การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา (PDA) เพื่อเลือกเส้นทางที่เหมาะสมในระบบขนส่งมวลชนหลายรูปแบบ

นาย พลปรีชา ชิดบุรี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสำรวจ ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2551

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

APPLICATION SOFTWARE FOR PERSONAL DIGITAL ASSISTANCE ON OPTIMUM ROUTE SELECTION OF MULTIMODAL MASS TRANSPORTATION

Mr. Polpreecha Chidburee

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering Program in Survey Engineering

Department of Survey Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2008

Copyright of Chulalongkorn University

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา (PDA) เพื่อเลือกเส้นทางที่เหมาะสม ในระบบขนส่งมวลชนหลายรูปแบบ
โดย	นาย พลปรีชา ชิดบุรี
สาขาวิชา	วิศวกรรมสำรวจ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ วิชัย เยี่ยงวีรชน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ สวัสดิ์ชัย เกรียงไกรเพชร)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ วิชัย เยี่ยงวีรชน)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ดร.สมพงษ์ ปักษาสวรรค์)

.....กรรมการ
(ดร.ธงทิศ ฉายากุล)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พลปรีชา ชิดบุรี : การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา (PDA) เพื่อเลือกเส้นทางที่เหมาะสม ในระบบขนส่งมวลชนหลายรูปแบบ. (APPLICATION SOFTWARE FOR PERSONAL DIGITAL ASSISTANCE ON OPTIMUM ROUTE SELECTION OF MULTIMODAL MASS TRANSPORTATION) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รศ. วิชัย เยี่ยงวีรชน, 111 หน้า.

การเดินทางด้วยระบบขนส่งมวลชนในกรุงเทพมหานครนั้นมี 5 รูปแบบ ได้แก่ รถไฟฟ้าบีทีเอส รถไฟฟ้ามหานคร รถโดยสารประจำทาง เรือโดยสาร และเรือข้ามฟาก การเลือกรูปแบบการเดินทางที่เหมาะสม หากมีข้อมูลโครงข่ายการเดินทางดังกล่าวที่ครบถ้วน โปรแกรมจะสามารถหาคำตอบรูปแบบการเดินทางตามต้องการได้ ปัจจุบันอุปกรณ์คอมพิวเตอร์แบบพกพา (PDA) ชนิดที่มีโทรศัพท์ (PDA Phone) เริ่มเป็นที่นิยม ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเป็นการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา เพื่อแนะนำเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมในการใช้ระบบขนส่งมวลชน เพื่อให้ผู้เดินทางตัดสินใจเลือกรูปแบบการเดินทางด้วยระบบขนส่งหลายรูปแบบตามต้องการได้ การศึกษาวิจัยได้รวบรวมข้อมูลการเดินทางในระบบขนส่งมวลชน จากอัตราเร็วเฉลี่ยในการเดิน, อัตราเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะที่ใช้โดยสาร และระยะเวลาที่ใช้ในการรอคอยยานพาหนะ ซึ่งใช้โครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบของ Geographic Data Files (GDF) สำหรับจัดทำข้อมูลโครงข่ายการเดินทางในระบบขนส่งมวลชนหลายรูปแบบขึ้น โดยใช้วิธีการจัดทำผลลัพธ์ไว้ล่วงหน้าในการวิเคราะห์โครงข่ายของเส้นทางการเดินทาง โดยใช้เวลาในการเดินทางน้อยที่สุด เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการค้นหาและแสดงคำตอบในการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมของโปรแกรมประยุกต์

โปรแกรมประยุกต์ที่พัฒนาขึ้นนี้ สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจเลือกเส้นทางการเดินทาง ในระบบขนส่งมวลชนหลายรูปแบบในลักษณะผสมผสานกันได้ โดยให้ผลลัพธ์ตรงตามเงื่อนไขที่กำหนดจากรูปแบบการเดินทางในลักษณะต่างๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....วิศวกรรมสำรวจ.....ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา.....วิศวกรรมสำรวจ.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....

ปีการศึกษา 2551

4970459921 : MAJOR SURVEY ENGINEERING

KEY WORD: MULTIMODE PUBLIC TRANSPORT / GEOGRAPHIC DATA FILES / PERSONAL DIGITAL ASSISTANCE / DIJKSTRA.

POLPREECHA CHIDBUREE : APPLICATION SOFTWARE FOR PERSONAL DIGITAL ASSISTANCE ON OPTIMUM ROUTE SELECTION OF MULTIMODAL MASS TRANSPORTATION. THESIS PRINCIPAL ADVISOR : ASSOC.PROF. VICHAI YIENGVEERACHON, 111 pp.

To travel in Bangkok by mass transit, there are five modes namely Bangkok Mass Transit System (BTS), Mass Rapid Transit (MRT), bus, river boat and crossing river boat. If the network data are complete and accurate, the optimum route selection can be determined. Currently, the personal digital assistance with phone (PDA phone) is used widely, this research was, therefore, aimed to develop the application software for PDA on the optimum route selection of Bangkok multimodal transportation. The traveling pattern including walking speed, vehicle speed and time of waiting for transit were calculated and used to construct the multimodal transportation in the Geographic Data Files (GDF). The minimum time of travel was then analyzed in order to create the results which were used as database for searching and displaying for the optimum traveling route.

The result from processing of this software enables accurate prediction and proves to be good and practical navigators for the selection of the optimum route of the multimodal transportation.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department : Survey Engineering Student's signature : Polpreecha Chidburee

Field of study : Survey Engineering Principal Advisor's signature : V Yiengveerachon

Academic year : 2008

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี จากความช่วยเหลือและความกรุณาจากบุคคลหลายท่าน ข้าพเจ้ารู้สึกสำนึกถึงผู้มีส่วนเกี่ยวข้องและให้ความสะดวกในการทำงานครั้งนี้เป็นอย่างสูง

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ วิชัย เยี่ยงวีรชน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งมีส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการให้แนวความคิด คำแนะนำ คำปรึกษาในการวิจัย ตรวจสอบวิทยานิพนธ์ ตลอดจนให้ข้อชี้แนะต่างๆเพื่อแก้ไขปัญหา และให้แรงบันดาลใจ ตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์นี้ จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ สวัสดิ์ชัย เกรียงไกรเพชร และอาจารย์ ดร.ธงทิศ ฉายากุล คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาสละเวลาในการอ่านตรวจสอบข้อบกพร่องและแนะนำสิ่งต่างๆ ในการแก้ไขวิทยานิพนธ์เล่มนี้เป็นอย่างดี รวมทั้งคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้และคำแนะนำที่ดี ที่เป็นประโยชน์แก่ข้าพเจ้า

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ดร.สมพงษ์ ปักษาสวรรค์ ที่ได้กรุณาสละเวลามาเป็นกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ และให้คำปรึกษา ตลอดจนคำแนะนำต่างๆเป็นอย่างดี

ข้าพเจ้าขอขอบคุณ เพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆ ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ และอีกหลายท่านที่ได้ให้การสนับสนุนและความห่วงใยในการทำวิทยานิพนธ์

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และญาติพี่น้อง ผู้ซึ่งให้การสนับสนุน คอยดูแล และเป็นกำลังใจต่อการศึกษาในครั้งนี้เป็นอย่างยิ่ง พร้อมกันนี้ข้าพเจ้าหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์เล่มนี้จะก่อเกิดประโยชน์ต่อสังคมและประเทศชาติสืบไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย……ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ……จ
กิตติกรรมประกาศ……ฉ
สารบัญ……ช
สารบัญตาราง……ฎ
สารบัญภาพ……ฎ

บทที่

1 บทนำ……1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา……1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย……2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย……2
1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น……3
1.5 ข้อจำกัดของการวิจัย……4
1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย……4
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ……4
1.8 วิธีดำเนินการวิจัย…… 5
2 แนวคิด เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง……7
2.1 ทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัย……7
2.1.1 ทฤษฎี Graph……7
2.1.2 ทฤษฎีทางด้านการวิเคราะห์โครงข่าย……8
2.2 เอกสารที่เกี่ยวข้อง……9
2.2.1 ISO 14285:2004 Intelligent Transport Systems……9
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง……12
2.3.1 Assisting Multimodal Travelers: Design and Prototypical Implementation of a Personal Travel Companion……12
2.3.2 Object modeling and path computation for multimodal travel systems..14

หน้า

บทที่

2.3.3 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อเลือกเส้นทางที่ใช้เวลาน้อยที่สุดโดยระบบขนส่งมวลชนหลายรูปแบบ..... 14
2.3.4 X-GDF:The ISO model of geographic information for ITS.....15
2.3.5 GML-Based Interoperable Geographical Databases.....16
2.4 แนวคิดที่ใช้..... 17
2.4.1 แนวคิดในการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อจัดการข้อมูลระบบขนส่งมวลชนหลายรูปแบบ (Multimode Mass Transportation).....17
2.4.2 แนวคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์หาเส้นทางที่เหมาะสม โดยใช้เวลาในการเดินทางน้อยที่สุด.....19
3 การจัดเตรียมข้อมูลโครงข่ายสำหรับการเดินทางในระบบขนส่งมวลชนหลายรูปแบบ.....21
3.1 พฤติกรรมการเดินทางในระบบขนส่งมวลชนหลายรูปแบบ.....21
3.1.1 การเดินเท้า.....21
3.1.2 รถไฟฟ้าบีทีเอส..... 21
3.1.3 รถไฟฟ้ามหานคร (รถไฟฟ้าใต้ดิน).....22
3.1.4 รถโดยสารประจำทาง.....22
3.1.5 เรือโดยสาร..... 22
3.1.6 เรือข้ามฟาก..... 23
3.2 การออกแบบแบบจำลองข้อมูลและโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูล.....23
3.3 การจัดเตรียมข้อมูลภูมิศาสตร์สำหรับระบบขนส่งมวลชน..... 36
3.3.1 ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง.....36
3.3.2 การจัดทำและปรับปรุงข้อมูล.....36
3.3.3 การจัดเก็บข้อมูลโครงข่ายสำหรับการเดินทาง.....41
4 การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมประยุกต์.....48
4.1 การออกแบบเพื่อพัฒนาโปรแกรมประยุกต์.....48
4.2 ข้อจำกัดในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์.....50
4.3 การจัดทำข้อมูลผลลัพธ์จากการวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม.....52

หน้า

บทที่

4.3.1 การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์สำหรับการวิเคราะห์โครงข่ายในการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม โดยใช้เวลาในการเดินทางน้อยที่สุด……..……53
4.3.2 การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์สำหรับทำการจัดเก็บข้อมูลของผลลัพธ์จากการวิเคราะห์โครงข่าย สู่การจัดเก็บข้อมูลในระบบฐานข้อมูล……..60
4.4 การจัดทำระบบของโปรแกรมประยุกต์ในการเลือกเส้นทางที่เหมาะสม สำหรับการแนะเส้นทางการเดินทางในระบบขนส่งมวลชนหลายรูปแบบ……..……64
4.4.1 การพัฒนาโปรแกรมในส่วนของการแสดงแผนที่ของข้อมูลภูมิศาสตร์……..65
4.4.2 การพัฒนาโปรแกรมในส่วนของการกำหนดจุดเริ่มต้นการเดินทาง,จุดสิ้นสุดการเดินทาง และการกำหนดเงื่อนไขในการเลือกรูปแบบการเดินทาง……..67
4.4.3 การพัฒนาโปรแกรมในส่วนของการค้นหาคำตอบจากฐานข้อมูลผลลัพธ์ในการวิเคราะห์โครงข่าย โดยใช้เวลาในการเดินทางน้อยที่สุด……..……..70
4.4.4 การพัฒนาโปรแกรมในส่วนของการแสดงผลลัพธ์ และรายงานผลการเดินทางของเส้นทางที่เหมาะสม……..……..73
5 การทดสอบโปรแกรมประยุกต์……..……75
5.1 ทดสอบการทำงานในส่วนการแสดงแผนที่……..75
5.2 ทดสอบการทำงานในส่วนการวิเคราะห์เลือกเส้นทาง……..78
5.2.1 การกำหนดจุดเริ่มต้นการเดินทางและจุดสิ้นสุดการเดินทางจากหน้าจอแผนที่…78
5.2.2 การกำหนดจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดการเดินทางจากรายชื่อ……..……82
5.2.3 การกำหนดเงื่อนไขในการเลือกรูปแบบการเดินทาง……..84
5.3 การประเมินผลเส้นทางที่ได้จากการทำงานของโปรแกรมประยุกต์……..87
5.3.1 การกำหนดจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดการเดินทาง……..88
5.3.2 การประเมินคำตอบที่ควรได้จากฐานข้อมูล……..89
5.3.3 การประมวลผลเส้นทางที่ได้จากโปรแกรม……..93
5.3.4 การเปรียบเทียบผลการประเมิน……..97
5.3.5 อภิปรายผลการประเมิน……..100
5.4 สรุปผลการทดสอบการทำงานของโปรแกรมประยุกต์……..101
6 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ……..……..102
6.1 สรุปผลการวิจัย……..……..102

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

บทที่

6.2 อภิปรายผลการวิจัย.....104
6.3 ข้อเสนอแนะ.....108

รายการอ้างอิง.....110
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....111

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 แสดงโครงสร้างข้อมูลที่จัดเก็บความสัมพันธ์เชิงโครงข่าย ของเส้นทางการเดินทางในระบบขนส่งมวลชน..... 27
ตารางที่ 3.2 แสดงโครงสร้างข้อมูลที่จัดเก็บความสัมพันธ์เชิงเรขาคณิต ของจุดเชื่อมต่อเส้นทางการเดินทางในระบบขนส่งมวลชน.....29
ตารางที่ 3.3 แสดงโครงสร้างข้อมูลที่จัดเก็บความสัมพันธ์เชิงเรขาคณิต ของเส้นทางการเดินทางในระบบขนส่งมวลชน..... 31
ตารางที่ 3.4 แสดงโครงสร้างข้อมูลที่จัดเก็บความสัมพันธ์เชิงเรขาคณิตของสถานที่หรือจุดสนใจต่างๆ.....33
ตารางที่ 3.5 แสดงโครงสร้างข้อมูลที่จัดเก็บความสัมพันธ์เชิงเรขาคณิตของแหล่งน้ำ.....34
ตารางที่ 3.6 แสดงโครงสร้างข้อมูลที่จัดเก็บความสัมพันธ์เชิงเรขาคณิตของขอบเขตการปกครอง.....35
ตารางที่ 4.1 แสดงโครงสร้างข้อมูลที่จัดเก็บผลลัพธ์การวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม จากข้อมูลโครงข่ายการเดินทางด้วยเท้าเพื่อเข้าสู่หรือออกจากระบบขนส่งมวลชน.....61
ตารางที่ 4-2 แสดงโครงสร้างข้อมูลที่จัดเก็บผลลัพธ์การวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม จากข้อมูลโครงข่ายการเดินทางภายในระบบขนส่งมวลชน.....62
ตารางที่ 4.3 แสดงการใช้เครื่องมือต่างๆที่พัฒนาขึ้น เพื่อใช้ในการโต้ตอบกับผู้ใช้งาน.....66
ตารางที่ 4.4 แสดงสัญลักษณ์ของการแทนรูปแบบที่ใช้ในการเดินทาง.....74
ตารางที่ 6.1 แสดงขนาดของเนื้อที่ในการจัดเก็บข้อมูลและเวลาที่ใช้ในการประมวลผลในการจัดทำข้อมูลผลลัพธ์ไว้ล่วงหน้าจากการวิเคราะห์โครงข่ายตามรูปแบบการเดินทางที่ใช้งาน.....104
ตารางที่ 6.2 แสดงการประเมินข้อมูลโครงข่ายสำหรับการเดินทาง ในระบบขนส่งมวลชนหลายรูปแบบ ของกรุงเทพมหานครฯ อย่างเต็มรูปแบบทั้งระบบ.....105
ตารางที่ 6.3 แสดงการประเมินขนาดของเนื้อที่ในการจัดเก็บข้อมูล และเวลาที่ใช้ในการประมวลผลในการจัดทำข้อมูลผลลัพธ์ไว้ล่วงหน้าจากการวิเคราะห์โครงข่ายตามรูปแบบการเดินทางที่ใช้งาน อย่างเต็มรูปแบบทั้งระบบ.....106

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 แสดงตัวอย่างของกราฟและส่วนประกอบต่างๆในกราฟ……7

รูปที่ 2.2 แสดงรูปแบบและตัวอย่างของข้อมูลภูมิศาสตร์ที่ถูกบันทึกเป็น Text files ตามมาตรฐานสากล ด้วยรูปแบบ GDF……...12

รูปที่ 2.3 แสดงถึงความมีอิสระในการใช้งานของข้อมูล……..16

รูปที่ 2.4 แสดงตัวอย่างรูปแบบการเดินทางโดยแบ่งออกเป็นชั้นๆ (Layer)……..18

รูปที่ 2.5 แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์ทางโครงข่ายในการพิจารณาเลือกเส้นทาง.....19

รูปที่ 2.6 แสดงแผนผังขั้นตอนการวิเคราะห์หาเส้นทางที่เหมาะสม โดยใช้เวลาในการเดินทางน้อยที่สุด ในระบบขนส่งมวลชนหลายรูปแบบ……..20

รูปที่ 3.1 แสดงโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูล ตามรูปแบบของ GDF……..24

รูปที่ 3.2 แสดงการแบ่งระดับการแสดงข้อมูลภูมิศาสตร์ใน GDF ทั้ง 3 ระดับ.....25

รูปที่ 3.3 แสดงแบบจำลองข้อมูลเส้นทางการเดินทางในระบบขนส่งมวลชน.....25

รูปที่ 3.4 แสดงแบบจำลองข้อมูลสำหรับระบบขนส่งมวลชนที่ออกแบบขึ้น……..26

รูปที่ 3.5 แสดงแบบจำลองข้อมูลสำหรับประกอบระบบแนะนำเส้นทางที่ออกแบบขึ้น.....33

รูปที่ 3.6 แสดงตัวอย่างข้อมูลจุดเชื่อมต่อของเส้นทางการเดินทางในระบบขนส่งมวลชน……39

รูปที่ 3.7 แสดงตัวอย่างของข้อมูลเส้นทางการเดินทางในระบบขนส่งมวลชน……40

รูปที่ 3.8 แสดงชั้นข้อมูลที่ได้จัดทำและปรับปรุงข้อมูลขึ้นในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สำหรับการเดินทางในระบบขนส่งมวลชน.....41

รูปที่ 3.9 แสดงขั้นตอนการทำงานของจัดเก็บข้อมูลโครงข่ายสำหรับการเดินทางในระบบฐานข้อมูลบนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา (PDA) เพื่อรองรับการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์.....43

รูปที่ 3.10 แสดงแบบฟอร์มของชุดคำสั่งที่พัฒนาขึ้นบนโปรแกรม ArcGIS 9.2 เพื่อใช้ในการแปลงข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบของ Shape files ให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูล Text files. 44

รูปที่ 3.11 แสดงตัวอย่างข้อมูลภูมิศาสตร์ที่ถูกจัดเก็บในรูปแบบของข้อมูล Text files……. 45

รูปที่ 3.12 แสดงโครงสร้างข้อมูลที่ได้ออกแบบไว้ในระบบฐานข้อมูล ด้วยรูปแบบไฟล์ของ Microsoft SQL Server Compact Edition (.sdf Files)……..46

รูปที่ 3.13 แสดงแบบฟอร์มของโปรแกรมประยุกต์บนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา (PDA) เพื่อใช้ในการบันทึกข้อมูลจากในรูปแบบ Text files มาสู่ระบบฐานข้อมูลที่จัดทำขึ้น.....47

รูปที่ 4.1 แสดงการนำเข้าข้อมูลโครงข่ายการเดินทางในแต่ละรูปแบบต่างๆ ของโปรแกรมการวิเคราะห์โครงข่ายหาผลลัพธ์ไว้ล่วงหน้า……..51

หน้า

รูปที่ 4.2 แสดงขั้นตอนการทำงานของการจัดทำข้อมูลผลลัพธ์ไว้ล่วง จากการวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม สู่ระบบฐานข้อมูลบนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา (PDA) เพื่อรองรับการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์..... 52
รูปที่ 4.3 แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมในระบบขนส่งมวลชนหลายรูปแบบ..... 54
รูปที่ 4.4 แสดงแผนผังการวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมจากข้อมูลโครงข่ายการเดินทางด้วยเท้า เข้าสู่หรือออกจากระบบขนส่งมวลชน.....56
รูปที่ 4.5 แสดงแผนผังการวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมจากข้อมูลโครงข่ายการเดินทางภายในระบบขนส่งมวลชน..... 57
รูปที่ 4.6 แสดงรูปแบบฟอร์มการทำงานในการวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมทั้งสองส่วน ด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น โดยใช้ทุกรูปแบบการเดินทางได้.....58
รูปที่ 4.7 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์โครงข่ายในการเลือกใช้รูปแบบการเดินทางต่างๆ..59
รูปที่ 4.8 แสดงตัวอย่างผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม ซึ่งถูกจัดเก็บในรูปแบบของข้อมูล Text files.....60
รูปที่ 4.9 แสดงการจัดเก็บข้อมูลที่จัดเก็บผลลัพธ์การวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมในระบบฐานข้อมูล ด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นบนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา (PDA).....63
รูปที่ 4.10 แสดงขั้นตอนในการพัฒนาส่วนต่างๆของโปรแกรมประยุกต์ ในการเลือกเส้นทางที่เหมาะสม บนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา (PDA).....65
รูปที่ 4.11 แสดงรูปแบบฟอร์มของการแสดงแผนที่ข้อมูลต่างๆ..... 66
รูปที่ 4.12 แสดงรูปแบบฟอร์มของกำหนดจุดเริ่มต้นการเดินทางและจุดสิ้นสุดการเดินทางจากหน้าต่างของการแสดงแผนที่.....68
รูปที่ 4.13 แสดงรูปแบบฟอร์มของกำหนดจุดเริ่มต้นการเดินทางและจุดสิ้นสุดการเดินทางจากรายชื่อของจุดสนใจ.....68
รูปที่ 4.14 แสดงรูปแบบฟอร์มของการกำหนดเงื่อนไขในการเลือกรูปแบบการเดินทางในระบบขนส่งมวลชน.....69
รูปที่ 4.15 แสดงแผนผังการประมวลผลหาคำตอบจากฐานข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมในระบบขนส่งมวลชน.....70

หน้า

รูปที่ 4.16 แสดงการรวบรวมคำตอบจากผลลัพธ์ทั้งหมดที่ได้จากแต่ละส่วน จากการวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม ในระบบขนส่งมวลชน..... 72
รูปที่ 4.17 แสดงรูปแบบฟอร์มของการแสดงผลลัพธ์ และรายงานผลการเดินทางของเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม ในระบบขนส่งมวลชนหลายรูปแบบ..... 73
รูปที่ 5.1 แสดงการทดสอบในการแสดงแผนที่ของโปรแกรมประยุกต์ ขณะเริ่มต้นทำงาน.....75
รูปที่ 5.2 แสดงการทดสอบการทำงานของส่วนโต้ตอบกับผู้ใช้งาน..... 76
รูปที่ 5.3 แสดงการทดสอบการทำงานของส่วนโต้ตอบกับผู้ใช้งาน (ต่อ).....77
รูปที่ 5.4 แสดงการทดสอบการวิเคราะห์เลือกเส้นทางที่เหมาะสม จากการกำหนดจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดการเดินทางจากหน้าของรูปแบบฟอร์มของการแสดงแผนที่..... 78
รูปที่ 5.5 แสดงการกำหนดจุดเริ่มต้นการเดินทาง และจุดสิ้นสุดการเดินทางตามลำดับ.....79
รูปที่ 5.6 แสดงการแสดงผลลัพธ์ของการวิเคราะห์เลือกเส้นทางที่เหมาะสม.....79
รูปที่ 5.7(ก) แสดงการแสดงผลลัพธ์ของแต่ละช่วงในเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม..... 80
รูปที่ 5.7(ข) แสดงการรายงานในแต่ละช่วงของเส้นทางการเดินทาง..... 80
รูปที่ 5.8(ก) แสดงการแสดงผลลัพธ์ของเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม ในเส้นทางอื่นๆ.....81
รูปที่ 5.8(ข) แสดงการรายงานผลลัพธ์ของเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมในเส้นทางอื่นๆ ตามลำดับ.....81
รูปที่ 5.9 แสดงการทดสอบการวิเคราะห์เลือกเส้นทางที่เหมาะสม จากการกำหนดจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดการเดินทางจากรายชื่อของจุดสนใจหรือสถานที่ต่างๆ..... 82
รูปที่ 5.10 แสดงการกำหนดจุดเริ่มต้นการเดินทาง และจุดสิ้นสุดการเดินทางตามลำดับ.....83
รูปที่ 5.11 แสดงการแสดงผลลัพธ์ของการวิเคราะห์เลือกเส้นทางที่เหมาะสม..... 83
รูปที่ 5.12 แสดงการทดสอบการวิเคราะห์เลือกเส้นทางที่เหมาะสม จากการกำหนดใช้รูปการเดินทางในแบบที่ 1 หรือใช้ทุกรูปแบบการเดินทาง.....84
รูปที่ 5.13 แสดงการทดสอบการวิเคราะห์เลือกเส้นทางที่เหมาะสม จากการกำหนดใช้รูปแบบการเดินทางในแบบที่ 4 หรือใช้เฉพาะรถโดยสารประจำทางได้เท่านั้น.....85
รูปที่ 5.14 แสดงการกำหนดจุดเริ่มต้นการเดินทางและจุดสิ้นสุดการเดินทางที่เหมือนกัน.....85
รูปที่ 5.15 แสดงผลลัพธ์การวิเคราะห์เลือกเส้นทางที่เหมาะสม จากการกำหนดใช้รูปแบบการเดินทางในแบบที่ 1 หรือใช้ทุกรูปแบบการเดินทาง..... 86
รูปที่ 5.16 แสดงผลลัพธ์การวิเคราะห์เลือกเส้นทางที่เหมาะสม จากการกำหนดใช้รูปแบบการเดินทางในแบบที่ 4 หรือรถโดยสารประจำทางเท่านั้น..... 87

หน้า

รูปที่ 5.17 แสดงการกำหนดจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดการเดินทางที่ใช้ในกาประเมิน..... 88
รูปที่ 5.18 แสดงการประเมินการเดินทางในช่วงที่ 1 ของกรณีที่ 1..... 89
รูปที่ 5.19 แสดงการประเมินการเดินทางในช่วงที่ 2 ของกรณีที่ 1..... 90
รูปที่ 5.20 แสดงการประเมินการเดินทางในช่วงที่ 3 ของกรณีที่ 1..... 90
รูปที่ 5.21 แสดงการประเมินการเดินทางในช่วงที่ 4 ของกรณีที่ 1..... 91
รูปที่ 5.22 แสดงการประเมินการเดินทางในช่วงที่ 3 ของกรณีที่ 2..... 92
รูปที่ 5.23 แสดงการประเมินการเดินทางในช่วงที่ 4 ของกรณีที่ 2..... 92
รูปที่ 5.24 แสดงการประเมินการเดินทางในช่วงที่ 5 ของกรณีที่ 2..... 93
รูปที่ 5.25 แสดงการกำหนดจุดเริ่มต้น และจุดสิ้นสุดการเดินทางของโปรแกรมประยุกต์..... 93
รูปที่ 5.26 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการแนะนำเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมทั้ง 2 ช่วง เมื่อกำหนดให้ใช้รูปแบบการเดินทางที่ 1..... 94
รูปที่ 5.27 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการแนะนำเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมทั้ง 2 ช่วง เมื่อกำหนดให้ใช้รูปแบบการเดินทางที่ 3..... 95
รูปที่ 5.28 แสดงการกำหนดจุดเริ่มต้น และจุดสิ้นสุดการเดินทางของโปรแกรมประยุกต์ ในกรณีการเดินทางกลับ..... 96
รูปที่ 5.29 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการแนะนำเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมทั้ง 2 ช่วง เมื่อกำหนดให้ใช้รูปแบบการเดินทางที่ 1และ 2 ในกรณีการเดินทางกลับ..... 96
รูปที่ 5.30 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการแนะนำเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมทั้ง 2 ช่วง เมื่อกำหนดให้ใช้รูปแบบการเดินทางที่ 3 และ 4 ในกรณีการเดินทางกลับ..... 97
รูปที่ 5.31 แสดงการเปรียบเทียบของแต่ละส่วนในเส้นทางเดินทาง จากกรณีที่ 1..... 98
รูปที่ 5.32 แสดงการเปรียบเทียบของแต่ละส่วนในเส้นทางเดินทาง จากกรณีที่ 2..... 99

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเดินทางถือเป็นกิจกรรมที่สำคัญ ในส่วนหนึ่งของกิจวัตรประจำวันของชีวิตมนุษย์ส่วนใหญ่ เพราะไม่ว่าจะเป็นการเดินทางเพื่อการทำงาน หรือเพื่อการศึกษา ตลอดจนเพื่อกิจกรรมต่างๆ โดยเฉพาะในปัจจุบันการเดินทางจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องเร่งรีบ เพื่อแข่งขันกับการใช้เวลาในการเดินทาง อันเนื่องมาจากปัญหาหลักในการจราจรโดยเฉพาะตามเมืองใหญ่ๆและเป็นอุปสรรคใหญ่ต่อการเดินทางที่ไม่สามารถคาดเดาหรือหลีกเลี่ยงได้ ซึ่งอาจจะเกิดมาจากการเดินทางโดยอาศัยรถยนต์ส่วนบุคคลเป็นยานพาหนะหลักมากเกินไป โดยยังขาดการพิจารณาการเดินทางด้วยระบบขนส่งมวลชนที่มีอยู่อย่างเพียงพอ เพื่อเป็นการบรรเทาปัญหาจราจรที่มีแนวโน้มสูงขึ้น และลดการเดินทางด้วยยานพาหนะส่วนบุคคล จึงนำไปสู่การคำนึงถึงการใช้ประโยชน์จากระบบขนส่งมวลชนที่มีอยู่หลากหลายรูปแบบ ให้มีการเดินทางที่หลากหลายรูปแบบได้และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

โดยเฉพาะกรุงเทพมหานครซึ่งเป็นเมืองที่มีปัญหาการจราจรมากที่สุด แห่งหนึ่งของโลก และมีระบบขนส่งมวลชนที่ให้บริการสาธารณะ จากทางภาครัฐและเอกชนด้วยกันหลากหลายรูปแบบในการเดินทางทั้งทางบกและทางน้ำ เช่น รถไฟฟ้าบีทีเอส รถไฟฟ้ามหานคร(รถไฟฟ้าใต้ดิน) รถโดยสารประจำทาง เรือโดยสาร เรือข้ามฟาก รถตู้โดยสารประจำทาง เป็นต้น ซึ่งมีประสิทธิภาพในการใช้เวลาในการเดินทาง และราคาค่าโดยสารที่แตกต่างกันไป โดยส่วนใหญ่พบว่าผู้ใช้ระบบขนส่งมวลชนมักเลือกเส้นทางในการเดินทาง หรือรูปแบบการเดินทางที่ใช้สัญจรเดิมๆเป็นประจำ อีกทั้งการเลือกรูปแบบในการเดินทางมักเลือกในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งเป็นหลักในการเดินทาง โดยยังขาดการพิจารณาการเดินทางในรูปแบบที่ผสมผสานกัน เพราะอาศัยการตัดสินใจจากข้อมูลการเดินทางที่มีอยู่อย่างจำกัด และประสบการณ์ในการเดินทางส่วนบุคคลในอดีตเป็นหลัก โดยมีสาเหตุหลักมาจากการขาดแหล่งข้อมูลและการเข้าถึงของข้อมูลโครงข่ายระบบขนส่งมวลชนที่ช่วยประกอบการตัดสินใจในการเดินทาง ตลอดจนปัจจัยต่างๆซึ่งเป็นสิ่งที่ใช้เสริมประกอบการพิจารณาอีกด้วย เช่น ความพึงพอใจและความสะดวกสบายในการเลือกรูปแบบการเดินทาง เป็นต้น

จากเหตุผลดังกล่าว จึงทำให้เกิดแนวคิดในการพัฒนาโปรแกรมช่วยในการเลือกรูปแบบการเดินทางในระบบขนส่งมวลชนที่มีหลายรูปแบบ และให้ผู้ใช้สามารถพิจารณาเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม เพื่อแก้ปัญหาจากความต้องการด้านต่างๆในการเดินทาง เช่น การเลือกเส้นทางที่ใช้เวลาเดินทางน้อยที่สุด เพื่อตอบสนองต่อการใช้ชีวิตที่เร่งรีบ และแข่งขันกับเวลาในการเดินทาง หรือการเลือกเส้นทางที่ใช้ค่าจ่ายในเดินทางน้อยที่สุด เพื่อตอบสนองต่อการใช้ค่าโดยสาร

ในการเดินทางอย่างประหยัด หรือการเลือกเส้นทางที่เปลี่ยนรูปแบบการเดินทางน้อยที่สุด เพื่อตอบสนองต่อความสะดวกสบายในการเดินทาง โดยไม่ต้องเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางบ่อยๆ เป็นต้น

จากแนวความคิดดังกล่าว จึงนำมาสู่งานวิจัยในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ เพื่อช่วยในการเลือกเส้นทางที่เหมาะสม โดยใช้หลักในการพิจารณาคือ เส้นทางที่ใช้เวลาในการเดินทางน้อยที่สุด จากข้อมูลของระบบขนส่งมวลชนในกรุงเทพมหานครที่ใช้ในการเดินทาง ซึ่งอาศัยรูปแบบการจำลองแบบจำลองข้อมูลภูมิศาสตร์และโครงสร้างของฐานข้อมูลจากรูปแบบของ Geographic Data Files (GDF) ที่มีมาตรฐาน ข้อกำหนด และรูปแบบจัดเก็บข้อมูล (ISO 14825, 2004) โดยอาศัยรูปแบบของระบบขนส่งมวลชนที่ใช้ในการเดินทางด้วยกัน 5 ประเภท คือ รถไฟฟ้าบีทีเอส รถไฟฟ้ามหานคร รถโดยสารประจำทาง เรือโดยสาร และเรือข้ามฟาก โดยนำโปรแกรมประยุกต์ที่พัฒนามุ่งเน้นการใช้งานบนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา (PDA) เพราะในปัจจุบันแนวโน้มของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพามีความสามารถและประสิทธิภาพมากขึ้น ในขณะที่ราคาถูกลง จึงทำให้ถูกนำมาใช้มากขึ้น สะดวกต่อการพกพาอีกด้วย เพื่อสนองต่อการเดินทางที่เร่งรีบ ช่วยให้การตัดสินใจในการเลือกเส้นทางและรูปแบบในการเดินทางที่ผสมผสานกันได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา (PDA) ประมวลผลให้ทางเลือกเส้นทางที่เหมาะสม สำหรับการเดินทางในระบบขนส่งมวลชนของกรุงเทพมหานคร จากแบบจำลองของข้อมูลการเดินทางด้วยรูปแบบการเดินทาง 5 ประเภท คือ รถไฟฟ้าบีทีเอส รถไฟฟ้ามหานคร รถโดยสารประจำทาง เรือโดยสาร และเรือข้ามฟาก

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ขอบเขตเนื้อหาที่ศึกษา

- ศึกษารูปแบบการจัดเก็บข้อมูลภูมิศาสตร์ที่เป็นมาตรฐานสากล (ISO standard) ด้วยรูปแบบของ GDF จาก ISO 14285:2004 Intelligent Transport Systems – Geographic Data Files (GDF)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ศึกษาและรวบรวมข้อมูลการเดินทางด้วยรูปแบบของระบบขนส่งมวลชน ที่ใช้ในการเดินทาง 5 ประเภท คือ รถไฟฟ้าบีทีเอส รถไฟฟ้ามหานคร รถโดยสารประจำทาง เรือโดยสาร และเรือข้ามฟาก เพื่อสร้างแบบจำลองข้อมูลในการเดินทาง

- ศึกษาการคำนวณหาเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม โดยใช้เงื่อนไขในการพิจารณา คือ เส้นทางที่ใช้เวลาในการเดินทางน้อยที่สุด เพื่อประหยัดเวลาในการเดินทาง และตอบสนองต่อความสะดวกสบายในการเดินทางที่มีต่อการเลือกรูปแบบการเดินทาง โดยอาศัยข้อมูลในการเดินทางในแต่ละระบบขนส่งมวลชน

1.3.2 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

ขอบเขตพื้นที่ที่ใช้ในการวิจัย ใช้พื้นที่ภายในกรุงเทพมหานครฯ

1.3.3 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

ข้อมูลจากการเดินทางในแต่ละรูปแบบของระบบขนส่งมวลชน ซึ่งเป็นข้อมูลที่ถูกรวบรวมขึ้น จากการสืบค้นแหล่งที่เผยแพร่สู่สาธารณะ และข้อมูลต่างๆที่เพียงพอจะสามารถหาได้ เช่น ตารางการเดินรถไฟฟ้าบีทีเอส หรือตารางเวลาให้บริการเรือด่วนเจ้าพระยา จากอินเทอร์เน็ต เป็นต้น ซึ่งไม่ได้เกิดจากการรวบรวมข้อมูลทางสถิติในการเดินทางจริงของผู้วิจัย และข้อมูลที่ใช้ในการเดินทางด้วยรูปแบบของระบบขนส่งมวลชนในกรุงเทพมหานครด้วยกัน 5 ประเภท ดังนี้

- รถไฟฟ้าบีทีเอส ทุกสายในปัจจุบัน
- รถไฟฟ้ามหานคร ทุกสายในปัจจุบัน
- รถโดยสารประจำทาง เฉพาะสายที่ผ่านสถานที่สำคัญๆ และสามารถเชื่อมต่อกับรถไฟฟ้าบีทีเอส รถไฟฟ้ามหานคร หรือเรือโดยสารได้โดยสะดวก
- เรือโดยสาร เฉพาะเรือด่วนพิเศษสายที่ผ่านท่าน้ำนนทบุรี - ท่าน้ำสาทร
- เรือข้ามฟาก เฉพาะเรือที่ข้ามท่าน้ำสำคัญๆ

1.4 **ข้อตกลงเบื้องต้น**

- ข้อมูลภูมิศาสตร์ที่ใช้เป็นเพียงข้อมูลที่ผู้วิจัยได้จัดทำและรวบรวมขึ้น เพียงเพื่อการแสดงผลลัพธ์ในแผนที่ดิจิตอล (Digital Map) บนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา (PDA) เท่านั้น ซึ่งไม่สามารถนำไปใช้ในการอ้างอิงความถูกต้อง (Accuracy) เชิงตำแหน่งได้

- ข้อมูลจากพฤติกรรมการใช้เวลาในการเดินทางแต่ละระบบขนส่งมวลชน อาจมีปัจจัยที่ผันแปรด้วยกันหลากหลายสาเหตุ เช่น ระยะเวลาที่ใช้ในการรอคอยยานพาหนะจริง อัตราเร็วจริงของยานพาหนะที่ใช้โดยสาร ความหนาแน่นของยานพาหนะโดยสารในแต่ละระบบ ระยะเวลาที่รอคอยในการซื้อบัตรโดยสาร หรือเวลาที่เริ่มต้นปล่อยยานพาหนะที่ใช้โดยสารจริง เป็นต้น ซึ่งเป็น

ปัจจัยที่มีความไม่แน่นอนสูง จึงไม่สามารถนำมาใช้พิจารณาในการสร้างแบบจำลองของการใช้เวลาในการเดินทาง แต่ละระบบขนส่งมวลชนได้

