทางระยะไกล ในงานวิจัยไทยนั้น Khwanfai [6] ทำการศึกษาเรื่องการจัดกลุ่มคุณลักษณะประเภทสถานีโดยใช้ปัจจัยลักษณะการใช้ประโยชน์อาคารและความสามารถในการเข้าถึง: กรณีศึกษา รถไฟฟ้าสายสุขุมวิทและสายสีลมด้วยการวิเคราะห์จัดกลุ่มตามลำดับชั้นสามารถแบ่งกลุ่มออกได้โดยใช้ปัจจัยจำนวนผู้โดยสาร และการใช้ประโยชน์จากอาคาร

จากที่ผู้วิจัยได้ทบทวนวรรณกรรมข้างต้น การจัดกลุ่มสถานีจะช่วยให้เข้าใจลักษณะของพื้นที่ และการใช้งานที่ดินโดยรอบว่ามีลักษณะเป็นอย่างไร สามารถแก้ไข หรือปรับปรุงตัวสถานีให้สอดคล้องกับลักษณะของพื้นที่ และการใช้งานที่ดินอยู่ได้หรือไม่ ทำให้งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาจัดกลุ่ม และแยกประเภทสถานีรถไฟฟ้าเพื่อตอบสนองกับพื้นที่โดยรอบของแต่ละสถานีให้มีความเหมาะสมในการใช้งานมากยิ่งขึ้นเพื่อเป็นการวางแผนในอนาคตสำหรับการดึงดูดให้ผู้คนมาใช้บริการรถไฟฟ้ามากยิ่งขึ้น โดยมุ่งเน้นไปที่สถานีของรถไฟฟ้ามหานคร สายเฉลิมรัชมงคล

2. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

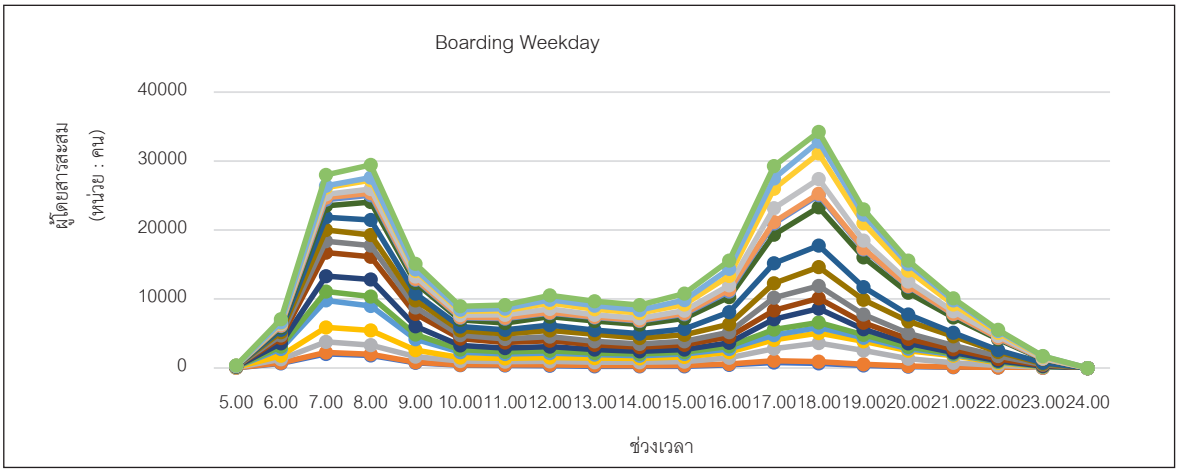
งานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ตำแหน่ง และข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินจากระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และข้อมูลผู้ใช้น้ำของพื้นที่กรุงเทพมหานครจากการประปานครหลวง จำนวนป้ายหยุด และสายการเดินรถของรถโดยสารประจำทางจากระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ขององค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ ตำแหน่ง และจำนวนผู้โดยสารเข้าออกแต่ละสถานีของรถไฟฟ้ามหานคร สายเฉลิมรัชมงคล จำนวน 18 สถานี ระยะทาง 20 กิโลเมตร โดยมีระเบียบวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

2.1 การวิเคราะห์จำนวนมิเตอร์พื้นที่โดยรอบสถานีรถไฟ

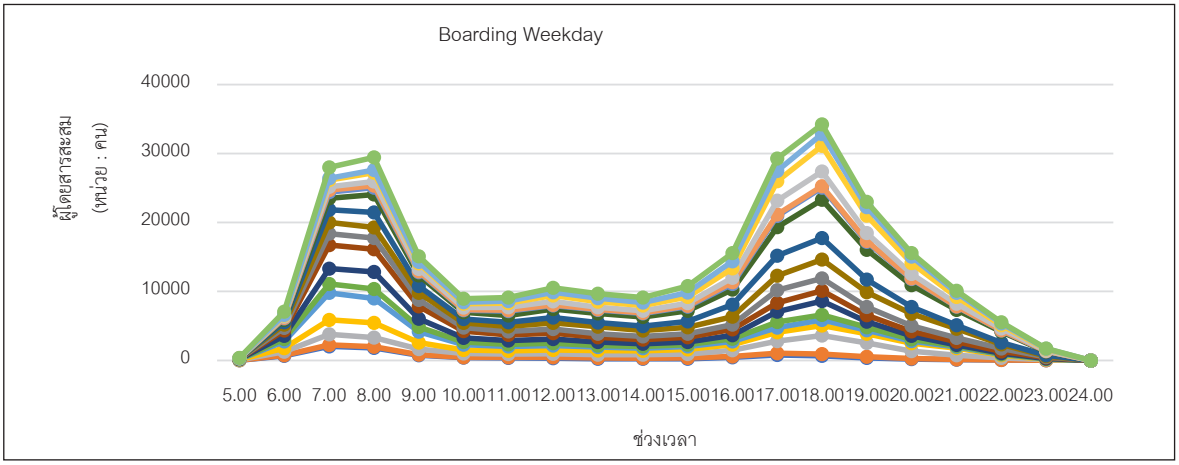
เนื่องจากข้อมูลตำแหน่งมิเตอร์น้ำและตำแหน่งสถานีรถไฟฟ้าเป็นข้อมูลแบบระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ผู้วิจัยจึงนำข้อมูลดังกล่าวเข้าโปรแกรม ArcGIS เพื่อที่จะวิเคราะห์ ระบุตำแหน่งมิเตอร์น้ำ และแยกประเภทลักษณะของการใช้งานน้ำประปาโดยรอบพื้นที่ของสถานีรถไฟฟ้าในระยะ 400 เมตร เนื่องด้วยในงานศึกษาของ Chalermpong [7] ได้วิเคราะห์การเข้าถึงสถานีรถไฟฟ้าในประเทศไทย ผลที่ได้ คือ ช่วง 0–400 เมตรผู้โดยสารยังใช้การเดินเท้าในการเข้ามาที่สถานี ถ้าระยะห่างจากสถานีเกิน 400 เมตร ผู้โดยสารกว่าร้อยละ 30 จากการสำรวจได้เปลี่ยนวิธีการเข้าถึงสถานีเป็นรูปแบบอื่นๆ นอกเหนือจากการเดินเท้า หลังจากทำการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม ArcGIS ทำการระบุตำแหน่ง และแยกประเภทของมิเตอร์น้ำ โดยดูจากรหัสมิเตอร์ที่การประปานครหลวงได้กำหนดไว้ในข้อมูล GIS ทำให้ผู้วิจัยสามารถจัดแบ่งกลุ่มผู้ใช้น้ำออกเป็น ที่พักอาศัย ธุรกิจ สถานบันเทิง สถานศึกษา โรงพยาบาล ก่อสร้างชั่วคราว วัด หน่วยงานและอุตสาหกรรม ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ระบุกลุ่มผู้ใช้น้ำจำแนกตามสถานี MRT [1]