- การรวบรวมข้อมูลการเดินทางในแต่ละระบบขนส่งมวลชน เป็นเพียงส่วนหนึ่งของข้อมูลทั้งหมดจากระบบขนส่งมวลชนเต็มรูปแบบเท่านั้น ทั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อใช้ประกอบในการศึกษาหรือวิจัยเท่านั้น อาจมีความคลาดเคลื่อนทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ เช่น จำนวนเลขหมายของรถโดยสารประจำทางที่ให้บริการในถนนเส้นหนึ่ง หรือระยะทางระหว่างป้ายรถโดยสารประจำทางหรือสถานี เป็นต้น

- ปัจจัยในการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมในการเดินทางนั้น จากรูปแบบของระบบขนส่งมวลชนที่ใช้ในการเดินทางที่มีอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งมีด้วยกันหลายปัจจัยหลายสาเหตุนอกเหนือจากที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น เช่น ระยะทางที่ใช้ในการเดินทาง จำนวนการต่อหรือเปลี่ยนรูปแบบของการเดินทาง เป็นต้น ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นที่ควรคำนึงถึงด้วย แต่ปัจจัยดังกล่าวเป็นความพึงพอใจที่มาจากของแต่ละบุคคล จึงเป็นเพียงการนำเสนอเพื่อให้แนวทางในการเลือกเส้นทางการเดินทาง ประกอบการตัดสินใจเท่านั้น

1.5 ข้อจำกัดของการวิจัย

- จำนวนข้อมูลหรือตำแหน่งของสถานี ท่าเรือและป้ายรถโดยสารประจำทางในระบบขนส่งมวลชน เป็นข้อมูลที่ได้จากประสบการณ์และการสังเกตของผู้วิจัยเท่านั้น โดยผู้วิจัยไม่ได้ลงสนามทำการสำรวจข้อมูลหรือหาค่าพิกัดของตำแหน่งจริง

1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

ระบบขนส่งมวลชนหลายรูปแบบ (Multimode Mass Transportation) หมายถึง การเดินของผู้ใช้งานในระบบขนส่งมวลชนที่สามารถเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง ในลักษณะผสมผสานกันเพื่อตอบสนองต่อการเดินทางได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถพัฒนาและออกแบบโปรแกรมประยุกต์ เพื่อเลือกเส้นทางการเดินที่เหมาะสมโดยใช้เวลาในการเดินทางน้อยที่สุด โดยสามารถเลือกรูปแบบการเดินทางต่างๆจากในระบบขนส่งมวลชนหลายรูปแบบได้ ซึ่งมีลักษณะการเดินทางที่ผสมผสานกัน และสามารถนำไปใช้เป็นส่วนหนึ่งของงานระบบนำทางส่วนบุคคล (Personal Navigation Systems) ได้

1.8 วิธีดำเนินการวิจัย

1.8.1 ศึกษารวบรวมเกี่ยวกับแนวคิด ทฤษฎีรวมไปถึงการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในระบบขนส่งมวลชน

1.8.1.1 แนวคิดในการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของการเดินทางในระบบขนส่งมวลชนหลายรูปแบบ (Multimode Mass Transportation)

1.8.1.2 แนวคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์เลือกเส้นทางการเดินที่เหมาะสมโดยใช้เวลาในการเดินทางน้อยที่สุด

1.8.1.3 ทฤษฎี Graph

1.8.1.4 ทฤษฎีการวิเคราะห์โครงข่าย (Network Analysis)

1.8.1.5 ISO 14285:2004 Intelligent Transport Systems – Geographic Data Files (GDF) หรือรูปแบบการจัดการเก็บข้อมูลภูมิศาสตร์ ด้วยรูปแบบของ Geographic Data Files (GDF)

1.8.1.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่นำมาประยุกต์ใช้ด้านการแนะนำเส้นทางในระบบขนส่งมวลชน

1.8.2 การศึกษา วิเคราะห์และออกแบบของระบบแนะนำเส้นทางที่เหมาะสมในระบบขนส่งมวลชนหลายรูปแบบ

1.8.3 จัดทำข้อมูลของระบบขนส่งมวลชนหลายรูปแบบ เพื่อใช้ในการแสดงแผนที่ของข้อมูลภูมิศาสตร์บนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา (PDA)

1.8.3.1 จัดเตรียมข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ด้วยโปรแกรม ArcGIS 9.2 ซึ่งจะถูกจัดเก็บด้วยรูปแบบของ Shape file โดยแบ่งประเภทของชั้นข้อมูล (Layer) และข้อมูลใน Attribute โดยให้สอดคล้องตามแบบจำลองและระบบฐานข้อมูลที่ได้ทำการออกแบบไว้

1.8.3.2 พัฒนาสร้างชุดคำสั่งบนโปรแกรม ArcGIS 9.2 เพื่อทำการจัดเก็บข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูล Text files

1.8.3.3 พัฒนาโปรแกรมประยุกต์เพื่อนำเข้าข้อมูลภูมิศาสตร์ที่อยู่ในรูปแบบของข้อมูลText files ให้จัดเก็บในระบบฐานข้อมูล (Database) ด้วยรูปแบบไฟล์ของ Microsoft SQL Server Compact Edition (.sdf Files) โดยการสร้างชุดคำสั่งใน Visual Basic 2005

1.8.4 พัฒนาโปรแกรมประยุกต์เพื่อใช้ในการวิเคราะห์โครงข่ายและหาผลลัพธ์ ของการเลือกเส้นทางการเดินที่เหมาะสม โดยใช้เวลาในการเดินทางน้อยที่สุด โดยการสร้างชุดคำสั่งใน Visual Basic 2005

1.8.5 ทดสอบการทำงานของโปรแกรมประยุกต์ เปรียบเทียบผลการเลือกเส้นทางในการเดินทางจากโปรแกรมประยุกต์ในเส้นทางต่างๆ

1.8.6 แก้ไขและปรับปรุงโปรแกรมประยุกต์

1.8.7 สรุปผลการวิจัย จัดทำรายงานและเรียบเรียงวิทยานิพนธ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2
แนวคิด เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัย

2.1.1 ทฤษฎี Graph (Worboy, 1997)

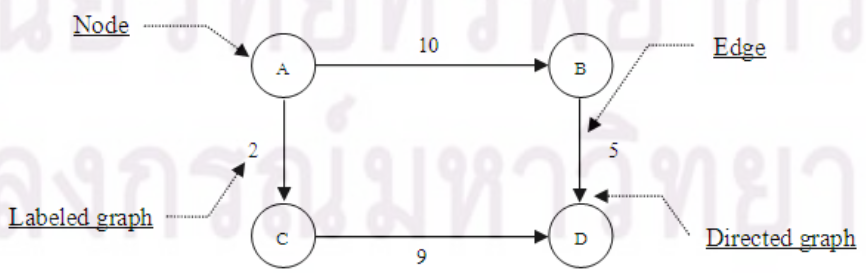
เป็นหลักในการอธิบายความสัมพันธ์ของ Network คือ ความเชื่อมต่อกันทางกายภาพของสมาชิกต่างๆภายในเซ็ตๆหนึ่ง ซึ่งมีคุณสมบัติของ Graph ดังนี้

Graph ประกอบด้วยจุดที่เรียกว่า Nodes ซึ่งแทนสมาชิกใดๆในเซ็ต และจะมีชื่อสำหรับอ้างอิงสมาชิกแต่ละตัวได้โดยชื่อเหล่านี้จะประจำกับแต่ละ Node และมีความเป็นเอกลักษณ์ โดย Edges จะใช้แสดงความสัมพันธ์ e ของความเชื่อมต่อกันทางกายภาพระหว่าง Nodes และสามารถเขียนสัญลักษณ์แทน Edge ได้โดยการระบุถึง Nodes 2 ตัว ที่ Edge นั้นๆทำหน้าที่เชื่อมโยงอยู่ เช่น e = {a,b} ทั้งนี้ a และ b เป็นชื่อเรียกของ Nodes ทั้งสอง

Graph ซึ่งมักใช้ในแทนการแสดงความสัมพันธ์เชิงตำแหน่ง โดยความสัมพันธ์ที่ใช้จะขึ้นอยู่กับแบบจำลองที่นำมาใช้แก้ปัญหาในเรื่องต่างๆ โดยมีองค์ประกอบของความสัมพันธ์ดังนี้

- Directed graph คือ ทิศทางของการแสดงความสัมพันธ์ ซึ่งสามารถแสดงได้ด้วยการแทนของทิศทางของหัวลูกศร
- Labeled graph คือ น้ำหนักของการแสดงความสัมพันธ์ ซึ่งสามารถแสดงได้ด้วยตัวเลขหรือตัวอักษร

จากทฤษฎี Graph สามารถนำมาใช้จำลองจากความเป็นจริงได้ เช่น โครงข่ายถนนโดยทิศทางของการแสดงความสัมพันธ์ (Directed graph) คือทิศทางการเคลื่อนตัวของยานพาหนะซึ่งมีทั้งทิศทางเดียว (one-way) หรือ ทิศทางไปและกลับ เป็นต้น ส่วนน้ำหนักของการแสดงความสัมพันธ์ (Labeled graph) คือ ระยะทางหรือระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทาง



รูปที่ 2.1 แสดงตัวอย่างของกราฟและส่วนประกอบต่างๆในกราฟ

2.1.2 **ทฤษฎีทางด้านการวิเคราะห์โครงข่าย** (Network Analysis)

เป็นขั้นตอนที่ใช้คำนวณหาเส้นทางที่ใช้เวลาในการเดินทางน้อยที่สุด โดยใช้ขั้นตอนวิธีที่เรียกว่า Dijkstra's Algorithm (Weiss, 1994) ซึ่งกระบวนที่ใช้สำหรับการคำนวณหาเส้นทางที่มีค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด โดยทั้งนี้ค่าใช้จ่ายดังกล่าว คือ ระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทาง ซึ่ง Dijkstra's Algorithm ใช้ได้กับข้อมูลของโครงข่าย (Network) ที่มีการกำหนดทิศทางและน้ำหนักของเส้นทุกเส้นที่เชื่อมความสัมพันธ์ต้องไม่น้อยกว่าศูนย์ นั่นคือ $w(u,v) > 0$ และทุกๆ (u,v) เป็นสมาชิกของ Graph E(G) ซึ่งมีหลักการและแนวคิดดังนี้

ให้ S เป็นเซ็ตของจุด Vertex โดยมีค่าเริ่มต้นเป็นเซ็ตว่าง

ให้ d(v) เป็นค่าของผลรวมน้ำหนักจากจุดเริ่มต้นถึงจุดปลายทาง v

ให้ Q เป็นเซ็ตของจุด vertex ที่ยังไม่เข้าวนซ้ำ (loop) โดยมีค่าเริ่มต้นเป็น V(G)

การเลือกจุด u ที่จะเข้าวนซ้ำ จะเลือกจากจุดที่อยู่ใน Q ซึ่งมีค่า d(u) ต่ำที่สุด และเมื่อเลือกแล้วจะลบจุดนี้ออกจาก Q นำไปใส่ใน S แทน

ตรวจสอบทุกจุด v ที่มีเส้นลากจาก u ไปถึงจุด v ว่าถ้า $d(v) > d(u) + w(u,v)$ แล้วจะต้องเปลี่ยน $d(v) = d(u) + w(u,v)$ และแก้ตัวชี้ว่าจุด vertex v ต้องมาจาก u และวนซ้ำจนกระทั่ง Q เป็นเซ็ตว่าง จะได้เส้นทางที่มีค่าของผลรวมน้ำหนักน้อยที่สุดตามต้องการ

ขั้นตอนวิธีของ Dijkstra's Algorithm สามารถเขียนในรูปแบบรหัสเทียม (pseudo code) ได้ดังนี้

1. Initialize-Graph (G,S)

   $S \leftarrow \phi$

   $Q \leftarrow V(G)$

   While $Q \neq \phi$

   Do $u \leftarrow$ Extract-Min(Q)

   $S \leftarrow S \cap u$

   For each vertex $v \in$ Adj(u)

   Do Relax (u,v,w)

2. Initialize-Single-Source (G,S)

   For each vertex $v \in V(G)$

   Do $d(v) \leftarrow \infty$

   $\pi(v) \leftarrow$ Null

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$d(e) \leftarrow 0$

3. Relax (u,v,w)

If $d(v) > d(u) + w(u,v)$ then

$d(v) \leftarrow d(u) + w(u,v)$

$\pi(v) \leftarrow u$

2.2 เอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 ISO 14285:2004 Intelligent Transport Systems – Geographic Data Files (GDF)

รูปแบบการจัดการเก็บข้อมูลภูมิศาสตร์ ด้วยรูปแบบของ GDF (ISO 14825, 2004)

เป็นรูปแบบมาตรฐานของการจัดเก็บข้อมูลภูมิศาสตร์เพื่อใช้ในการอธิบาย การแลกเปลี่ยนของข้อมูล และความสัมพันธ์ของโครงสร้างพื้นฐานที่ใช้ในการจราจรและขนส่ง โดยมีกฎและโครงสร้างของรูปแบบการเก็บแบบฐานข้อมูล ประกอบด้วย Feature, Attributes และ Relationships โดยสามารถใช้งานด้านขนส่งและจราจรอื่นๆอีกได้อย่างเหมาะสม เช่น การงานวางแผนเส้นทางการเดินทาง (fleet management) การวิเคราะห์การจราจร (traffic analysis) การจัดการจราจร (traffic management) การติดตามยานพาหนะ (automatic vehicle location) (GDF 3.0, 1997)

1.) โครงสร้างของแบบจำลอง ด้วยรูปแบบ GDF

วัตถุทางภูมิสาสตร์ที่ปรากฏบนพื้นผิวโลกที่เราสนใจในแบบจำลอง ด้วยรูปแบบของ GDF ซึ่งสามารถแบ่งองค์ประกอบออกเป็น 3 ส่วนคือ

1. Feature - ซึ่งแทนวัตถุทางภูมิศาสตร์ที่ปรากฏบนพื้นผิวโลกจริง เช่น ถนน ทางน้ำ สิ่งก่อสร้างต่างๆที่ความสำคัญต่อการเดินทางขนส่งและจราจร
2. Attributes - ส่วนของการแสดงข้อมูลและคุณลักษณะของแต่ละ feature
3. Relationships - ส่วนของการแสดงความสัมพันธ์ของแต่ละ feature

2.) ลักษณะทาง Topology ในการจัดเก็บข้อมูลของแบบจำลอง ด้วยรูปแบบ GDF

สามารถแบ่งการจัดเก็บของข้อมูลทาง Topology ได้เป็น 3 ระดับ ดังนี้

1. Full topological way – เป็นการแสดงข้อมูลทาง Topology โดยใช้ The basic graphical building blocks ซึ่งจะประกอบด้วย Nodes (zero-dimensional), Edges (one-dimensional) และ Faces or Area (two-dimensional) ในมุมมองของ *planar graph*

2. Connectivity topological way – เป็นการแสดงข้อมูลทาง Topology โดยใช้ The basic graphical building blocks ซึ่งจะประกอบด้วย Nodes (zero-dimensional) และ Edges (one-dimensional) ในมุมมองของ *non-planar graph*
3. Non-explicit topological way – เป็นการแสดงข้อมูลทาง Topology โดยใช้ The basic graphical building blocks ซึ่งจะประกอบด้วย Dot (zero-dimensional), Polyline (one-dimensional) และ Polygon (two-dimensional) โดยอาศัยความสัมพันธ์จาก co-ordinate values เป็นตัวบอกลักษณะทาง topology

3.) การแบ่งประเภทข้อมูลภูมิศาสตร์ที่จัดเก็บด้วยรูปแบบ GDF (Feature Catalogue) สามารถแบ่งประเภทของ Features ได้ทั้งหมด 12 ประเภท ดังนี้

1. Road and Ferries – ถนนและท่าข้ามแม่น้ำ
2. Administrative Areas – พื้นที่ขอบเขตการปกครอง : เป็นการอธิบายแบ่งส่วนของเขตการปกครอง เช่น ขอบเขตการปกครองระดับตำบล, อำเภอ หรือจังหวัด
3. Named Areas : เป็นพื้นที่ขอบเขตข้อมูลของ features เช่น พื้นที่เขตการศึกษา, พื้นที่ขอบเขตความรับผิดชอบของสถานีดับเพลิง หรือพื้นที่ขอบเขตความรับผิดชอบของสถานีตำรวจ
4. Land Cover And Use – สิ่งที่ปกคลุมและการใช้ประโยชน์ที่ดิน : เป็นการอธิบายถึงสิ่งก่อสร้างและการใช้ประโยชน์ในที่ดิน เช่น เขตที่อยู่อาศัย, เขตการเกษตร, เขตพาณิชย์ หรือเขตอุตสาหกรรม
5. Structures – สิ่งก่อสร้าง : เป็นองค์ประกอบเพิ่มจากโครงข่ายถนน เช่น สะพาน หรืออุโมงค์
6. Railways – ทางรถไฟ
7. Waterway – ทางน้ำ : เป็นชนิดของแหล่งน้ำ เช่น แม่น้ำ ลำคลอง อ่างเก็บน้ำ ทะเลสาบ ทะเล
8. Road Furniture : เป็นสิ่งที่ประกอบอยู่ตามถนน เช่น สัญญาณไฟจราจร, ป้ายจราจร ป้ายบอกทาง หรืออุปกรณ์เพื่อความปลอดภัย
9. Services – สถานที่บริการ: เช่น โรงเรียน, สถานีบริการน้ำมัน, ร้ายขายยา หรือสนามบิน
10. Public Transport – ทางขนส่งสาธารณะ : เช่น ระบบขนส่งมวลชนในรูปแบบต่างๆ และสิ่งที่เป็นองค์ประกอบของระบบขนส่งมวลชน เช่น สถานีขนส่ง ป้ายรถโดยสารประจำทาง เส้นทางเดินรถประจำทาง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

11. Chainage Referencing Features : จุดตัดหรือเชื่อมต่อระหว่างถนน, รถไฟ หรือทางขนส่งสาธารณะ

12. General Features: อื่นๆที่ผู้ใช้กำหนดเอง

4.) การจัดเก็บคุณลักษณะของข้อมูลภูมิศาสตร์ (Attribute Catalogue)

Attribute Types – คุณลักษณะหรือข้อมูลภูมิศาสตร์ เช่น สี

Attribute Values – ค่าของคุณลักษณะหรือข้อมูลภูมิศาสตร์ เช่น สีเขียว

ข้อมูลของแต่ละ Feature หรือ feature class ที่ถูกจัดเก็บจึงจำเป็นต้องมี Primary Key เพื่อเป็นการระบุส่วนที่ใช้เชื่อมต่อไปยังข้อมูลต่างๆ

5.) การจัดเก็บความสัมพันธ์ของข้อมูลภูมิศาสตร์ (Relationship Catalogue)

เป็นส่วนในการแสดงความสัมพันธ์ของแต่ละ Feature หรือระหว่าง Feature class ยกตัวอย่าง ความสัมพันธ์ของขอบเขตการปกครองระหว่างระดับประเทศกับระดับจังหวัด

เช่น *กรุงเทพฯ* เป็นจังหวัดหนึ่ง “ที่อยู่ใน” *ประเทศไทย*

6.) การจัดเก็บอรรถาธิบายของข้อมูลภูมิศาสตร์ (Metadata Catalogue)

เป็นการอธิบายถึงแหล่งที่มาของข้อมูล หรือช่วยในการขยายความเพื่ออธิบายถึงการเก็บข้อมูลภูมิศาสตร์ต่างๆให้มีความกระจ่างและเข้าใจมากยิ่งขึ้น ซึ่งมีหัวข้อต่างๆมากมายโดยในส่วนนี้มาตรฐานสากลด้วยรูปแบบ GDF กำหนดไว้ว่าจะต้องทำการบันทึกอย่างน้อยหนึ่งหัวข้อเป็นอย่างยิ่ง

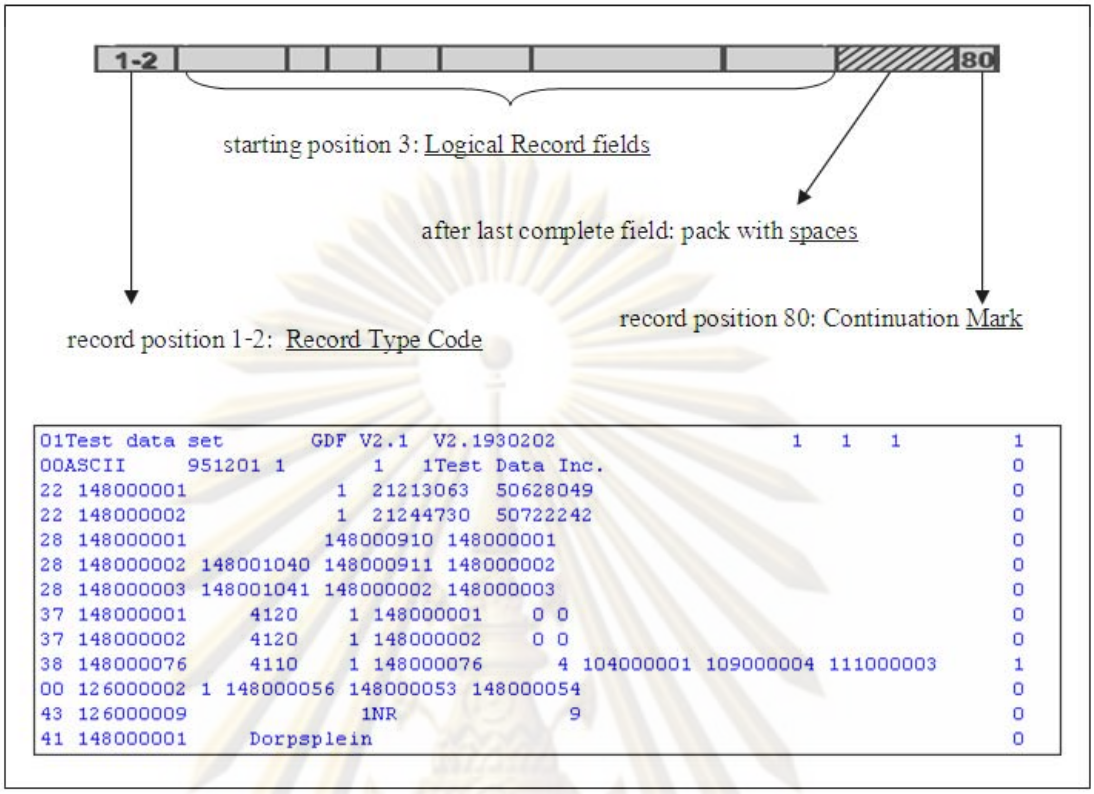
7.) โครงสร้างของการจัดเก็บข้อมูล (Logical Data Structures)

ในส่วนนี้จะเป็นการกำหนดโครงสร้างของการเก็บข้อมูล ซึ่งได้ทำการกำหนดกรอบความเข้าใจจากระดับมโนทัศน์(Conceptual) มาสู่แบบจำลองข้อมูล (Data Model) ลำดับถัดมาจะเป็นการแปลงจากแบบจำลองข้อมูลเข้ามาสู่โครงสร้างของการเก็บข้อมูล (Logical Data Structures)

8.) การบันทึกและเก็บข้อมูลภูมิศาสตร์ (Media Record Specifications)

ซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดที่ใช้อธิบายการแปลงจากโครงสร้างของการเก็บข้อมูลมาสู่การบันทึกข้อมูลลงสื่อบันทึก เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในระบบต่อไป โดยสามารถแบ่งระดับการบันทึกข้อมูลออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ คือ ส่วน *Logical Record* จะเป็นส่วนการบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวกับ Metadata และส่วน *Media Record* จะเป็นส่วนของการบันทึกข้อมูลภูมิศาสตร์ที่ใช้ทั้งหมด

ข้อมูลภูมิศาสตร์ที่ถูกบันทึกจะเป็น Text files แต่จะถูกแทนด้วยรหัสต่างๆตามที่กำหนดในมาตรฐานสากลด้วยรูปแบบ GDF หรือผู้ใช้กำหนดขึ้น โดยมีความยาวของตัวอักษรไม่เกิน 80 ตัวอักษรในแต่ละบรรทัด ดังแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แสดงรูปแบบและตัวอย่างของข้อมูลภูมิศาสตร์ที่ถูกบันทึก
เป็น Text files ตามมาตรฐานสากล ด้วยรูปแบบ GDF (ERTICO, 1997)

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.3.1 Assisting Multimodal Travelers: Design and Prototypical Implementation of a Personal Travel Companion (Rehrl, Bruntsch and Mentz, 2007)

งานวิจัยนี้ กล่าวถึงการศึกษา ออกแบบและพัฒนาระบบเพื่อใช้เป็นต้นแบบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่ช่วยในงานนำทางส่วนบุคคลบนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา (PDA) ซึ่งสามารถนำทางและระบุตำแหน่งของบุคคลได้ทั้งภายในและภายนอกอาคาร หรือระบบนำทางส่วนบุคคลแบบประตูสู่ประตู (Door-to-Door) อีกยังสามารถเลือกเส้นทางการเดินทางภายใต้เงื่อนไขที่ถูกกำหนดเองโดยผู้ใช้เองด้วย ซึ่งเริ่มมาจากการพัฒนาต่อยอดจากงานในระบบนำทางรถยนต์ (Car Navigation System) ที่สามารถระบุตำแหน่งได้ด้วยระบบ GPS (Global Positioning Systems) และมีข้อจำกัดของการระบุตำแหน่งอยู่เฉพาะภายนอกอาคารเท่านั้น ด้วยขีดจำกัดดังกล่าวจึงมีการพัฒนาต่อมาสู่อุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพาที่

ใช้สัญญาณของ Bluetooth เพื่อสามารถค้นหาและระบุตำแหน่งภายในอาคารได้ และจากการศึกษางานวิจัยดังกล่าว สามารถสรุปประเด็นสำคัญๆออกมาได้ดังนี้

- การเลือกเส้นทางที่ต้องการ จากการเดินทางภายใต้เงื่อนไขต่างๆ ในงานนำทางส่วนบุคคล (Personal navigation) ที่มีอยู่ในปัจจุบัน จากที่ปรากฏพบเห็นได้ในระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ให้บริการอยู่ทั่วไป เช่น เปิดโอกาสให้ผู้เดินทางได้กำหนดเลือกรูปแบบที่ใช้ในการเดินทาง กำหนดช่วงเวลาในการเดินทาง หรือกำหนดเงื่อนไขในการคำนวณเลือกเส้นทางที่เหมาะสม ได้แก่ เส้นทางที่เร็วที่สุด เส้นทางที่สั้นที่สุด หรือเส้นทางที่เปลี่ยนรูปแบบการเดินทางน้อยที่สุด เป็นต้น

- โดยประเด็นที่ใช้พิจารณาหลักการเลือกการเดินทางหลายรูปแบบ (Multimodal Traveling) แบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ คือ บทบาท และอุปสรรค ซึ่งในส่วนของบทบาทในการเลือกรูปแบบการเดิน ได้แก่ ข้อมูลก่อนการตัดสินใจเลือกรูปแบบทางเดินทางเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งมาจากปัจจัยด้านความต้องการในจุดประสงค์การเดินทาง เช่น การใช้เวลาในการเดินทาง ราคาของค่าใช้จ่ายในการเดินทาง และเป็นข้อมูลที่มาจากทัศนะคติส่วนบุคคล ในส่วนของอุปสรรคเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นหลังจากการเลือกรูปแบบทางเดินทางแล้วโดยระหว่างการเดินทางอาจจะมีปัจจัยอื่นๆเข้ามาเสริม ทำให้เกิดผลการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางผิดจากที่ได้วางแผนไว้เช่น การเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางแล้วลงผิดป้าย หรือออกจากสถานีของระบบรถใต้ดินผิดทาง เป็นต้น โดยอุปสรรคที่สำคัญอีกอย่าง คือ ขาดการสื่อสารและให้ข้อมูลระหว่างการเดินทาง เช่น ระหว่างการเดินทางมีอุบัติเหตุเกิดขึ้น และไม่ทราบเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น จึงไม่สามารถหลีกเลี่ยงและเปลี่ยนรูปแบบเดินทางได้อย่างทันท่วงที

- ข้อมูลที่ใช้ระบบนำทางส่วนบุคคลนี้ เป็นการเก็บข้อมูลอยู่ในส่วนของฝั่งเครื่องแม่ข่าย (Server Side) แล้วทำการส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผ่านรูปแบบ XML หรือ DELFI โดยฝั่งเครื่องลูกข่าย (Client Side) จะทำหน้าที่ให้การด้านการแสดงผลบนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา (PDA)

- รูปแบบของการเก็บข้อมูลภูมิศาสตร์จะขึ้นอยู่กับผู้ผลิตระบบนำทางในระบบนั้นๆ เช่น Siemens หรือ TomTom เป็นต้น

- ระบบนำทางส่วนบุคคลแบบประตูสู่ประตู (Door-to-Door) เป็นระบบที่ใช้ข้อมูลในลักษณะที่ไม่เกี่ยวกับการเดินทางในระบบขนส่งมวลชน เน้นการใช้งานในพื้นที่ส่วนบุคคลเป็นหลัก เช่น การเดินทางภายในอาคาร เป็นต้น

2.3.2 Object modeling and path computation for multimodal travel systems

(Bielli, Boulmakoul and Mouncif, 2006)

งานวิจัยนี้ กล่าวถึงการศึกษาการเดินทางหลายรูปแบบ (Multimodal Travel Systems, MTS) โดยสนองต่อความต้องการของผู้เดินทางในเลือกรูปแบบการเดิน ซึ่งจะต้องทำการกำหนดจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด (O-D trip) และแบ่งรูปแบบการเดินทางออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนระหว่างเมืองกับส่วนในเมือง ซึ่งทั้งสองส่วนนี้จะมีรูปแบบการเดินทางให้เลือกแตกต่างกัน เช่น การเดินทางระหว่างเมืองหนึ่งไปสู่อีกเมืองหนึ่งจะอาศัยการเดินทางด้วยรถยนต์ส่วนบุคคล รถไฟใต้ดิน และรถโดยสารประจำทาง หรือการเดินทางภายในเมืองจะอาศัยการเดินทางด้วยรถยนต์ส่วนบุคคล รถไฟและรถโดยสารประจำทาง เป็นต้น และได้ทำการสร้างโปรแกรมเพื่อช่วยพิจารณาเลือกการเดินทางด้วยการพัฒนาจากภาษา Java บนเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งได้ใช้ข้อมูลของการเดินทางจาก Urban Transportation Planning System (UTPS)

และจากการศึกษางานวิจัยดังกล่าว สามารถสรุปประเด็นสำคัญๆออกมาได้ดังนี้

- โครงสร้างการเก็บข้อมูล ในการเดินทางได้ทำการแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ 1.ส่วนกายภาพ (Physical Level) เป็นส่วนของข้อมูลเชิงตำแหน่ง 2.ส่วนตรรกะ (Logical Level) เป็นส่วนของข้อมูลที่เก็บความสัมพันธ์ของโครงข่าย 3.ส่วน Applicative Level เป็นส่วนของโครงสร้างที่นำไปประยุกต์ใช้เรียกข้อมูล ซึ่งจากที่ได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์ในหลายๆรูปแบบการเก็บข้อมูลที่มีอยู่แล้วพบว่ามีความสอดคล้องกับรูปแบบของ GDF

- การพิจารณารูปแบบการเดินทาง เป็นการเดินทางทั้งในเมืองและระหว่างเมือง ซึ่งมีการแบ่งรูปแบบการเดินทางที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน

- การเลือกรูปแบบการเดินทางโดยพิจาณาจากเส้นทางที่ใช้ระยะเวลาในการเดินทางน้อยที่สุดเป็นหลัก จากข้อมูลที่มีการศึกษาและรวบรวมในอดีต ไม่ได้พิจารณาถึงข้อมูลที่เกิดขึ้นในทันที (Real-time Information)

2.3.3 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อเลือกเส้นทางที่ใช้เวลาน้อยที่สุดโดยระบบขนส่งมวลชนหลายรูปแบบ (มนต์ศักดิ์ โซ่เจริญธรรม, 2549)

งานวิจัยนี้กล่าวถึงการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่ช่วยการตัดสินใจเลือกเส้นทางที่ใช้ระยะเวลาเดินทางน้อยที่สุด โดยอาศัยระบบขนส่งมวลชนหลายรูปแบบผสมผสานกัน ซึ่งได้กำหนดขอบเขตการศึกษาไปที่การเดินทางด้วยระบบขนส่งมวลชนด้วยกัน 5 ประเภท คือ รถโดยสารประจำทาง เรือโดยสาร เรือข้ามฟาก รถไฟฟ้าบีทีเอส และรถไฟฟ้ามหานคร (รถไฟฟ้าใต้ดิน) ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร

โดยได้ทำการวิเคราะห์ ออกแบบ และนำเสนอแบบจำลองข้อมูลที่สามารถจัดเก็บและจำลองพฤติกรรมของระบบขนส่งมวลชนดังกล่าว ตลอดจนข้อมูลประกอบอื่นๆที่จำเป็นต่อการคำนวณ ค้นหาเส้นทางในลักษณะผสมผสานกันของระบบขนส่งมวลชนหลายประเภทจากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น และยังสามารถพิจารณาและรองรับการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรระยะเวลาคอยยานพาหนะ ระยะเวลาจอดรับส่งผู้โดยสาร ตารางเวลาการให้บริการของระบบขนส่งมวลชนแต่ละรูปแบบ อัตราเร็วยานพาหนะแยกอิสระกันเป็นเส้นทางย่อยๆ ตลอดจนอัตราเร็วในการเดินเท้าเพื่อเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางอีกด้วย ซึ่งจะได้แบบจำลองข้อมูลตามที่ได้ออกแบบ และจากการศึกษางานวิจัยดังกล่าว สามารถสรุปประเด็นสำคัญๆออกมาได้ดังนี้

- โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น เน้นการพัฒนาและทดสอบ Algorithm ที่ใช้ในการคำนวณเพื่อเลือกเส้นทางที่ใช้เวลาน้อยที่สุดในการเดินทาง จากข้อมูลพฤติกรรมการเดินทาง ในระบบขนส่งมวลชนที่มีด้วยกันหลายรูปแบบ

- โดยอาศัยหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์แบบ Client-Server ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยฝั่งเครื่องลูกข่ายจะทำหน้าที่ด้านการแสดงผล สื่อสารกับผู้ใช้และประมวลผลข้อมูลบางส่วนหรือทั้งหมด ส่วนฝั่งเครื่องแม่ข่ายจะทำหน้าที่จัดเก็บข้อมูล เพื่อให้บริการการเข้าถึงข้อมูล และประมวลผลข้อมูลบางส่วนหรือทั้งหมดแล้วส่งผลลัพธ์ให้เครื่องลูกข่าย

- รูปแบบการจัดเก็บข้อมูลเป็นส่วนที่ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ ออกแบบ และสร้างขึ้นเพื่อใช้จำลองรูปแบบการเดินทาง โดยแยกการจำลองเป็นข้อมูลความสัมพันธ์เชิงโครงข่าย (Topology) เพื่อใช้การคำนวณหาเส้นทางที่ใช้เวลาในการเดินทางน้อยที่สุด และข้อมูลเชิงเรขาคณิต (Geometry) เพื่อใช้ในการแสดงผลในรูปแบบของแผนที่ดิจิตอล (Digital Map)

2.3.4 X-GDF:The ISO model of Geographic Information for ITS

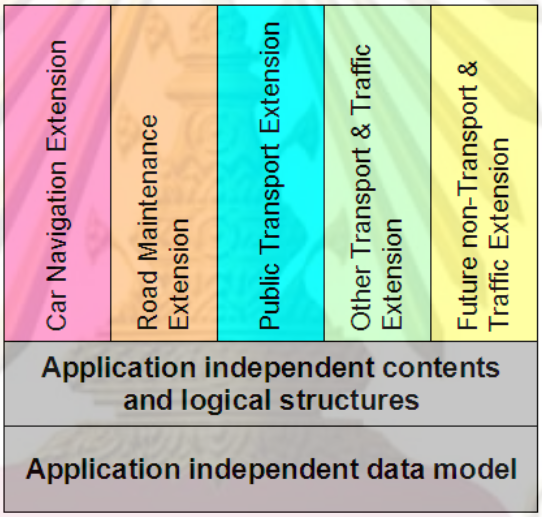
(Essen and Hiestermann, 2005)

งานวิจัยนี้กล่าวถึงมาตรฐานสากล (ISO standard) ของรูปแบบการจัดการเก็บข้อมูลภูมิศาสตร์ ด้วยรูปแบบของ Geographic Data Files (GDF) ที่ใช้การอ้างอิงคือจาก ISO 14285:2004 หรือ GDF4.0 ซึ่งเป็นข้อกำหนดของแบบจำลองข้อมูลภูมิศาสตร์ในระดับขั้นมโนทัศน์และตรรกศาสตร์ (Conceptual and Logical data model) โดยรูปแบบของข้อมูลภูมิศาสตร์ซึ่งอยู่บนพื้นฐานที่เหมาะสมต่อการใช้งานในระบบขนส่งและจราจรอัจฉริยะ และมีศักยภาพของการจัดเก็บข้อมูลแบบฐานข้อมูล ซึ่งประกอบด้วย Feature, Attributes และ Relationships ตลอดจนทั้งมีการกำหนดการให้อรรถาธิบายของข้อมูล (Metadata) หรือข้อมูลที่บอกรายละเอียดของข้อมูล (data about data) อีกด้วย

จากการศึกษางานวิจัยดังกล่าว สามารถสรุปประเด็นสำคัญๆออกมาได้ดังนี้

- ข้อมูลภูมิศาสตร์ที่ใช้งานระบบขนส่งและจราจรอัจฉริยะ (ITS) โดยใช้รูปแบบการจัดการเก็บข้อมูลภูมิศาสตร์ด้วยรูปแบบของ GDF เป็นพื้นฐานของรูปแบบที่สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกัน ซึ่งมีข้อกำหนด และมาตรฐานของรูปแบบจัดเก็บข้อมูล เพื่อนำมาสู่การรองรับการใช้ข้อมูลร่วมกันได้

- รูปแบบการจัดการเก็บข้อมูลภูมิศาสตร์ ด้วยรูปแบบของ GDF ซึ่งเป็นการสร้างแบบจำลองของข้อมูลในระดับเชิงมโนทัศน์ (Conceptual data model) ทำให้ต่องง่ายการพัฒนาสร้างชุดคำสั่งที่ใช้ในการประมวลผลสำหรับการใช้ในระบบขนส่งและจราจรอัจฉริยะในด้านต่างๆที่มีความอิสระต่อกัน ซึ่งสังเกตได้จากรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แสดงถึงความมีอิสระในการใช้งานของข้อมูล

(Essen and Hiestermann, 2005)

2.3.5 GML-Based Interoperable Geographical Databases

(Zhang, Peng, Li and Day, 2003)

งานวิจัยนี้กล่าวถึง การศึกษารูปแบบการเก็บฐานข้อมูลภูมิศาสตร์ ที่มีหลายหลากรูปแบบแตกต่างกัน เพื่อแก้ปัญหาการใช้ข้อมูลภูมิศาสตร์ร่วมกันจากโปรแกรมต่างๆ และทำการเปรียบเทียบกับรูปแบบการจัดเก็บข้อมูลภูมิศาสตร์ที่มีอยู่ก่อนหน้านี้คือ รูปแบบของ Geographic Data Files (GDF) และ Spatial Data Transfer Standard (SDTS) กับรูปแบบของ GML (Geography Markup Language)

จากการศึกษางานวิจัยดังกล่าว สามารถสรุปประเด็นสำคัญๆออกมาได้ดังนี้

- รูปแบบของ GDF และ SDTS เป็นรูปแบบการจัดเก็บข้อมูลภูมิศาสตร์ที่สามารถแลกเปลี่ยนหรือถ่ายโอนข้อมูล โดยอาศัยข้อกำหนด มาตรฐานการเก็บข้อมูลและอยู่ภายใต้การใช้งานข้อมูลในระบบปิด (Off-line Data Exchange) ส่วนรูปแบบของ GML เป็นมาตรฐานการเก็บข้อมูลที่อยู่ภายใต้การใช้งานข้อมูลในระบบเปิด (Online Data) ซึ่งส่วนใหญ่เน้นการใช้ข้อมูลผ่านระบบเครือข่าย

2.4 แนวคิดที่ใช้

การวิจัยนี้มีแนวคิดในการดำเนินงาน 2 ส่วนหลัก คือ

2.4.1 แนวคิดในการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อจัดการข้อมูลระบบขนส่งมวลชนหลายรูปแบบ (Multimode Mass Transportation)

การเดินทางในระบบขนส่งมวลชนที่ให้บริการสาธารณะ ที่มีความหลากหลายรูปแบบ เช่น รถไฟฟ้า รถโดยสารประจำทาง เรือโดยสาร หรือเรือข้ามฟาก เป็นต้น นำมาสู่การจัดเก็บข้อมูลโดยอาศัยการสร้างแบบจำลองของข้อมูลภูมิศาสตร์ในระดับขั้นมโนทัศน์และตรรกศาสตร์ (Conceptual and Logical data model) ภายในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อสามารถนำไปใช้ในการแสดงแผนที่ และการวิเคราะห์ในการเลือกเส้นทางที่เหมาะสมต่อไป

ซึ่งการเดินทางหลากหลายรูปแบบในระบบขนส่งมวลชน จึงถูกทำการแบ่งแต่ละรูปแบบของการเดินทางออกเป็นชั้นๆ(Layer) ซึ่งในชั้นหนึ่งๆจะทำการกำหนดตามรูปแบบการเดินทางได้เพียงรูปแบบเดียว เช่น

Walk Layer คือการเดินทางในรูปแบบการเดินทางด้วยเท้า

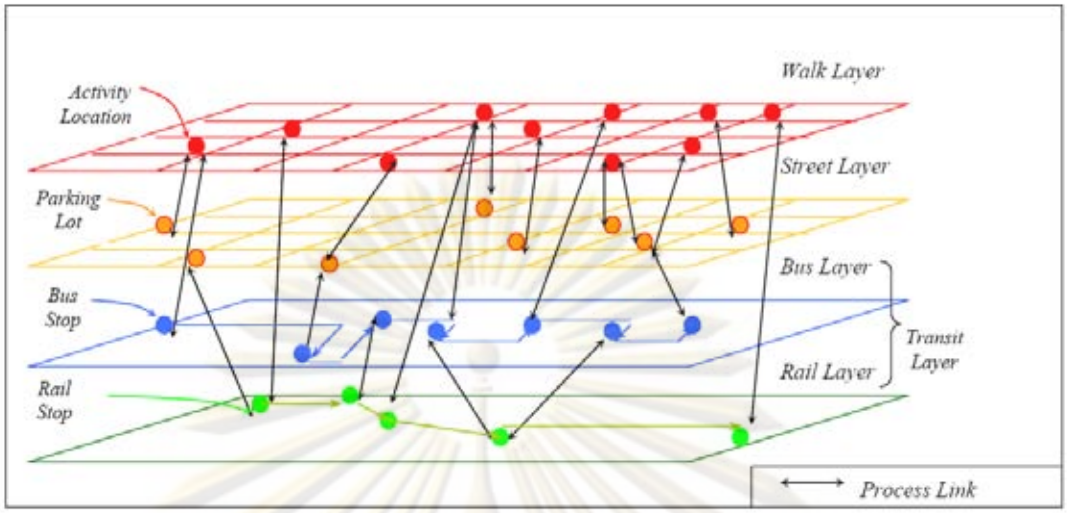
Street Layer คือการเดินทางในรูปแบบการเดินทางด้วยรถผ่านโครงข่ายถนน

Bus Layer คือการเดินทางในรูปแบบการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทาง

Rail Layer คือการเดินทางในรูปแบบการเดินทางด้วยรถไฟ

โดยรูปที่ 2.4 เป็นตัวอย่างในการจำลองรูปแบบการเดินทางในระบบขนส่งมวลชน

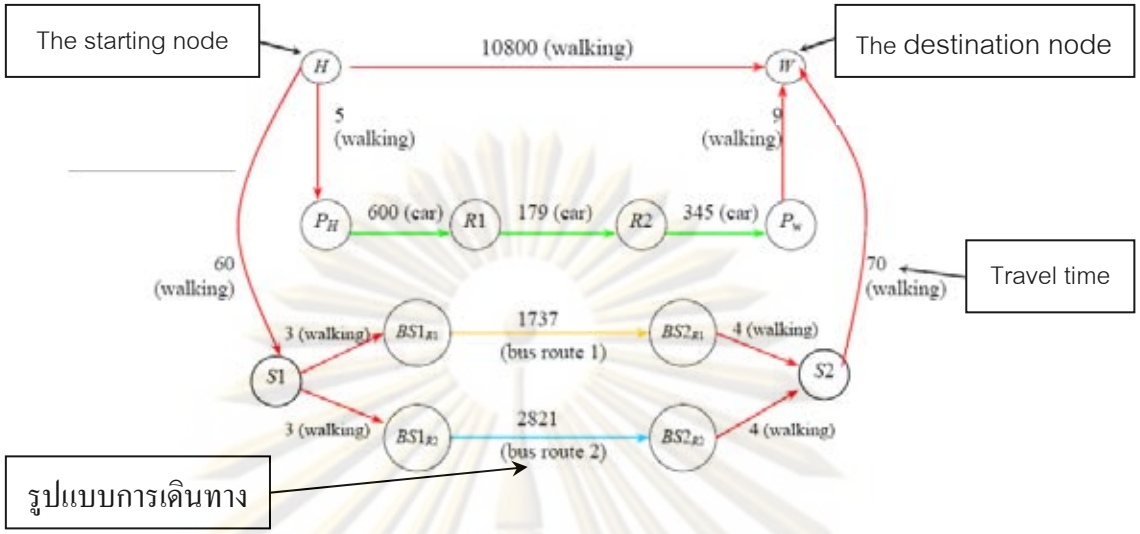
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.4 แสดงตัวอย่างรูปแบบการเดินทางโดยแบ่งออกเป็นชั้นๆ (Layer) (DOT, 1999)

โดยการเดินในแต่ละชั้นของรูปแบบการเดินทางในระบบขนส่งมวลชน ซึ่งสามารถเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางจากรูปแบบหนึ่งไปสู่อีกรูปแบบหนึ่งได้ โดยอาศัยการเชื่อมต่อกันผ่าน Process Link และมักใช้การเดินทางด้วยเท้าในการนิยามของการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง ยกตัวอย่าง เช่น การเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางในระบบขนส่งมวลชน ระหว่างรถไฟฟ้าบีทีเอสกับรถโดยสารประจำทาง โดยอาศัยการเชื่อมต่อกันผ่านการเดินด้วยเท้าระหว่างสถานีรถไฟฟ้าบีทีเอสกับป้ายรถโดยสารประจำทาง เป็นต้น

ดังนั้นการเดินทางของแต่ละระบบขนส่งมวลชนในรูปแบบต่างๆ เช่น รถไฟฟ้า รถโดยสารประจำทาง เรือโดยสาร เรือข้ามฟาก ซึ่งจะมีการแบ่งจัดเก็บข้อมูลภูมิศาสตร์ออกเป็นชั้นๆ (Layer) ตามแต่ละรูปแบบการเดินทางนั้น จึงถูกจัดเก็บข้อมูลให้อยู่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และมีความสัมพันธ์กันในเชิงตำแหน่งและทาง Topology ของข้อมูล ซึ่งสามารถเชื่อมโยงกัน (Link) หรือสามารถเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางได้ เพื่อสร้างทางเลือกและความหลากหลายในการเดินทาง และนำมาสู่กระบวนการวิเคราะห์ โดยผ่านการประยุกต์ใช้ทฤษฎีทางด้านการวิเคราะห์โครงข่าย (Network Analysis) อันเป็นหลักการพื้นฐานและแนวทางในการเลือกเส้นทางที่เหมาะสมได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับการเลือกเงื่อนไขในพิจารณาตัดสินใจ เช่น การเลือกเส้นทางการเดินทางโดยใช้เวลาในการเดินทางน้อยที่สุด โดยอาศัยข้อมูลการใช้ระยะเวลาในการเดินทางในแต่ละระบบขนส่งมวลชน ซึ่งในแต่ละ Edge ภายในโครงข่าย ส่วนน้ำหนักของการแสดงความสัมพันธ์ (Labeled graph) คือ ระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากจุด (Node) หนึ่งไปยังจุดหนึ่ง โดยขึ้นอยู่กับรูปแบบการเดินของแต่ละระบบขนส่งมวลชนที่ใช้เวลาแตกต่างกันไป ดังแสดงในรูปที่ 2.5

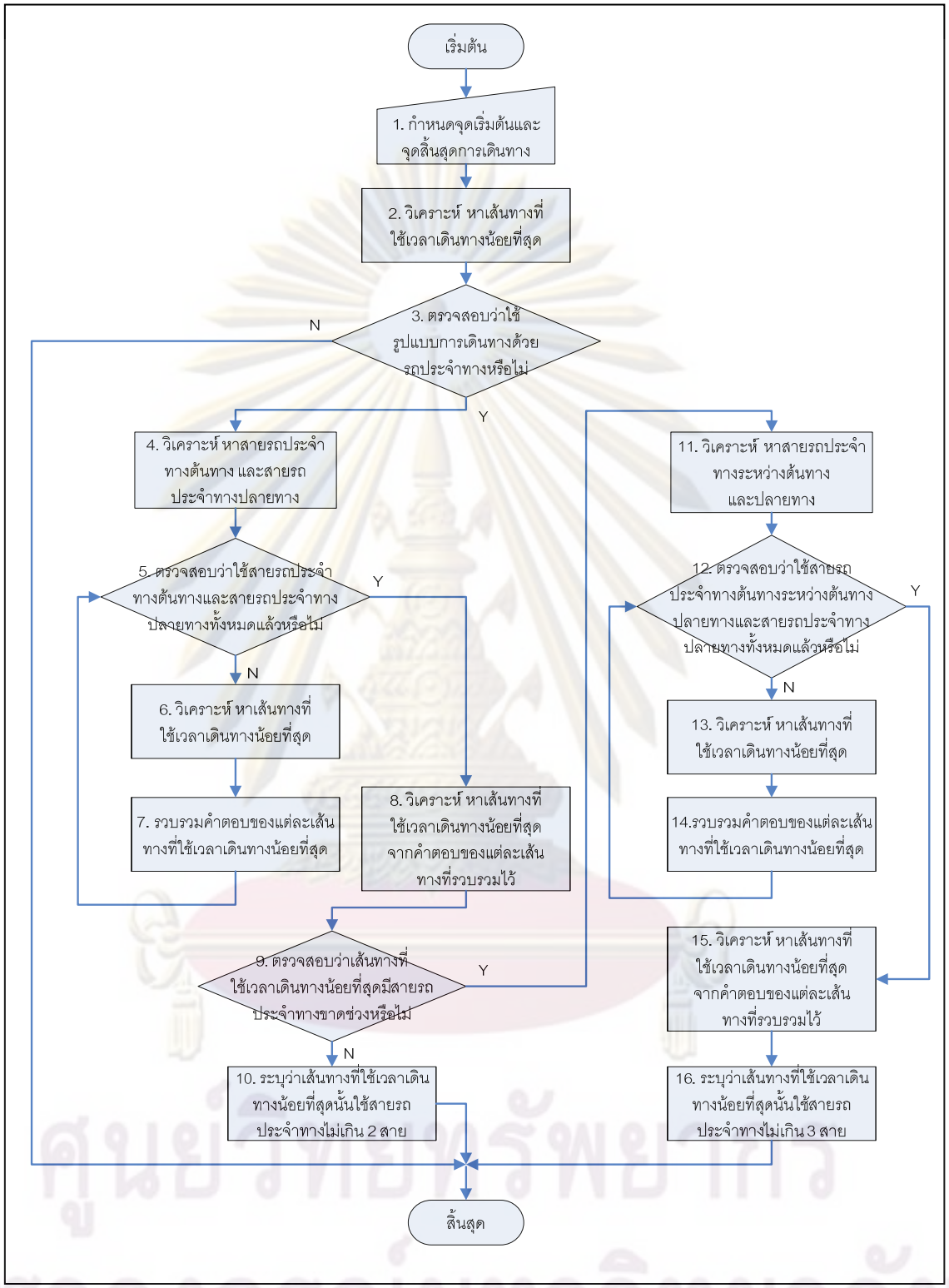


รูปที่ 2.5 แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์ทางโครงข่ายในการพิจารณาเลือกเส้นทาง (DOT, 1999)

2.4.2 แนวคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์หาเส้นทางที่เหมาะสม โดยใช้เวลาในการเดินทางน้อยที่สุด

เป็นการนำทฤษฎีทางด้านการวิเคราะห์โครงข่าย (Network Analysis) โดยใช้ขั้นตอนวิธีของ Dijkstra's Algorithm (Weiss, 1994) มาปรับปรุงเพื่อให้เหมาะสมกับการวิเคราะห์หาเส้นทางที่เหมาะสมในระบบขนส่งมวลชน ซึ่งมีขั้นตอนในการทำงานประมวลผลของการเลือกเส้นทางที่เหมาะสม ตามรูปที่ 2.6

โดยในขั้นตอนของกระบวนการวิเคราะห์หาเส้นทางที่ใช้เวลาน้อยที่สุด(6) และ (13) ของแผนผังขั้นตอนของการวิเคราะห์หาเส้นทางที่เหมาะสม ได้มีการกำหนดเงื่อนใน Dijkstra's Algorithm ให้ใช้ได้กับข้อมูลของโครงข่าย (Network) ที่มีการกำหนดทิศทางและน้ำหนักของเส้นทุกเส้นที่เชื่อมความสัมพันธ์ต้องไม่น้อยกว่าศูนย์และเมื่อกรณีของการเดินทางที่ใช้รูปแบบการเดินด้วยรถโดยสารประจำทาง ต้องอยู่ในสายของรถประจำทางต้นทาง หรือสายของรถประจำระหว่างต้นทางปลายทาง หรือสายรถประจำทางปลายทางหรือไม่ ส่วนในกรณีของการเดินทางที่ใช้รูปแบบการเดินอื่นๆ เช่น รถไฟฟ้า เรือโดยสาร หรือเรือข้ามฟากนั้น สามารถเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางได้ทันทีโดยไม่ต้องมีการตรวจสอบ



รูปที่ 2.6 แสดงแผนผังขั้นตอนการวิเคราะห์หาเส้นทางที่เหมาะสม
โดยใช้เวลาในการเดินทางน้อยที่สุด ในระบบขนส่งมวลชนหลายรูปแบบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3
การจัดเตรียมข้อมูลโครงข่ายสำหรับ การเดินทางในระบบขนส่งมวลชนหลายรูปแบบ

ในบทนี้จะกล่าวถึงงานวิจัยที่ได้มีการศึกษาพฤติกรรมการเดินทางในระบบขนส่งมวลชน ตลอดจนนำมาสู่การออกแบบแบบจำลองข้อมูลและโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ด้วยโปรแกรม ArcGIS 9.2 เพื่อใช้ในการจัดเตรียมข้อมูลของระบบขนส่งมวลชนหลายรูปแบบสำหรับในการวิเคราะห์หาเส้นทางที่เหมาะสมต่อไป

3.1 พฤติกรรมการเดินทางในระบบขนส่งมวลชนหลายรูปแบบ

เนื่องจากงานวิจัยนี้ได้อาศัยข้อมูลที่ใช้ในการเดินทางจากงานวิจัยที่ได้มีการศึกษาพฤติกรรมการเดินทางในระบบขนส่งมวลชนของกรุงเทพมหานคร (มนต์ศักดิ์ โซ่เจริญธรรม, 2549) โดยมีรายละเอียดของพฤติกรรมการเดินทาง ดังนี้

3.1.1 การเดินเท้า

เป็นการจำลองพฤติกรรมการเดินทางด้วยเท้าเพื่อเข้าสู่รูปแบบการเดินทางหลักซึ่งมีรูปแบบด้วยกัน 5 ประเภท คือ รถไฟฟ้าบีทีเอส รถไฟฟ้ามหานคร รถโดยสารประจำทาง เรือโดยสาร และเรือข้ามฟาก โดยอาศัยทางเดินในแนวถนนเป็นหลัก หรือใช้ในการเดินทางเพื่อเชื่อมต่อระหว่างระบบขนส่งมวลชนสองระบบใดๆ โดยอาศัยเส้นเชื่อมระหว่างสองสถานี หรือป้ายรถโดยสารประจำทาง หรือท่าเรือเป็นต้น

โดยการใช้อัตราเร็วในการเดินขึ้นอยู่กับแกต่ละบุคคล (เพศ วัย) สภาพอากาศ และสภาพเส้นทาง ในที่นี้กำหนดให้อัตราเร็วเฉลี่ยการเดินทางด้วยเท้ามีค่าประมาณ 5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และทุกเส้นทางการเดินทางด้วยเท้าในแนวถนนสามารถเดินผ่านได้ตลอด 24 ชั่วโมง

3.1.2 รถไฟฟ้าบีทีเอส

เป็นการจำลองพฤติกรรมการเดินทางด้วยรถไฟฟ้าบีทีเอส ที่ให้บริการโดยบริษัท ระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพ จำกัด(มหาชน) ซึ่งมีสถานีให้บริการด้วยกันทั้งหมดจำนวน 24 สถานี แบ่งเป็น 2 สาย คือ สายสุขุมวิทตั้งแต่สถานีหมอชิตจนถึงสถานีพระโขนง และสายสีสมตั้งแต่สถานีสนามกีฬาแห่งชาติจนถึงสถานีสะพานตากสิน โดยเส้นทางการเดินทางเป็นการเชื่อมการเดินทางของแต่ละสถานีเข้าด้วยกันและที่สถานีใดๆจะมีรถไฟวิ่งในทั้งสองทิศทางเสมอคือ ไปและกลับ ยกเว้นในกรณีของสถานีต้นทางและปลายทาง

โดยการใช้อัตราเร็วของยานพาหนะ ความถี่ของการปล่อยรถและระยะเวลาที่ใช้ในการรอคอยจะถูกควบบคุมให้เหมาะสมค่อนข้างแน่นอนและใกล้เคียงกันตลอดเส้นทาง โดยกำหนดให้

อัตราเร็วเฉลี่ยของการเดินทางมีค่าประมาณ 35 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ระยะเวลาที่ใช้ในการรอคอยมีค่าประมาณไม่เกิน 5 นาที และมีช่วงเวลาการให้บริการคือ ตั้งแต่เวลา 06.00 น ถึง 24.00 น.

3.1.3 **รถไฟฟ้ามหานคร (รถไฟฟ้าใต้ดิน)**

เป็นการจำลองพฤติกรรมการเดินทางด้วยรถไฟฟ้ามหานคร ที่ให้บริการโดยการรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย(รฟม) ซึ่งมีสถานีให้บริการด้วยกันทั้งหมดจำนวน 18 สถานี และมีสายของการเดินทางตั้งแต่สถานีบางซื่อจนถึงสถานีหัวลำโพง โดยเส้นทางการเดินทางเป็นการเชื่อมการเดินทางของแต่ละสถานีเข้าด้วยกัน และที่สถานีใดๆจะมีรถไฟวิ่งในทั้งสองทิศทางเสมอ คือ ไปและกลับ ยกเว้นในกรณีของสถานีต้นทางและปลายทาง

โดยการใช้อัตราเร็วของยานพาหนะ ความถี่ของการปล่อยรถและระยะเวลาที่ใช้ในการรอคอยจะถูกควบบคุมให้เหมาะสมค่อนข้างแน่นอนและใกล้เคียงกันตลอดเส้นทาง โดยกำหนดให้อัตราเร็วเฉลี่ยของการเดินทางมีค่าประมาณ 35 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ระยะเวลาที่ใช้ในการรอคอยมีค่าประมาณไม่เกิน 5 นาที และมีช่วงเวลาการให้บริการคือ ตั้งแต่เวลา 06.00 น ถึง 24.00 น.

3.1.4 **รถโดยสารประจำทาง**

เป็นการจำลองพฤติกรรมการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทาง ที่ให้บริการโดยองค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพและบริษัทเอกชนที่ร่วมบริการ โดยเส้นทางการเดินทางของรถโดยสารประจำทางจะมีเส้นทางที่แน่นอน ซึ่งมีการแยกออกเป็นสายและมีหมายเลขประจำสาย ในส่วนของเส้นทางการเดินทางเป็นการเชื่อมการเดินทางของแต่ละป้ายรถโดยสารประจำทางเข้าด้วยกัน

โดยการใช้อัตราเร็วของยานพาหนะ ความถี่ของการปล่อยรถและระยะเวลาที่ใช้ในการรอคอย ซึ่งจะมีความไม่แน่นอนแตกต่างกันไปตามแต่ละช่วงเวลา โดยกำหนดให้อัตราเร็วเฉลี่ยของการเดินทางมีค่าประมาณ 20 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ระยะเวลาที่ใช้ในการรอคอยมีค่าประมาณไม่เกิน 10 นาที และมีช่วงเวลาการให้บริการคือ ตั้งแต่เวลา 05.00 น ถึง 24.00 น.

3.1.5 **เรือโดยสาร**

เป็นการจำลองพฤติกรรมการเดินทางด้วยเรือด่วนตามแม่น้ำเจ้าพระยา ที่ให้บริการโดยบริษัท เรือด่วนเจ้าพระยา จำกัด ซึ่งเป็นการเดินทางด้วยเรือโดยสารเลียบไปตามสองฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยาและผ่านท่าเรือที่สำคัญๆ ในส่วนของเส้นทางการเดินทางเป็นการเชื่อมการเดินทางของแต่ละท่าเรือเข้าด้วยกัน

โดยการใช้อัตราเร็วของยานพาหนะ ความถี่ของการปล่อยรถและระยะเวลาที่ใช้ในการรอคอย ซึ่งจะมีความไม่แน่นอนแตกต่างกันไปตามแต่ละช่วงเวลา โดยกำหนดให้อัตราเร็วเฉลี่ยของการเดินทางมีค่าประมาณ 30 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ระยะเวลาที่ใช้ในการรอคอยมีค่าประมาณไม่เกิน 10 นาที และมีช่วงเวลาการให้บริการคือ ตั้งแต่เวลา 06.00 น ถึง 18.00 น.

3.1.6 เรือข้ามฟาก

เป็นการจำลองพฤติกรรมการเดินทางด้วยเรือที่ใช้ข้ามฟากระหว่างสองฝั่งของแม่น้ำเจ้าพระยา ที่ให้บริการโดยบริษัทเอกชน โดยกรมเจ้าท่ามีหน้าที่ในการดูแลเรื่องความปลอดภัย เรือด่วนเจ้าพระยา จำกัด ซึ่งเป็นการเดินทางด้วยเรือโดยสารระหว่างสองฝั่งของแม่น้ำเจ้าพระยาที่ผ่านท่าเรือที่สำคัญๆ ในส่วนของเส้นทางการเดินทางเป็นการเชื่อมการเดินทางของแต่ละท่าเรือเข้าด้วยกัน

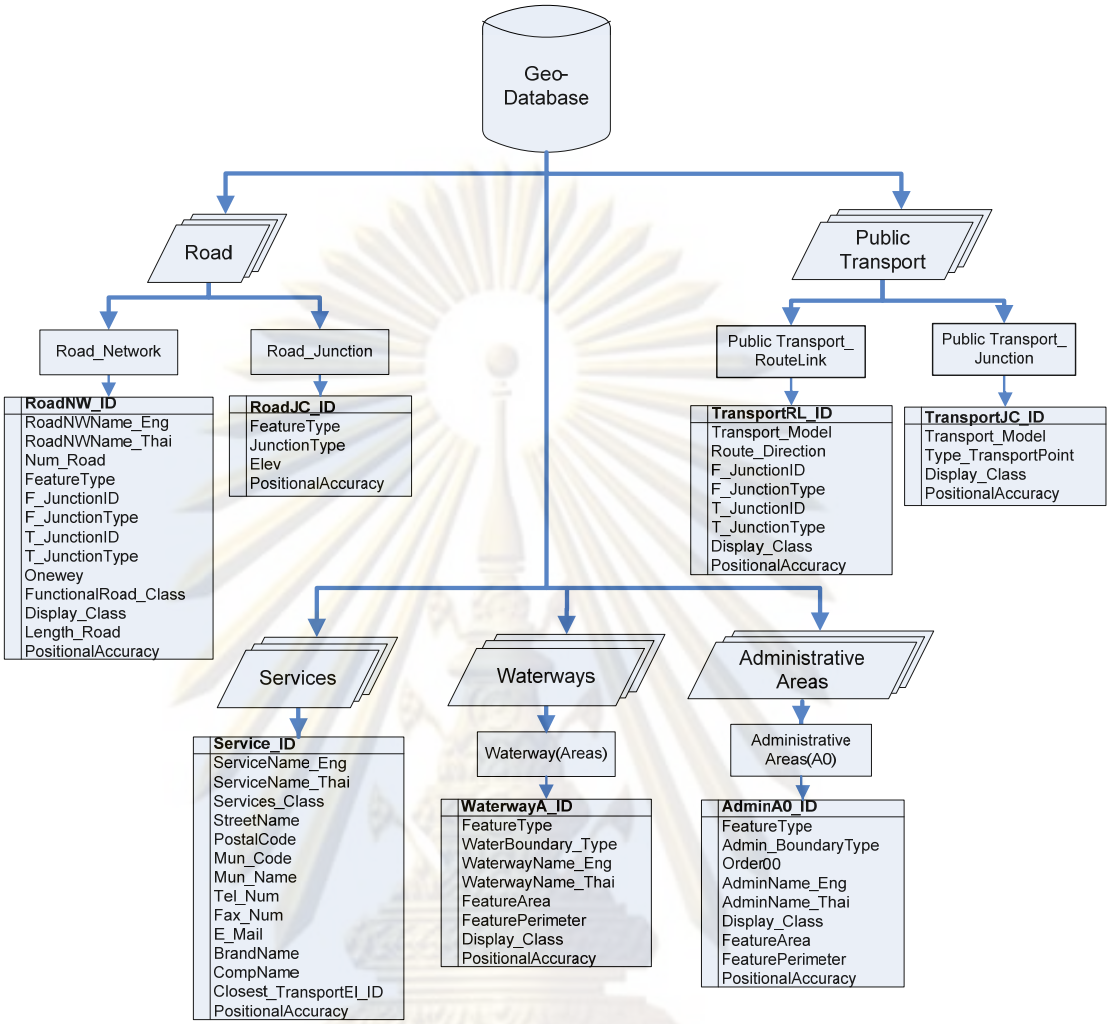
โดยการใช้อัตราเร็วของยานพาหนะ ความถี่ของการปล่อยรถและระยะเวลาที่ใช้ในการรอคอย ซึ่งจะมีความไม่แน่นอนแตกต่างกันไปตามแต่ละช่วงเวลา โดยกำหนดให้อัตราเร็วเฉลี่ยของการเดินทางมีค่าประมาณ 15 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ระยะเวลาที่ใช้ในการรอคอยมีค่าประมาณไม่เกิน 10 นาที และมีช่วงเวลาการให้บริการคือ ตั้งแต่เวลา 05.00 น ถึง 23.00 น.

3.2 การออกแบบแบบจำลองข้อมูลและโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูล

จากการศึกษาพฤติกรรมการเดินทางในระบบขนส่งมวลชน และการศึกษารูปแบบการจัดเก็บข้อมูลภูมิศาสตร์ ด้วยรูปแบบของ GDF (ตามที่ได้กล่าวมาแล้วใน 2.2.1) นั้น มีส่วนสำคัญอย่างมากในการจำแนกและแบ่งประเภทของข้อมูล อีกทั้งสามารถช่วยในการออกแบบและสร้างแบบจำลองข้อมูล (Data Model) ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้เป็นอย่างดี และสามารถออกแบบโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลได้ ดังแสดงในรูปที่ 3.1 ซึ่งสามารถแบ่งประเภทของข้อมูลภูมิศาสตร์ (Feature Catalogue) ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ตามการจัดเก็บข้อมูลภูมิศาสตร์ด้วยรูปแบบของ GDF (ISO 14825, 2004: 19) ได้ดังนี้

1. Road – ข้อมูลภูมิศาสตร์ของถนน
2. Public Transport – ข้อมูลเส้นทางการเดินในระบบขนส่งมวลชน
3. Services – ข้อมูลภูมิศาสตร์ของสถานที่หรือจุดสนใจต่างๆ
4. Waterway – ข้อมูลภูมิศาสตร์ของแหล่งน้ำ
5. Administrative Areas – ข้อมูลภูมิศาสตร์ของขอบเขตการปกครอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.1 แสดงโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูล ตามรูปแบบของ GDF

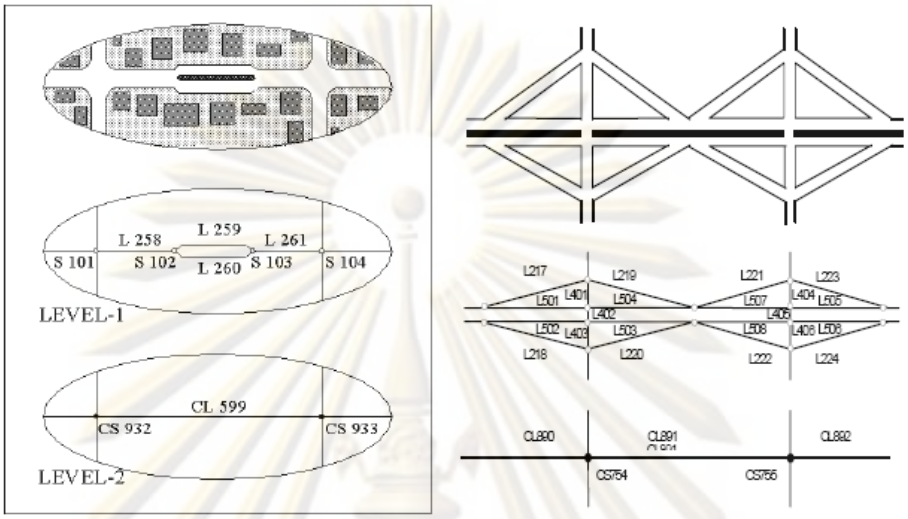
โดยจัดเก็บข้อมูลภูมิศาสตร์ ด้วยรูปแบบ GDF มีการแบ่งระดับการแสดงข้อมูลภูมิศาสตร์ออกเป็น 3 ระดับ (ISO 14825, 2004: 10) คือ

1. ระดับล่าง (Level 0) เป็นการใช้ the basic graphical building blocks ซึ่งจะประกอบด้วย Nodes (zero-dimensional), Edges (one-dimensional) และ Faces (two-dimensional)

2. ระดับกลาง (Level 1) เป็นการใช้ Simply features ซึ่งจะประกอบด้วย feature ต่างๆที่ไม่สามารถแบ่งแยกย่อยได้อีก ยกตัวอย่าง เช่น ในการแสดงของข้อมูลถนนใน Level 1 ได้แก่ Road Element, Junction

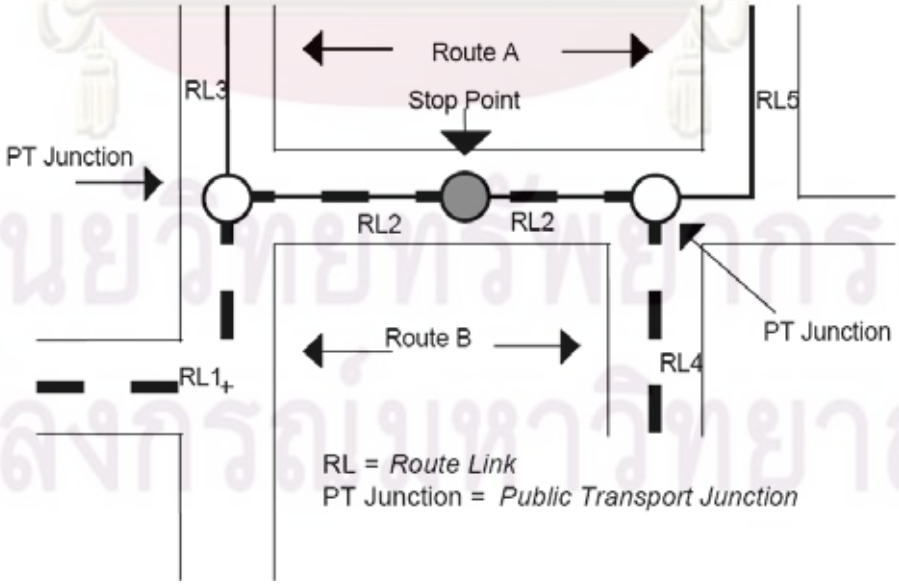
3. ระดับบน (Level 2) เป็นการใช้ Complex feature ซึ่งอาจเกิดจากการประกอบด้วย Simple Feature ต่างๆ หรือจาก complex feature ยกตัวอย่าง เช่น ในการแสดง

ของข้อมูลถนนใน Level 2 ของ Intersection อาจจะประกอบจาก Road Element หรือ Junction ของข้อมูลถนนใน Level 1



รูปที่ 3.2 แสดงการแบ่งระดับการแสดงข้อมูลภูมิศาสตร์ใน GDF ทั้ง 3 ระดับ (ISO 14825, 2004)

ซึ่งในการศึกษาวิจัยนี้ได้นำการจัดเก็บข้อมูลภูมิศาสตร์ ด้วยรูปแบบ GDF ในระดับกลาง (Level 1) มาใช้ในการสร้างแบบจำลองข้อมูลภูมิศาสตร์ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เนื่องจากเป็นระดับการแสดงข้อมูลที่มีความเหมาะสมต่อการจัดทำข้อมูล ซึ่งจะประกอบด้วย feature ต่างๆ ที่ไม่สามารถแบ่งแยกย่อยได้อีก ส่วนของแบบจำลองของการเดินทางในระบบขนส่งมวลชน ซึ่งจะมีรายละเอียดด้วยกันดังนี้

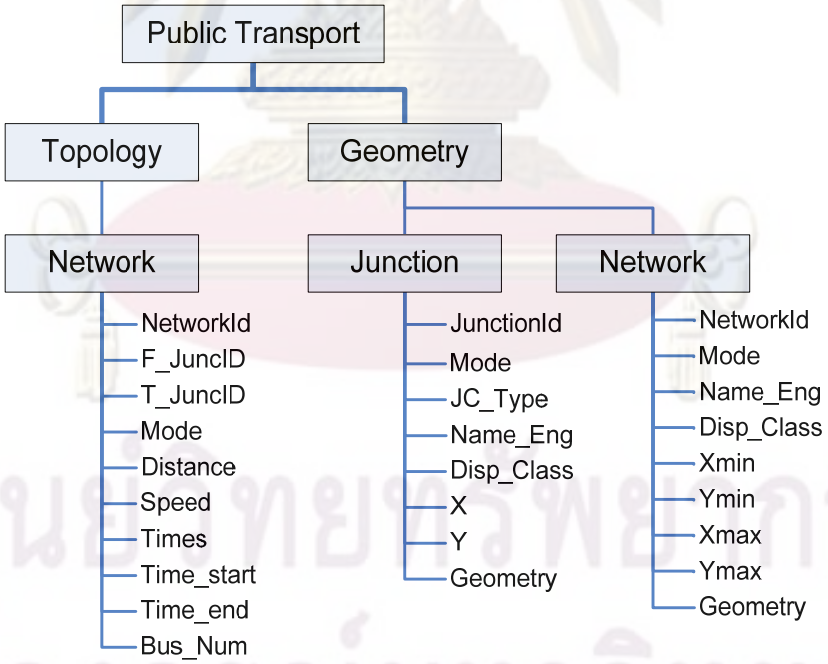


รูปที่ 3.3 แสดงแบบจำลองข้อมูลเส้นทางการเดินทางในระบบขนส่งมวลชน (ISO 14825, 2004)

โดยแต่ละเส้นทางการเดินทางในระบบขนส่งมวลชน (Route Link: RL) เป็นการแสดงการเชื่อมต่อการเดินทางจากจุดหนึ่งไปสู่อีกจุดหนึ่ง โดยใช้จุดเชื่อมต่อของระบบขนส่งมวลชน (Public Transport Junction: PT) ซึ่งการเดินทางเข้าสู่ระบบขนส่งมวลชนไม่ว่ารูปแบบใดๆก็ตามต้องมีการเข้าสู่ระบบโดยใช้จุดเข้าสู่ระบบ (Stop Point) โดยในที่นี้เป็นการแทนสถานี, ป้ายรถโดยสารประจำทางหรือท่าเรือ เป็นต้น

ดังนั้นการเดินทางจากที่หนึ่งไปสู่อีกที่หนึ่งจะต้องเริ่มเดินทางจากแบบจำลองข้อมูลภูมิศาสตร์ของถนนซึ่งต้องอาศัยการเดินทางด้วยเท้ามาสู่ระบบขนส่งมวลชนในรูปแบบต่างๆ โดยผ่านจุดเชื่อมต่อของระบบขนส่งมวลชนจากรูปแบบนั้นๆโดยผ่าน Process Link หรือ Transfer Link ตามแนวคิดที่ได้ศึกษา (ซึ่งได้กล่าวไว้ใน 2.4.1)

แต่จากการศึกษาและวิจัยได้ทำการรวมเอาแบบจำลองข้อมูลภูมิศาสตร์ของถนน เข้ากับแบบจำลองของข้อมูลการเดินทางในระบบขนส่งมวลชนเพื่อลดความซ้ำซ้อนของการจัดเก็บข้อมูลภูมิศาสตร์จากระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ สำหรับการวิเคราะห์หาเส้นทางที่เหมาะสมโดยใช้เวลาในการเดินทางน้อยที่สุด ซึ่งจะได้กล่าวถึงอีกครั้งในบทที่ 4 ต่อไป และมีรูปแบบของแบบจำลองข้อมูลที่ได้ออกแบบขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 แสดงแบบจำลองข้อมูลสำหรับระบบขนส่งมวลชนที่ออกแบบขึ้น

เริ่มต้นจากโครงข่ายของระบบขนส่งมวลชน (Public Transport) ซึ่งใช้แทนโครงข่ายของการเดินทางขนส่งในระบบขนส่งมวลชนทั้งหมด จากนั้นแยกการจำลองเป็นข้อมูลความสัมพันธ์

เชิงโครงข่าย (Topology) และข้อมูลเชิงเรขาคณิต (Geometry) โดยข้อมูลความสัมพันธ์เชิงโครงข่ายเป็นการระบุถึงความสัมพันธ์ของเส้นทางการเดินทางต่างๆในโครงข่าย โดยแต่ละเส้นทางการเดินทาง (Network) จะมีการอรรถาธิบายของข้อมูลดังนี้

- รหัสประจำตัวของเส้นทางการเดินทาง (NetworkId)
- รหัสประจำตัวจุดเชื่อมต่อต้นทางของเส้นทางการเดินทาง (F_JuncId)
- รหัสประจำตัวจุดเชื่อมต่อปลายทางของเส้นทางการเดินทาง (T_JuncId)
- รูปแบบการเดินทาง (Mode) ซึ่งจะแทนรูปแบบการเดินทางในระบบขนส่งมวลชนที่มีได้เพียงหนึ่งรูปแบบเท่านั้นของเส้นทางการเดินทาง
- ระยะทางของเส้นทางการเดินทาง (Distance)
- อัตราเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะ (Speed)
- ระยะเวลาที่ใช้ในการเดินของเส้นทางการเดินทาง (Times)
- เวลาเริ่มต้นให้บริการของรูปแบบการเดินทางในระบบขนส่งมวลชนนั้น (Time_Start)
- เวลาที่สิ้นสุดให้บริการของรูปแบบการเดินทางในระบบขนส่งมวลชนนั้น (Time_End)
- หมายเลขของสายรถโดยสารประจำทางที่ผ่านเส้นทางการเดินทาง (Bus_Num) ใช้ในกรณีที่เส้นทางการเดินทางเป็นรูปแบบการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางในระบบขนส่งมวลชน