สถานี	ที่พักอาศัย (จุด)	ธุรกิจ (จุด)	บันเทิง (จุด)	สถานศึกษา (จุด)	โรงพยาบาล (จุด)	ก่อสร้างชั่วคราว (จุด)	วัด (จุด)	หน่วยงาน (จุด)	อุตสาหกรรม (จุด)	รวม (จุด)
บางซื่อ	110	16	0	0	0	2	1	2	0	131
กำแพงเพชร	458	212	3	3	1	24	9	7	1	718
สวนจตุจักร	181	143	5	2	0	4	2	3	0	340
พหลโยธิน	290	143	6	1	0	6	1	10	0	457
ลาดพร้าว	613	241	7	3	1	11	1	6	0	883
รัชดาภิเษก	564	217	5	1	0	17	1	5	0	810
สุทธิสาร	692	260	8	0	0	19	1	5	0	985
ห้วยขวาง	581	389	15	0	3	20	3	3	0	1,014
ศูนย์วัฒนธรรม	244	74	5	0	0	12	0	8	0	343
พระราม 9	769	443	9	0	0	14	1	2	1	1,239
เพชรบุรี	206	83	3	7	2	6	2	7	0	316
สุขุมวิท	530	336	49	0	0	13	0	3	0	931
ศูนย์ประชุมสิริกิติ์	957	266	10	2	0	10	6	4	5	1,260
คลองเตย	819	187	12	0	1	19	0	14	3	1,055
ลุมพินี	127	121	5	0	0	16	3	5	1	278
สีลม	173	174	45	1	3	12	2	5	0	415
สามย่าน	539	271	36	9	2	5	7	6	1	876
หัวลำโพง	1,617	753	22	3	1	17	12	8	7	2,440
รวม	9,470	4,329	245	32	14	227	52	103	19	14,491



รูปที่ 1 ผู้โดยสารขาเข้า [1]



รูปที่ 2 ผู้โดยสารขาออก [1]

2.2 จำนวนผู้โดยสารและการจำแนกช่วงเวลาเร่งด่วน

จากข้อมูลจำนวนผู้โดยสารขาเข้า และขาออกที่รวบรวมจากการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทยของทั้งปี พ.ศ. 2556 ผู้วิจัยได้หาค่าเฉลี่ยของจำนวนผู้โดยสารและนำเสนอในรูปแบบของกราฟเริ่มจากเวลาที่สถานีรถไฟฟ้าใต้ดินเปิดทำการจนถึงเวลาปิดทำการ ดังรูปที่ 1 และ 2

จากรูปภาพทั้ง 2 จะเห็นว่าช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าปริมาณผู้โดยสารจะเพิ่มขึ้นอย่างมากตั้งแต่ในช่วงเวลา 06.00 น. ไปจนถึงช่วงเวลา 10.00 น. และ จำนวนผู้โดยสารจะเริ่มลดลงและคงที่ไปจนถึงช่วงเวลาเร่งด่วนเย็นซึ่งเป็นเวลาตั้งแต่ 15.00 น. ปริมาณผู้โดยสารจะเพิ่มขึ้นไปจนถึง 21.00 น. ปริมาณผู้โดยสารก็จะลดลง ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกเวลาดังกล่าวเป็นช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าและช่วงเวลาเร่งด่วนเย็นตามลำดับ

2.3 การวิเคราะห์จัดกลุ่มตามลำดับชั้น

เป็นการจัดกลุ่มของข้อมูลต่างๆ ให้เป็นลำดับชั้น โดยทำการจัดกลุ่มแบบเดิมซ้ำไปเรื่อยๆ อัลกอริทึมของการจัดกลุ่มข้อมูลแบบลำดับชั้นแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ แบบรวมกลุ่ม (Agglomerative หรือ Bottom-up) และแบบแยกกลุ่ม (Divisive หรือ Top-down) [8] โดยแบบรวมกลุ่มเป็นการ

วิเคราะห์ข้อมูลวิธีการหนึ่งที่ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในงานวิจัยด้านต่างๆ อย่างกว้างขวาง ไม่ว่าจะเป็นการทำงานของวิธีการจัดกลุ่มข้อมูลฯ แบ่งออกเป็น 3 ขั้น [9] ได้แก่