โดยจากการออกแบบจำลองข้อมูล จึงนำมาจัดทำเป็นโครงสร้างข้อมูลที่จัดเก็บความสัมพันธ์เชิงโครงข่ายของเส้นทางการเดินทางในระบบขนส่งมวลชน ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงโครงสร้างข้อมูลที่จัดเก็บความสัมพันธ์เชิงโครงข่าย ของเส้นทางการเดินทางในระบบขนส่งมวลชน

ชื่อรายการ	ชนิดข้อมูล	คุณลักษณะ
NetworkId	Integer	เลขจำนวนเต็มแสดงรหัสประจำตัวของเส้นทางการเดินทาง
F_JuncId	Integer	เลขจำนวนเต็มแสดงรหัสประจำตัวจุดเชื่อมต่อต้นทางของเส้นทางการเดินทาง
T_JuncId	Integer	เลขจำนวนเต็มแสดงรหัสประจำตัวจุดเชื่อมต่อปลายทางของเส้นทางการเดินทาง
Mode	Character(30)	ตัวอักษรแทนรูปแบบการเดินทาง ซึ่งประกอบด้วย 1. BTS – รถไฟฟ้าบีทีเอส

ตารางที่ 3.1 แสดงโครงสร้างข้อมูลที่จัดเก็บความสัมพันธ์เชิงโครงข่าย ของเส้นทางการเดินทางในระบบขนส่งมวลชน (ต่อ)

ชื่อรายการ	ชนิดข้อมูล	คุณลักษณะ
		2. MRT – รถไฟฟ้ามหานคร 3. Bus – รถโดยสารประจำทาง 4. Boat – เรือโดยสาร 5. Ferry – เรือข้ามฟาก 6. Walk – การเดินทางด้วยเท้า 7. Station2Station – การเดินทางด้วยเท้าระหว่างสถานีรถไฟฟ้าบีทีเอส และสถานีรถไฟฟ้ามหานคร 8. Street2Station – การเดินทางด้วยเท้าจากถนนไปสู่สถานีรถไฟฟ้าบีทีเอส หรือสถานีรถไฟฟ้ามหานคร 9. Street2Busstop – การเดินทางด้วยเท้าจากถนนไปสู่ป้ายรถโดยสารประจำทาง 10. Street2Pier –การเดินทางด้วยเท้าจากถนนไปสู่ท่าเรือ
Distance	Integer	เลขจำนวนเต็มแสดงระยะทางของเส้นทางการเดินทาง (หน่วยเป็นเมตร)
Speed	Integer	เลขจำนวนเต็มแสดงอัตราเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะที่ผ่านเส้นทางการเดินทาง(หน่วยเป็นกิโลเมตรต่อชั่วโมง)
Times	Integer	เลขจำนวนเต็มแสดงระยะเวลาที่ใช้ในการเดินของยานพาหนะที่ผ่านเส้นทางการเดินทาง (หน่วยเป็นวินาที)
Time_Start	Character(10)	ตัวอักษรแทนเวลาเริ่มต้นให้บริการของรูปแบบการเดินทางในระบบขนส่งมวลชน
Time_End	Character(10)	ตัวอักษรแทนเวลาที่สิ้นสุดให้บริการของรูปแบบการเดินทางในระบบขนส่งมวลชน
Bus_Num	Character(100)	ตัวอักษรแสดงหมายเลขของสายรถโดยสารประจำทางที่ผ่านเส้นทางการเดินทางนั้น

ส่วนข้อมูลเรขาคณิตแบ่งออกเป็นข้อมูลเรขาคณิตของจุดเชื่อมต่อเส้นทางการเดินทาง (Junction) และข้อมูลเรขาคณิตของเส้นทางการเดินทาง (Network) โดยข้อมูลเรขาคณิตของจุดเชื่อมต่อเส้นทางการเดินทาง (Junction) จะมีการอรรถาธิบายของข้อมูลดังนี้

- รหัสประจำตัวของจุดเชื่อมต่อเส้นทางการเดินทาง (JunctionId)
- รูปแบบการเดินทาง (Mode) ซึ่งจะแทนรูปแบบการเดินทางในระบบขนส่งมวลชนที่มีได้เพียงหนึ่งรูปแบบเท่านั้นของเส้นทางการเดินทาง
- ประเภทหรือชนิดของจุดเชื่อมต่อเส้นทางการเดินทาง (JC_Type)
- ชื่อของจุดเชื่อมต่อเส้นทางการเดินทาง (Name_Eng)
- รหัสของระดับการแสดงข้อมูล (Disp_Class)
- ค่าพิกัดแนวแกน X ของตำแหน่งจุดเชื่อมต่อเส้นทางการเดินทาง (X)
- ค่าพิกัดแนวแกน Y ของตำแหน่งจุดเชื่อมต่อเส้นทางการเดินทาง (Y)
- ค่าพิกัดของตำแหน่งจุดเชื่อมต่อเส้นทางการเดินทาง (Geometry)

ซึ่งมีการจัดทำโครงสร้างข้อมูลที่จัดเก็บความสัมพันธ์เชิงเรขาคณิตของจุดเชื่อมต่อเส้นทางการเดินทางในระบบขนส่งมวลชน ดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงโครงสร้างข้อมูลที่จัดเก็บความสัมพันธ์เชิงเรขาคณิต ของจุดเชื่อมต่อเส้นทางการเดินทางในระบบขนส่งมวลชน

ชื่อรายการ	ชนิดข้อมูล	คุณลักษณะ
JunctionId	Integer	เลขจำนวนเต็มแสดงรหัสประจำตัวของจุดเชื่อมต่อเส้นทางการเดินทาง
Mode	Character(30)	ตัวอักษรแทนรูปแบบการเดินทาง ซึ่งประกอบด้วย 1. BTS – รถไฟฟ้าบีทีเอส 2. MRT – รถไฟฟ้ามหานคร 3. Bus – รถโดยสารประจำทาง 4. Boat&Ferry – เรือโดยสาร 5. Walk – การเดินทางด้วยเท้า
JC_Type	Character(30)	ตัวอักษรแทนประเภทหรือชนิดของจุดเชื่อมต่อเส้นทางการเดินทาง ซึ่งประกอบด้วย 1. BTS Station – สถานีรถไฟฟ้าบีทีเอส 2. MRT Station – สถานีรถไฟฟ้ามหานคร

ตารางที่ 3.2 แสดงโครงสร้างข้อมูลที่จัดเก็บความสัมพันธ์เชิงเรขาคณิต ของจุดเชื่อมต่อเส้นทางการเดินทางในระบบขนส่งมวลชน (ต่อ)

ชื่อรายการ	ชนิดข้อมูล	คุณลักษณะ
		3. Bus Stop – ป้ายรถโดยสารประจำทาง 4. Bus Junction – จุดเชื่อมต่อเส้นทางการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทาง 5. Pier – ท่าเรือ 6. Road Junction – จุดเชื่อมต่อของเส้นถนน
Name_Eng	Character(100)	ตัวอักษรแสดงชื่อของจุดเชื่อมต่อเส้นทางการเดินทาง
Disp_Class	Integer	เลขจำนวนเต็มแทนรหัสของระดับการแสดงข้อมูล ซึ่งประกอบด้วย 1. 0 – ไม่แสดงข้อมูล 2. 1 – ระดับการแสดงข้อมูลระดับที่ 1 (มากที่สุด) 3. 2 – ระดับการแสดงข้อมูลระดับที่ 2 4. 4 – ระดับการแสดงข้อมูลระดับที่ 4 5. 5 – ระดับการแสดงข้อมูลระดับที่ 5 6. 6 – ระดับการแสดงข้อมูลระดับที่ 6 7. 7 – ระดับการแสดงข้อมูลระดับที่ 7 8. 8 – ระดับการแสดงข้อมูลระดับที่ 8 (น้อยที่สุด)
X	Integer	เลขจำนวนเต็มแสดงค่าพิกัดแนวแกน X ของตำแหน่งจุดเชื่อมต่อเส้นทางการเดินทาง
Y	Integer	เลขจำนวนเต็มแสดงค่าพิกัดแนวแกน Y ของตำแหน่งจุดเชื่อมต่อเส้นทางการเดินทาง
Geometry	Character(100)	เลขจำนวนเต็มแสดงค่าพิกัดของตำแหน่งจุดเชื่อมต่อเส้นทางการเดินทาง

และของเส้นทางการเดินทาง (Network) จะมีการอรรถาธิบายของข้อมูลดังนี้

- รหัสประจำตัวของเส้นทางการเดินทาง (NetworkId)
- รูปแบบการเดินทาง (Mode)
- ชื่อของเส้นทางการเดินทาง (Name_Eng)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- รหัสของระดับการแสดงข้อมูล (Disp_Class)
- ค่าพิกัดต่ำสุดแนวแกน X ของตำแหน่งขอบเขตเส้นทางการเดินทาง (Xmin)
- ค่าพิกัดต่ำสุดแนวแกน Y ของตำแหน่งขอบเขตเส้นทางการเดินทาง (Ymin)
- ค่าพิกัดสูงสุดแนวแกน X ของตำแหน่งขอบเขตเส้นทางการเดินทาง (Xmax)
- ค่าพิกัดสูงสุดแนวแกน Y ของตำแหน่งขอบเขตเส้นทางการเดินทาง (Ymax)
- ค่าพิกัดของเส้นทางการเดินทาง (Geometry)

และมีการจัดทำโครงสร้างข้อมูลที่จัดเก็บความสัมพันธ์เชิงเรขาคณิตของเส้นทางการเดินทางในระบบขนส่งมวลชน ดังแสดงในตารางที่ 3.3

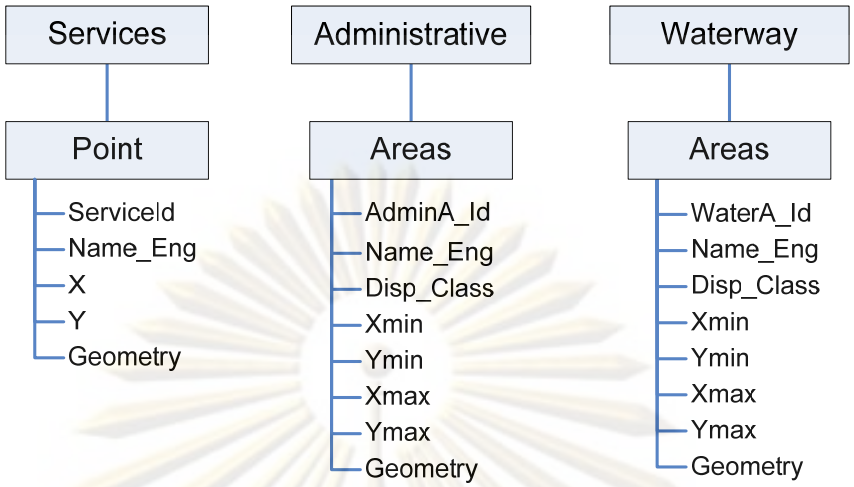
ตารางที่ 3.3 แสดงโครงสร้างข้อมูลที่จัดเก็บความสัมพันธ์เชิงเรขาคณิต ของเส้นทางการเดินทางในระบบขนส่งมวลชน

ชื่อรายการ	ชนิดข้อมูล	คุณลักษณะ
NetworkId	Integer	เลขจำนวนเต็มแสดงรหัสประจำตัวของเส้นทางการเดินทาง
Mode	Character(30)	ตัวอักษรแทนรูปแบบการเดินทาง ซึ่งประกอบด้วย 1. BTS – รถไฟฟ้าบีทีเอส 2. MRT – รถไฟฟ้ามหานคร 3. Bus – รถโดยสารประจำทาง 4. Boat – เรือโดยสาร 5. Ferry – เรือข้ามฟาก 6. Walk – การเดินทางด้วยเท้า 7. Station2Station – การเดินทางด้วยเท้าระหว่างสถานีรถไฟฟ้าบีทีเอสและสถานีรถไฟฟ้ามหานคร 8. Street2Station – การเดินทางด้วยเท้าจากถนนไปสู่สถานีรถไฟฟ้าบีทีเอสหรือสถานีรถไฟฟ้ามหานคร 9. Street2Busstop – การเดินทางด้วยเท้าจากถนนไปสู่ป้ายรถโดยสารประจำทาง 10. Street2Pier –การเดินทางด้วยเท้าจากถนนไปสู่ท่าเรือ
Name_Eng	Character(100)	ตัวอักษรแสดงชื่อของจุดเชื่อมต่อเส้นทางการเดินทาง

ตารางที่ 3.3 แสดงโครงสร้างข้อมูลที่จัดเก็บความสัมพันธ์เชิงเรขาคณิต ของเส้นทางการเดินทางในระบบขนส่งมวลชน (ต่อ)

ชื่อรายการ	ชนิดข้อมูล	คุณลักษณะ
Disp_Class	Integer	เลขจำนวนเต็มแทนรหัสของระดับการแสดงข้อมูล ซึ่งประกอบด้วย 1. 0 – ไม่แสดงข้อมูล 2. 1 – ระดับการแสดงข้อมูลระดับที่ 1 (มากที่สุด) 3. 2 – ระดับการแสดงข้อมูลระดับที่ 2 4. 4 – ระดับการแสดงข้อมูลระดับที่ 4 5. 5 – ระดับการแสดงข้อมูลระดับที่ 5 6. 6 – ระดับการแสดงข้อมูลระดับที่ 6 7. 7 – ระดับการแสดงข้อมูลระดับที่ 7 8. 8 – ระดับการแสดงข้อมูลระดับที่ 8 (น้อยที่สุด)
Xmin	Integer	เลขจำนวนเต็มแสดงค่าพิกัดต่ำสุดแนวแกน X ของตำแหน่งขอบเขตเส้นทางการเดินทาง
Ymin	Integer	เลขจำนวนเต็มแสดงค่าพิกัดต่ำสุดแนวแกน Y ของตำแหน่งขอบเขตเส้นทางการเดินทาง
Xmax	Integer	เลขจำนวนเต็มแสดงค่าพิกัดสูงสุดแนวแกน X ของตำแหน่งขอบเขตเส้นทางการเดินทาง
Ymax	Integer	เลขจำนวนเต็มแสดงค่าพิกัดสูงสุดแนวแกน Y ของตำแหน่งขอบเขตเส้นทางการเดินทาง
Geometry	Character(100)	เลขจำนวนเต็มแสดงค่าพิกัดของตำแหน่งจุดเชื่อมต่อเส้นทางการเดินทาง

นอกจากนี้ยังได้มีการออกแบบจำลองข้อมูลและโครงสร้างข้อมูลภูมิศาสตร์อื่นๆ เพื่อใช้สำหรับการแสดงแผนที่ในระบบแนะนำเส้นทางให้มีความสมบูรณ์ได้ยิ่งขึ้น แต่ไม่ได้นำมาใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณาเส้นทางการเดินทาง ซึ่งมีประเภทของข้อมูลภูมิศาสตร์ที่ใช้ในระบบดังกล่าวด้วยกัน 3 ประเภท โดยมีรูปแบบของแบบจำลองข้อมูลที่ได้ออกแบบขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 แสดงแบบจำลองข้อมูลสำหรับประกอบระบบแนะนำเส้นทางที่ออกแบบขึ้น

จากการออกแบบจำลองข้อมูล จึงนำมาจัดทำเป็นโครงสร้างข้อมูลของระบบได้ดังนี้

1. โครงสร้างข้อมูลที่จัดเก็บความสัมพันธ์เชิงเรขาคณิตของสถานที่หรือจุดสนใจต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 แสดงโครงสร้างข้อมูลที่จัดเก็บความสัมพันธ์เชิงเรขาคณิตของสถานที่หรือจุดสนใจต่างๆ

ชื่อรายการ	ชนิดข้อมูล	คุณลักษณะ
ServiceId	Integer	เลขจำนวนเต็มแสดงรหัสประจำตัวของสถานที่หรือจุดสนใจต่างๆ
Name_Eng	Character(100)	ตัวอักษรแสดงชื่อของสถานที่หรือจุดสนใจต่างๆ
X	Integer	เลขจำนวนเต็มแสดงค่าพิกัดแนวแกน X ของตำแหน่งสถานที่หรือจุดสนใจต่างๆ
Y	Integer	เลขจำนวนเต็มแสดงค่าพิกัดแนวแกน Y ของตำแหน่งสถานที่หรือจุดสนใจต่างๆ
Geometry	Character(100)	เลขจำนวนเต็มแสดงค่าพิกัดของตำแหน่งสถานที่หรือจุดสนใจต่างๆ

2. โครงสร้างข้อมูลที่จัดเก็บความสัมพันธ์เชิงเรขาคณิตของแหล่งน้ำ ดังแสดงในตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 แสดงโครงสร้างข้อมูลที่จัดเก็บความสัมพันธ์เชิงเรขาคณิตของแหล่งน้ำ

ชื่อรายการ	ชนิดข้อมูล	คุณลักษณะ
AdminA_Id	Integer	เลขจำนวนเต็มแสดงรหัสประจำตัวของแหล่งน้ำ
Name_Eng	Character(100)	ตัวอักษรแสดงชื่อของแหล่งน้ำ
Disp_Class	Integer	เลขจำนวนเต็มแทนรหัสของระดับการแสดงข้อมูล ซึ่งประกอบด้วย 1. 0 – ไม่แสดงข้อมูล 2. 1 – ระดับการแสดงข้อมูลระดับที่ 1 (มากที่สุด) 3. 2 – ระดับการแสดงข้อมูลระดับที่ 2 4. 4 – ระดับการแสดงข้อมูลระดับที่ 4 5. 5 – ระดับการแสดงข้อมูลระดับที่ 5 6. 6 – ระดับการแสดงข้อมูลระดับที่ 6 7. 7 – ระดับการแสดงข้อมูลระดับที่ 7 8. 8 – ระดับการแสดงข้อมูลระดับที่ 8 (น้อยที่สุด)
Xmin	Integer	เลขจำนวนเต็มแสดงค่าพิกัดต่ำสุดแนวแกน X ของตำแหน่งขอบเขตแหล่งน้ำ
Ymin	Integer	เลขจำนวนเต็มแสดงค่าพิกัดต่ำสุดแนวแกน Y ของตำแหน่งขอบเขตแหล่งน้ำ
Xmax	Integer	เลขจำนวนเต็มแสดงค่าพิกัดสูงสุดแนวแกน X ของตำแหน่งขอบเขตแหล่งน้ำ
Ymax	Integer	เลขจำนวนเต็มแสดงค่าพิกัดสูงสุดแนวแกน Y ของตำแหน่งขอบเขตแหล่งน้ำ
Geometry	Character(100)	เลขจำนวนเต็มแสดงค่าพิกัดของตำแหน่งแหล่งน้ำ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. โครงสร้างข้อมูลที่จัดเก็บความสัมพันธ์เชิงเรขาคณิตของขอบเขตการปกครอง ดังแสดงในตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 แสดงโครงสร้างข้อมูลที่จัดเก็บความสัมพันธ์เชิงเรขาคณิตของขอบเขตการปกครอง

ชื่อรายการ	ชนิดข้อมูล	คุณลักษณะ
AdminA_Id	Integer	เลขจำนวนเต็มแสดงรหัสประจำตัวของขอบเขตการปกครอง
Name_Eng	Character(100)	ตัวอักษรแสดงชื่อของขอบเขตการปกครอง
Disp_Class	Integer	เลขจำนวนเต็มแทนรหัสของระดับการแสดงข้อมูล ซึ่งประกอบด้วย 1. 0 – ไม่แสดงข้อมูล 2. 1 – ระดับการแสดงข้อมูลระดับที่ 1 (มากที่สุด) 3. 2 – ระดับการแสดงข้อมูลระดับที่ 2 4. 4 – ระดับการแสดงข้อมูลระดับที่ 4 5. 5 – ระดับการแสดงข้อมูลระดับที่ 5 6. 6 – ระดับการแสดงข้อมูลระดับที่ 6 7. 7 – ระดับการแสดงข้อมูลระดับที่ 7 8. 8 – ระดับการแสดงข้อมูลระดับที่ 8 (น้อยที่สุด)
Xmin	Integer	เลขจำนวนเต็มแสดงค่าพิกัดต่ำสุดแนวแกน X ของตำแหน่งขอบเขตการปกครอง
Ymin	Integer	เลขจำนวนเต็มแสดงค่าพิกัดต่ำสุดแนวแกน Y ของตำแหน่งขอบเขตการปกครอง
Xmax	Integer	เลขจำนวนเต็มแสดงค่าพิกัดสูงสุดแนวแกน X ของตำแหน่งขอบเขตการปกครอง
Ymax	Integer	เลขจำนวนเต็มแสดงค่าพิกัดสูงสุดแนวแกน Y ของตำแหน่งขอบเขตการปกครอง
Geometry	Character(100)	เลขจำนวนเต็มแสดงค่าพิกัดของตำแหน่งขอบเขตการปกครอง

3.3 การจัดเตรียมข้อมูลภูมิศาสตร์สำหรับระบบขนส่งมวลชน

3.3.1 ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยนี้ได้อาศัยข้อมูลพื้นฐานทางด้านเส้นทางคมนาคมขนส่งที่ได้มีการจัดทำไว้บ้างแล้ว โดยหน่วยงานต่างๆที่รับผิดชอบ มาพัฒนาและปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมกับงานวิจัย โดยมีข้อมูลในระบบขนส่งมวลชนที่จำเป็นมีดังนี้

1. ข้อมูลเส้นทางถนน
2. ข้อมูลเส้นทางเดินรถไฟฟ้าบีทีเอสและตำแหน่งของสถานีรถไฟฟ้าบีทีเอส
3. ข้อมูลเส้นทางเดินรถไฟฟ้ามหานครและตำแหน่งของสถานีรถไฟฟ้ามหานคร
4. ข้อมูลเส้นทางเดินรถโดยสารประจำทางและตำแหน่งของป้ายรถโดยสารประจำทาง
5. ข้อมูลเส้นทางเดินเรือโดยสาร,เรือข้ามฟากและตำแหน่งของท่าเรือ

ส่วนข้อมูลอรรถาธิบายจะมีการบันทึกข้อมูล ตามโครงสร้างข้อมูลที่ได้ทำการออกแบบไว้ และเมื่อมีการจัดทำข้อมูลเสร็จแล้ว ข้อมูลในระบบขนส่วนมวลชนในแต่ละรูปแบบต่างๆจะถูกรวบรวมภายใต้ข้อมูลโครงข่ายเส้นทางการเดินทางในระบบขนส่งมวลชน ด้วยการจัดการในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ขึ้น

ส่วนข้อมูลภูมิศาสตร์อื่นๆ ที่ใช้สำหรับการแสดงแผนที่ในระบบแนะนำเส้นทางให้มีความสมบูรณ์ได้ยิ่งขึ้นนั้น มีข้อมูลภูมิศาสตร์ด้วยกัน 3 ประเภทดังนี้

1. ข้อมูลขอบเขตการปกครองของกรุงเทพมหานคร
2. ข้อมูลแหล่งน้ำ(แม่น้ำเจ้าพระยา)ของกรุงเทพมหานคร
3. ข้อมูลสถานที่หรือจุดสนใจต่างๆ ในกรุงเทพมหานคร

3.3.2 การจัดทำและปรับปรุงข้อมูล

จากการศึกษาพบว่าข้อมูลพื้นฐานทางด้านเส้นทางคมนาคมขนส่งที่ได้มีการจัดทำไว้บ้างแล้ว เป็นเพียงการจัดทำเพื่อวัตถุประสงค์ด้านสารสนเทศทั่วๆไป เช่น ใช้ในการแสดงของแผนที่สอบถามหรือค้นหาตำแหน่ง เป็นต้น ซึ่งไม่ได้มีแนวคิดในการจัดทำข้อมูล ให้สามารถวิเคราะห์ทางโครงข่ายในการคำนวณหาเส้นทางการเดินทางที่ใช้เวลาน้อยที่สุด ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงเป็นต้องมีการจัดการเพื่อปรับปรุง และแก้ไขข้อมูลให้เหมาะสมต่อการนำไปใช้ในการประมวลผลวิเคราะห์โครงข่ายได้ต่อไป โดยข้อมูลโครงข่ายการเดินทางในระบบขนส่งมวลชนจึงควรมีคุณสมบัติหรือคุณลักษณะดังนี้

1. ข้อมูลโครงข่ายการเดินทางในระบบขนส่งมวลชนของเส้นทางการเดินทางต้องมีการระบุความสัมพันธ์เชิงโครงข่าย (Topology) ที่สอดคล้องกับจุดเชื่อมต่อการเดินทาง เช่น ข้อมูลโครงข่ายการเดินทางของเส้นทางการเดินทาง ต้องประกอบด้วยจุดเชื่อมต่อต้นทางของเส้นทางการเดินทาง (F_Junction) และจุดเชื่อมต่อปลายทางของเส้นทางการเดินทาง (T_Junction) เสมอ

2. รหัสประจำของเส้นทางการเดินทางในข้อมูลโครงข่ายการเดินทาง ต้องมีเลขหมายที่ไม่ซ้ำกัน เพื่อความเป็นเอกลักษณ์และสามารถแยกแยะได้

3. รหัสประจำของจุดเชื่อมต่อของเส้นทางการเดินทางในข้อมูลโครงข่ายการเดินทาง ต้องมีเลขหมายที่ไม่ซ้ำกัน เพื่อความเป็นเอกลักษณ์และสามารถแยกแยะได้

4. แต่ละช่วงของเส้นทางการเดินทางจากข้อมูลโครงข่ายการเดินทางในระบบขนส่งมวลชนนั้น จะแทนรูปแบบการเดินทางได้เฉพาะเพียงรูปแบบเดียวเท่านั้น

5. ความสัมพันธ์ของข้อมูลโครงข่ายการเดินทางในระบบขนส่งมวลชน ต้องมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงถึงกันหมด (Connected Graphs) และต้องไม่เกิดการขาดความสัมพันธ์หรือไม่เชื่อมต่อกัน (Disconnected Graphs) เกิดขึ้น ไม่ว่าจะในเฉพาะรูปแบบการเดินใดรูปแบบหนึ่ง หรือแม้แต่ระหว่างรูปแบบการเดินหนึ่งไปยังอีกรูปแบบการเดินหนึ่ง

6. ณ ตำแหน่งเดียวกันของจุดเชื่อมต่อของเส้นทางการเดินทางใดๆ ในข้อมูลโครงข่ายการเดินทางในระบบขนส่งมวลชน จะต้องมีจุดเชื่อมต่อของเส้นทางการเดินทางเพียงจุดเดียวเท่านั้น และต้องไม่เกิดความซ้ำซ้อนกันเกิดขึ้น

โดยการจัดการ ปรับปรุงและแก้ไขสำหรับข้อมูลโครงข่ายการเดินทางในระบบขนส่งมวลชนนั้น ซึ่งเป็นการจัดการในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการทำงานครั้งนี้ คือ โปรแกรม ArcGIS 9.2 ซึ่งมีความสามารถในการจัดการข้อมูลภูมิศาสตร์ทั้งในเชิงตำแหน่งหรือเรขาคณิต และเชิงโครงข่ายได้เป็นอย่างดี และการจัดเก็บข้อมูลดังกล่าวจะถูกจัดเก็บให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูล Shape files โดยการจัดเตรียมและปรับปรุงข้อมูลโครงข่ายสำหรับการเดินทางในระบบขนส่งมวลชน ตามที่ได้ออกแบบไว้ตามแบบจำลองข้อมูลและโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลเพื่อให้เกิดความสอดคล้องตามทฤษฎีของการวิเคราะห์โครงข่าย (ตามที่ได้กล่าวมาแล้วไว้ใน 2.4.2) ซึ่งมีรายละเอียดในการทำงานดังนี้

1. ปรับปรุงและแก้ไขข้อมูลเชิงเรขาคณิตของชั้นข้อมูลที่มีอยู่แล้ว

- ทำการตรวจสอบการเชื่อมต่อกันของข้อมูลโครงข่ายในแต่ละรูปแบบการเดินทาง โดยอาศัยเครื่องมือที่มีอยู่แล้วจากโปรแกรม ArcGIS 9.2 แล้วจึงทำการแก้ไขให้ข้อมูลมีถูกต้องยิ่งขึ้น

- ทำการตัดแยกเส้น ในกรณีที่เส้นทางต้องตัดกัน ณ จุดทางแยก ภายในของแต่ละชั้นข้อมูลนั้นเอง เช่น เส้นทางถนน หรือเส้นทางเดินรถโดยสารประจำทาง เป็นต้น

- ทำการตัดแยกเส้น ในกรณีที่เส้นทางต้องแบ่งออกเป็นส่วนย่อยๆ เพื่อทำหน้าที่ในการเชื่อมระหว่างป้าย หรือสถานี หรือท่าเรือเข้าด้วยกัน ภายในของแต่ละชั้นข้อมูลนั้นเอง พร้อมกันนี้จึงได้มีการจัดทำข้อมูลภูมิศาสตร์ในส่วนของป้าย สถานี และท่าเรือขึ้นด้วย

- ทำการ Generalization ในแต่ละชั้นข้อมูล เพื่อลดรายละเอียดของการจัดเก็บข้อมูลเชิงเรขาคณิตลง โดยอาศัยเครื่องมือที่มีอยู่แล้วจากโปรแกรม ArcGIS 9.2

2. จัดทำเส้นเชื่อมการเดิน ระหว่างข้อมูลโครงข่ายในแต่ละรูปแบบการเดินทาง เพื่อใช้แทนการเดินทางด้วยเท้า ในการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางหนึ่งไปสู่อีกรูปแบบหนึ่ง โดยเป็นสร้างเส้นเชื่อมจากป้าย หรือสถานี หรือท่าเรือนั้นเอง

3. รวบรวมข้อมูลเชิงเรขาคณิตของชั้นข้อมูลที่มีอยู่แล้ว และเส้นเชื่อมการเดินเข้าไว้ด้วยกัน

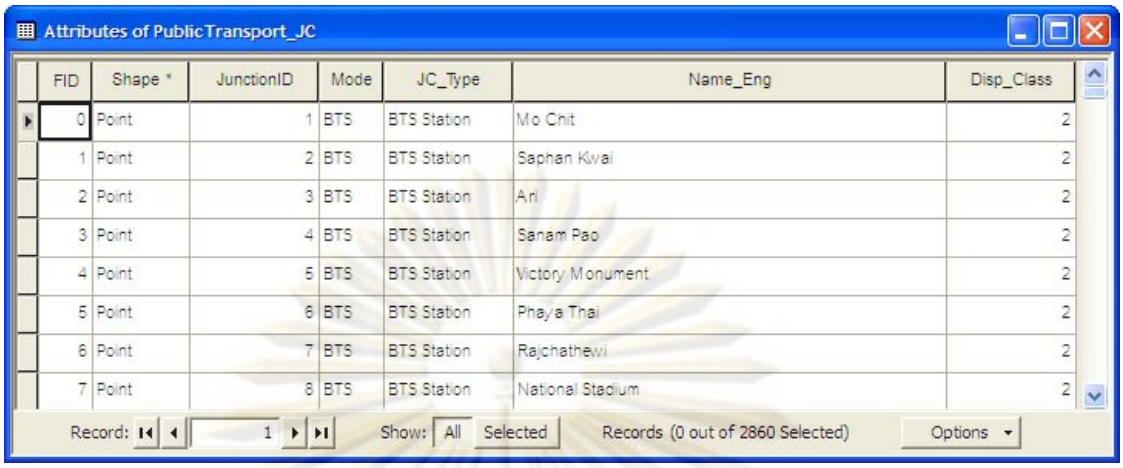
- ทำการรวมข้อมูลแต่ละชั้นข้อมูลเข้าไว้ด้วยกัน ด้วยวิธีการ Merge โดยอาศัยเครื่องมือที่มีอยู่แล้วจากโปรแกรม ArcGIS 9.2

- ทำการแปลงจากข้อมูล Shape files เป็นข้อมูล Coverage แล้วทำการแปลงกลับเป็นข้อมูล Shape files อีกครั้ง แต่เลือกใช้ข้อมูลในส่วนของ arc เท่านั้นซึ่งจะนำไปใช้เป็นข้อมูลของเส้นทางการเดินทางในข้อมูลโครงข่ายการเดินทางนั้นเอง และจะได้ข้อมูลในส่วนของ node ออกมาด้วย ซึ่งจะนำไปใช้เป็นข้อมูลจุดเชื่อมต่อของเส้นทางการเดินทางในข้อมูลโครงข่ายการเดินทางต่อไป

4. ปรับปรุงและแก้ไขข้อมูลเชิงบรรยายหรืออรรถาธิบายของข้อมูลโครงข่ายการเดินทางทั้งในส่วนของจุดเชื่อมต่อของเส้นทางการเดินทาง และเส้นทางการเดินทาง

- ทำการบันทึกข้อมูลของจุดเชื่อมต่อของเส้นทางการเดินทาง ซึ่งมีรายการดังนี้ คือ รหัสประจำตัวของจุดเชื่อมต่อเส้นทางการเดินทาง (JunctionId), รูปแบบการเดินทาง (Mode), ประเภทหรือชนิดของจุดเชื่อมต่อเส้นทางการเดินทาง (JC_Type), ชื่อของจุดเชื่อมต่อเส้นทางการเดินทาง (Name_Eng) และรหัสของระดับการแสดงข้อมูล (Disp_Class) ดังแสดงในรูปที่ 3.6

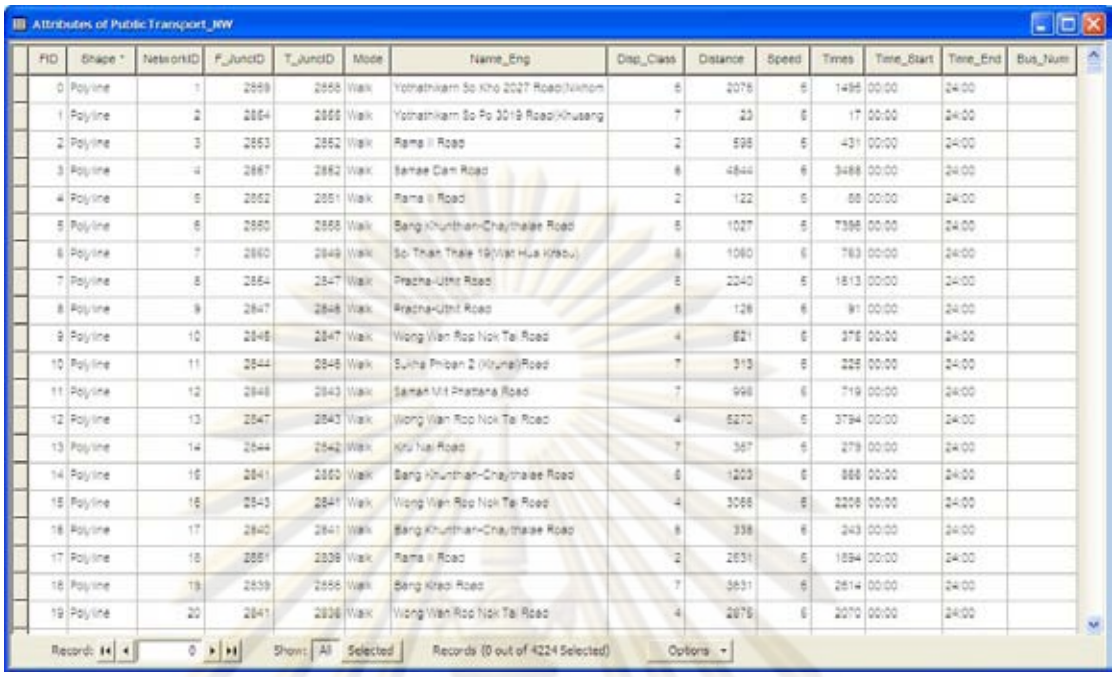
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.6 แสดงตัวอย่างข้อมูลจุดเชื่อมต่อของเส้นทางการเดินทางในระบบขนส่งมวลชน

- ทำการบันทึกข้อมูลของจุดเชื่อมต่อของเส้นทางการเดินทาง ซึ่งมีรายการดังนี้ คือ รหัสประจำตัวของเส้นทางการเดินทาง (NetworkId), รหัสประจำตัวจุดเชื่อมต่อต้นทางของเส้นทางการเดินทาง (F_JuncId), รหัสประจำตัวจุดเชื่อมต่อปลายทางของเส้นทางการเดินทาง (T_JuncId), รูปแบบการเดินทาง (Mode),ชื่อของเส้นทางการเดินทาง (Name_Eng), รหัสของระดับการแสดงข้อมูล (Disp_Class), ระยะทางของเส้นทางการเดินทาง (Distance), อัตราเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะ (Speed), ระยะเวลาที่ใช้ในการเดินของเส้นทางการเดินทาง (Times), เวลาเริ่มต้นให้บริการของรูปแบบการเดินทางในระบบขนส่งมวลชนนั้น (Time_Start), เวลาที่สิ้นสุดให้บริการของรูปแบบการเดินทางในระบบขนส่งมวลชนนั้น (Time_End) และหมายเลขของสายรถโดยสารประจำทางที่ผ่านเส้นทางการเดินทาง (Bus_Num) (ซึ่งใช้ในกรณีที่เส้นทางการเดินทางเป็นรูปแบบการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางในระบบขนส่งมวลชน) ดังแสดงในรูปที่ 3.7

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.7 แสดงตัวอย่างของข้อมูลเส้นทางการเดินทางในระบบขนส่งมวลชน

ส่วนการจัดทำข้อมูลภูมิศาสตร์อื่นๆ ที่ใช้สำหรับการแสดงแผนที่ในระบบแนะนำเส้นทางให้มีความสมบูรณ์ได้ยิ่งขึ้นนั้น ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลขอบเขตการปกครองของกรุงเทพมหานคร ข้อมูลแหล่งน้ำ(แม่น้ำเจ้าพระยา)ของกรุงเทพมหานคร และข้อมูลสถานที่หรือจุดสนใจต่างๆ ในกรุงเทพมหานคร จะมีหลักการทำงานที่คล้ายคลึงกัน ซึ่งจะไม่ขอกล่าวไว้ ณ ที่นี้

โดยผลลัพธ์ที่ได้จากจัดทำข้อมูลโครงข่าย สำหรับการเดินทางในของระบบขนส่งมวลชน และข้อมูลภูมิศาสตร์อื่นๆ ที่ใช้สำหรับการแสดงแผนที่ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ สามารถสรุปของการจัดทำข้อมูลซึ่งถูกจัดเก็บด้วยรูปแบบของ Shape files ด้วยโปรแกรม ArcGIS 9.2 โดยแบ่งข้อมูลออกเป็นส่วนต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.8 ได้ดังนี้

1.) ข้อมูลโครงข่าย สำหรับการเดินทางในระบบขนส่งขนส่งมวลชน

- ข้อมูล Vector ประเภท Point ของจุดเชื่อมต่อเส้นทางการเดินทาง
- ข้อมูล Vector ประเภท Line ของเส้นทางการเดินทาง