2.3.1 ขั้นเตรียมข้อมูล

เริ่มจากการนำข้อมูลที่ต้องการจัดกลุ่มลงในเมทริกซ์ โดยที่ข้อมูลนั้นจะต้องมีคุณสมบัติอย่างใดอย่างหนึ่งเสมอ เพื่อเป็นการแยกแยะว่าข้อมูลแต่ละข้อมูลมีคุณลักษณะ เหมือนกันหรือต่างกันอย่างไรหลังจากนำข้อมูลลงเมทริกซ์แล้ว เป็นการนำข้อมูลมาคำนวณเพื่อหาค่าระยะห่างแบบถ่วงน้ำหนักปัจจัย รายละเอียดของสูตรเป็นดังนี้

$$d(i,j)=\left(\sum_{k=1}^{p} w_k \left|x_{ik}-x_{jk}\right|^2\right)^{1/2}$$

โดยที่

$d(i,j)$ คือ ค่าระยะห่างระหว่างข้อมูลลำดับที่ i กับลำดับที่ j

x_{ik} คือ ค่าคุณสมบัติที่ k ของข้อมูลของลำดับ i

x_{jk} คือ ค่าคุณสมบัติที่ k ของข้อมูลของลำดับ j

w_k คือ ค่าน้ำหนักที่ให้แก่คุณสมบัติที่ k

p คือ จำนวนคุณสมบัติข้อมูลทั้งหมด

ค่า $d(i,j)$ ที่คำนวณได้ไปใส่ในตารางที่ 2 กำหนดให้ตำแหน่ง i เป็นตำแหน่งช่องแนวตั้งและ j เป็นตำแหน่งในช่องแนวนอน

ตารางที่ 2 ตัวอย่างตารางเมทริกซ์

	Object 1	Object 2	Object 3
Object 1	X		
Object 2		X	
Object 3			X

2.3.2 ขั้นประมวลผล

มีลำดับการทำงานดังนี้

1) เริ่มต้นโดยนำข้อมูลไปไว้ในช่องคลัสเตอร์ว่าง โดยที่กำหนดหนึ่งคลัสเตอร์ต่อหนึ่งข้อมูล ในตารางเมทริกซ์

2) ค้นหาคู่ข้อมูลที่มีความแตกต่างกันน้อยที่สุดโดยพิจารณาจากค่าระยะทางที่ได้คำนวณไว้ก่อนหน้านี้

3) นำคลัสเตอร์ของข้อมูลคู่นั้นมารวมกัน สร้างเป็นคลัสเตอร์อันใหม่

4) ปรับค่าระยะทางระหว่างคลัสเตอร์ใหม่กับคลัสเตอร์อื่นๆ ที่มีอยู่เดิมโดยใช้กฎการปรับค่า (Updating Rule)

5) กลับไปทำขั้นตอนที่ 2 อีกครั้ง จนกระทั่งข้อมูลทั้งหมดถูกรวมกันไว้ในคลัสเตอร์อันเดียวจึงหยุดการทำงาน

กฎการปรับค่า คือ เกณฑ์สำหรับเลือกคู่ระยะทางของสมาชิกในคลัสเตอร์เก่า (ที่ถูกรวมเข้าด้วยกัน) มาใช้เป็นค่าระยะทางของสมาชิกในคลัสเตอร์ใหม่ โดยที่เลือกวิธีการ กฎเลือกค่ามากสุด (Maximum Distance Rule) เพราะต้องการให้ข้อมูลมีความแตกต่างอย่างเด่นชัด

2.3.3 ขั้นแสดงผล

การแสดงผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นรูปแบบของแผนภาพต้นไม้ของคลัสเตอร์ (Tree of Cluster) ซึ่งเป็นรูปแบบที่ช่วยให้ทราบได้ว่าคลัสเตอร์ต่างๆ ถูกสร้างขึ้น และรวมเข้าด้วยกันอย่างไรโดยแผนภาพดังกล่าวมีชื่อเรียกว่า เดนโดแกรม (Dendogram)

2.4 การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

การวิเคราะห์การถดถอยเป็นวิธีการทางสถิติที่ใช้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (Independent Variable) กับตัวแปรตาม (Dependent Variable) ซึ่งเป็นการศึกษาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง ถ้าศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระหนึ่งตัวกับตัวแปรตามหนึ่งตัว เรียกว่า การวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้นเชิงเดี่ยวหรือการวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (Simple Linear Regression Analysis) ถ้าตัวแปรอิสระมีมากกว่าหนึ่งตัวกับตัวแปรตามหนึ่งตัว เรียกว่า การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ (Multiple Linear Regression) [10]

วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์การถดถอย

1) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม

2) เพื่อศึกษาปัจจัย (ตัวแปรอิสระ) ที่ร่วมกันทำนายหรือพยากรณ์ตัวแปรตาม

การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระหลายตัวกับตัวแปรตาม 1 ตัว เพื่อศึกษาว่ามีตัวแปรอิสระตัวใดบ้างที่ร่วมกันทำนายหรือพยากรณ์ หรืออธิบายการผันแปรของตัวแปรตาม ในงานวิจัยนี้จะใช้ค่าตัวแปรผลทางสถิติ คือ R-square เป็นค่าที่แสดงอิทธิพลของตัวแปรอิสระทั้งหมดในสมการที่มีต่อตัวแปรตาม หรือตัวแปรอิสระทั้งหมดที่อยู่ในสมการสามารถอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรตามได้มากน้อยเพียงใด และ Sig. เป็นค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับสมมติฐาน H_0 ที่ได้จากการคำนวณจากข้อมูลตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์สถิติ

3. ผลการทดลอง

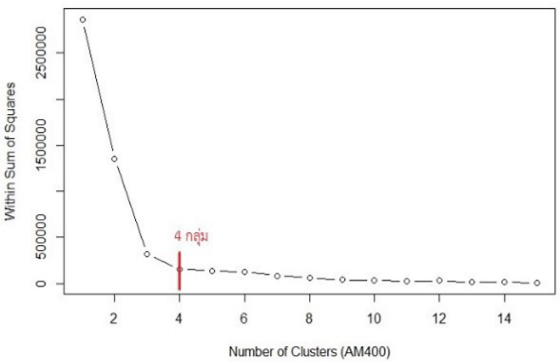
เนื่องจากข้อมูลผู้โดยสารจำแนกออกเป็นช่วงเร่งด่วนเช้าและช่วงเร่งด่วนเย็น ผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์โดยที่แยกกลุ่มออกจากกัน ซึ่งจากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รวบรวมมาข้างต้นสามารถนำไปวิเคราะห์ตามขั้นตอนต่างๆ ตามทฤษฎี ดังต่อไปนี้

3.1 การกำหนดจำนวนกลุ่ม

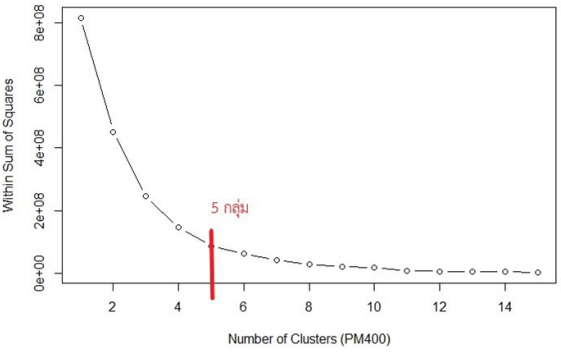
การกำหนดจำนวนกลุ่ม เนื่องจากวิธีการวิเคราะห์จัดกลุ่มตามลำดับชั้นไม่ได้มีการกำหนดจำนวนกลุ่มที่แน่นอน ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้วิธี Elbow Method เพื่อกำหนดจำนวนกลุ่มที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการวิเคราะห์เบื้องต้น [11] ซึ่งวิธีดังกล่าวเป็นการวัดหาค่า Error ของผลรวมระหว่างข้อมูลกับจุดศูนย์กลาง เมื่อการคำนวณมีความผิดพลาดน้อยลง ความชันของกราฟที่เป็นเส้นโค้งจะเริ่มเรียบ ซึ่งจะทำให้เกิดเป็นมุมที่คล้ายกับข้อศอก ซึ่ง ณ จุดนั้น คือ Elbow Point จะเป็นจุดที่แสดงค่าของจำนวนกลุ่ม ที่เหมาะสมที่สุด โดยที่ช่วงเร่งด่วนเช้า คือ 4 กลุ่ม และช่วงเร่งด่วนเย็น คือ 5 กลุ่ม ดังแสดงรูปที่ 3 และรูปที่ 4 ตามลำดับ

3.2 การวิเคราะห์การจัดกลุ่มด้วยการวิเคราะห์จัดกลุ่มตามลำดับชั้น

ในการจัดกลุ่มด้วยวิธีการวิเคราะห์จัดกลุ่มตามลำดับชั้น ผู้วิจัยได้นำข้อมูลสิ่งปลูกสร้าง หรือสถานที่บริเวณโดยรอบ

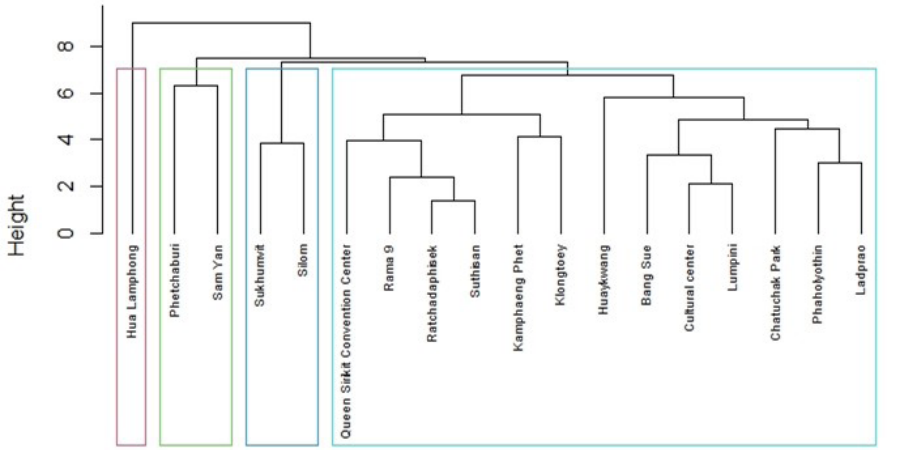


รูปที่ 3 การเลือกจำนวนกลุ่มที่เหมาะสมด้วยวิธี Elbow ช่วงเร่งด่วนเช้า

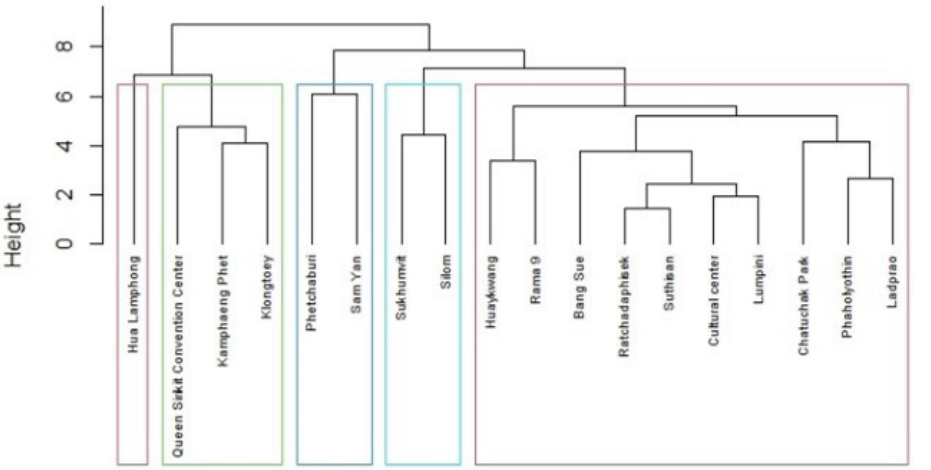


รูปที่ 4 การเลือกจำนวนกลุ่มที่เหมาะสมด้วยวิธี Elbow ช่วงเร่งด่วนเย็น

สถานีรถไฟฟ้าในระยะรัศมี 400 เมตร และรวมถึงป้ายรถโดยสารประจำทาง สถานีรถไฟฟ้า BTS และ Airport Rail Link; ARL มาใช้ในการวิเคราะห์จัดกลุ่มเพื่อหากลุ่มของสถานีไฟฟ้าใต้ดิน MRT โดยผู้วิจัยได้ใส่ค่าตัวแปรที่เกี่ยวข้องเพื่อการคำนวณในโปรแกรม RStudio และเมื่อทราบกลุ่มของสถานีรถไฟฟ้าใต้ดิน MRT จึงทำการวิเคราะห์การถดถอยเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม และตัวแปรอิสระที่เกี่ยวข้อง จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์การจัดกลุ่ม โดยจำนวนกลุ่มที่สามารถวิเคราะห์ได้จากวิธี Elbow คือ ช่วงเร่งด่วนเช้า k = 4 และ ช่วงเร่งด่วนเย็น k = 5 จากการวิเคราะห์จัดกลุ่มได้โดยอาศัยโปรแกรม RStudio ได้ผลดังแสดงในรูปที่ 5 และ รูปที่ 6