2.) ข้อมูลขอบเขตการปกครองของกรุงเทพมหานคร

- ข้อมูล Vector ประเภท Polygon ของขอบเขตการปกครองกรุงเทพมหานคร

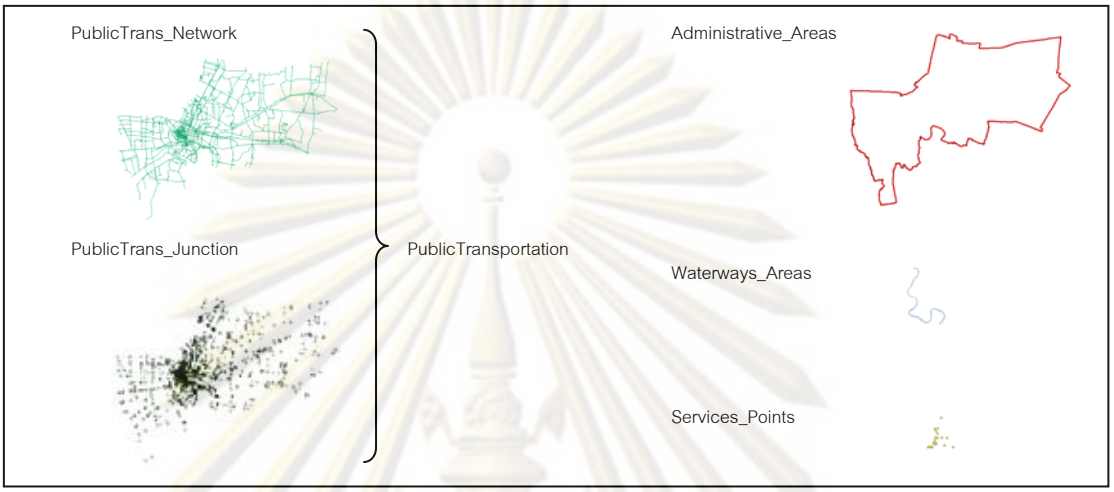
3.) ข้อมูลแหล่งน้ำของกรุงเทพมหานคร

- ข้อมูล Vector ประเภท Polygon ของแม่น้ำเจ้าพระยา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.) ข้อมูลสถานที่หรือจุดสนใจต่างๆ

- ข้อมูล Vector ประเภท Point ของสถานที่หรือจุดสนใจต่างๆ



รูปที่ 3.8 แสดงชั้นข้อมูลที่ได้จัดทำและปรับปรุงข้อมูลขึ้น
ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ สำหรับการเดินทางในระบบขนส่งมวลชน

3.3.3 การจัดเก็บข้อมูลโครงข่ายสำหรับการเดินทาง

เนื่องจากการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ในการเลือกเส้นทางที่เหมาะสม สำหรับการเดินทางในระบบขนส่งมวลชนหลายรูปแบบ บนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา (PDA) นั้น ซึ่งจะมีการใช้งานของข้อมูลที่ถูกจัดทำขึ้นตามที่ได้กล่าวมาแล้ว จึงจำเป็นต้องมีการจัดเก็บข้อมูลโครงข่ายสำหรับการเดินทางและข้อมูลภูมิศาสตร์อื่นๆ ที่ใช้สำหรับในการแสดงแผนที่ จากในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ที่ถูกจัดเก็บข้อมูลด้วยรูปแบบของ Shape files มาลงสู่ระบบฐานข้อมูล (Database) ด้วยรูปแบบไฟล์ของ Microsoft SQL Server Compact Edition (.sdf Files) ตามโครงสร้างข้อมูลที่ได้ออกแบบไว้

จากการพัฒนาในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้พบกับปัญหาของการจัดเก็บข้อมูลในอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา (PDA) ซึ่งมีข้อจำกัดมากกว่าคอมพิวเตอร์ (PC) ทั่วๆไป ทั้งในด้านความสามารถและการจัดการ โดยแรกเริ่มเดิมที่ผู้วิจัยได้ใช้การจัดเก็บข้อมูลภูมิศาสตร์ด้วยรูปแบบ GDF ซึ่งเป็นการจัดเก็บข้อมูลในลักษณะที่เป็น Text files มาใช้จัดเก็บข้อมูลภูมิศาสตร์ในระบบขนส่งมวลชนที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ซึ่งทำให้ใช้ขนาดของเนื้อที่ในการจัดเก็บข้อมูลจำนวนมาก อีกทั้งการเรียกหรือดึงข้อมูลมาใช้ยังมีประสิทธิภาพที่ด้อยกว่าอย่างมาก เนื่องจากการดึงข้อมูลแต่ละครั้ง

จะต้องทำการอ่านข้อมูลทั้งหมดที่อยู่ในไฟล์นั้นก่อน จากการศึกษาพบว่าในอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา (PDA) ที่พัฒนาด้วยโปรแกรม Visual Basic 2005 สามารถรองรับและสนับสนุนการจัดเก็บข้อมูลในลักษณะของระบบฐานข้อมูล (Database) ด้วยรูปแบบไฟล์ของ Microsoft SQL Server Compact Edition (.sdf Files) ได้ ซึ่งมีคุณสมบัติความเป็น Relational Database อยู่ด้วย จึงทำให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียกหรือดึงข้อมูลได้ดีกว่า และการใช้ขนาดของเนื้อที่ในการจัดเก็บข้อมูลที่น้อยกว่าอีกด้วย เมื่อเทียบกับการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบของ Text files ซึ่งจะเป็นประโยชน์และสามารถช่วยให้ลดข้อจำกัดดังกล่าวลงได้อย่างมาก

แต่จากกระบวนของการจัดเก็บข้อมูลโครงข่ายสำหรับการเดินทาง จากในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์นั้น ลงสู่ระบบฐานข้อมูล (Database) ด้วยรูปแบบไฟล์ของ Microsoft SQL Server Compact Edition (.sdf Files) นั้นเลย เป็นเรื่องที่ทำได้ยากและลำบากกว่า เพราะผู้พัฒนาต้องอาศัยความรู้ ความเข้าใจในระดับสูง เพื่อทำการศึกษาถึงการอ่านไฟล์ข้อมูล Shape files เป็นอย่างดี ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้อาศัยแนวทางในการแปลงข้อมูลโครงข่ายสำหรับการเดินทางจากระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มาเป็นการจัดเก็บข้อมูลภูมิศาสตร์ด้วยรูปแบบ GDF ก่อน แล้วจึงนำมาสู่การจัดเก็บข้อมูลในระบบฐานข้อมูล (Database) ด้วยรูปแบบไฟล์ของ Microsoft SQL Server Compact Edition (.sdf Files) ต่อไป โดยมีขั้นตอนในการทำงานดังแสดงในรูปที่ 3.9 ดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

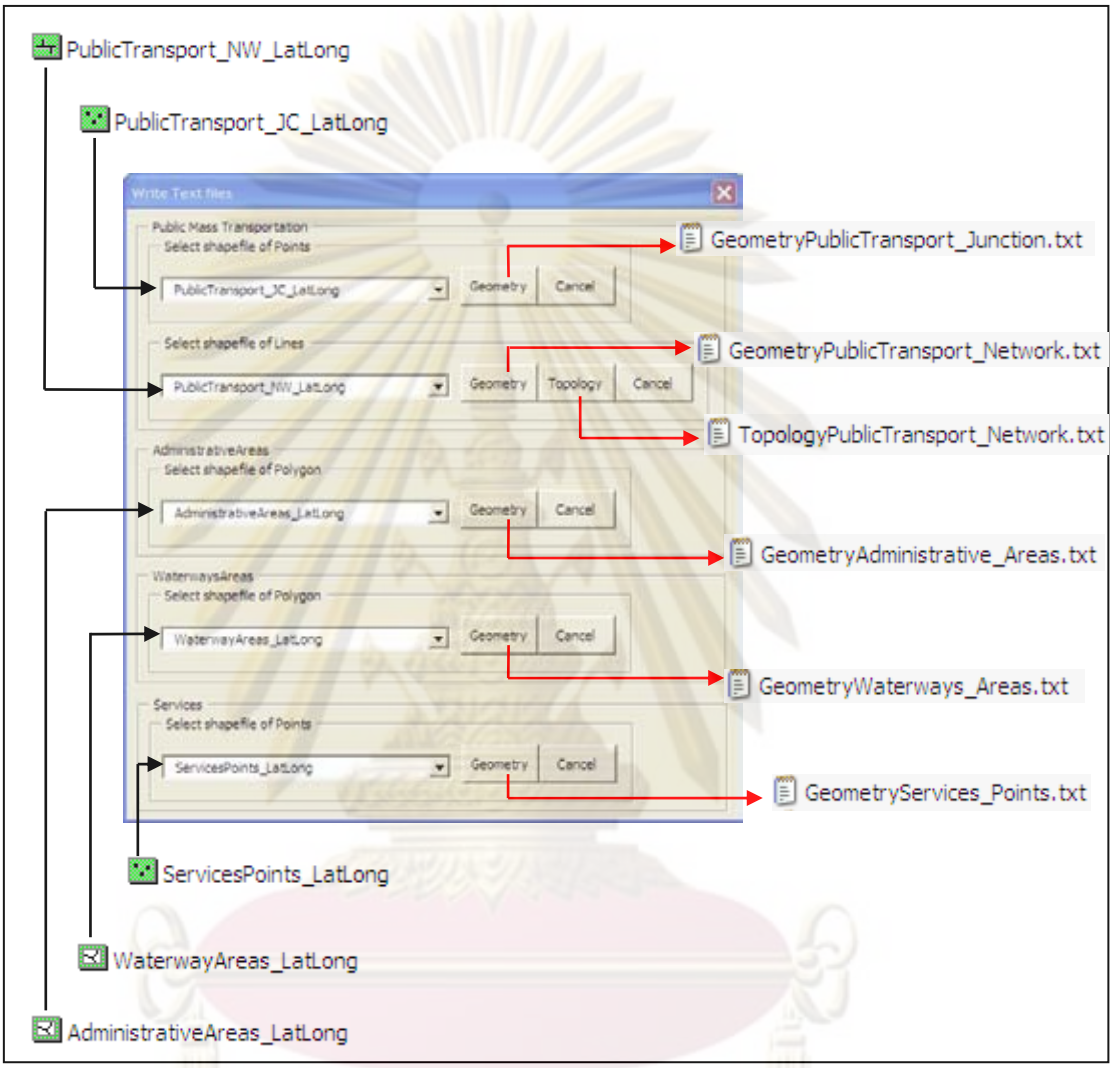
รูปที่ 3.9 แสดงขั้นตอนการทำงานของจัดเก็บข้อมูลโครงข่ายสำหรับการเดินทาง ในระบบฐานข้อมูลบนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา (PDA) เพื่อรองรับการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์

ซึ่งสามารถอธิบายขั้นตอนของการทำงาน จากที่แสดงไว้ในรูปที่ 3.9 ได้ดังนี้

3.3.3.1 <u>การพัฒนาชุดคำสั่งเพื่อทำการจัดเก็บข้อมูลจากในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ของระบบขนส่งมวลชนให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูล Text files</u>

ในส่วนนี้เป็นการพัฒนาชุดคำสั่งที่สร้างขึ้น เพื่อใช้ในการแปลงข้อมูลภูมิศาสตร์จากระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่อยู่ในรูปแบบของ Shape files ให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูล Text files ตามลักษณะการจัดเก็บข้อมูลภูมิศาสตร์ด้วยรูปแบบของ GDF ด้วยการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บน

โปรแกรม ArcGIS 9.2 โดยใช้ภาษา Visual Basic for Application เป็นภาษาที่ใช้การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ดังกล่าวนี้ขึ้น ซึ่งจะมีแบบฟอร์มของโปรแกรมประยุกต์ดังแสดงในรูปที่ 3.10

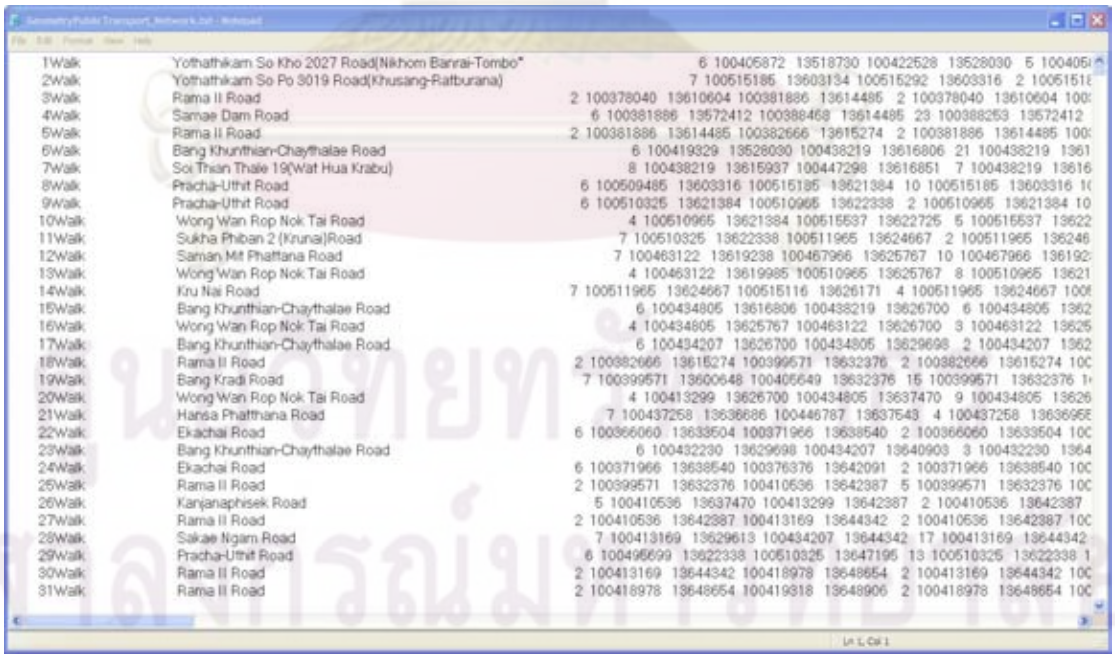


รูปที่ 3.10 แสดงแบบฟอร์มของชุดคำสั่งที่พัฒนาขึ้นบนโปรแกรม ArcGIS 9.2 เพื่อใช้ในการแปลงข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบของ Shape files ให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูล Text files

โดยการทำงานของชุดคำสั่งที่พัฒนาขึ้น จะอาศัยการอ่านจากข้อมูลเชิงเรขาคณิต และข้อมูลเชิงบรรยายของแต่ละชั้นข้อมูลภูมิศาสตร์ที่ถูกจัดเก็บในรูปแบบของ Shape files มาทำการเขียนเป็นข้อมูล Text files ขึ้น ซึ่งผู้ใช้งานจะต้องทำการกำหนดหรือระบุชั้นของข้อมูลภูมิศาสตร์ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ บนโปรแกรม ArcGIS 9.2 ให้ถูกต้องตามรูปแบบการแปลงข้อมูลที่ต้องการเขียนขึ้นด้วย

และเมื่อทำการประมวลผลจากการพัฒนาชุดคำสั่งดังกล่าวแล้ว โดยผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นข้อมูลภูมิศาสตร์ในระบบขนส่งมวลชน และข้อมูลภูมิศาสตร์ส่วนอื่นๆ ที่ใช้สำหรับในการแสดงแผนที่ ด้วยการจัดเก็บในรูปแบบ Text files ซึ่งจะมีความสอดคล้องกับโครงสร้างข้อมูลตามที่ได้ออกแบบดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น โดยผลลัพธ์ที่ได้จะประกอบไปด้วยข้อมูล 6 ชุดด้วยกัน คือ

1. GeometryPublicTransport_Junction.txt เป็นข้อมูลที่ใช้ในจัดเก็บความสัมพันธ์เชิงเรขาคณิตของจุดเชื่อมต่อเส้นทางการเดินทางในระบบขนส่งมวลชน
2. GeometryPublicTransport_Network.txt เป็นข้อมูลที่จัดเก็บความสัมพันธ์เชิงเรขาคณิตของเส้นทางการเดินทางในระบบขนส่งมวลชน (ดังแสดงในรูปที่ 3.11)
3. TopologyPublicTransport_Network.txt เป็นข้อมูลที่จัดเก็บความสัมพันธ์เชิงโครงข่ายของเส้นทางการเดินทางในระบบขนส่งมวลชน
4. GeometryAdministrative_Areas.txt เป็นข้อมูลที่จัดเก็บความสัมพันธ์เชิงเรขาคณิตของขอบเขตการปกครอง
5. GeometryWaterways_Areas.txt เป็นข้อมูลที่จัดเก็บความสัมพันธ์เชิงเรขาคณิตของแหล่งน้ำ
6. GeometryServices_Points.txt เป็นข้อมูลที่จัดเก็บความสัมพันธ์เชิงเรขาคณิตของสถานที่หรือจุดสนใจต่างๆ

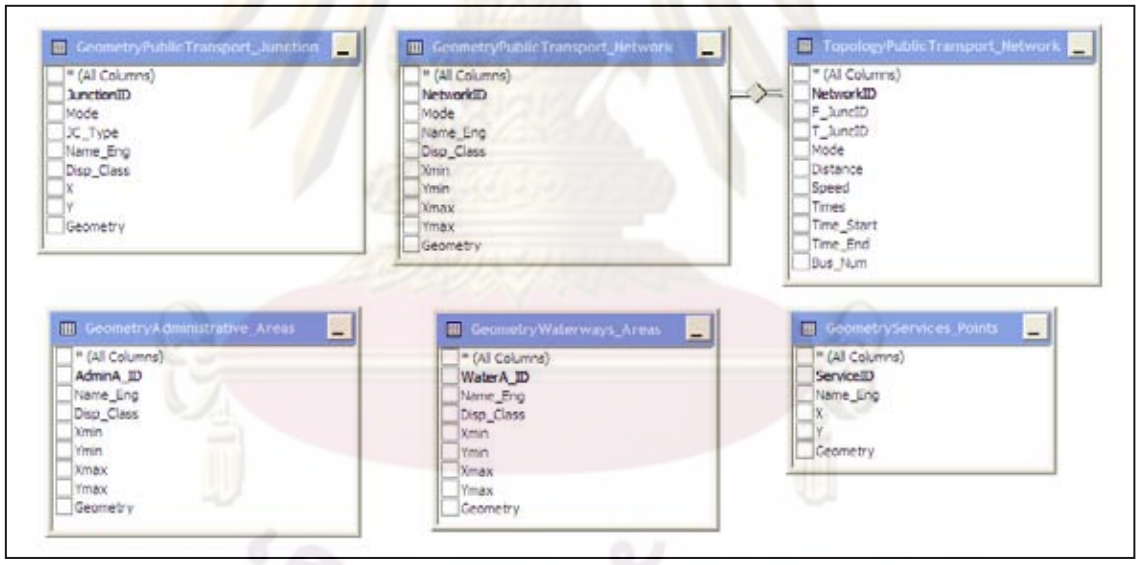


รูปที่ 3.11 แสดงตัวอย่างข้อมูลภูมิศาสตร์ที่ถูกจัดเก็บในรูปแบบของข้อมูล Text files

3.3.3.2 <u>การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ เพื่อทำการจัดเก็บข้อมูลโครงข่ายการเดินทางของระบบขนส่งมวลชนในระบบฐานข้อมูลบนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา (PDA)</u>

โดยในส่วนนี้เป็นการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ที่สร้างขึ้น บนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา (PDA) ด้วยโปรแกรม Visual Basic 2005 เพื่อใช้ในการนำข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้จากข้อมูลโครงข่ายการเดินทางในระบบขนส่งมวลชน และข้อมูลภูมิศาสตร์ส่วนอื่นๆ ที่ใช้สำหรับในการแสดงแผนที่ ซึ่งถูกจัดเก็บในรูปแบบ Text files มาสู่การจัดเก็บในระบบฐานข้อมูล (Database) ด้วยรูปแบบไฟล์ของ Microsoft SQL Server Compact Edition (.sdf Files) เพื่อนำมาใช้เป็นฐานข้อมูลของการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ในการเลือกเส้นทางที่เหมาะสม สำหรับการเดินทางในระบบขนส่งมวลชนหลายรูปแบบ บนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา (PDA) ต่อไป

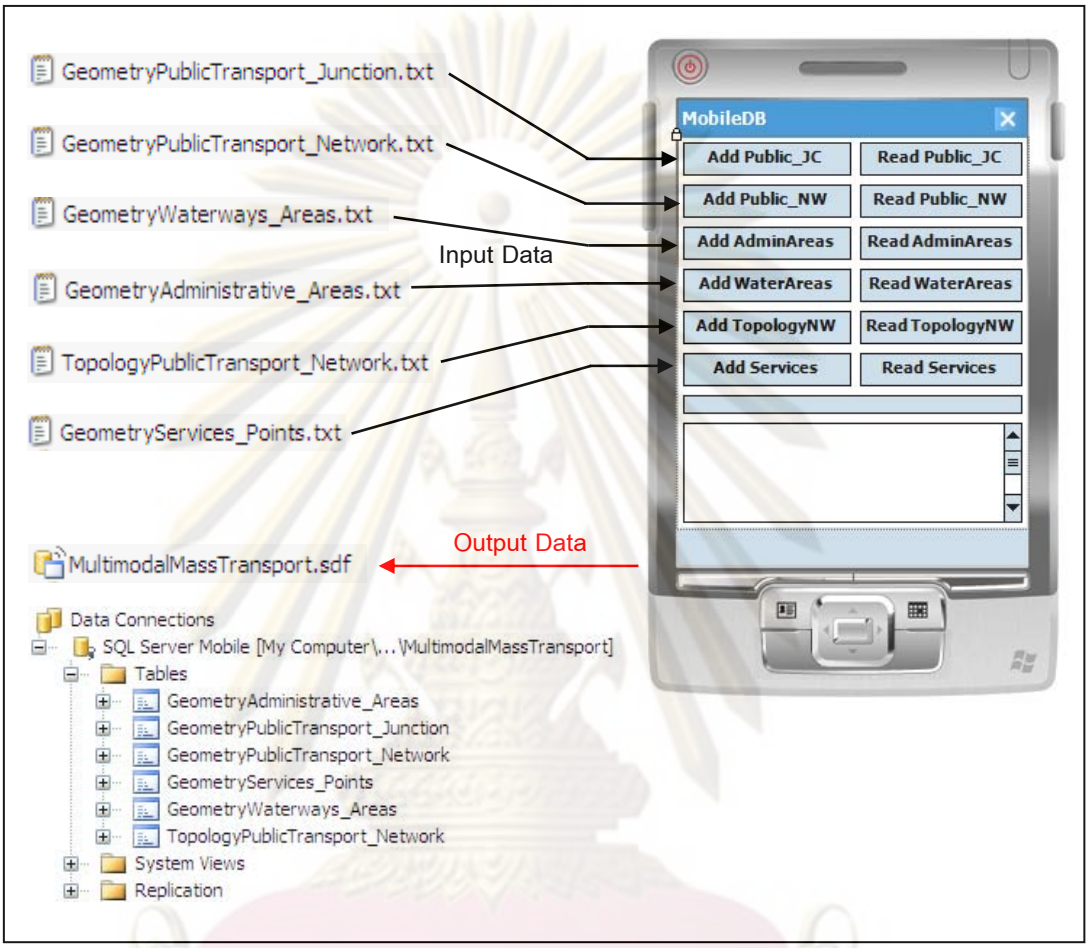
ซึ่งในฐานข้อมูล (Database) ของไฟล์ Microsoft SQL Server Compact Edition (.sdf Files) นั้น ได้ทำการสร้างตาราง (Tables) และแถว (Columns) ตลอดจนกำหนดคุณลักษณะหรือชนิดของข้อมูล ตามโครงสร้างข้อมูลที่ได้ออกแบบไว้ ดังแสดงในรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 แสดงโครงสร้างข้อมูลที่ได้ออกแบบไว้ในระบบฐานข้อมูล
ด้วยรูปแบบไฟล์ของ Microsoft SQL Server Compact Edition (.sdf Files)

โดยการทำงานของพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ที่สร้างขึ้นมานี้ จะทำการอ่านข้อมูลจากแต่ละชั้นข้อมูลภูมิศาสตร์ที่ถูกจัดเก็บในรูปแบบ Text files มาบันทึกลงในระบบฐานข้อมูลของไฟล์ Microsoft SQL Server Compact Edition (.sdf Files) ซึ่งผู้ใช้งานจะต้องทำการกำหนดหรือระบุชื่อชั้นของข้อมูลภูมิศาสตร์ และแหล่งที่จัดเก็บข้อมูลบนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา (PDA) ให้

ถูกต้องตามรูปแบบการบันทึกข้อมูลในระบบฐานข้อมูลด้วย ซึ่งจะมีแบบฟอร์มในการทำงานของโปรแกรมประยุกต์ดังแสดงในรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 แสดงแบบฟอร์มของโปรแกรมประยุกต์บนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา (PDA) เพื่อใช้ในการบันทึกข้อมูลจากในรูปแบบ Text files มาสู่ระบบฐานข้อมูลที่จัดทำขึ้น

เมื่อทำการประมวลผลจากโปรแกรมประยุกต์บนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา (PDA) ดังกล่าวแล้ว โดยผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นฐานข้อมูลของข้อมูลโครงข่ายการเดินทางในระบบขนส่งมวลชน และข้อมูลภูมิศาสตร์ส่วนอื่นๆ ที่ใช้สำหรับในการแสดงแผนที่ ซึ่งอยู่ในไฟล์ของ Microsoft SQL Server Compact Edition ที่มีชื่อว่า MultimodalMassTransport.sdf

บทที่ 4
การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมประยุกต์

ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนของการศึกษา เพื่อการออกแบบและพัฒนาโปรแกรม ซึ่งได้ทำการวิเคราะห์ถึงปัจจัยต่างๆ ตลอดจนทั้งรายละเอียดของข้อมูลการเดินทางของผู้ใช้งาน เพื่อนำมาสู่การจัดทำโปรแกรมประยุกต์ในการเลือกเส้นทางที่เหมาะสม สำหรับการเดินทางในระบบขนส่งมวลชนหลายรูปแบบ บนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา (PDA) ด้วยการสร้างชุดคำสั่งใน Visual Basic 2005 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 การออกแบบเพื่อพัฒนาโปรแกรมประยุกต์

จากการศึกษาถึงพฤติกรรมการเดินทางในระบบขนส่งมวลชนหลายรูปแบบ (ตามที่ได้กล่าวไว้ใน 3.1) แล้วนั้น ซึ่งเป็นการศึกษาถึงกระบวนการของการเดินทางในระบบขนส่งมวลชนด้วยรูปแบบการเดินทางต่างๆ โดยผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ถึงความต้องการของผู้ใช้งาน และสรุปประเด็นสำคัญต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดทำระบบต่อไป ได้ดังนี้

1. ปัจจัยในการพิจารณาเลือกรูปแบบการเดินทางของผู้ใช้งาน ซึ่งมีความอิสระแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับความพึงพอใจส่วนบุคคล เพื่อให้เกิดความหลากหลายในการเดินทาง จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาระบบโดยเปิดโอกาสให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกรูปแบบการเดินทางได้

โดยในส่วนนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบให้ระบบ สามารถกำหนดรูปแบบการเดินทางโดยผู้ใช้งาน ซึ่งได้ทำการวิเคราะห์ถึงความเป็นไปได้ และความน่าสนใจในการพิจารณาเลือกใช้งานของรูปแบบการเดินทางต่างๆ ได้ดังนี้

<u>รูปแบบที่ 1</u> – ผู้ใช้สามารถเดินทางในระบบขนส่งมวลชนด้วยรถไฟฟ้าบีทีเอส และ/หรือรถไฟฟ้ามหานคร (รถไฟฟ้าใต้ดิน) และ/หรือรถโดยสารประจำทาง และ/หรือเรือโดยสาร และ/หรือเรือข้ามฟากได้ โดยจะเป็นการพิจารณารูปแบบการเดินทางที่มีอยู่ทั้งหมดที่จะเป็นไปได้ในการเดินทาง

<u>รูปแบบที่ 2</u> – ผู้ใช้สามารถเดินทางในระบบขนส่งมวลชนด้วยรถไฟฟ้าบีทีเอส และ/หรือรถไฟฟ้ามหานคร (รถไฟฟ้าใต้ดิน) และ/หรือรถโดยสารประจำทางได้ โดยในการพิจารณาเลือกรูปแบบการเดินทางนี้ ผู้ใช้จะไม่พิจารณาเลือกการเดินทางด้วยทางน้ำเลย

<u>รูปแบบที่ 3</u> – ผู้ใช้สามารถเดินทางในระบบขนส่งมวลชนด้วยรถโดยสารประจำทาง และ/หรือเรือโดยสาร และ/หรือเรือข้ามฟากได้ โดยในการพิจารณาเลือกรูปแบบการเดินทางนี้ ผู้ใช้จะไม่พิจารณาเลือกการเดินทางด้วยรถไฟฟ้าเลย

<u>รูปแบบที่ 4</u> – ผู้ใช้สามารถเดินทางในระบบขนส่งมวลชนด้วยรถโดยสารประจำทางได้เท่านั้น โดยในการพิจารณาเลือกรูปแบบการเดินทางนี้ ผู้ใช้จะไม่พิจารณาเลือกการเดินทางอื่นๆเลยนอกจากการเดินทางโดยรถโดยสารประจำทาง

โดยในแต่ละรูปแบบที่กล่าวถึงนี้ ในการวิเคราะห์เลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมโดยใช้เวลาน้อยที่สุดนั้น เป็นการวิเคราะห์ด้วยทฤษฎีทางด้านการวิเคราะห์โครงข่าย (ตามแนวความคิดที่ได้กล่าวไว้ใน 2.4.2) ซึ่งการเปลี่ยนสถานี และ/หรือป้ายรถโดยสารประจำทาง และ/หรือท่าเรือ อาจไม่สอดคล้องกับความเป็นจริงที่ผู้ใช้งานต้องการได้ (ยกตัวอย่างเช่น ในกรณีที่เส้นทางของรถโดยสารประจำทาง 2 สายเลขหมายที่มีเส้นทางซ้อนทับกัน สามารถเปลี่ยนเส้นทางการเดินทางได้ โดยขึ้นอยู่กับป้ายรถโดยสารประจำ ซึ่งขึ้นอยู่กับความสะดวกของผู้โดยสารเป็นผู้กำหนดว่าจะเลือกเปลี่ยน ณ ป้ายใด) โดยระบบเป็นเพียงการแนะนำเส้นทางที่เหมาะสม ที่ได้จากการวิเคราะห์โครงข่ายเท่านั้น

2. การเลือกหรือกำหนดจุดเริ่มต้น จุดสิ้นสุดการเดินทางของผู้ใช้งาน สามารถเปิดโอกาสให้ผู้ใช้ได้กำหนดอย่างอิสระ โดยในส่วนนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบให้ระบบ สามารถรองรับกับการกำหนดจุดเริ่มต้น จุดสิ้นสุดการเดินทางโดยการกำหนดจากแผนที่ที่แสดงในระบบ ซึ่งต้องใช้การสังเกตและรู้ว่าตำแหน่งที่ต้องการกำหนดนั้นอยู่ ณ ตำแน่งใดบนแผนที่พอสมควร ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ออกแบบให้ระบบสามารถรองรับกับการกำหนดจุดเริ่มต้น จุดสิ้นสุดการเดินทางโดยอาศัยชื่อของสถานที่หรือจุดสนใจ เพื่อในกรณีที่ผู้ใช้อาจไม่รู้จักสถานที่หรือตำแหน่งที่ต้องการจะเดินทางไป แต่ในงานวิจัยนี้เป็นเพียงการทดสอบระบบว่าสามารถปฏิบัติงานได้จริง จึงนำเสนอแต่จุดที่น่าสนใจเป็นเพียงบางจุดเท่านั้น

3. การเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม ในระบบขนส่งมวลชนหลายรูปแบบนั้น ผลลัพธ์ที่ได้จากระบบ ควรให้อิสระกับผู้ใช้งานได้เลือกคำตอบหรือแนวทางมากกว่า 1 คำตอบ โดยทั้งนี้ เพราะมาจากปัจจัยในการเลือกเส้นทางการเดินทางของแต่ละบุคคลนั้น มีได้หลายปัจจัย ซึ่งขึ้นอยู่กับความพึงพอใจของแต่ละบุคคลเป็นผู้กำหนด ดังนั้นแนวทางในการเลือกเส้นทางในการเดินทางที่เหมาะสมจึงควรให้มีการพิจารณาได้หลายแนวทาง แต่ทั้งนี้ผู้วิจัยยังยึดถือแนวทางหรือเส้นทางในการเดินทางที่พิจารณาจากการใช้เวลาในการเดินทางน้อยที่สุดเสมอ โดยเรียงลำดับหรือจัดลำดับเส้นทางการเดินทางที่ใช้เวลาในการเดินทางจากน้อยไปหามากขึ้นตามลำดับ

4. การแนะนำเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมในแต่ละเส้นทางนั้น ควรให้ผู้ใช้งานในระบบได้ทราบถึงรายละเอียดของแต่ละช่วงการเดินทางในเส้นทางนั้นๆด้วย กล่าวคือระบบควรมีความสามารถที่จะแนะนำได้ว่า ให้ผู้ใช้งานขึ้นหรือลงสถานีไหน จากจุดที่กำหนดเริ่มต้นหรือสิ้นสุดการดินทาง หรือควรเปลี่ยนเส้นทางการเดินทางด้วยรูปแบบใดในระบบขนส่งมวลชน หรือรถ

โดยสารประจำทางที่จะใช้บริการเป็นสายเลขหมายใด เป็นต้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ออกแบบให้ระบบสามารถรายงานของรายละเอียดแต่ละช่วงเส้นทางการเดินทาง โดยผู้ใช้งานเป็นผู้กำหนดการแสดงผลออกมาได้

4.2 ข้อจำกัดในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์

จากที่ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ถึงความต้องการของผู้ใช้งาน และได้สรุปเป็นประเด็นสำคัญต่างๆ เพื่อใช้ในการออกแบบระบบ ดังที่กล่าวมาแล้วนั้น แต่การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ในการเลือกเส้นทางที่เหมาะสม สำหรับการเดินทางในระบบขนส่งมวลชนหลายรูปแบบ บนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา (PDA) นั้น ผู้วิจัยได้พบว่ามีข้อจำกัดมากมายในการที่จะพัฒนาให้บรรลุตามวัถตุประสงค์ของการใช้งาน ตามที่ได้ออกแบบไว้ อันเนื่องมาจากความสามารถของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา (PDA) เป็นหลัก ซึ่งในปัจจุบันความสามารถของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา (PDA) ยังมีความสามารถในการคำนวณที่ด้อยกว่าอย่างมาก เมื่อปรียบเทียบกับคอมพิวเตอร์ (PC) ทั่วๆไป อันนำมาซึ่งข้อจำกัดในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ และมีด้วยกันดังนี้

1. การวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม โดยใช้เวลาในการเดินทางน้อยที่สุด จากข้อมูลโครงข่ายการเดินทางในระบบขนส่งมวลชนที่ถูกจัดเก็บในระบบฐานข้อมูล (Database) ตามรูปแบบของโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลที่ได้ออกแบบไว้ ด้วยรูปแบบไฟล์ของ Microsoft SQL Server Compact Edition (.sdf Files) (ดังที่ได้กล่าวไว้ใน 3.3.3) แล้วนั้น โดยการพัฒนาโปรแกรมการวิเคราะห์โครงข่าย บนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา (PDA) ด้วยการสร้างชุดคำสั่งใน Visual Basic 2005 ขึ้น ซึ่งผู้วิจัยได้ประสบปัญหาพบว่า เวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์คำนวณหาคำตอบของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมนั้นได้กินเวลานานระดับนาทีขึ้นไป ซึ่งทำให้เกิดความไม่เหมาะสมต่อความสะดวกในการใช้งานโปรแกรมประยุกต์ดังกล่าว ต่อผู้ใช้งาน และมีสาเหตุอันเนื่องมาจากข้อมูลโครงข่ายของการเดินทางในระบบขนส่งมวลชนที่ใช้ในการวิเคราะห์โครงข่ายมีจำนวนมาก ประกอบกับความสามารถในการคำนวณของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพาอีกด้วย

2. จากปัญหาในการวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมตามที่ได้กล่าวมาแล้วในข้อที่ 1 นั้น จึงทำให้โอกาสที่ผู้ใช้งานสามารถเลือกหรือกำหนดรูปแบบการเดินทางในระบบขนส่งมวลชนได้ยาก และได้แนวทางหรือคำตอบทีละ 1 คำตอบ ซึ่งขาดอิสระต่อการให้แนวทางในการเลือกเส้นทางในการเดินทางที่เหมาะสม ที่ควรจะมีให้พิจารณาได้หลายแนวทางกับผู้ใช้งาน

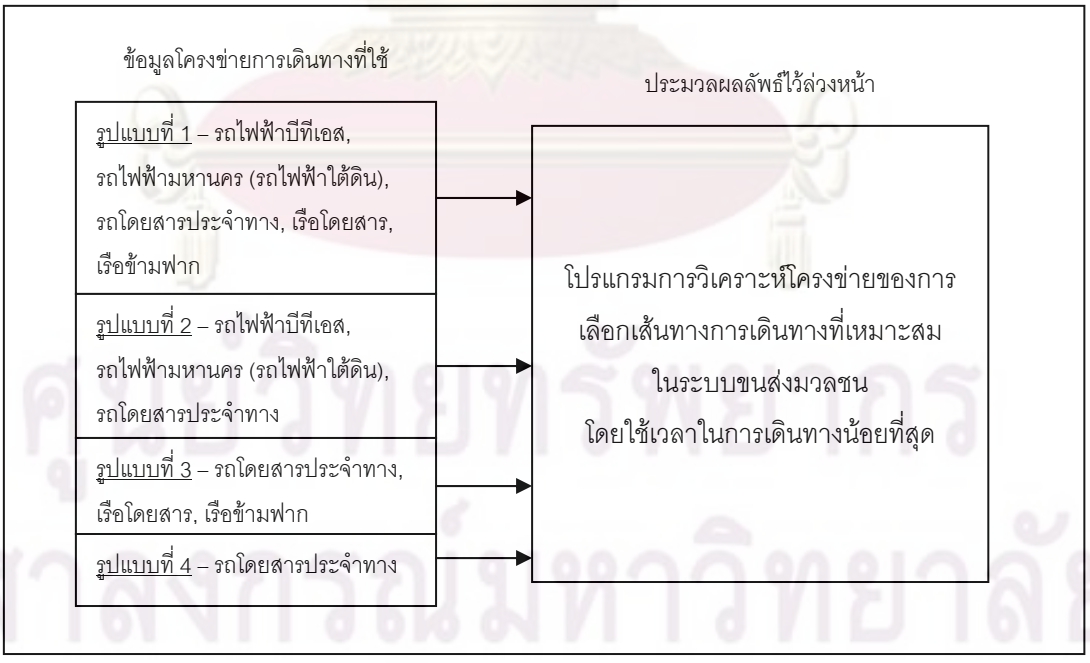
<u>แนวทางการแก้ปัญหาจากข้อจำกัดในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์</u>

จึงนำมาสู่การพัฒนาโปรแกรมการวิเคราะห์โครงข่าย บนคอมพิวเตอร์ (PC) ทั่วๆไป ด้วยการสร้างชุดคำสั่งใน Visual Basic 2005 ขึ้น เพื่อการจัดทำข้อมูลผลลัพธ์ไว้ล่วงหน้าจากการวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม ในระบบขนส่งมวลชน โดยใช้เวลาในการเดินทางน้อยที่สุด

ส่วนการกำหนดให้เลือกรูปแบบการเดินทางในระบบขนส่งมวลชนนั้น ขึ้นอยู่กับการนำเข้าข้อมูลโครงข่ายในระบบขนส่งมวลชนแต่ละรูปแบบมาใช้พิจารณาประมวลผล ยกตัวอย่าง เช่น

<u>รูปแบบที่ 1</u> – ผู้ใช้สามารถเดินทางในระบบขนส่งมวลชนด้วยรถไฟฟ้าบีทีเอส และ/หรือรถไฟฟ้ามหานคร (รถไฟฟ้าใต้ดิน) และ/หรือรถโดยสารประจำทาง และ/หรือเรือโดยสาร และ/หรือเรือข้ามฟากได้ โดยจะเป็นการพิจารณาประมวลผลลัพธ์ไว้ล่วงหน้าจากข้อมูลโครงข่ายการเดินทางด้วยรูปแบบการเดินทางที่มีอยู่ทั้งหมด

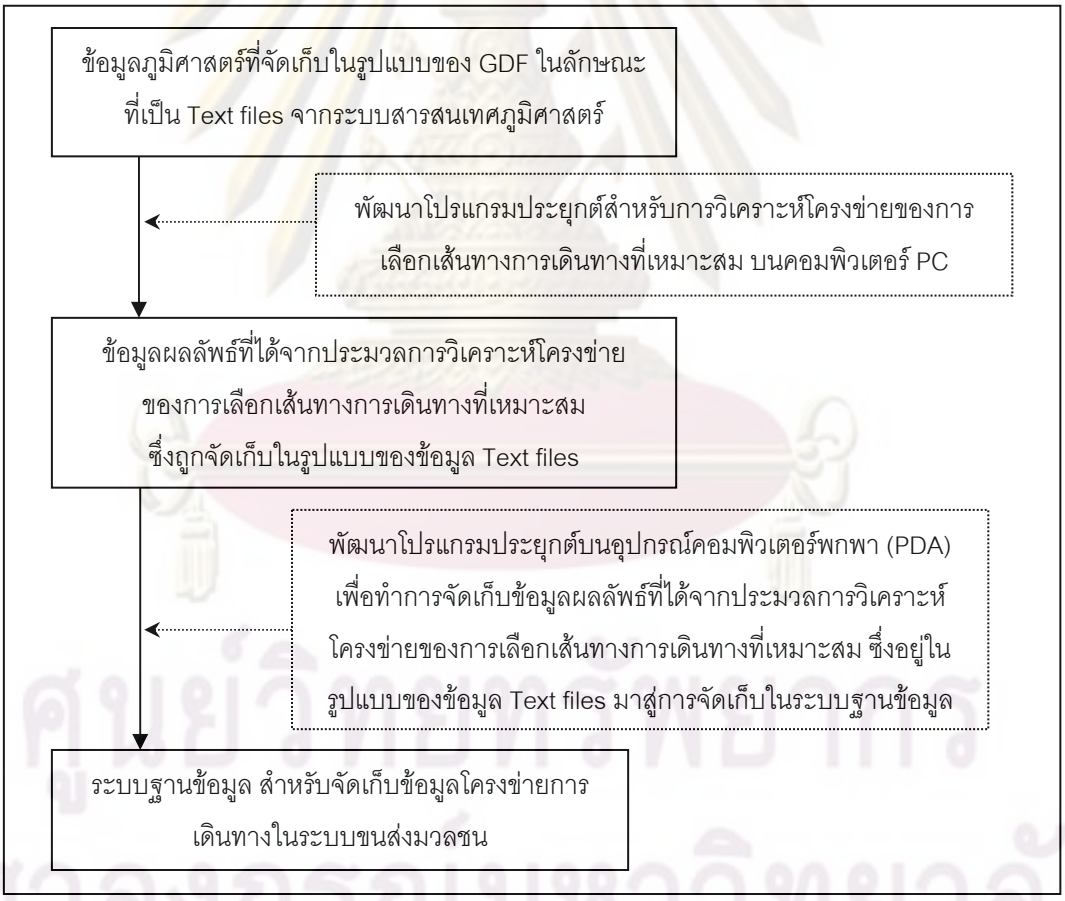
<u>รูปแบบที่ 2</u> – ผู้ใช้สามารถเดินทางในระบบขนส่งมวลชนด้วยรถไฟฟ้าบีทีเอส และ/หรือรถไฟฟ้ามหานคร (รถไฟฟ้าใต้ดิน) และ/หรือรถโดยสารประจำทางได้ โดยจะเป็นการพิจารณาประมวลผลลัพธ์ไว้ล่วงหน้าจากข้อมูลโครงข่ายการเดินทางด้วยรูปแบบการเดินทางที่มีอยู่ทั้งหมด ยกเว้นข้อมูลโครงข่ายการเดินทางในรูปแบบการเดินทางด้วยเรือโดยสาร และเรือข้ามฟาก ซึ่งจะไม่ถูกนำมาพิจารณาด้วยเลย ดังแสดงในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แสดงการนำเข้าข้อมูลโครงข่ายการเดินทางในแต่ละรูปแบบต่างๆ ของโปรแกรมการวิเคราะห์โครงข่ายหาผลลัพธ์ไว้ล่วงหน้า

4.3 การจัดทำข้อมูลผลลัพธ์จากการวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม

จากการศึกษาข้อจำกัดในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ และแนวทางในการแก้ปัญหาตามที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น โดยในส่วนนี้จะเป็นการจัดทำข้อมูลผลลัพธ์ไว้ล่วงจากการวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมในระบบขนส่งมวลชน โดยใช้เวลาในการเดินทางน้อยที่สุด ซึ่งจะได้มีการพัฒนาโปรแกรมการวิเคราะห์โครงข่ายบนคอมพิวเตอร์ (PC) ทั่วๆไป แล้วจึงนำผลลัพธ์ที่ได้ดังกล่าวมาทำการบันทึกและจัดเก็บข้อมูลลงสู่ระบบฐานข้อมูล (Database) ด้วยรูปแบบไฟล์ของ Microsoft SQL Server Compact Edition (.sdf Files) เพื่อใช้ในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ในการเลือกเส้นทางที่เหมาะสม สำหรับการเดินทางในระบบขนส่งมวลชนหลายรูปแบบ บนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา (PDA) ต่อไป โดยมีขั้นตอนในการทำงานดังแสดงในรูปที่ 4.2 ดังนี้



รูปที่ 4.2 แสดงขั้นตอนการทำงานของการจัดทำข้อมูลผลลัพธ์ไว้ล่วง จากการวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม สู่ระบบฐานข้อมูลบนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา (PDA) เพื่อรองรับการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์

สามารถอธิบายขั้นตอนของการทำงาน จากที่แสดงไว้ในรูปที่ 4.2 ได้ดังนี้

4.3.1 การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์สำหรับการวิเคราะห์โครงข่ายในการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม โดยใช้เวลาในการเดินทางน้อยที่สุด

เป็นการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ด้วยการสร้างชุดคำสั่งใน Visual Basic 2005 ซึ่งใช้ประมวลผลบนเครื่องคอมพิวเตอร์ (PC) ทั่วๆไป เพื่อใช้ในการวิเคราะห์โครงข่าย และหาผลลัพธ์ที่จะเป็นได้ของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม โดยใช้เวลาในการเดินทางน้อยที่สุด ในระบบขนส่งมวลชน สำหรับการรองรับกับระบบแนะนำเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมที่จะเกิดขึ้นบนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา (PDA) ต่อไป โดยมีสาเหตุและปัจจัยของการจัดทำโปรแกรมประยุกต์นี้ขึ้น เพื่อหลีกเลี่ยงข้อจำกัดจากที่ได้มีศึกษามาแล้วในข้างต้น (ดังที่ได้กล่าวไว้ใน 4.2)

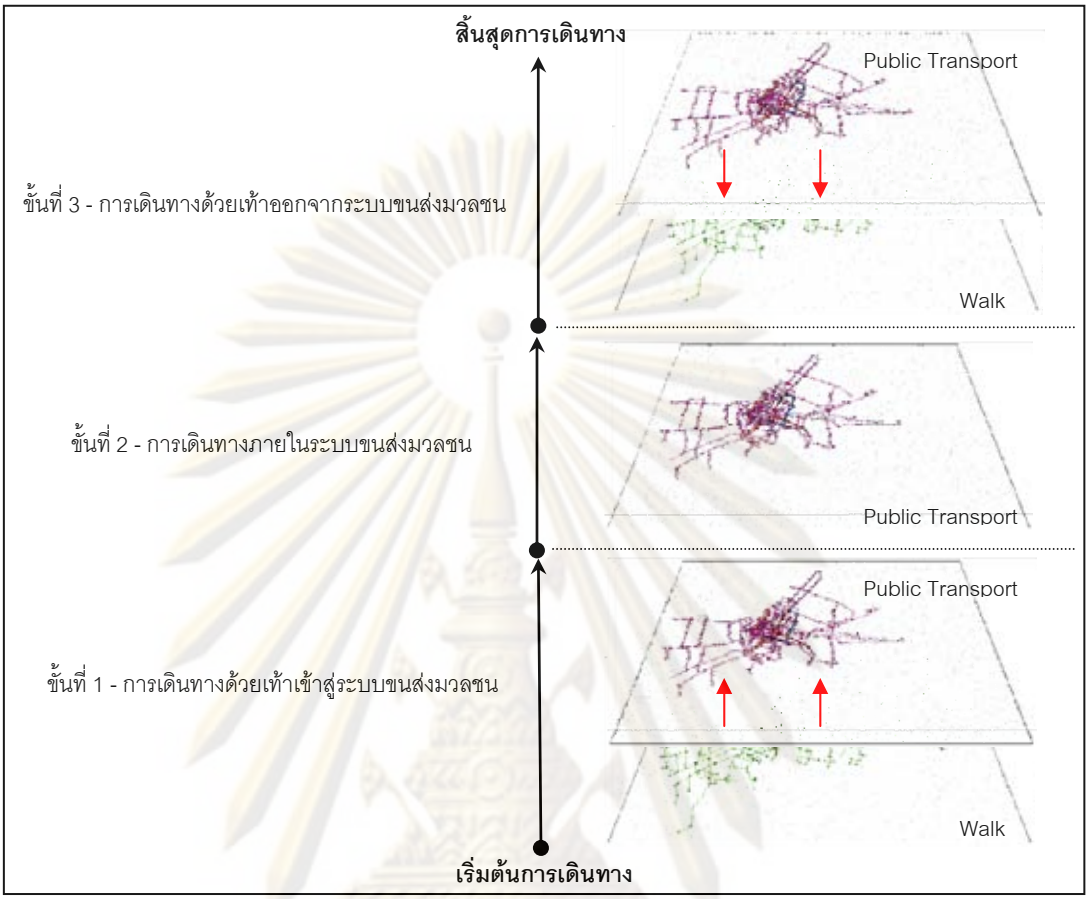
อันนำมาซึ่งหลักการและขั้นตอนในการวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม โดยใช้เวลาในการเดินทางน้อยที่สุด ในระบบขนส่งมวลชน (ดังแสดงในรูปที่ 4.3) ซึ่งสามารถแบ่งหรือแยกการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน ได้ดังนี้

<u>ส่วนที่ 1</u> - การวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมจากข้อมูลโครงข่ายการเดินทางด้วยเท้าเท่านั้น เพื่อใช้ในการเข้าสู่หรือออกจากการเดินทางในระบบขนส่งมวลชน

<u>ส่วนที่ 2</u> - การวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมจากข้อมูลโครงข่ายการเดินทางที่อยู่ภายในระบบขนส่งมวลชน

โดยสาเหตุของการแบ่งการพิจารณาในการวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม ออกเป็น 2 ส่วนนั้น อันเนื่องมาจากข้อมูลโครงข่ายการเดินทางที่ใช้ในพิจารณาการเดินทาง ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลโครงข่ายเป็นจำนวนมาก ในการแยกการวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมนั้น จะทำให้สามารถช่วยลดการคำนวณลงได้ เพราะมีการแบ่งข้อมูลโครงข่ายตามรูปแบบที่ใช้ในการเดินทางอย่างชัดเจน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.3 แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทาง
ที่เหมาะสมในระบบขนส่งมวลชนหลายรูปแบบ

จากการศึกษาพฤติกรรมการเดินทางในระบบขนส่งมวลชนหลายรูปแบบ (ตามที่ได้กล่าวไว้ใน 3.1) นั้น ได้แสดงถึงความสอดคล้องในการแบ่งการพิจารณาในการวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมของการเดินทาง ซึ่งเมื่อพิจารณาการเดินทางจากจุดเริ่มต้นใดๆเสมอ ผู้เดินทางต้องอาศัยการเดินทางด้วยเท้าจากจุดเชื่อมต่อเส้นทางการเดินทางเพื่อเข้าสู่จุดเชื่อมต่อเส้นทางการเดินทางในระบบขนส่งมวลชนต่อไป เช่น สถานีรถไฟฟ้า ป้ายรถโดยสารประจำทาง หรือท่าเรือ เป็นต้น ซึ่งในส่วนนี้คือการเดินทางในขั้นที่ 1 ของรูปที่ 4.3 (การเดินทางด้วยเท้าเข้าสู่ระบบขนส่งมวลชน)

จากนั้นเมื่อผู้เดินทางเข้าสู่ระบบขนส่งมวลชนแล้ว ไม่ว่าด้วยรูปแบบการเดินทางใดรูปแบบหนึ่งเท่านั้น หรือหลายๆรูปแบบการเดินทางที่ผสมผสานกัน และเมื่อผู้เดินทางใกล้จะถึงจุดสิ้นสุดใดๆเสมอ จึงต้องอาศัยการเดินทางเพื่อออกจากระบบขนส่งมวลชน โดยผ่านจุดเชื่อมต่อเส้นทางการเดินทางในระบบขนส่งมวลชนเช่นเดียวกัน ซึ่งนั้นก็คือ สถานีรถไฟฟ้า ป้ายรถโดยสาร

ประจำทาง หรือท่าเรือเป็นต้น โดยในส่วนนี้คือการเดินทางในขั้นที่ 2 ของรูปที่ 4.3 (การเดินทางภายในระบบขนส่งมวลชน)

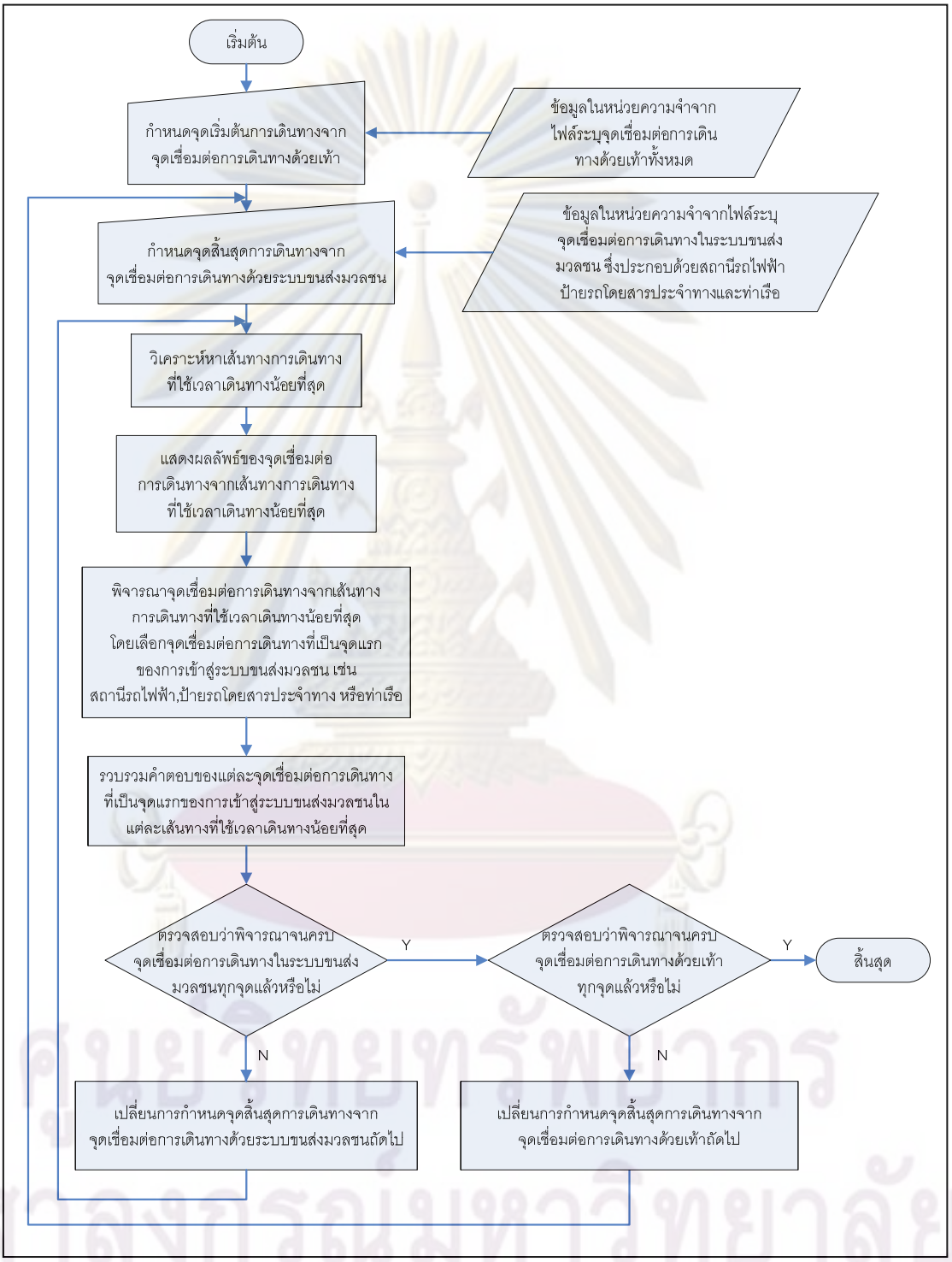
สุดท้ายเมื่อผู้เดินทางออกจากระบบขนส่งมวลชนแล้วโดยผ่านจุดเชื่อมต่อเส้นทางการเดินทางจากระบบขนส่งมวลชนนั้นๆ การเดินทางไปยังจุดสิ้นสุดใดๆเสมอ ผู้เดินทางจึงต้องอาศัยการเดินทางด้วยเท้าเพื่อให้เป็นการบรรลุตามเป้าหมายการเดินทางนั้นเอง ซึ่งในส่วนนี้คือการเดินทางในขั้นที่ 3 ของรูปที่ 4.3 (การเดินทางด้วยเท้าออกจากระบบขนส่งมวลชน)

ซึ่งจะสังเกตเห็นได้ว่า ข้อมูลที่ใช้ในการเดินทางของขั้นที่ 1 และขั้นที่ 3 เป็นข้อมูลจากการวิเคราะห์การเดินทางในการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมจากชุดเดียวกันนั้นเอง และจากขั้นตอนในการวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม ในระบบขนส่งมวลชนซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนนั้น สามารถเขียนแผนผังการวิเคราะห์โครงข่ายในแต่ละส่วนได้ดังนี้ ดังแสดงในรูปที่ 4.4 และรูปที่ 4.5 ตามลำดับ

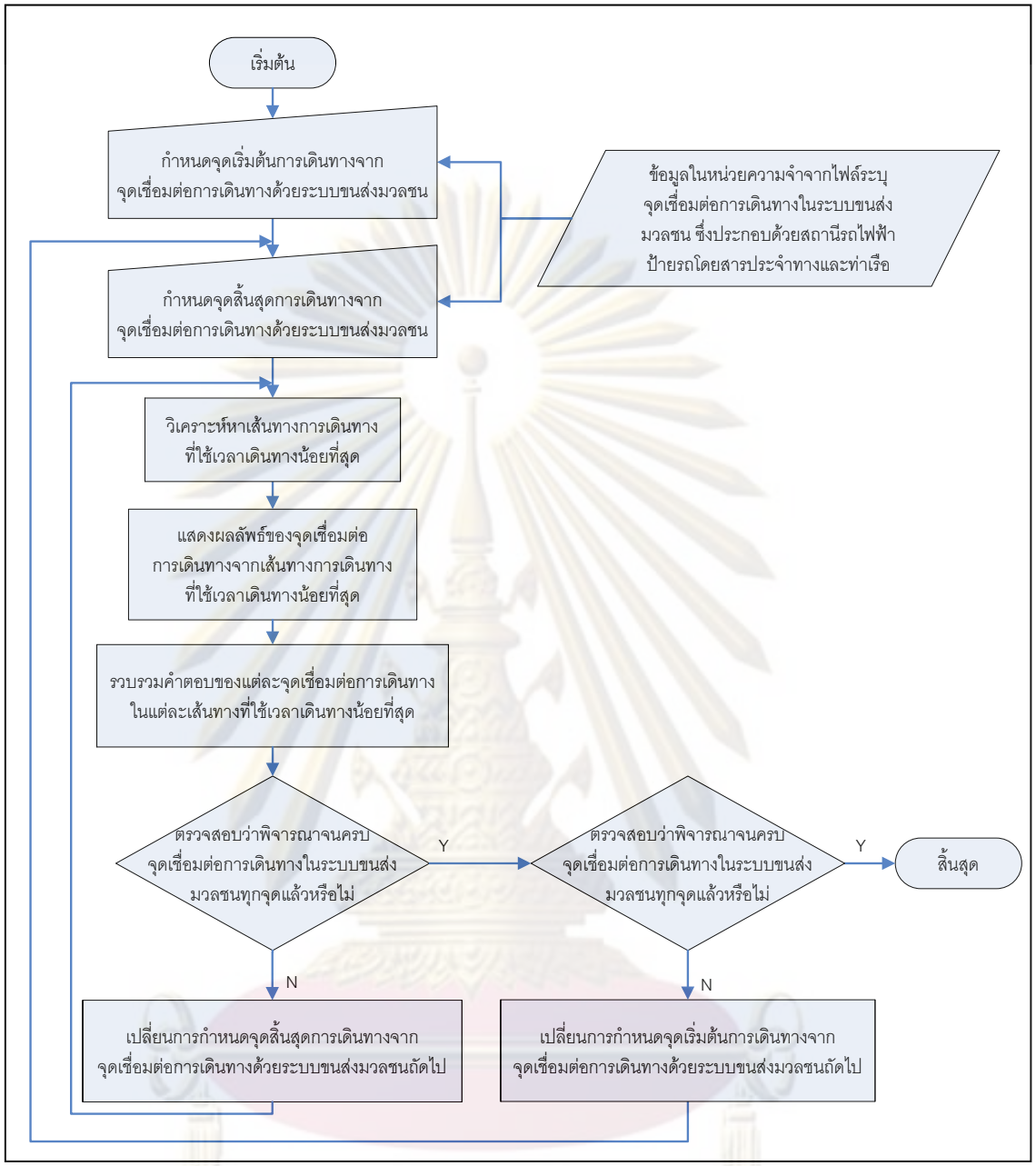
โดยในส่วนของการวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม จากข้อมูลโครงข่ายการเดินทางด้วยเท้าเท่านั้น เพื่อใช้ในการเข้าสู่หรือออกจากการเดินทางในระบบขนส่งมวลชน (จากรูปที่ 4.4) จะมีการกำหนดจุดเริ่มต้นการเดินทางจากจุดเชื่อมต่อเส้นทางการเดินทางด้วยเท้า และกำหนดจุดสิ้นสุดการเดินทางจากจุดเชื่อมต่อเส้นทางการเดินทางของระบบขนส่งมวลชน เช่น สถานีรถไฟฟ้า ป้ายรถโดยสารประจำทาง หรือท่าเรือ เป็นต้น จากนั้นจะทำการวิเคราะห์หาเส้นทางการเดินทางที่ใช้เวลาน้อยที่สุดระหว่างจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดการเดินทางที่เป็นไปได้ทั้งหมด ซึ่งในแต่ละผลลัพธ์ของการวิเคราะห์หาเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมนั้นจะถูกรวบรวมคำตอบที่เกี่ยวข้องกับจุดแรกที่เป็นจุดเชื่อมต่อเส้นทางการเดินทางของระบบขนส่งมวลชน (สถานีรถไฟฟ้า ป้ายรถโดยสารประจำทาง หรือท่าเรือ) ของการเข้าสู่ระบบขนส่งมวลชนทั้งหมด โดยคำตอบของผลลัพธ์ที่ได้รวบรวมขึ้น เปรียบเสมือนเป็นการแนะนำว่า เมื่อเราเริ่มต้นการเดินทาง ณ จุดใดๆแล้ว การเดินทางด้วยเท้าจากจุดๆนั้นไปยังระบบขนส่งมวลชนในแต่ละรูปแบบนั้น จะมีสถานีรถไฟฟ้า ป้ายรถโดยสารประจำทาง หรือท่าเรือใดบ้างที่อยู่ใกล้เราและสามารถเดินทางด้วยเท้า โดยใช้เวลาในการเดินทางน้อยที่สุดแตกต่างกันไป

และส่วนของการวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม จากข้อมูลโครงข่ายการเดินทางที่อยู่ภายในระบบขนส่งมวลชน(จากรูปที่ 4.5) จะมีการกำหนดจุดเริ่มต้นการเดินทาง และกำหนดจุดสิ้นสุดการเดินทางจากจุดเชื่อมต่อเส้นทางการเดินทางของระบบขนส่งมวลชน (สถานีรถไฟฟ้า ป้ายรถโดยสารประจำทาง หรือท่าเรือ) จากนั้นจะทำการวิเคราะห์หาเส้นทางการเดินทางที่ใช้เวลาน้อยที่สุดระหว่างจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดการเดินทางที่

เป็นไปได้ทั้งหมด ซึ่งในแต่ละผลลัพธ์ของการวิเคราะห์หาเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมนั้นจะถูกรวบรวมขึ้นทั้งหมด



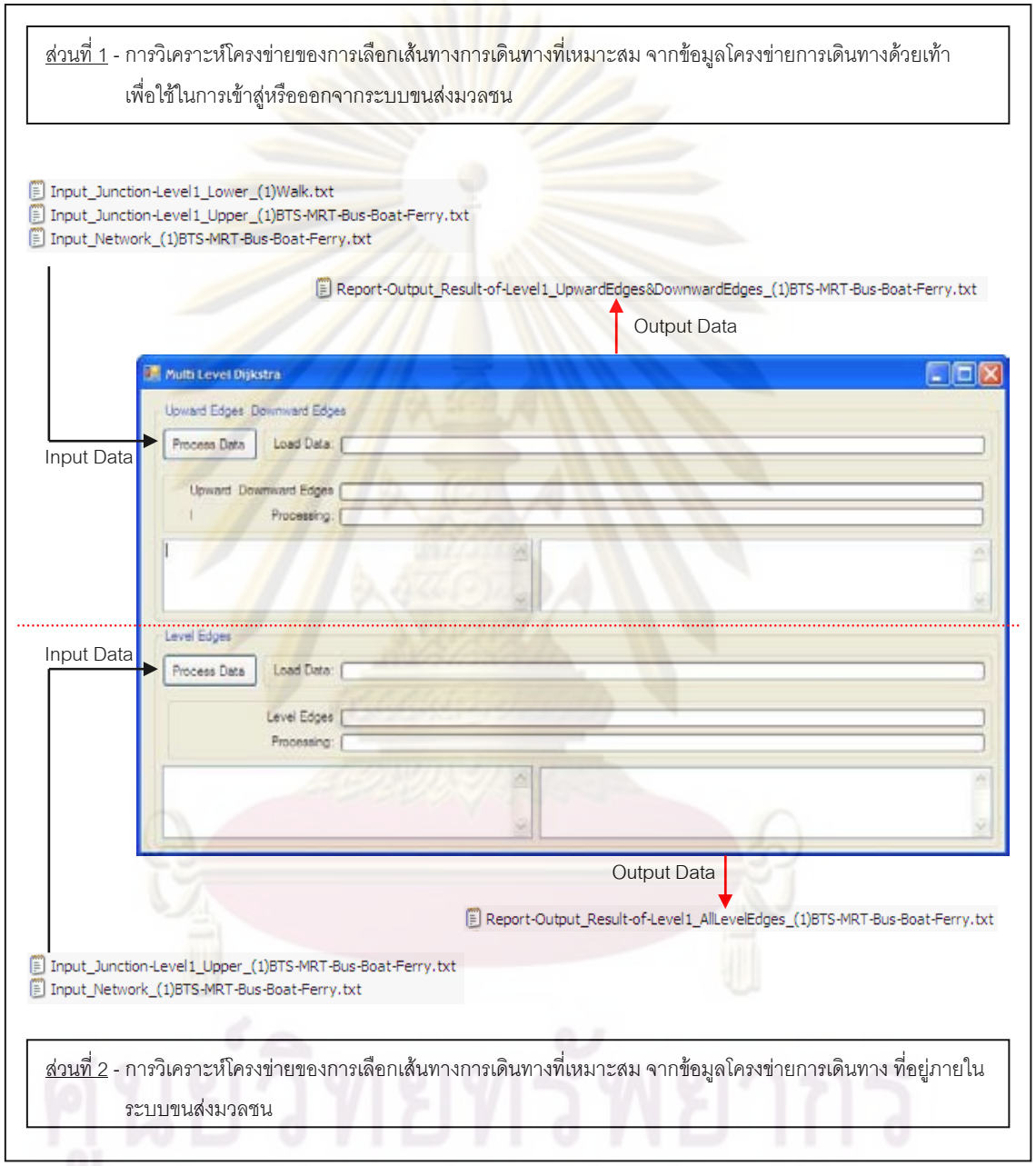
รูปที่ 4.4 แสดงแผนผังการวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมจากข้อมูลโครงข่ายการเดินทางด้วยเท้า เข้าสู่หรือออกจากระบบขนส่งมวลชน



รูปที่ 4.5 แสดงแผนผังการวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม
จากข้อมูลโครงข่ายการเดินทางภายในระบบขนส่งมวลชน

ส่วนในขั้นตอนของกระบวนการวิเคราะห์หาเส้นทางที่ใช้เวลาน้อยที่สุด ได้มีการกำหนดเงื่อนไข Dijkstra's Algorithm ให้ใช้ได้กับข้อมูลของโครงข่าย (Network) ตามที่ได้กล่าวไว้แล้ว (ดังในแนวความคิดของการวิเคราะห์หาเส้นทางที่เหมาะสม จากการศึกษาใน 2.4.2) ซึ่งผู้วิจัยได้มีการพัฒนาโปรแกรมให้สามารถนำเข้าข้อมูลโครงข่ายการเดินทางในระบบขนส่งมวลชนในรูปแบบ

ต่างๆได้ ขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานเป็นผู้กำหนดเลือกรูปแบบที่จะใช้วิเคราะห์การเดินทางนั้นเอง และมีการทำงานดังแสดงในรูปที่ 4.6

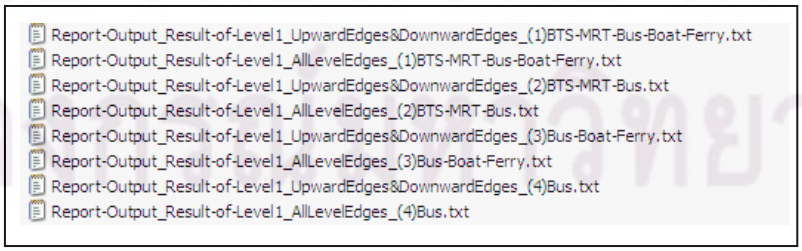


รูปที่ 4.6 แสดงรูปแบบฟอร์มการทำงานในการวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมทั้งสองส่วน ด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นโดยใช้ทุกรูปแบบการเดินทางได้

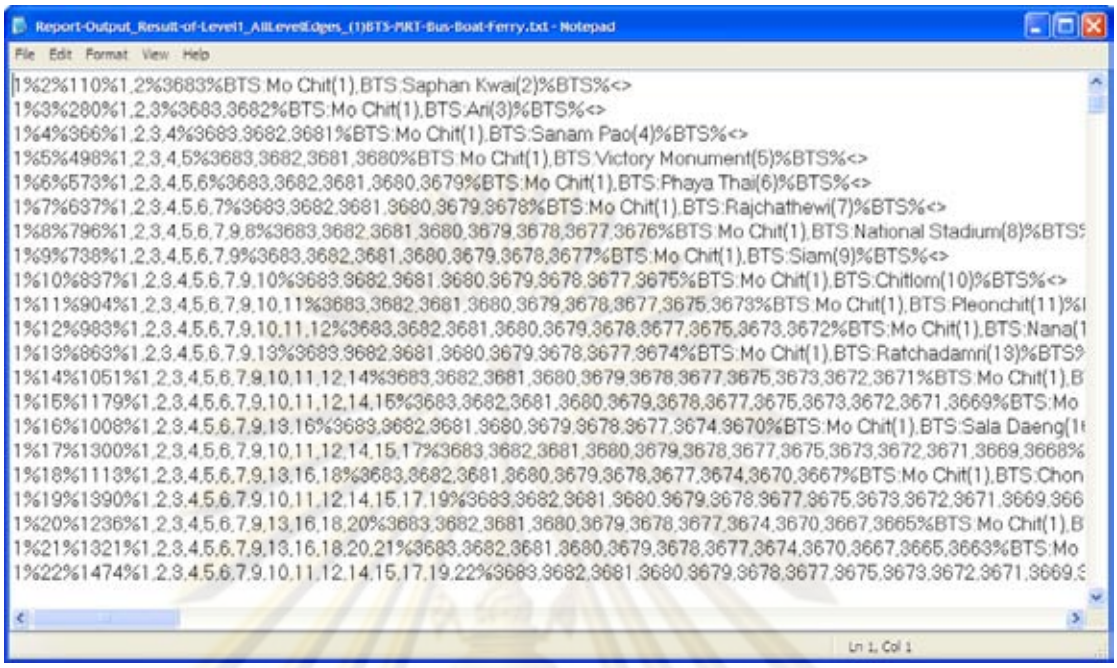
โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมทั้งสองส่วนจะถูกจัดเก็บในรูปแบบของข้อมูล Text files ซึ่งในแต่ละบรรทัดจะแสดงผลลัพธ์ของการวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางในแต่ละเส้นทางด้วย โดยมีส่วนประกอบของข้อมูลที่รายงานผลลัพธ์ขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 4.8 ได้ดังนี้

1. รหัสประจำตัวของจุดเชื่อมต่อการเดินทางเริ่มต้น ยกตัวอย่างเช่น 1
2. รหัสประจำตัวของจุดเชื่อมต่อการเดินทางสิ้นสุด ยกตัวอย่างเช่น 6
3. ระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทาง ยกตัวอย่างเช่น 573 วินาที
4. รหัสประจำตัวของจุดเชื่อมต่อการเดินทาง ที่อยู่ในผลลัพธ์ของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม ยกตัวอย่างเช่น 1, 2, 3, 4, 5, 6
5. รหัสประจำตัวของเส้นทางการเดินทาง ที่อยู่ในผลลัพธ์ของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม ยกตัวอย่างเช่น 683, 3682, 3681, 3680, 3679
6. รายชื่อของจุดเชื่อมต่อการเดินทางพร้อมรหัสประจำตัวของจุดเชื่อมต่อการเดินทาง ที่อยู่ในผลลัพธ์ของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม ยกตัวอย่างเช่น BTS:Mo Chit(1), BTS:Phaya Thai(6)
7. รายชื่อของรูปแบบการเดินทาง ที่อยู่ในผลลัพธ์ของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม ยกตัวอย่างเช่น BTS
8. รายงานของหมายเลขรถโดยสารประจำทางพร้อมรหัสประจำตัวของจุดเชื่อมต่อการเดินทาง ที่อยู่ในผลลัพธ์ของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม (จะปรากฏในกรณีที่ใช้การวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม จากข้อมูลโครงข่ายการเดินทางภายในระบบขนส่งมวลชนเท่านั้น) ยกตัวอย่างเช่น 70(158), 70(94)

ดังนั้นจึงต้องมีการจัดทำข้อมูลที่รายงานผลลัพธ์จากการประมวลผล ตามรูปแบบการเดินทางที่ใช้เป็นแนวทางในพิจารณาเลือกใช้งานของรูปแบบการเดินทางต่างๆ ตามที่ได้กล่าวมาแล้วในขั้นตอนของการออกแบบเพื่อพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ ซึ่งจะประกอบไปด้วยข้อมูลรายงานผลลัพธ์ของ 4 ชุดข้อมูลตามรูปแบบการเดินทาง ดังแสดงในรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์โครงข่ายในการเลือกใช้รูปแบบการเดินทางต่างๆ



รูปที่ 4.8 แสดงตัวอย่างผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม ซึ่งถูกจัดเก็บในรูปแบบของข้อมูล Text files

4.3.2 การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์สำหรับทำการจัดเก็บข้อมูลของผลลัพธ์จากการวิเคราะห์โครงข่าย สู่การจัดเก็บข้อมูลในระบบฐานข้อมูล

เป็นการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ด้วยการสร้างชุดคำสั่งใน Visual Basic 2005 บนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา (PDA) เพื่อใช้ในนำเข้าผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม ซึ่งถูกจัดเก็บในรูปแบบของข้อมูล Text files มาจัดเก็บในระบบฐานข้อมูล (Database) ตามรูปแบบของโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลที่ได้ออกแบบไว้ ด้วยรูปแบบไฟล์ของ Microsoft SQL Server Compact Edition (.sdf Files) เพื่อสำหรับการรองรับกับระบบแนะนำเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมในระบบขนส่งมวลชนต่อไป ซึ่งมีโครงสร้างการจัดเก็บข้อมูลที่สอดคล้องตามส่วนประกอบของข้อมูลที่รายงานผลลัพธ์ (ตามดังที่กล่าวไว้ใน 4.3.1) ได้ดังนี้

1. โครงสร้างข้อมูลที่จัดเก็บผลลัพธ์การวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม จากข้อมูลโครงข่ายการเดินทางด้วยเท้า เข้าสู่หรือออกจากระบบขนส่งมวลชน ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงโครงสร้างข้อมูลที่จัดเก็บผลลัพธ์การวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม จากข้อมูลโครงข่ายการเดินทางด้วยเท้า เพื่อเข้าสู่หรือออกจากระบบขนส่งมวลชน

ชื่อรายการ	ชนิดข้อมูล	คุณลักษณะ
F_JuncID	Integer	เลขจำนวนเต็มแสดงรหัสประจำตัวจุดเชื่อมต่อต้นทางของผลลัพธ์การวิเคราะห์เส้นทางการเดินทางที่หมาะสม
T_JuncID	Integer	เลขจำนวนเต็มแสดงรหัสประจำตัวจุดเชื่อมต่อปลายทางของผลลัพธ์การวิเคราะห์เส้นทางการเดินทางที่หมาะสม
Cost	Integer	เลขจำนวนเต็มแสดงระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางของผลลัพธ์การวิเคราะห์เส้นทางการเดินทางที่หมาะสม (หน่วยเป็นวินาที)
PathJunction	Character(500)	ตัวอักษรแทนรหัสประจำตัวของแต่ละจุดเชื่อมต่อการเดินทาง ที่อยู่ในผลลัพธ์ของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม
PathNetwork	Character(500)	ตัวอักษรแทนรหัสประจำตัวของแต่ละเส้นทางการเดินทาง ที่อยู่ในผลลัพธ์ของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม
Report_ PathJunction	Character(500)	ตัวอักษรแทนรายชื่อของแต่ละจุดเชื่อมต่อการเดินทาง พร้อมรหัสประจำตัวจุดเชื่อมต่อ ที่อยู่ในผลลัพธ์ของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม
Report_ PathNetwork	Character(500)	ตัวอักษรแทนรายชื่อของแต่ละรูปแบบการเดินทาง ที่อยู่ในผลลัพธ์ของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม

2. โครงสร้างข้อมูลที่จัดเก็บผลลัพธ์การวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม จากข้อมูลโครงข่ายการเดินทางภายในระบบขนส่งมวลชน ดังแสดงในตารางที่ 4.2