รูปที่ 5 การจัดกลุ่มของสถานี MRT ช่วงเร่งด่วนเช้า



รูปที่ 6 การจัดกลุ่มของสถานี MRT ช่วงเร่งด่วนเย็น

จากผลการวิเคราะห์การจัดกลุ่มด้วยวิธีการวิเคราะห์จัดกลุ่มตามลำดับชั้น ทราบว่าในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าจัดกลุ่มได้ทั้งหมด 4 กลุ่ม โดยมีรายละเอียดดังนี้ กลุ่มที่ 1 คือ สถานีหัวลำโพง กลุ่มที่ 2 ประกอบไปด้วยสถานีสามย่านและเพชรบุรี กลุ่มที่ 3 ประกอบไปด้วยสถานีสุขุมวิทและสีลม และสุดท้ายกลุ่มที่ 4 ประกอบไปด้วยสถานีคลองเตย กำแพงเพชร ศูนย์ประชุมสิริกิติ์ ห้วยขวาง พระราม 9 สวนจตุจักร พหลโยธิน ลาดพร้าว บางซื่อ รัชดาภิเษก สุทธิสาร ศูนย์วัฒนธรรมและลุมพินี

ในช่วงเวลาเร่งด่วนเย็นจัดกลุ่มได้ทั้งหมด 5 กลุ่ม โดยมีรายละเอียดดังนี้ กลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 เหมือนกับช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า ที่เพิ่มเติมคือกลุ่มที่ 4 ประกอบไปด้วยสถานีคลองเตย กำแพงเพชรและศูนย์ประชุมสิริกิติ์ และสุดท้ายกลุ่มที่ 5 ประกอบไปด้วยสถานีห้วยขวาง พระราม 9 สวนจตุจักร พหลโยธิน ลาดพร้าว บางซื่อ รัชดาภิเษก สุทธิสาร ศูนย์วัฒนธรรม และลุมพินี

เนื่องจากกลุ่มที่ 4 ในช่วงเร่งด่วนเช้าและกลุ่มที่ 5 ในช่วงเร่งด่วนเย็น มีจำนวนของสถานีรถไฟฟ้ามากกว่ากลุ่มอื่นๆ ในช่วงเวลาเดียวกันดังแสดงในรูปที่ 5 และรูปที่ 6 ผู้วิจัยจึงได้นำกลุ่มที่ 4 และกลุ่มที่ 5 ไปทำการวิเคราะห์

การถดถอยพหุคูณ เนื่องจากเป็นกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่ ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาเพิ่มเติมถึงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนผู้โดยสารเข้าหรือออกจากสถานีกับตัวแปรอิสระต่าง ๆ ของสถานีที่อยู่ในกลุ่มดังกล่าว ดังแสดงในตารางที่ 3 และตารางที่ 4

จากตารางที่ 3 ในช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าประกอบไปด้วย กลุ่มที่ 1 เป็นย่านที่พักอาศัยแหล่งชุมชนเนื่องจากพื้นที่โดยรอบสถานีนั้นมีที่พักอาศัยเป็นจำนวนมาก กลุ่มที่ 2 เป็นย่านสถานศึกษาที่มีผู้โดยสารเป็นนักเรียน และนักศึกษาเป็นหลัก

ตารางที่ 3 ตัวแปรตามและตัวแปรอิสระในแต่ละกลุ่มของสถานี MRT ในช่วงเร่งด่วนเช้า [1]

กลุ่ม	ชื่อสถานี	จำนวนผู้โดยสารขาเข้า (คน)	จำนวนผู้โดยสารขาออก (คน)	จำนวนสายรถเมล์ที่วิ่งผ่าน (สาย)	จำนวนป้ายรถเมล์ (จุด)	จำนวนสถานี BTS (สถานี)	จำนวนสถานี ARL (สถานี)	ที่พักอาศัย (จุด)	ธุรกิจ (จุด)	ก่อสร้างชั่วคราว (จุด)	หน่วยงาน (จุด)	อุตสาหกรรม (จุด)	บันเทิง (จุด)	สถานศึกษา (จุด)	โรงพยาบาล (จุด)	วัด (จุด)
1	หัวลำโพง	4,693	3,036	20	6	-	-	1,617	753	17	8	7	22	3	1	12
2	เพชรบุรี	5,334	9,016	24	3	-	1	206	83	6	7	-	3	7	2	2
	สามย่าน	943	4,648	51	8	-	-	539	271	5	6	1	36	9	2	7
3	สุขุมวิท	6,109	14,570	14	6	1	-	530	336	13	3	-	49	-	-	-
	สีลม	3,234	12,621	36	6	1	-	173	174	12	5	-	45	1	3	2
4	สวนจตุจักร	4,187	4,601	35	7	1	-	181	143	4	3	-	5	2	-	2
	พหลโยธิน	5,687	2,069	53	5	-	-	290	143	6	10	-	6	1	-	1
	ลาดพร้าว	10,082	1,105	40	3	-	-	613	241	11	6	-	7	3	1	1
	บางซื่อ	5,267	1,696	5	-	-	-	110	16	2	2	-	-	-	-	1
	ศูนย์วัฒนธรรม	4,587	3,543	15	-	-	-	244	74	12	8	-	5	-	-	-
	ลุมพินี	1,585	6,509	14	1	-	-	127	121	16	5	1	5	-	-	3
	ห้วยขวาง	9,263	2,095	31	2	-	-	581	389	20	3	-	15	-	3	3
	ศูนย์ประชุมสิริกิติ์	2,605	5,031	30	1	-	-	957	266	10	4	5	10	2	-	6
	พระราม 9	4,682	4,846	27	2	-	-	769	443	14	2	1	9	-	-	1
	รัชดาภิเษก	3,664	1,221	12	2	-	-	564	217	17	5	-	5	1	-	1
	สุทธิสาร	6,371	3,172	11	1	-	-	692	260	19	5	-	8	-	-	1
	คลองเตย	772	664	13	-	-	-	819	187	19	14	3	12	-	1	-
	กำแพงเพชร	531	368	14	1	-	-	458	212	24	7	1	3	3	1	9

ตารางที่ 4 ตัวแปรตามและตัวแปรอิสระในแต่ละกลุ่มของสถานี MRT ในช่วงเร่งด่วนเย็น [1]