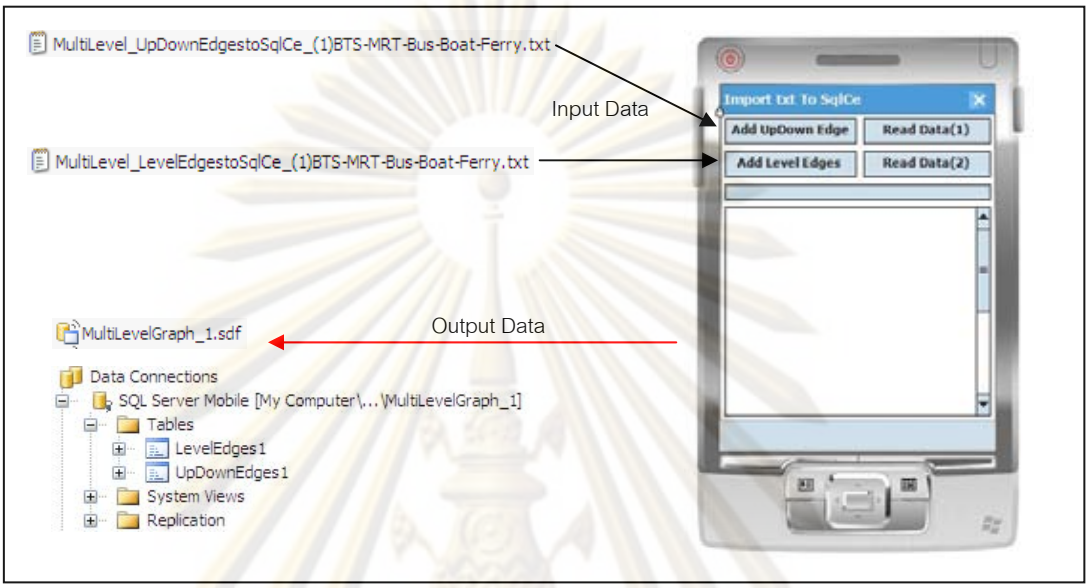
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4-2 แสดงโครงสร้างข้อมูลที่จัดเก็บผลลัพธ์การวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม จากข้อมูลโครงข่ายการเดินทางภายในระบบขนส่งมวลชน

ชื่อรายการ	ชนิดข้อมูล	คุณลักษณะ
F_JuncID	Integer	เลขจำนวนเต็มแสดงรหัสประจำตัวจุดเชื่อมต่อต้นทางของผลลัพธ์การวิเคราะห์เส้นทางการเดินทางที่หมาะสม
T_JuncID	Integer	เลขจำนวนเต็มแสดงรหัสประจำตัวจุดเชื่อมต่อปลายทางของผลลัพธ์การวิเคราะห์เส้นทางการเดินทางที่หมาะสม
Cost	Integer	เลขจำนวนเต็มแสดงระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางของผลลัพธ์การวิเคราะห์เส้นทางการเดินทางที่หมาะสม (หน่วยเป็นวินาที)
PathJunction	Character(500)	ตัวอักษรแทนรหัสประจำตัวของแต่ละจุดเชื่อมต่อการเดินทาง ที่อยู่ในผลลัพธ์ของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม
PathNetwork	Character(500)	ตัวอักษรแทนรหัสประจำตัวของแต่ละเส้นทางการเดินทาง ที่อยู่ในผลลัพธ์ของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม
Report_ PathJunction	Character(500)	ตัวอักษรแทนรายชื่อของแต่ละจุดเชื่อมต่อการเดินทาง พร้อมรหัสประจำตัวจุดเชื่อมต่อ ที่อยู่ในผลลัพธ์ของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม
Report_ PathNetwork	Character(500)	ตัวอักษรแทนรายชื่อของแต่ละรูปแบบการเดินทาง ที่อยู่ในผลลัพธ์ของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม
Report_ BusNumber	Character(500)	ตัวอักษรแทนรายชื่อของแต่ละหมายเลขรถโดยสารประจำทางพร้อมรหัสประจำตัวจุดเชื่อมต่อ ที่อยู่ในผลลัพธ์ของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม

โดยการทำงานของพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ที่สร้างขึ้นมานี้ จะทำการอ่านข้อมูลจากแต่ละผลลัพธ์การวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม ที่ถูกจัดเก็บในรูปแบบ Text files มาบันทึกลงในระบบฐานข้อมูลของไฟล์ Microsoft SQL Server Compact Edition (.sdf Files) ซึ่งผู้ใช้งานจะต้องทำการกำหนดหรือระบุชื่อของรายงานผลลัพธ์จากการวิเคราะห์โครงข่าย และแหล่งที่จัดเก็บข้อมูลบนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา (PDA) ให้ถูกต้องตาม

รูปแบบการบันทึกข้อมูลในระบบฐานข้อมูลด้วย ซึ่งจะมีแบบฟอร์มในการทำงานของโปรแกรมประยุกต์ดังแสดงในรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 แสดงการจัดเก็บข้อมูลที่จัดเก็บผลลัพธ์การวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมในระบบฐานข้อมูล ด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นบนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา (PDA)

ดังนั้นจึงต้องมีการจัดทำระบบฐานข้อมูลของรายงานผลลัพธ์จากการประมวลผล ตามรูปแบบการเดินทางที่ใช้เป็นแนวทางในพิจารณาเลือกใช้งานของรูปแบบการเดินทางต่างๆ ตามที่ได้กล่าวมาแล้วในขั้นตอนของการออกแบบเพื่อพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ ซึ่งจะประกอบไปด้วยระบบฐานข้อมูลของรายงานผลลัพธ์จำนวน 4 ฐานข้อมูลตามรูปแบบการเดินทาง และมีรายละเอียดของระบบฐานข้อมูลดังนี้

1. MultiLevelGraph_1.sdf เป็นระบบฐานข้อมูลที่ใช้ในจัดเก็บผลลัพธ์การวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม โดยผู้ใช้สามารถเดินทางในระบบขนส่งมวลชนด้วยรถไฟฟ้าบีทีเอส และ/หรือรถไฟฟ้ามหานคร (รถไฟฟ้าใต้ดิน) และ/หรือรถโดยสารประจำทาง และ/หรือเรือโดยสาร และ/หรือเรือข้ามฟากได้

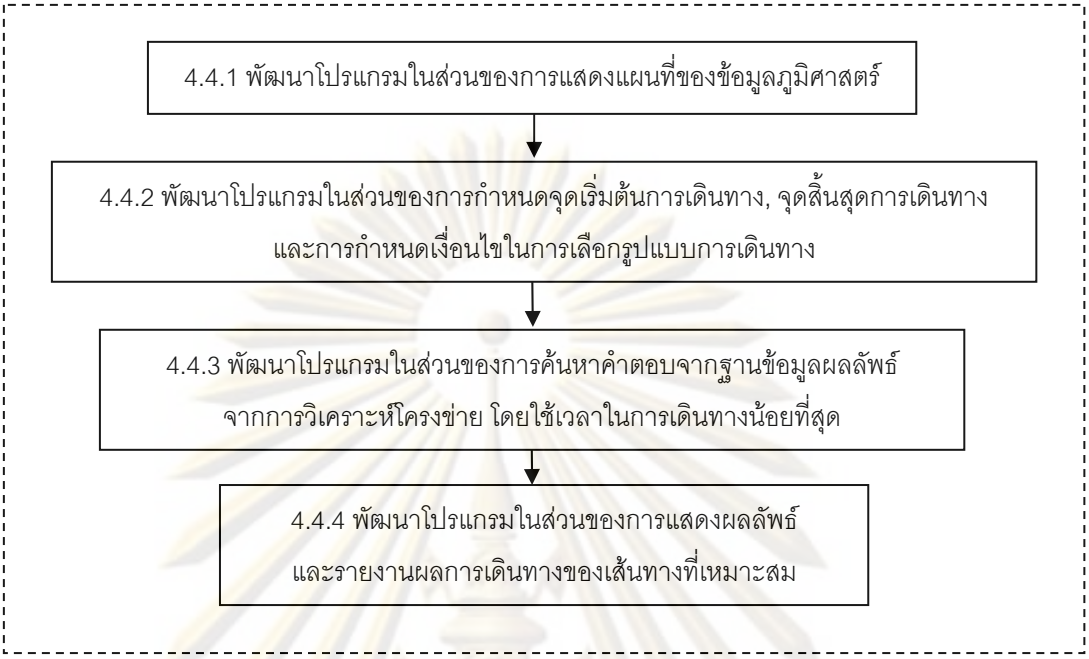
2. MultiLevelGraph_2.sdf เป็นระบบฐานข้อมูลที่ใช้ในจัดเก็บผลลัพธ์การวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม โดยผู้ใช้สามารถเดินทางในระบบขนส่งมวลชนด้วยรถไฟฟ้าบีทีเอส และ/หรือรถไฟฟ้ามหานคร (รถไฟฟ้าใต้ดิน) และ/หรือรถโดยสารประจำทางได้
3. MultiLevelGraph_3.sdf เป็นระบบฐานข้อมูลที่ใช้ในจัดเก็บผลลัพธ์การวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม โดยผู้ใช้สามารถเดินทางในระบบขนส่งมวลชนด้วยรถโดยสารประจำทาง และ/หรือเรือโดยสาร และ/หรือเรือข้ามฟากได้
4. MultiLevelGraph_4.sdf เป็นระบบฐานข้อมูลที่ใช้ในจัดเก็บผลลัพธ์การวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม โดยผู้ใช้สามารถเดินทางในระบบขนส่งมวลชนด้วยรถโดยสารประจำทางได้เท่านั้น

4.4 การจัดทำระบบของโปรแกรมประยุกต์ในการเลือกเส้นทางที่เหมาะสม สำหรับการแนะนำเส้นทางการเดินทางในระบบขนส่งมวลชนหลายรูปแบบ

การที่ได้มีศึกษาการออกแบบเพื่อพัฒนาโปรแกรมประยุกต์มาแล้วนั้น (ดังที่กล่าวไว้ใน 4.1) โดยในส่วนนี้เป็นการนำแนวคิดดังกล่าวมาพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ที่สร้างขึ้นบนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา (PDA) ด้วยโปรแกรม Visual Basic 2005 โดยระบบของโปรแกรมประยุกต์ในการเลือกเส้นทางที่เหมาะสม สำหรับการแนะนำเส้นทางการเดินทางในระบบขนส่งมวลชนหลายรูปแบบนั้น จะทำหน้าที่เพื่อใช้ในการแสดงแผนที่ การเลือกเส้นทางที่เหมาะสม สำหรับการเดินทางในระบบขนส่งมวลชนหลายรูปแบบ และแสดงผลลัพธ์ในการแนะนำเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม เป็นต้น

สำหรับการจัดทำระบบของโปรแกรมประยุกต์ในการเลือกเส้นทางที่เหมาะสม สำหรับการเดินทางในระบบขนส่งมวลชนหลายรูปแบบ โดยสามารถแบ่งการจัดทำและพัฒนาโปรแกรมออกเป็นส่วนต่างๆ ซึ่งมีขั้นตอนในการพัฒนา ดังแสดงในรูปที่ 4.10 ดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.10 แสดงขั้นตอนในการพัฒนาส่วนต่างๆของโปรแกรมประยุกต์ในการเลือกเส้นทางที่เหมาะสม บนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา (PDA)

4.4.1 การพัฒนาโปรแกรมในส่วนของการแสดงแผนที่ของข้อมูลภูมิศาสตร์

โดยในส่วนนี้เป็นการพัฒนาขึ้นเพื่อนำข้อมูลเชิงเรขาคณิตของข้อมูลโครงข่ายการเดินทาง หรือเส้นทางการเดินทางในระบบขนส่งมวลชน ตลอดจนทั้งข้อมูลภูมิศาสตร์อื่นๆที่ใช้ประกอบในการแสดงแผนที่ เช่น ข้อมูลภูมิสาตร์ของขอบเขตการปกครอง ข้อมูลภูมิสาตร์ของแหล่งน้ำ ซึ่งถูกจัดเก็บข้อมูลในระบบของฐานข้อมูล (Database) ด้วยรูปแบบไฟล์ของ Microsoft SQL Server Compact Edition (.sdf Files) (ตามที่กล่าวไว้ใน 3.3.3) โดยการพัฒนาสร้างชุดคำสั่งใน Visual Basic 2005 เพื่อใช้สำหรับการวาดเส้นทางการเดินทาง และแสดงเป็นแผนที่ของข้อมูลภูมิศาสตร์ต่างๆ โดยมีรูปแบบฟอร์มดังแสดงในรูปที่ 4.11

ในการทำงานของส่วนการแสดงแผนที่ของข้อมูลภูมิศาสตร์บนโปรแกรมประยุกต์นี้ ผู้วิจัยยังได้มีการพัฒนาส่วนโต้ตอบกับผู้ใช้งานขึ้น เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้งาน โดยสามารถใช้การแสดงผลพื้นฐานที่ควรจะมีในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ดังเช่น การแสดงแผนที่ให้เห็นรายละเอียดมากขึ้น (Zoom in) การแสดงแผนที่ให้เห็นรายละเอียดลดลง (Zoom out) หรือการเลื่อนส่วนของการแสดงแผนที่ (Pan) เป็นต้น ซึ่งมีรายละเอียดของการใช้งานส่วนนี้ดังแสดงในตารางที่ 4.3

รูปที่ 4.11 แสดงรูปแบบฟอร์มของการแสดงแผนที่ข้อมูลต่างๆ

ตารางที่ 4.3 แสดงการใช้เครื่องมือต่างๆที่พัฒนาขึ้น เพื่อใช้ในการโต้ตอบกับผู้ใช้งาน

รูปเครื่องมือ	ชื่อเครื่องมือ	คุณสมบัติการทำงาน
	Zoom In	ใช้ในการขยายของการแสดงแผนที่
	Zoom Out	ใช้ในการย่อของการแสดงแผนที่
	Zoom In by window	ใช้ในการขยายโดยผู้ใช้กำหนดขอบเขตของการขยายในการแสดงแผนที่
	Zoom Out by window	ใช้ในการย่อโดยผู้ใช้กำหนดขอบเขตของการย่อในการแสดงแผนที่
	Refresh	ใช้ในการแสดงแผนที่เหมือนขณะเริ่มต้นโปรแกรม

ซึ่งยังได้มีการพัฒนาส่วนโต้ตอบกับผู้ใช้งานของการเลื่อนในการแสดงแผนที่ (Pan) โดยเมื่อผู้ใช้งานทำการลากปากกาไปบนพื้นที่ในการแสดงแผนที่ จะเป็นการเลื่อนหรือ Pan ข้อมูลในการแสดงแผนที่ พร้อมทั้งการแสดงของค่าพิกัดซึ่งจะเปลี่ยนไปตามการลากปากกานั้นอีกด้วย นอกจากนี้ยังได้มีการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ในการทำงานของส่วนอื่นๆ เช่น ภายใต้หัวข้อ Menu นั้น จะเป็นการนำไปสู่การทำงานของส่วนการวิเคราะห์ในเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม และส่วนของการกำหนดเงื่อนไขในการเลือกรูปแบบการเดินทาง ซึ่งจะได้อธิบายในหัวข้อต่อไปนี้

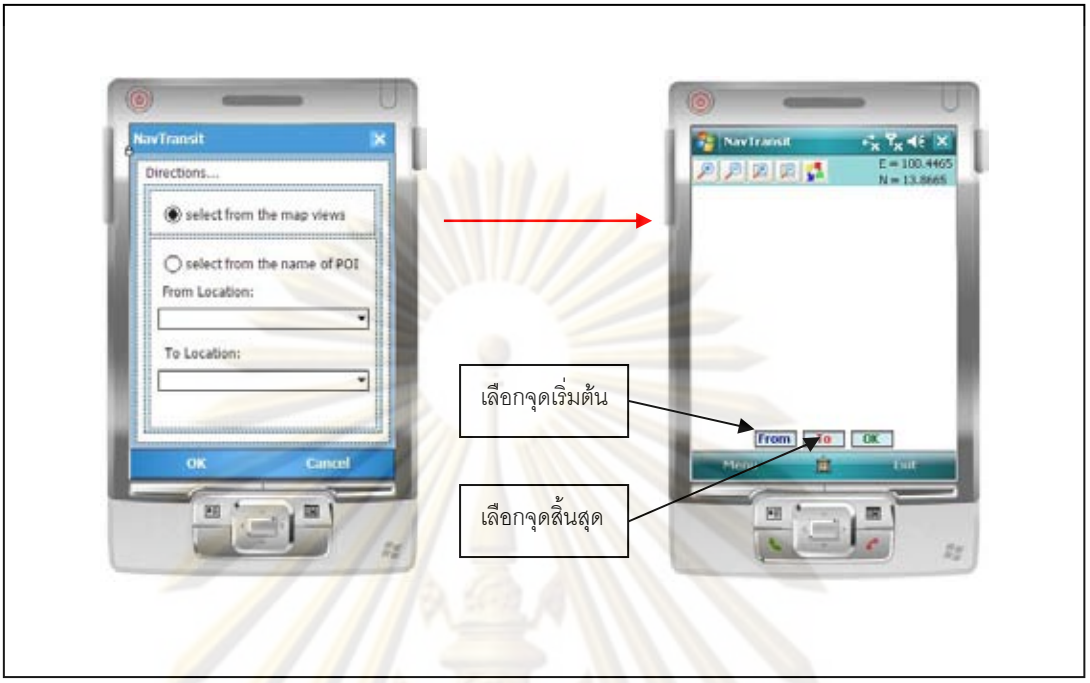
4.4.2 การพัฒนาโปรแกรมในส่วนของการกำหนดจุดเริ่มต้นการเดินทาง, จุดสิ้นสุดการเดินทาง และการกำหนดเงื่อนไขในการเลือกรูปแบบการเดินทาง

โดยในส่วนนี้เป็นการพัฒนาขึ้น จากการพัฒนาสร้างชุดคำสั่งใน Visual Basic 2005 เพื่อให้ผู้ใช้งานได้กำหนดจุดเริ่มต้นการเดินทางและจุดสิ้นสุดการเดินทาง เพื่อนำไปสู่การประมวลผลและการแสดงผลลัพธ์ของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม ในระบบขนส่งมวลชนหลายรูปแบบต่อไป ซึ่งผู้วิจัยได้พัฒนาให้ผู้ใช้งานในระบบ สามารถกำหนดการทำงานในส่วนนี้ ได้ด้วย 2 วิธีการ คือ

วิธีที่ 1 – กำหนดจุดเริ่มต้นการเดินทางและจุดสิ้นสุดการเดินทางจากหน้าต่างของการแสดงแผนที่ ซึ่งมีขั้นตอนของทำงานและรูปแบบฟอร์มดังแสดงในรูปที่ 4.12

วิธีที่ 2 – กำหนดจุดเริ่มต้นการเดินทางและจุดสิ้นสุดการเดินทางจากรายชื่อของจุดสนใจ โดยระบบจะทำการเรียกข้อมูลของจุดสนใจหรือสถานที่ต่างๆจากฐานข้อมูลที่จัดเก็บไว้ ซึ่งมีขั้นตอนของทำงานและรูปแบบฟอร์มดังแสดงในรูปที่ 4.13

ซึ่งในการกำหนดจุดเริ่มต้นการเดินทางและจุดสิ้นสุดการเดินทางนี้ โปรแกรมจะได้ทำการคำนวณหาค่าพิกัดของจุดเริ่มต้นการเดินทางและจุดสิ้นสุดการเดินทาง จากนั้นจะทำการเปรียบเทียบกับค่าพิกัดของจุดเชื่อมต่อเส้นทางการเดินทางด้วยเท้า จากข้อมูลโครงข่ายการเดินทางในระบบขนส่งมวลชนซึ่งถูกจัดเก็บในฐานข้อมูลตามที่ได้จัดทำไว้ และทำการค้นหาจุดเชื่อมต่อเส้นทางการเดินทางที่อยู่ใกล้ที่สุดกับจุดเริ่มต้นการเดินทาง หรือจุดสิ้นสุดการเดินทาง เพื่อนำไปใช้ในการกำหนดเริ่มต้นของการหาเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมต่อไปนั้นเอง โดยจะมีความสอดคล้องกับหลักการและขั้นตอนในการวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม โดยใช้เวลาในการเดินทางน้อยที่สุด ในระบบขนส่งมวลชนตามที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น (ดังในแนวคิดของ 2.4.2)



รูปที่ 4.12 แสดงรูปแบบฟอร์มของกำหนดจุดเริ่มต้นการเดินทาง
และจุดสิ้นสุดการเดินทางจากหน้าต่างของการแสดงแผนที่

รูปที่ 4.13 แสดงรูปแบบฟอร์มของกำหนดจุดเริ่มต้นการเดินทาง
และจุดสิ้นสุดการเดินทางจากรายชื่อของจุดสนใจ

ส่วนของการพัฒนาในการกำหนดเงื่อนไขในการเลือกรูปแบบการเดินทางในระบบขนส่งมวลชนนั้น ผู้วิจัยได้พัฒนาสร้างชุดคำสั่งใน Visual Basic 2005 เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกรูปแบบการเดินทางที่จะใช้ ในระบบขนส่งมวลชนซึ่งผสมผสานกันได้ ตามที่ได้ศึกษาในขั้นตอนของการออกแบบเพื่อพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ซึ่งได้ไว้กล่าวในข้างต้น (ดังใน 4.1) โดยมีรูปแบบของการกำหนดในการเลือกใช้งานของรูปแบบการเดินทางต่างๆ ได้ดังนี้

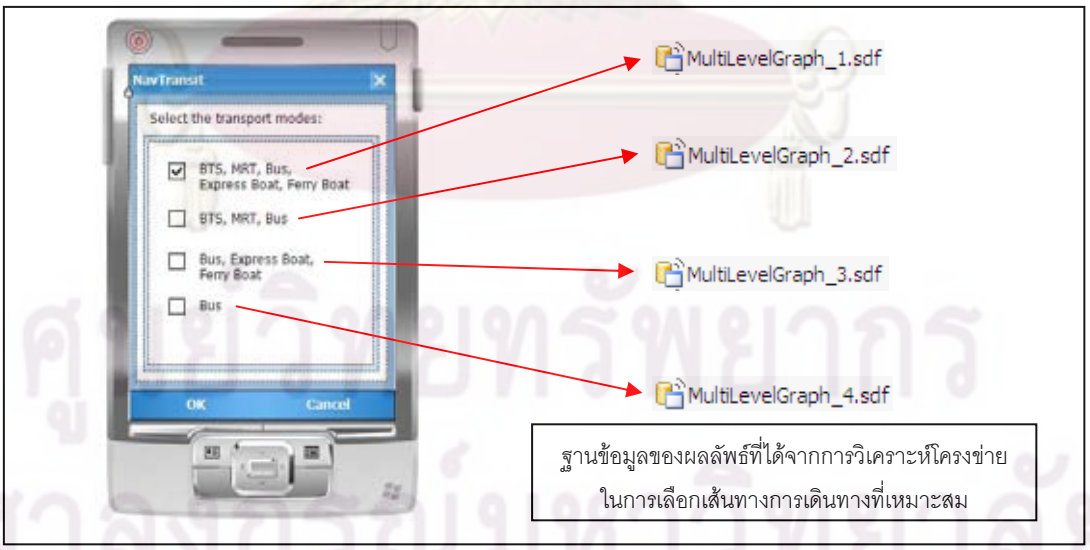
รูปแบบที่ 1 – ผู้ใช้สามารถเดินทางในระบบขนส่งมวลชนด้วยรถไฟฟ้าบีทีเอส รถไฟฟ้ามหานคร (รถไฟฟ้าใต้ดิน) รถโดยสารประจำทาง เรือโดยสาร หรือเรือข้ามฟากได้

รูปแบบที่ 2 – ผู้ใช้สามารถเดินทางในระบบขนส่งมวลชนด้วยรถไฟฟ้าบีทีเอส รถไฟฟ้ามหานคร (รถไฟฟ้าใต้ดิน) หรือรถโดยสารประจำทางได้

รูปแบบที่ 3 – ผู้ใช้สามารถเดินทางในระบบขนส่งมวลชนด้วยรถโดยสารประจำทาง เรือโดยสาร หรือเรือข้ามฟากได้

รูปแบบที่ 4 – ผู้ใช้สามารถเดินทางในระบบขนส่งมวลชนด้วยรถโดยสารประจำทางได้เท่านั้น

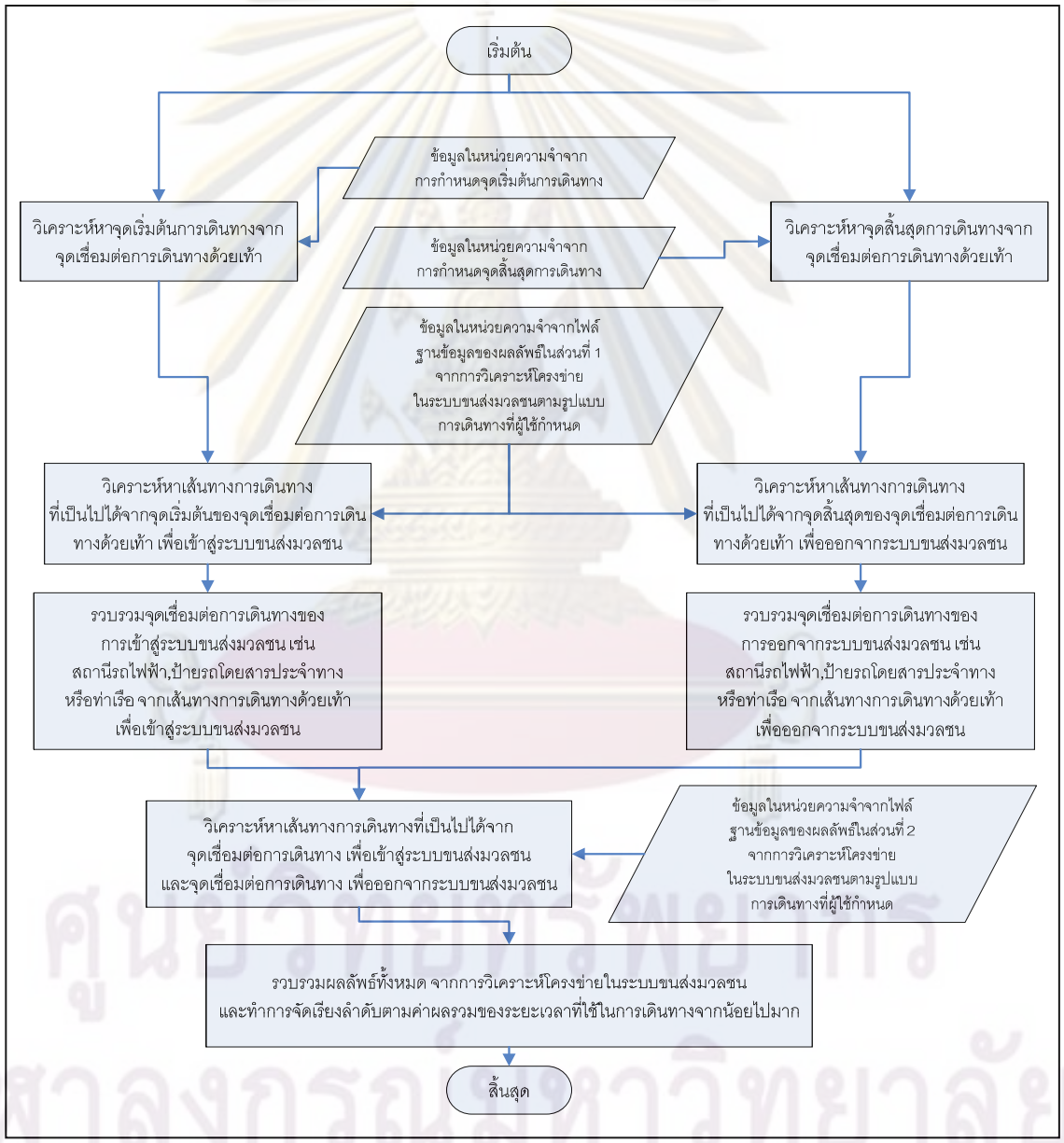
และเมื่อกำหนดเงื่อนไขในการเลือกรูปแบบการเดินทางเสร็จแล้ว โปรแกรมจะทำการกำหนดในการเรียกหรือดึงข้อมูลของผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม ทั้งสองส่วนจากไฟล์ในระบบฐานข้อมูลที่จัดเก็บไว้ ด้วยรูปแบบไฟล์ของ Microsoft SQL Server Compact Edition (.sdf Files) ดังแสดงในรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.14 แสดงรูปแบบฟอร์มของการกำหนดเงื่อนไขในการเลือกรูปแบบการเดินทางในระบบขนส่งมวลชน

4.4.3 การพัฒนาโปรแกรมในส่วนของการค้นหาคำตอบจากฐานข้อมูลผลลัพธ์ในการวิเคราะห์โครงข่าย โดยใช้เวลาในการเดินทางน้อยที่สุด

ในส่วนเป็นการพัฒนาโปรแกรมเพื่อใช้ในการค้นหา และประมวลผลหาคำตอบจากฐานข้อมูลของผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมในระบบขนส่งมวลชนด้วยรูปแบบการเดินทางตามที่ผู้ใช้กำหนดขึ้น สามารถเขียนแผนผังการทำงานได้ดังนี้ ดังแสดงในรูปที่ 4.15



รูปที่ 4.15 แสดงแผนผังการประมวลผลหาคำตอบจากฐานข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม ในระบบขนส่งมวลชน

และเมื่อโปรแกรมได้ทำการกำหนดจุดเริ่มต้นการเดินทาง, จุดสิ้นสุดการเดินทาง และการกำหนดเงื่อนไขในการเลือกรูปแบบการเดินทาง โดยผู้ใช้งานเสร็จแล้วนั้น ในขั้นนี้โปรแกรมจะมีหลักการทำงานตามที่ศึกษาจากขั้นตอนในการวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม โดยใช้เวลาในการเดินทางน้อยที่สุด ในระบบขนส่งมวลชนตามที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น (ดังใน 4.3.1) ซึ่งสามารถแบ่งการทำงานเป็น 3 ขั้นตอน (ดังแสดงในรูปที่ 4.16) คือ

ขั้นตอนที่ 1 – การวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมจากการเดินทางด้วยเท้าเข้าสู่ระบบขนส่งมวลชน

ขั้นตอนที่ 2 – การวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมจากการเดินทางด้วยเท้าออกจากระบบขนส่งมวลชน

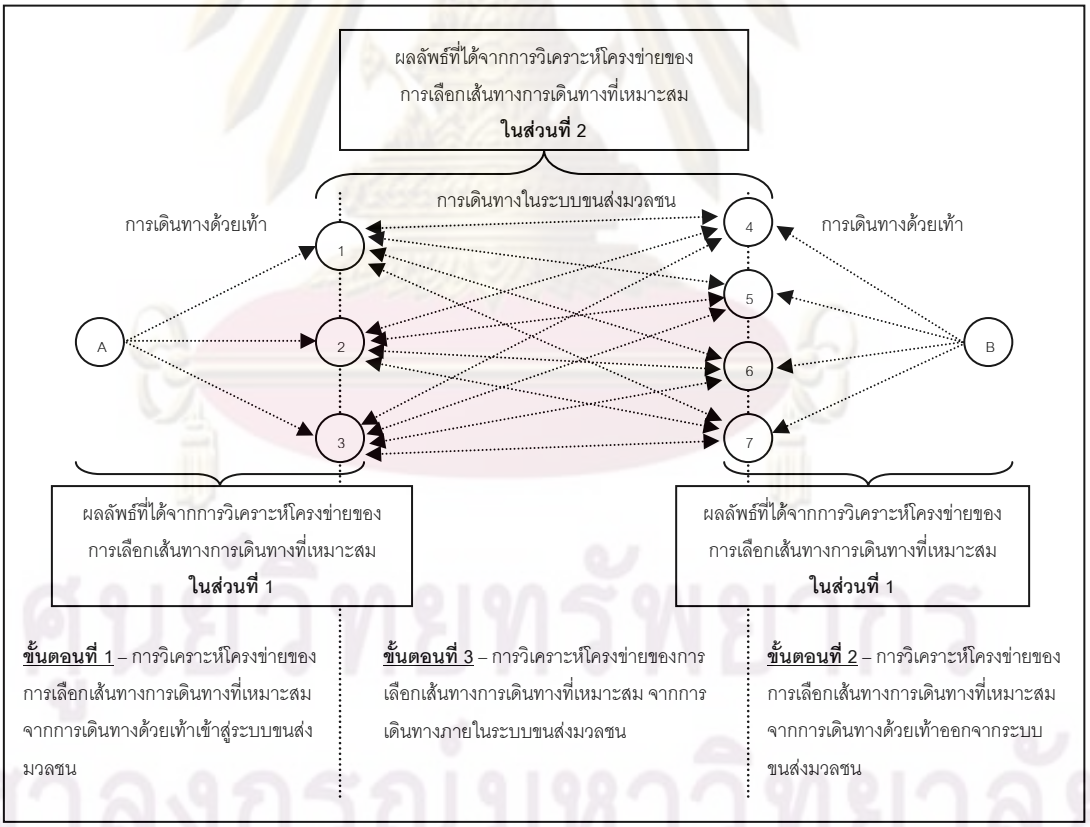
ขั้นตอนที่ 3 – การวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมจากการเดินทางภายในระบบขนส่งมวลชน

โดยเริ่มจากการทำงานในขั้นตอนที่ 1 นี้ โปรแกรมจะทำการเรียกหรือดึงข้อมูลของผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม ในส่วนที่ 1 (ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม จากข้อมูลโครงข่ายการเดินทางด้วยเท้าเท่านั้น เพื่อใช้ในการเข้าสู่หรือออกจากการเดินทางในระบบขนส่งมวลชน) ตามการกำหนดเลือกจุดเริ่มต้นการเดินทางซึ่งจะได้จุดเชื่อมต่อเส้นทางการเดินทางด้วยเท้า จากข้อมูลโครงข่ายการเดินทางที่อยู่ใกล้ที่สุดนั้น เป็นตัวกำหนดของการเรียกหรือดึงข้อมูลผลลัพธ์ขึ้นมา ฉะนั้นผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นข้อมูลของเส้นทางการเดินทางด้วยเท้าเพื่อเข้าสู่ระบบขนส่งมวลชน จุดเชื่อมต่อเส้นทางการเดินทางที่เข้าสู่ระบบขนส่งมวลชน และระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางภายในแต่ละเส้นทาง

การทำงานในส่วนขั้นตอนที่ 2 นี้ โปรแกรมจะทำการเรียกหรือดึงข้อมูลของผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม ในส่วนที่ 1 (ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม จากข้อมูลโครงข่ายการเดินทางด้วยเท้าเท่านั้น เพื่อใช้ในการเข้าสู่หรือออกจากการเดินทางในระบบขนส่งมวลชน) ตามการกำหนดเลือกจุดสิ้นสุดการเดินทางซึ่งจะได้จุดเชื่อมต่อเส้นทางการเดินทางด้วยเท้า จากข้อมูลโครงข่ายการเดินทางที่อยู่ใกล้ที่สุดนั้น เป็นตัวกำหนดของการเรียกหรือดึงข้อมูลผลลัพธ์ขึ้นมา ฉะนั้นผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นข้อมูลของเส้นทางการเดินทางด้วยเท้าเพื่อออกจากระบบขนส่งมวลชน จุดเชื่อมต่อเส้นทางการเดินทางที่ออกจากระบบขนส่งมวลชน และระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางภายในแต่ละเส้นทาง

จากนั้นการทำงานในส่วนขั้นตอนที่ 3 นี้ โปรแกรมจะทำการเรียกหรือดึงข้อมูลของผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม ในส่วนที่ 2 (ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม จากข้อมูลโครงข่ายการเดินทางที่อยู่ภายในระบบขนส่งมวลชน) โดยทำการเลือกจากจุดเชื่อมต่อเส้นทางการเดินทางที่เข้าสู่ระบบขนส่งมวลชน และจุดเชื่อมต่อเส้นทางการเดินทางที่ออกจากระบบขนส่งมวลชน เป็นตัวกำหนดของการเรียกหรือดึงข้อมูลผลลัพธ์ขึ้นมา ฉะนั้นผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นข้อมูลของเส้นทางการเดินทางภายในระบบขนส่งมวลชน และระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางภายในแต่ละเส้นทาง

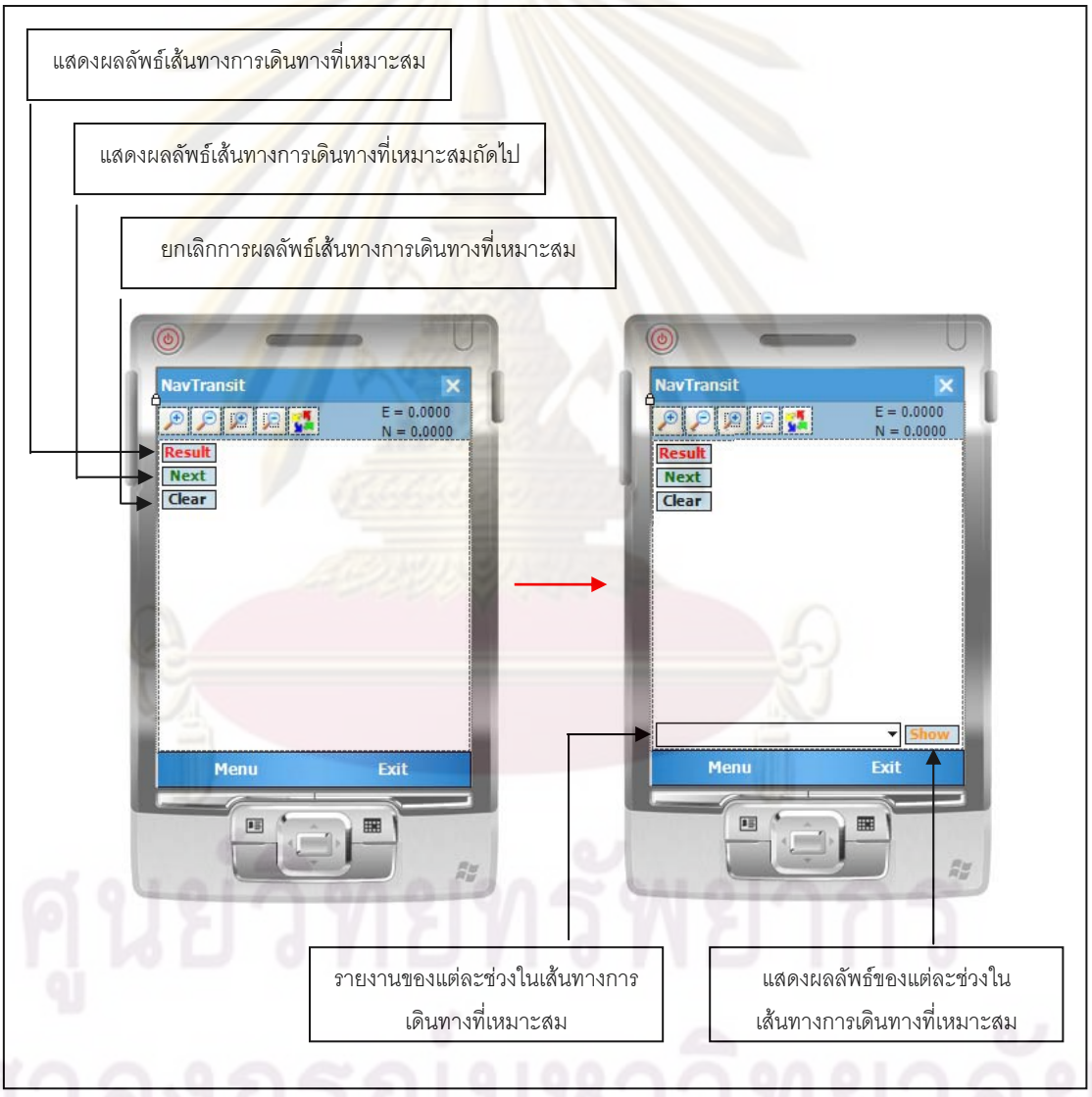
และเมื่อการทำงานครบทั้ง 3 ส่วนแล้ว โปรแกรมจะทำการรวบรวมผลคำตอบจากผลลัพธ์ทั้งหมดที่ได้จากแต่ละส่วน โดยผลลัพธ์ของระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากจุดเริ่มต้นถึงจุดสิ้นสุดนั้น คือผลรวมของระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางในแต่ละนั่นเอง และจะถูกทำการจัดเรียงลำดับตามผลรวมของระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากน้อยไปมาก เพื่อนำสู่การแสดงแสดงผลลัพธ์และรายงานผลการเดินทางของเส้นทางที่เหมาะสมต่อไป