กลุ่ม	ชื่อสถานี	จำนวนผู้โดยสารขาเข้า (คน)	จำนวนผู้โดยสารขาออก (คน)	จำนวนสายรถเมล์ที่วิ่งผ่าน (สาย)	จำนวนป้ายรถเมล์ (จุด)	จำนวนสถานี BTS (สถานี)	จำนวนสถานี ARL (สถานี)	ที่พักอาศัย (จุด)	ธุรกิจ (จุด)	ก่อสร้างชั่วคราว (จุด)	หน่วยงาน (จุด)	อุตสาหกรรม (จุด)	บันเทิง (จุด)	สถานศึกษา (จุด)	โรงพยาบาล (จุด)	วัด (จุด)
1	หัวลำโพง	6,893	7,196	20	6	-	-	1,617	753	17	8	7	22	3	1	12
2	สามย่าน	7,719	3,246	51	8	-	-	539	271	5	6	1	36	9	2	7
	เพชรบุรี	11,927	7,296	24	3	-	1	206	83	6	7	-	3	7	2	2
3	สุขุมวิท	23,076	15,680	14	6	1	-	530	336	13	3	-	49	-	-	-
	สีลม	13,790	7,684	36	6	1	-	173	174	12	5	-	45	1	3	2

ตารางที่ 5 ตัวแปรตามและตัวแปรอิสระในแต่ละกลุ่มของสถานี MRT ในช่วงเร่งด่วนเย็น (ต่อ) [1]

กลุ่ม	ชื่อสถานี	จำนวนผู้โดยสารขาเข้า (คน)	จำนวนผู้โดยสารขาออก (คน)	จำนวนสายรถเมล์ที่วิ่งผ่าน (สาย)	จำนวนป้ายรถเมล์ (จุด)	จำนวนสถานี BTS (สถานี)	จำนวนสถานี ARL (สถานี)	ที่พักอาศัย (จุด)	ธุรกิจ (จุด)	ก่อสร้างชั่วคราว (จุด)	หน่วยงาน (จุด)	อุตสาหกรรม (จุด)	บันเทิง (จุด)	สถานศึกษา (จุด)	โรงพยาบาล (จุด)	วัด (จุด)
4	คลองเตย	1,011	971	13	-	-	-	819	187	19	14	3	12	-	1	-
	กำแพงเพชร	1,078	1,102	14	1	-	-	458	212	24	7	1	3	3	1	9
	ศูนย์ประชุมสิริกิติ์	7,358	4,731	30	1	-	-	957	266	10	4	5	10	2	-	6
5	ห้วยขวาง	6,387	12,540	31	2	-	-	581	389	20	3	-	15	-	3	3
	พระราม 9	12,165	12,906	27	2	-	-	769	443	14	2	1	9	-	-	1
	สวนจตุจักร	9,511	7,834	35	7	1	-	181	143	4	3	-	5	2	-	2
	พหลโยธิน	7,784	12,973	53	5	-	-	290	143	6	10	-	6	1	-	1
	ลาดพร้าว	3,350	13,637	40	3	-	-	613	241	11	6	-	7	3	1	1
	บางซื่อ	2,853	5,817	5	-	-	-	110	16	2	2	-	-	-	-	1
	รัชดาภิเษก	2,940	2,800	12	2	-	-	564	217	17	5	-	5	1	-	1
	สุทธิสาร	5,930	7,468	11	1	-	-	692	260	19	5	-	8	-	-	1
	ศูนย์วัฒนธรรม	7,358	7,986	15	-	-	-	244	74	12	8	-	5	-	-	-
	ลุมพินี	7,387	3,592	14	1	-	-	127	121	16	5	1	5	-	-	3

อีกทั้งยังมีจำนวนสายรถโดยสารประจำทางผ่านหนาแน่น ทำให้สามารถเดินทางเชื่อมต่อไปยังพื้นที่ต่างๆ ได้โดยสะดวก กลุ่มที่ 3 มีผู้โดยสารใช้บริการหนาแน่นที่สุด โดยมีลักษณะเป็นย่านสถานบันเทิง และสถานที่ทำงาน

ส่วนในช่วงเวลาเร่งด่วนเย็นนั้นกลุ่มที่ 1–3 จะเหมือนกับช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าที่มีเพิ่มเติม คือ กลุ่มที่ 4 จะเป็นแหล่งที่พักอาศัยแต่มีคนมาใช้บริการน้อยที่สุด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะมีรูปแบบทางเลือกอื่นๆ ให้ผู้โดยสาร เช่น การใช้รถยนต์ส่วนตัว วินมอเตอร์ไซค์ รถโดยสารประจำทาง เป็นต้น

3.2 การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

จากตารางที่ 3–5 เนื่องจากกลุ่มที่ 4 ของช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า และกลุ่มที่ 5 ของช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น มีจำนวนสถานีมากกว่ากลุ่มอื่นๆ ในช่วงเวลาเดียวกัน ทำให้ไม่สามารถระบุจุดเด่นของกลุ่มดังกล่าวได้ ผู้วิจัยจึงได้นำข้อมูลตัวแปรตามและตัวแปรอิสระของทั้ง 2 กลุ่ม ไปทำการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ เพื่อหาความสัมพันธ์กันระหว่างปัจจัยของสถานีโดยมีการกำหนดตัวแปรในการวิเคราะห์ดังนี้ ตัวแปรอิสระ คือ จำนวนสายรถโดยสารประจำทางที่วิ่งผ่าน จำนวนป้ายรถโดยสารประจำทาง จำนวนสถานี BTS จำนวนสถานี ARL ที่พักอาศัย ธุรกิจ ก่อสร้างชั่วคราว หน่วยงานราชการ อุตสาหกรรม บันเทิง สถานศึกษาโรงพยาบาลและวัดโดยที่ตัวแปรตามจะเป็นจำนวนผู้โดยสาร ทั้งนี้ในการวิเคราะห์จะจำแนกออกเป็น 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าและช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น

จากวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณทั้ง 2 กลุ่ม โดยที่มีการตัดตัวแปรที่ไม่สัมพันธ์กันกับตัวแปรอื่นๆ ออกไปได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

กลุ่มที่ 4 จำนวนผู้โดยสารขาเข้าสู่สถานีช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า ขึ้นอยู่กับตัวแปร จำนวนสายรถโดยสารประจำทางที่ผ่าน (No. Bus) ที่พักอาศัยและโรงพยาบาลและตัวแปรที่ส่งผลในทางตรงกันข้ามคือ ธุรกิจ หน่วยงานและอุตสาหกรรมต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณของสถานี MRT กลุ่ม 4 ผู้โดยสารขาเข้าสถานีช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า

Coefficients					
Model	Unstandardized B	Coefficients Std. Error	Standardized Coefficients Beta	t	Sig.
(Constant)	4235.662	1482.891	-	2.85	.029
No.Bus	114.367	35.834	.552	3.19	.019
ที่พักอาศัย	12.485	4.096	1.204	3.04	.023
หน่วยงาน	–499.175	176.212	–.587	–2.83	.030
ธุรกิจ	–22.618	9.365	–.914	–2.41	.052
อุตสาหกรรม	–1805.698	451.564	–.941	–3.99	.007
โรงพยาบาล	1347.189	622.465	.406	2.16	0.74

ส่วนจำนวนผู้โดยสารขาออกจากสถานีขึ้นอยู่กับตัวแปร ธุรกิจ แหล่งอุตสาหกรรมต่างๆ สถานบันเทิงและสถานศึกษา และตัวแปรที่ส่งผลตรงกันข้ามก็คือ จำนวนป้ายรถโดยสารประจำทาง (Bus Stop) ที่พักอาศัย โรงพยาบาลและหน่วยงานราชการ ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ผลวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณของสถานี MRT กลุ่ม 4 ผู้โดยสารขาออกจากสถานีช่วงเวลาเร่งด่วนเช้า

Coefficients					
Model	Unstandardized B	Coefficients Std. Error	Standardized Coefficients Beta	t	Sig.
(Constant)	3469.892	421.429	-	8.23	.001
BusStop	–606.464	133.484	–.646	–4.54	.010
ที่พักอาศัย	–13.032	1.458	–1.892	–8.93	.001
ธุรกิจ	9.347	2.750	.569	3.39	.027
หน่วยงาน	–241.068	50.655	–.427	–4.75	.009
อุตสาหกรรม	331.501	156.233	.260	2.12	.101
บันเทิง	960.006	130.227	1.948	7.37	.002
สถานศึกษา	1034.128	248.683	.635	4.15	.014
โรงพยาบาล	–3254.290	353.605	–1.475	–9.20	.001

กลุ่มที่ 5 จำนวนผู้โดยสารขาเข้าสู่สถานีช่วงเวลาเร่งด่วนเย็นขึ้นอยู่กับตัวแปร จำนวนป้ายรถโดยสารประจำทาง ธุรกิจ หน่วยงานราชการและแหล่งอุตสาหกรรมต่างๆ และตัวแปรที่ส่งผลตรงกันข้าม คือ จำนวนสายรถโดยสารประจำทางที่วิ่งผ่าน และพื้นที่ก่อสร้างชั่วคราวดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ผลวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณของสถานี MRT กลุ่ม 5 ผู้โดยสารขาเข้าสู่สถานีช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น

Coefficients					
Model	Unstandardized B	Coefficients Std. Error	Standardized Coefficients Beta	t	Sig.
(Constant)	4225.547	1018.016	-	4.15	.053
No.Bus	–523.424	87.493	–2.692	–5.98	.027
BusStop	1615.805	281.814	1.196	5.73	.029
ธุรกิจ	18.854	5.974	.847	3.15	.087
ก่อสร้างชั่วคราว	–1137.561	175.707	–2.402	–6.47	.023
หน่วยงาน	1773.084	303.597	1.542	5.84	.028
อุตสาหกรรม	7482.363	888.604	1.055	8.42	.014
บันเทิง	1702.213	273.605	2.184	6.22	.025

ส่วนจำนวนผู้โดยสารขาออกจากสถานีขึ้นอยู่กับตัวแปรที่พักอาศัย แหล่งอุตสาหกรรมต่างๆ และสถานบันเทิง และตัวแปรที่ส่งผลตรงกันข้าม คือ ธุรกิจและพื้นที่ก่อสร้างชั่วคราวดังแสดงในตารางที่ 9

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่ากลุ่มช่วงเร่งด่วนเช้า และช่วงเร่งด่วนเย็น มีจำนวนกลุ่มที่แตกต่างกัน โดยที่กลุ่มช่วงเร่งด่วนเช้า มีจำนวนกลุ่มทั้งหมด 4 กลุ่ม และช่วงเร่งด่วนเย็น 5 กลุ่ม เนื่องจาก ในช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น กลุ่มที่ 4 ประกอบไปด้วย สถานี คลองเตย กำแพงเพชร และศูนย์ประชุมสิริกิติ์ มีผู้มาใช้บริการน้อยกว่ากลุ่มอื่นๆ จากการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ จะเห็นได้ว่าตัวแปรที่มีผลต่อจำนวนผู้โดยสารขาเข้า ช่วงเวลาเร่งด่วนเย็นของกลุ่มที่ 5 คือ จำนวนสายรถ

โดยสารประจำทางที่วิ่งผ่าน ทั้งนี้ตัวแปร อาจส่งผลต่อกลุ่มที่ 4 อีกด้วย เป็นไปได้ว่าประชากรบริเวณพื้นที่กลุ่มที่ 4 มีลักษณะการเดินทางที่ไม่ได้มุ่งเน้นมาใช้บริการรถไฟฟ้าใต้ดิน อาจไปใช้งานระบบขนส่งประเภทอื่นๆ หรือไม่อาจเดินทางด้วยรถยนต์ส่วนบุคคล

ตารางที่ 9 ผลวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณของสถานี MRT กลุ่ม 5 ผู้โดยสารขาออกจากสถานีช่วงเวลาเร่งด่วนเย็น

Coefficients					
Model	Unstandardized B	Coefficients Std. Error	Standardized Coefficients Beta	t	Sig.
(Constant)	3469.892	421.429	-	8.23	.001
BusStop	–606.464	133.484	–.646	–4.54	.010
ที่พักอาศัย	–13.032	1.458	–1.892	–8.93	.001
ธุรกิจ	9.347	2.750	.569	3.39	.027
หน่วยงาน	–241.068	50.655	–.427	–4.75	.009
อุตสาหกรรม	331.501	156.233	.260	2.12	.101
บันเทิง	960.006	130.227	1.948	7.37	.002
สถานศึกษา	1034.128	248.683	.635	4.15	.014
โรงพยาบาล	–3254.290	353.605	–1.475	–9.20	.001

4. อภิปรายผลและสรุป

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการจัดกลุ่มสถานีรถไฟฟ้ามหานครสายเฉลิมรัชมงคล เส้นทางหัวลำโพง–บางซื่อ พบว่าการจัดกลุ่มของสถานีไฟฟ้าจะแบ่งกลุ่มหลักๆออกเป็น กลุ่มย่านที่พักอาศัย กลุ่มย่านที่ทำงานธุรกิจ กลุ่มย่านสถานศึกษา และสถานีเชื่อมต่อ และจากการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ ปัจจัยที่ส่งผลต่อจำนวนผู้โดยสารที่เข้ามาใช้บริการหลักๆ คือ ที่พักอาศัย ธุรกิจ หน่วยงาน และอุตสาหกรรมต่างๆ จำนวนป้ายรถโดยสารประจำทาง และจำนวนสายรถโดยสารประจำทางที่ผ่านสถานีอย่างไรก็ตามบริเวณโดยรอบของสถานีรถไฟฟ้าทุกสถานีนั้นเมื่อศึกษาผังเมืองของกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2556 [12] พบว่า เป็นที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยหนาแน่นมากถึงปานกลาง ที่ดินประเภทพาณิชยกรรม และที่ดินประเภทสถาบันราชการ และสาธารณูปการซึ่งจะสอดคล้องกับผลงานวิจัยที่สามารถแบ่งจัดออกเป็นย่านที่พักอาศัย ย่านที่ทำงานธุรกิจ และอื่นๆ ทั้งนี้ได้ใช้ตัวแปรเรื่องของการขนส่งประเภทอื่นเข้ามาวิเคราะห์ด้วยทำให้ผู้วิจัยสามารถแบ่งกลุ่มของสถานีรถไฟฟ้าได้มากกว่าการแบ่งลักษณะที่ดิน

ในการพัฒนาสถานีรถไฟฟ้ามหานครสายเฉลิมรัชมงคล เส้นทางหัวลำโพง–บางซื่อ นอกจากพัฒนาให้เป็นไปตามผังเมืองของกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2556 [12] แล้วควรพัฒนาให้สอดคล้องกับกลุ่มสถานีที่ได้แบ่งกลุ่มไว้กลุ่มย่านที่พักอาศัยควรเน้นไปทางอำนวยความสะดวกในการเดินทางมายังสถานีรถไฟฟ้าเพื่อเป็นการดึงดูดให้ผู้คนมาใช้งานมากขึ้น กลุ่มย่านธุรกิจ และกลุ่มย่านสถานศึกษา เน้นเพิ่มสิ่งอำนวยความสะดวกในการเดินทางเช่น ห้องน้ำ ร้านค้า ที่จอดรถ เป็นต้น ส่วนกลุ่มสถานีเชื่อมต่อ เพิ่มความรวดเร็วในการเปลี่ยนถ่ายการเดินทางเช่น เพิ่มช่องทางพิเศษที่สามารถเชื่อมไปยังระบบขนส่งอื่นๆได้อย่างรวดเร็ว เป็นต้น

ทั้งนี้ผลการศึกษาของงานวิจัยที่ได้มีขอบเขตการศึกษาจำกัดอยู่ภายในระบบรถไฟฟ้ามหานครสายเฉลิมรัชมงคล เส้นทางหัวลำโพง–บางซื่อ เท่านั้น ซึ่งอาจมีผลที่แตกต่างกับสถานีของรถไฟฟ้าระบบอื่นๆ เช่น รถไฟฟ้า BTS สายสีเขียว และรถไฟฟ้าเชื่อมต่อท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ Airport Rail Link เป็นต้น

5. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัย ขอขอบพระคุณ การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย และ การประปานครหลวง เป็นอย่างสูงที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลที่ใช้ประกอบการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] Mass Rapid Ttansit Authority of Thailand. (2013). Annual Report 2556. Mass Rapid Ttansit Authority of Thailand. Bangkok, Thailand. [Online] (in Thai). Available: https://www.mrta.co.th/media/275700/all2556.pdf

[2] S. Hussain and A. W. Matin, "Base Station Assisted Hierarchical Cluster-Based Routing," presented at 2006 International Conference on Wireless and Mobile Communications (ICWMC'06), Bucharest, Romania, July 29–31, 2006.

[3] A. Chakraborty, J. K. Mandal, S. B. Chandrabanshi, and S. Sarkar, " A GIS Anchored system for selection of utility. service stations through Hierarchical Clustering," *Procedia Technology*, vol. 10, pp. 762–772, 2013.

[4] R. Wang, N. Chen, and C. Zhang, "Clustering subway station arrival patterns using weighted dynamic time warping," in *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, 2018, pp. 531–535.

[5] X. Zhao, Y.-p. Wu, G. Ren, K. Ji, and W.-w. Qian, "Clustering Analysis of ridership patterns at subway stations: A case in Nanjing, China," *Journal of Urban Planning and Development*, vol. 145, no. 2, 2019.

[6] W. Khwanfai, "Classifying skytrain stations by building use and accessibility: A case study of sukhumvit line and silom line," *Academic Journal of Architecture*, vol. 69 pp. 33–46, 2019 (in Thai).

[7] S. Chalermpong and S. Wibowo, "Transit station access trips and factors affecting," *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, vol. 7, pp. 1806–1819, 2007.

[8] T. Ruangsawat, B. Chanthanavivat, and P. Hirunyupakomn, "Modified distance algorithm for hierarchical clustering," Bachelor of Science, Mathematics and Computer Science, Faculty of Science Computer Science, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, 2006 (in Thai).

[9] S. Phattarsukol, "Applying hierarchical clustering method for identifying possible software objects in a structural C source program," M. Eng. thesis, Department Of Computer Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University, 2002.

[10] S. Chanaboon, *Multiple Linear Regression*. Khon Kaen Public Health Office, 2017, pp. 148–160 (in Thai).

[11] M. A. Syakur, B. K. Khotimah, E. M. S. Rochman, and B. D. Satoto, "Integration K-means clustering method and elbow method for identification of the best customer profile cluster," *Materials Science and Engineering*, vol. 336, 2018.

[12] B. M. Administration, "City Plan 2556," *Government Gazette*, vol. 136, 2013.