รูปที่ 4.16 แสดงการรวบรวมคำตอบจากผลลัพธ์ทั้งหมดที่ได้จากแต่ละส่วน จากการวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม ในระบบขนส่งมวลชน

4.4.4 การพัฒนาโปรแกรมในส่วนของการแสดงผลลัพธ์ และรายงานผลการเดินทางของเส้นทางที่เหมาะสม

โดยในส่วนนี้จะเป็นการพัฒนาโปรแกรม เพื่อนำผลจากการประมวลผลหาคำตอบของแต่ละการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม ในระบบขนส่งมวลชนด้วยรูปแบบการเดินทางตามที่ผู้ใช้กำหนดขึ้น ซึ่งสามารถแสดงในแบบฟอร์มของการแสดงแผนที่ (ดังแสดงในรูปที่ 4.17) และผู้วิจัยได้จัดทำระบบให้ผู้ใช้งานสามารถแสดงรายละเอียดของข้อมูลการเดินทางในแต่ละช่วงได้ โดยมีขั้นตอนของทำงานดังนี้



รูปที่ 4.17 แสดงรูปแบบฟอร์มของการแสดงผลลัพธ์ และรายงานผลการเดินทางของเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม ในระบบขนส่งมวลชนหลายรูปแบบ

จากการค้นหาของผลลัพธ์ของระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากจุดเริ่มต้น ถึงจุดสิ้นสุดการเดินทางในแต่ละเส้นทางนั้น จะถูกรวบรวมและทำการจัดเรียงลำดับตามผลรวมของระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากน้อยไปมาก ตามที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น จากนั้นโปรแกรมจะทำการเรียกข้อมูลที่รายงานผลลัพธ์ที่ถูกบันทึกในฐานข้อมูลนั่นๆ ซึ่งจะมีการรายงานรหัสประจำตัวของจุดเชื่อมต่อการเดินทาง รหัสประจำตัวของเส้นทางการเดินทาง รายชื่อของจุดเชื่อมต่อการเดินทางพร้อมรหัสประจำตัวของจุดเชื่อมต่อการเดินทาง รายชื่อของรูปแบบการเดินทางและรายงานของหมายเลขรถโดยสารประจำทางพร้อมรหัสประจำตัวของจุดเชื่อมต่อการเดินทาง ที่อยู่ในผลลัพธ์ของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมในแต่ละเส้นทาง

จากนั้นโปรแกรมจะทำการประมวลผลจากรายงานผลลัพธ์ดังกล่าว เพื่อนำผลลัพธ์ไปแสดงลงสู่แบบฟอร์มของการแสดงแผนที่ โดยจะทำการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลที่ใช้เก็บข้อมูลเชิงเรขาคณิตของข้อมูลโครงข่ายการเดินทาง และทำการวาดเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม ในระบบขนส่งมวลชนต่อไป

ทั้งนี้เพื่อให้ผู้ใช้งานได้เข้าใจถึงรายละเอียดของเส้นการเดินทางในแต่ละเส้นทางนั้นได้ดียิ่งขึ้น ตามการศึกษาความต้องการเพื่อใช้ในการออกแบบโปรแกรมประยุกต์ ซึ่งได้กล่าวไว้ตอนต้นนั้น ผู้วิจัยได้จัดทำให้โปรแกรมสามารถรายงานและแสดงรายละเอียดของเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมในแต่ละช่วงได้ ซึ่งส่วนของการแสดงผลลัพธ์ของแต่ละช่วงในเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม ในระบบขนส่งมวลชนนั้น จะมีการนำสัญลักษณ์แทนรูปแบบที่ใช้ในการเดินทาง ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงสัญลักษณ์ของการแทนรูปแบบที่ใช้ในการเดินทาง

สัญลักษณ์	รูปแบบที่ใช้ในการเดินทาง
	รถไฟฟ้าบีทีเอส
	รถไฟฟ้ามหานคร (รถไฟฟ้าใต้ดิน)
	รถโดยสารประจำทาง
	เรือโดยสาร หรือเรือข้ามฟาก

บทที่ 5
การทดสอบโปรแกรมประยุกต์

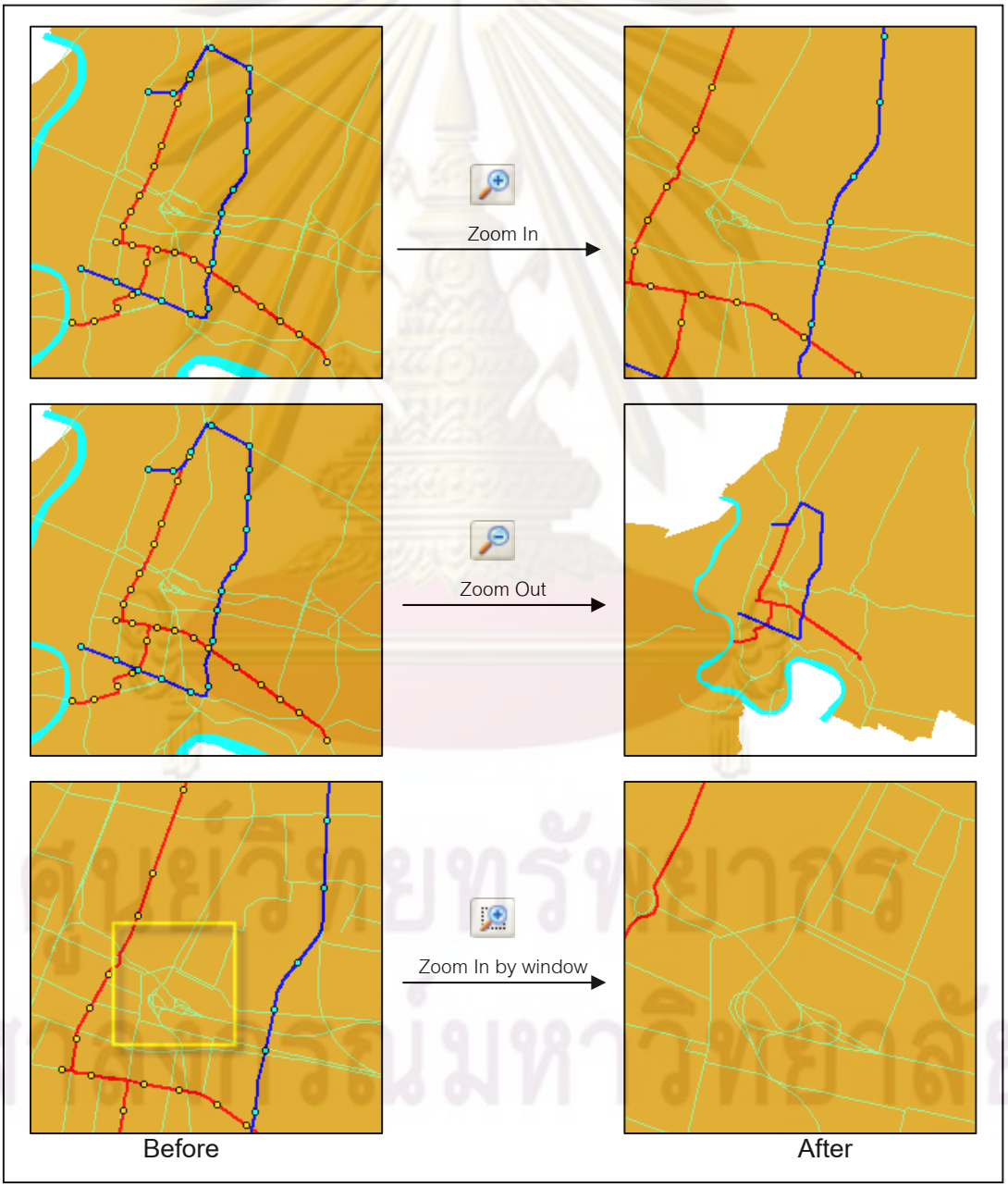
ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดสอบโปรแกรมประยุกต์ที่ได้ทำการพัฒนาขึ้น บนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา (PDA) ซึ่งประกอบไปด้วยการทดสอบ 2 ส่วนหลัก คือ 1.ทดสอบการทำงานในส่วนการแสดงแผนที่ 2.ทดสอบการทำงานในส่วนการวิเคราะห์เลือกเส้นทางที่เหมาะสม และการแสดงผลลัพธ์ โดยในส่วนสุดท้ายจะเป็นการประเมินผลลัพธ์ที่ได้จากการแนะนำเส้นทางที่เหมาะสม สำหรับการเดินทางในระบบขนส่งมวลชนในกรุงเทพมหานคร ซึ่งจะประกอบด้วยรายละเอียดทั้งหมดดังนี้

5.1 ทดสอบการทำงานในส่วนการแสดงแผนที่

การแสดงแผนที่เป็นส่วนที่สื่อสารกับผู้ใช้เพื่อใช้ในการกำหนดตำแหน่งการเดินทาง และแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์เส้นทาง โดยผู้วิจัยได้ทำการทดสอบการทำงานของระบบในการแสดงแผนที่ของข้อมูลโครงข่ายสำหรับการเดินทางในระบบขนส่งมวลชน ได้แก่ เส้นทางการเดินทางด้วยเท้า(ถนน) เส้นทางการเดินทางในระบบขนส่งมวลชน เช่น รถไฟฟ้าบีทีเอส รถไฟฟ้ามหานคร เป็นต้น ส่วนข้อมูลภูมิศาสตร์ต่างๆที่ในการประกอบในการแสดงแผนที่ เช่น ขอบเขตการปกครอง เส้นทางของแหล่งน้ำ(แม่น้ำ) โดยมีรูปแบบและลักษณะของการแสดงแผนที่ ดังแสดงในรูปที่ 5.1

รูปที่ 5.1 แสดงการทดสอบในการแสดงแผนที่ของโปรแกรมประยุกต์ ขณะเริ่มต้นทำงาน

ส่วนในการทดสอบการทำงานของส่วนโต้ตอบกับผู้ใช้งานนั้น ซึ่งได้มีการทดสอบตามการใช้งานของเครื่องมือต่างๆที่ได้พัฒนาขึ้น เช่น การขยายแผนที่ (Zoom In), การย่อแผนที่ (Zoom Out), การการขยายแผนที่ตามขอบเขตที่กำหนด (Zoom In by window), การย่อแผนที่ตามขอบเขตที่กำหนด (Zoom Out by window), การแสดงแผนที่กลับมาเหมือนขณะเริ่มต้นโปรแกรม (Refresh) และการเลื่อนในการแสดงแผนที่ (Pan) โดยจากการทำงานของโปรแกรมประยุกต์ที่พัฒนาขึ้นในส่วนนี้ สามารถปฏิบัติงานได้และเป็นไปตามที่กำหนดการใช้งานได้ทุกปราการ ดังแสดงในรูปที่ 5.2 และรูปที่ 5.3



รูปที่ 5.2 แสดงการทดสอบการทำงานของส่วนโต้ตอบกับผู้ใช้งาน

รูปที่ 5.3 แสดงการทดสอบการทำงานของส่วนโต้ตอบกับผู้ใช้งาน (ต่อ)

5.2 ทดสอบการทำงานในส่วนการวิเคราะห์เลือกเส้นทาง

โดยการทดสอบการทำงานในส่วนของการวิเคราะห์เลือกเส้นทางที่เหมาะสม โดยใช้เวลาในการเดินน้อยที่สุด สำหรับการเดินทางในระบบขนส่งมวลชนนั้น ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการทดสอบตามคุณสมบัติของความสามารถในการใช้งาน ที่เปิดโอกาสให้ผู้ใช้ได้กำหนดขึ้นเอง โดยมีรายละเอียดของการทดสอบในส่วนต่างๆ ได้ดังนี้

5.2.1 การกำหนดจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดการเดินทางจากหน้าจอแผนที่

เป็นการทดสอบในส่วนการวิเคราะห์เลือกเส้นทางที่เหมาะสม จากการกำหนดจุดเริ่มต้นการเดินทางและจุดสิ้นสุดการเดินทางจากหน้าของรูปแบบฟอร์มของการแสดงแผนที่ โดยในที่นี้ผู้วิจัยได้ทำการแสดงตัวอย่างของการกำหนดจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดการเดินทาง ซึ่งได้ใช้ทุกรูปแบบการเดินทางในระบบขนส่งมวลชน และนำมาสู่การแสดงผลลัพธ์ของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม ซึ่งมีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

1. เลือกที่ Menu แล้วกดเลือก Route Calculation
2. กดเลือกการกำหนดจุดเริ่มต้นการเดินทางและจุดสิ้นสุดการเดินทาง ภายใต้หัวข้อที่ชื่อ select from the map views ดังแสดงในรูปที่ 5.4

รูปที่ 5.4 แสดงการทดสอบการวิเคราะห์เลือกเส้นทางที่เหมาะสม จากการกำหนดจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดการเดินทางจากหน้าของรูปแบบฟอร์มของการแสดงแผนที่

3. กดเลือกที่ From เพื่อกำหนดจุดเริ่มต้นการเดินทาง (จะปรากฏรูปกากบาทสีน้ำเงินขึ้น) แล้วกดเลือกที่ To เพื่อกำหนดจุดสิ้นสุดการเดินทาง (จะปรากฏรูปกากบาทสีแดงขึ้น) จากนั้นทำการกด OK ดังรูปที่ 5.5

รูปที่ 5.5 แสดงการกำหนดจุดเริ่มต้นการเดินทาง และจุดสิ้นสุดการเดินทางตามลำดับ

4. จากนั้นโปรแกรมจะทำการประมวลผลในการวิเคราะห์เลือกเส้นทางที่เหมาะสม โดยใช้เวลาในการเดินน้อยที่สุด และเมื่อกดเลือกที่ Result จะแสดงผลลัพธ์ขึ้นมา ดังแสดงในรูปที่ 5.6

รูปที่ 5.6 แสดงการแสดงผลลัพธ์ของการวิเคราะห์เลือกเส้นทางที่เหมาะสม

4. จากนั้นเมื่อเลือกที่ Select to show each the Result... ซึ่งแสดงจะเป็นการแสดงผลลัพธ์ของแต่ละช่วงในเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม ในระบบขนส่งมวลชนนั้น ยกตัวอย่างในที่นี้ จะแบ่งผลลัพธ์ออกได้เป็น 2 ช่วง คือ ช่วงที่ 1 - เป็นการเดินทางด้วยรถไฟฟ้ามหานคร (รถไฟฟ้าใต้ดิน) จากสถานีบางซื่อไปยังสถานีจัตุจักร และช่วงที่ 2 - เป็นการเดินทางด้วยรถไฟฟ้าบีทีเอส จากสถานีหมอชิตไปยังสถานีสะพานตากสิน ดังแสดงในรูปที่ 5.7(ก) และ (ข)

รูปที่ 5.7(ก) แสดงการแสดงผลลัพธ์ของแต่ละช่วงในเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม

รูปที่ 5.7(ข) แสดงการรายงานในแต่ละช่วงของเส้นทางการเดินทาง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. เมื่อเลือกที่ Next จะเป็นการแสดงผลลัพธ์ของเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม ในเส้นทางอื่นๆต่อไป ของระบบขนส่งมวลชนหลายรูป ดังแสดงในรูปที่ 5.8(ก) และ (ข)

(1) (2) (3)

รูปที่ 5.8(ก) แสดงการแสดงผลลัพธ์ของเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม ในเส้นทางอื่นๆ

(1)

(2)

(3)

รูปที่ 5.8(ข) แสดงการรายงานผลลัพธ์ของเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม ในเส้นทางอื่นๆ ตามลำดับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2.2 การกำหนดจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดการเดินทางจากรายชื่อ

เป็นการทดสอบในส่วนการวิเคราะห์เลือกเส้นทางที่เหมาะสม จากการกำหนดจุดเริ่มต้นการเดินทางและจุดสิ้นสุดการเดินทางจากรายชื่อของจุดสนใจหรือสถานที่ต่างๆ โดยในที่นี้ผู้วิจัยได้ทำการแสดงตัวอย่างของการกำหนดจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดการเดินทาง ซึ่งได้ใช้ทุกรูปแบบการเดินทางในระบบขนส่งมวลชน และนำมาสู่การแสดงผลลัพธ์ของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม ในระบบขนส่งมวลชนหลายรูปแบบ ซึ่งมีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

1. เลือกที่ Menu แล้วกดเลือก Route Calculation
2. กดเลือกการกำหนดจุดเริ่มต้นการเดินทางและจุดสิ้นสุดการเดินทาง ภายใต้หัวข้อที่ชื่อ select from the name of POI ดังแสดงในรูปที่ 5.9

รูปที่ 5.9 แสดงการทดสอบการวิเคราะห์เลือกเส้นทางที่เหมาะสม จากการกำหนดจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดการเดินทางจากรายชื่อของจุดสนใจหรือสถานที่ต่างๆ

3. กดเลือกที่ From Location: เพื่อกำหนดจุดเริ่มต้นการเดินทาง (จะปรากฏรายชื่อของจุดสนใจหรือสถานที่ต่างๆ ขึ้น) จากนั้นจึงกดเลือกชื่อสถานที่ต้องการเริ่มต้นการเดินทาง แล้วกดเลือกที่ To Location: เพื่อกำหนดจุดสิ้นสุดการเดินทาง จากชื่อสถานที่ที่ต้องการเดินทางไป จากนั้นทำการกด OK โดยในการทดสอบครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการเลือกจุดเริ่มต้น ณ ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ และจุดสิ้นสุด ณ วัดหัวลำโพง ดังแสดงในรูปที่ 5.10

รูปที่ 5.10 แสดงการกำหนดจุดเริ่มต้นการเดินทาง และจุดสิ้นสุดการเดินทางตามลำดับ

ในส่วนของการแสดงผลลัพธ์ของเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม ในระบบขนส่งมวลชนหลายรูปนั้น จะมีวิธีการแสดงที่คล้ายกับวิธีการที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น โดยผลลัพธ์ที่ได้จากทดสอบในครั้งนี้ ดังแสดงในรูปที่ 5.11

รูปที่ 5.11 แสดงการแสดงผลลัพธ์ของการวิเคราะห์เลือกเส้นทางที่เหมาะสม

5.2.3 การกำหนดเงื่อนไขในการเลือกรูปแบบการเดินทาง

เป็นการทดสอบในส่วนการวิเคราะห์เลือกเส้นทางที่เหมาะสม ในระบบขนส่งมวลชนหลายรูปแบบ จากการกำหนดให้ใช้รูปแบบการเดินทางในระบบขนส่งมวลชนที่แตกต่างกัน เพื่อสังเกตผลลัพธ์ของการแนะนำให้ทางเลือกในเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมที่ได้ จะมีความแตกต่างกันด้วยหรือไม่ โดยในที่นี้ผู้วิจัยได้ทำการกำหนดให้จุดเริ่มต้นการเดินทางและจุดสิ้นสุดการเดินทางที่เหมือนกันด้วย ซึ่งมีแนวทางในการทดสอบดังนี้

1. กำหนดให้ใช้รูปแบบการเดินทางในแบบที่ 1 โดยผู้ใช้สามารถเดินทางในระบบขนส่งมวลชนด้วยรถไฟฟ้าบีทีเอส และ/หรือรถไฟฟ้ามหานคร (รถไฟฟ้าใต้ดิน) และ/หรือรถโดยสารประจำทาง และ/หรือเรือโดยสาร และ/หรือเรือข้ามฟากได้ โดยจะเป็นการพิจารณารูปแบบการเดินทางที่มีอยู่ทั้งหมดที่จะเป็นไปได้ในการเดินทาง ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

- เลือกที่ Menu แล้วกดเลือก Options…
- แล้วกดเลือกรูปแบบการเดินทางที่ใช้ ภายใต้หัวข้อที่ชื่อ BTS, MRT, Bus, Express Boat, Ferry Boat ดังแสดงในรูปที่ 5.12

รูปที่ 5.12 แสดงการทดสอบการวิเคราะห์เลือกเส้นทางที่เหมาะสม จากการกำหนดใช้รูปแบบการเดินทางในแบบที่ 1 หรือใช้ทุกรูปแบบการเดินทาง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. กำหนดให้ใช้รูปแบบการเดินทางในแบบที่ 4 โดยผู้ใช้สามารถเดินทางในระบบขนส่งมวลชนด้วยรถโดยสารประจำทางได้เท่านั้น โดยในการพิจารณาเลือกรูปแบบการเดินทางนี้ ผู้ใช้จะไม่พิจารณาเลือกการเดินทางอื่นๆเลยนอกจากการเดินทางโดยรถโดยสารประจำทาง ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

- เลือกที่ Menu แล้วกดเลือก Options…
- แล้วกดเลือกรูปแบบการเดินทางที่ใช้ ภายใต้หัวข้อที่ชื่อ Bus ดังรูปที่ 5.13

รูปที่ 5.13 แสดงการทดสอบการวิเคราะห์เลือกเส้นทางที่เหมาะสม จากการกำหนดใช้รูปแบบการเดินทางในแบบที่ 4 หรือใช้เฉพาะรถโดยสารประจำทางได้เท่านั้น

3. กำหนดให้ใช้จุดเริ่มต้นการเดินทางและจุดสิ้นสุดการเดินทางที่เหมือนกัน ดังรูปที่ 5.14

รูปที่ 5.14 แสดงการกำหนดจุดเริ่มต้นการเดินทางและจุดสิ้นสุดการเดินทางที่เหมือนกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. แสดงผลลัพธ์ของการแนะนำให้ทางเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม ในระบบขนส่งมวลชนหลายรูป โดยมีข้อสังเกตดังนี้

- เมื่อกำหนดให้ใช้รูปแบบการเดินทางในแบบที่ 1 (รถไฟฟ้าบีทีเอส รถไฟฟ้ามหานคร (รถไฟฟ้าใต้ดิน) รถโดยสารประจำทาง เรือโดยสาร หรือเรือข้ามฟาก) ผลลัพธ์ที่ได้จากการกำหนดในตัวอย่างนี้ โดยใช้เวลาในการเดินทางน้อยที่สุด คือ แนะนำให้เดินทางด้วยเรือโดยสารจากท่าเรือสะพานกรุงธน ไปยังท่าเรือสะพานสมเด็จพระเจ้าตากสิน ดังแสดงในรูปที่ 5.15

รูปที่ 5.15 แสดงผลลัพธ์การวิเคราะห์เลือกเส้นทางที่เหมาะสม จากการกำหนดใช้รูปแบบการเดินทางในแบบที่ 1 หรือใช้ทุกรูปแบบการเดินทาง

- เมื่อกำหนดให้ใช้รูปแบบการเดินทางในแบบที่ 4 (รถโดยสารประจำทางเท่านั้น) ผลลัพธ์ที่ได้จากการกำหนดในตัวอย่างนี้ โดยใช้เวลาในการเดินทางน้อยที่สุด คือ แนะนำให้เดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางด้วยกัน 2 ช่วง โดยช่วงที่ 1 เป็นการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางหมายเลข 515 และช่วงที่ 2 เป็นการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางหมายเลข 164 ดังแสดงในรูปที่ 5.16

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 5.16 แสดงผลลัพธ์การวิเคราะห์เลือกเส้นทางที่เหมาะสม จากการกำหนดใช้รูปแบบการเดินทางในแบบที่ 4 หรือรถโดยสารประจำทางเท่านั้น

5.3 การประเมินผลเส้นทางที่ได้จากการทำงานของโปรแกรมประยุกต์

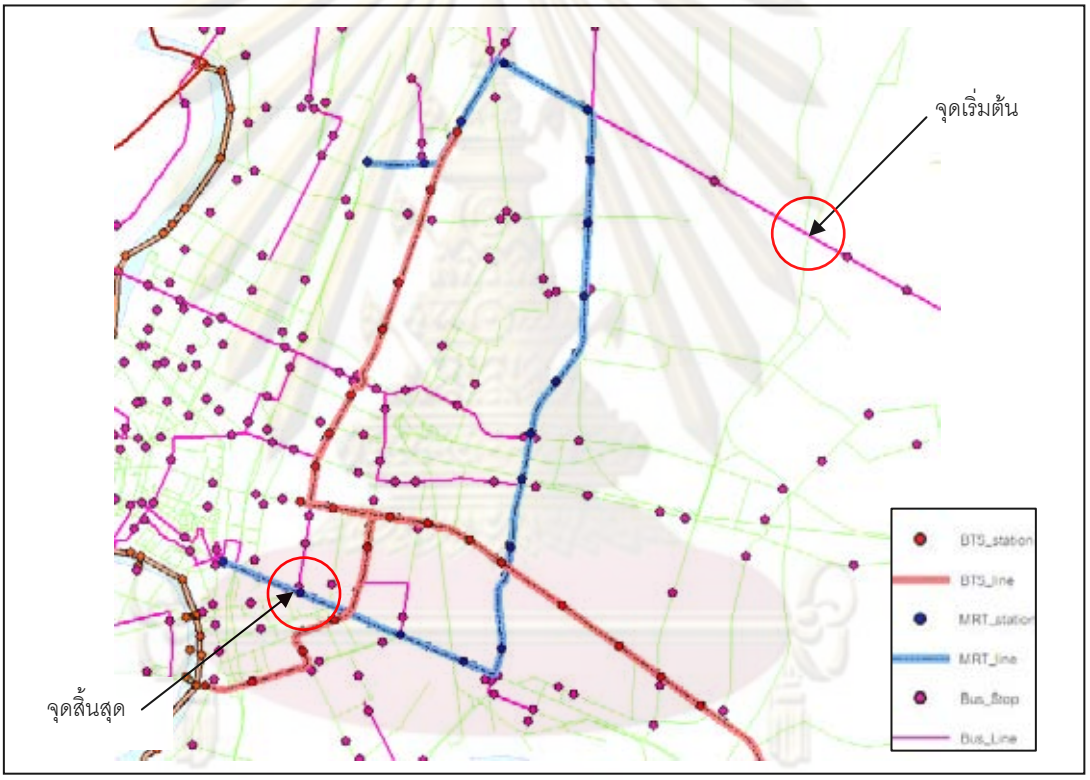
เป็นการประเมินผลของเส้นทางที่ได้ในการแนะนำเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม จากการทำงานของโปรแกรมประยุกต์ดังกล่าว โดยกระบวนการของการประเมินผลเส้นทางนี้ จะไม่ได้ทำการประเมินจากการทดสอบการเดินทางจริงในสนาม อันเนื่องมาจากข้อมูลโครงข่ายสำหรับการเดินทางที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ยังไม่มีความครบถ้วนสมบูรณ์แบบ เมื่อเทียบกับข้อมูลจากการเดินทางจริงในระบบขนส่งมวลชนทั้งหมด ดังนั้นกระบวนการที่ใช้ในการประเมินผลเส้นทางนี้ จึงเป็นการประเมินเส้นทางที่ได้จากโปรแกรมเปรียบเทียบกับเส้นทางที่ได้จากการประเมินข้อมูลที่มีอยู่ในฐานข้อมูลโดยผู้วิจัยเอง เป็นการประเมินความถูกต้องของการทำงานของโปรแกรม

การประเมินผลมีขั้นตอน คือ เริ่มต้นจากผู้วิจัยได้กำหนดจุดเริ่มต้นการเดินทาง และจุดสิ้นสุดการเดินทาง จากนั้นทำการประเมินคำตอบที่ควรจะได้จากฐานข้อมูลที่มีอยู่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อมูลที่ใช้จัดทำข้อมูลโครงข่ายสำหรับการเดินทางนั้นเอง โดยแบ่งการพิจารณาของการประเมินคำตอบออกเป็นแต่ละช่วงการเดินทาง จากนั้นใช้การทดสอบของการวิเคราะห์เลือกเส้นทางที่เหมาะสมจากการทำงานของโปรแกรมประยุกต์ โดยทำการกำหนดจุดเริ่มต้นการเดินทาง และจุดสิ้นสุดการเดินทางเดียวกัน (เหมือนที่ได้กำหนดในขั้นตอนของการประเมิน) แล้วทำการกำหนดรูปแบบการเดินทาง ซึ่งจะใช้รูปแบบการเดินทางที่ 1 จนถึงรูปแบบการเดินทางที่ 4 เมื่อได้แต่ละผลลัพธ์ของเส้นทางที่แนะนำจากโปรแกรมประยุกต์แล้ว จากนั้นจะ

ทำการเปรียบเทียบกับผลของการประเมินคำตอบที่ควรจะได้จากฐานข้อมูล และสุดท้ายนำมาสู่การอภิปายผลของเปรียบเทียบต่อไป ดังรายละเอียด ดังนี้

5.3.1 การกำหนดจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดการเดินทาง

ผู้วิจัยได้กำหนดให้จุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดการเดินทาง ซึ่งมีค่าพิกัดของจุดเริ่มต้นการเดินทาง คือ E = 100.6085, N = 13.7875 โดยจุดเริ่มต้นการเดินทางนี้จะอยู่บริเวณแยกถนนลาดพร้าวตัดกับทางด่วนรามอินทรา-อาจณรงค์ และค่าพิกัดของจุดสิ้นสุดการเดินทาง คือ E = 100.5290, N = 13.7345 โดยจุดสิ้นสุดการเดินทางนี้จะอยู่ใกล้บริเวณแยกสามย่าน ดังแสดงในรูปที่ 5.17



รูปที่ 5.17 แสดงการกำหนดจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดการเดินทางที่ใช้ในการประเมิน

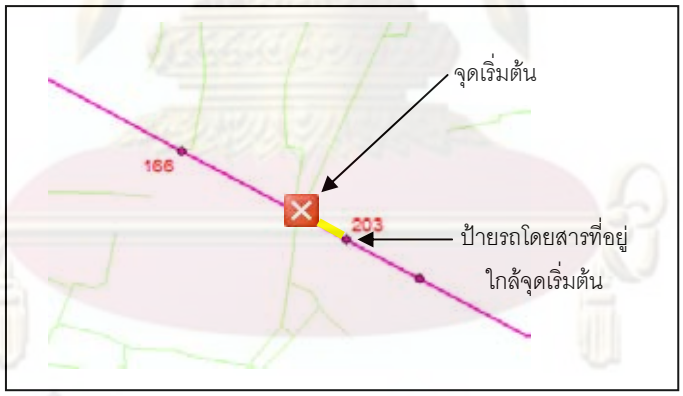
ซึ่งสาเหตุของการเลือกจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดการเดินทางนี้ อันเนื่องมาจากสามารถพิจารณาเส้นทางการเดินทางที่ใช้รูปแบบการเดินทางได้หลากหลาย และผสมผสานกันได้ โดยจะสังเกตเห็นได้ว่าระหว่างตำแหน่งของจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด สามารถเดินทางด้วยรถไฟฟ้าบีทีเอส รถไฟฟ้ามหานคร (รถไฟใต้ดิน) หรือรถโดยสารประจำทางได้นั้นเอง

5.3.2 การประเมินคำตอบที่ควรได้จากฐานข้อมูล

โดยการประเมินการเดินทางของผู้วิจัย จากในฐานข้อมูลที่มีอยู่ จะพบว่าจากจุดเริ่มต้นการเดินทางจะเข้าสู่ระบบขนส่งมวลชนที่อยู่ใกล้ที่สุดได้นั้น มีเพียงการเดินทางด้วยเท้าไปยังป้ายรถโดยสารประจำทางเท่านั้น และจากจุดสิ้นสุดการเดินทางจะเข้าสู่ระบบขนส่งมวลชนที่อยู่ใกล้ที่สุดได้นั้น สามารถเดินทางด้วยเท้าไปยังสถานีรถไฟฟ้ามหานคร(รถไฟใต้ดิน) และป้ายรถโดยสารประจำทางได้ ดังนั้นในการประเมินการเดินทางนี้ จึงควรเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทาง และ/หรือรถไฟฟ้ามหานคร เพื่อให้เหมาะสมกับการเดินทางในเส้นทางนี้

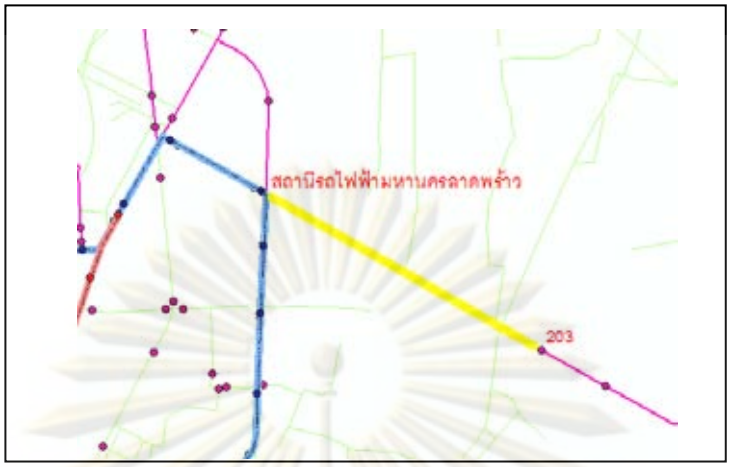
ดังนั้นการเดินทางในครั้งนี้ จึงแบ่งการประเมินการเดินทางออกเป็น 2 กรณี คือ กรณีที่ 1 สามารถเดินทางด้วยรถไฟฟ้ามหานคร และ/หรือรถโดยสารประจำทาง และกรณีที่ 2 สามารถเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางได้เท่านั้น ซึ่งในกรณีที่ 1 นี้ผู้วิจัยได้ทำการคาดการณ์การเดินทางซึ่งมีรายละเอียดของการเดินทางในแต่ละช่วงได้ดังนี้

<u>ช่วงที่ 1</u> พิจารณาการเดินทางจากจุดเริ่มต้นเพื่อเข้าสู่ระบบขนส่งมวลชนที่อยู่ใกล้ที่สุด จะพบว่ามีเพียงการเดินทางด้วยเท้าไปยังป้ายรถโดยสารประจำทางเท่านั้น ซึ่งในที่นี้มีป้ายด้วยกัน 2 ป้าย คือ ป้ายหมายเลข 166 และ 203 โดยป้ายหมายเลข 203 จะอยู่ใกล้ที่สุด ดังนั้นทำการเลือกป้ายรถโดยสารประจำทางนี้ เป็นจุดแรกของการเข้าสู่ระบบขนส่งมวลชน ดังแสดงในรูปที่ 5.18



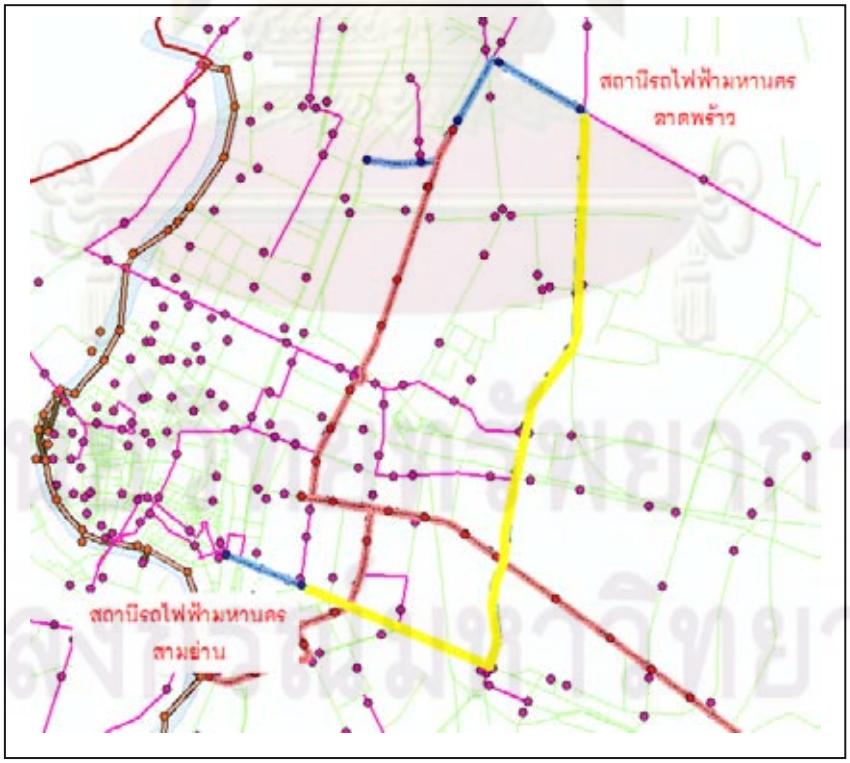
รูปที่ 5.18 แสดงการประเมินการเดินทางในช่วงที่ 1 ของกรณีที่ 1

<u>ช่วงที่ 2</u> พิจารณาการเดินทางจากจุดแรกของการเข้าสู่ระบบขนส่งมวลชน ไปยังเส้นทางของระบบขนส่งมวลชนอื่นๆ จะพบว่ามีเพียงการเดินทางจากรถโดยสารประจำทางเท่านั้น ซึ่งจากการค้นหาเลขหมายของสายรถโดยสารประจำทาง ในฐานข้อมูลที่มีอยู่ที่ผ่านเส้นทางดังกล่าว จะมีรถโดยสารประจำทางสายหมายเลข 8, 145 เท่านั้น และจากการประเมินการเดินทางของผู้วิจัยในช่วงนี้ เป็นการเดินทางไปยังป้ายรถโดยสารประจำทางที่อยู่ใกล้กับสถานีรถไฟฟ้ามหานครลาดพร้าว ดังแสดงในรูปที่ 5.19



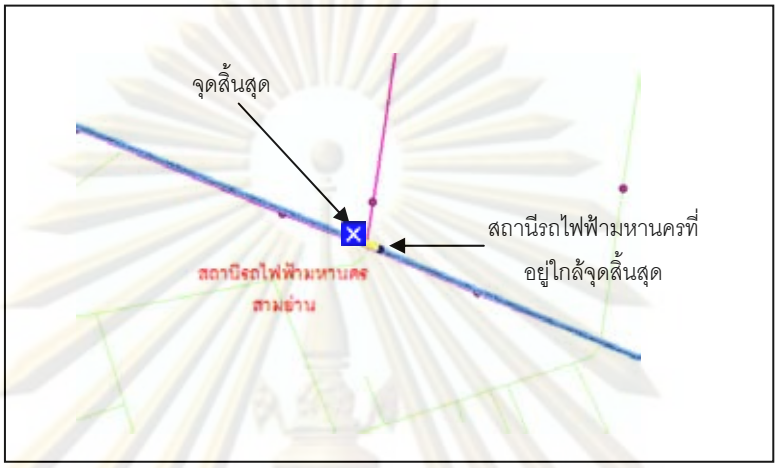
รูปที่ 5.19 แสดงการประเมินการเดินทางในช่วงที่ 2 ของกรณีที่ 1

<u>ช่วงที่ 3</u> การพิจารณาการเดินทางในช่วงนี้ สามารถเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางจากรถโดยสารประจำทาง เป็นการเดินทางด้วยรถไฟฟ้ามหานคร หรือยังคงเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางต่อไปได้ ซึ่งกรณีนี้การเดินทางด้วยรถไฟฟ้ามหานคร จะเป็นเส้นทางที่ใช้เวลาในการเดินทางน้อยกว่า ดังนั้นจึงควรเดินทางต่อด้วยรถไฟฟ้ามหานครจากสถานีลาดพร้าวไปยังสถานีสามย่าน ดังแสดงในรูปที่ 5.20



รูปที่ 5.20 แสดงการประเมินการเดินทางในช่วงที่ 3 ของกรณีที่ 1

ช่วงที่ 4 เป็นการพิจารณาการเดินทางเพื่อออกจากระบบขนส่งมวลชน ไปยังจุดสิ้นสุดการเดินทาง จะพบว่าเป็นการเดินทางด้วยเท้าจากสถานีรถไฟฟ้ามหานครสามย่านไปยังจุดสิ้นสุดการเดินทางนั้นเอง ดังแสดงในรูปที่ 5.21



รูปที่ 5.21 แสดงการประเมินการเดินทางในช่วงที่ 4 ของกรณีที่ 1

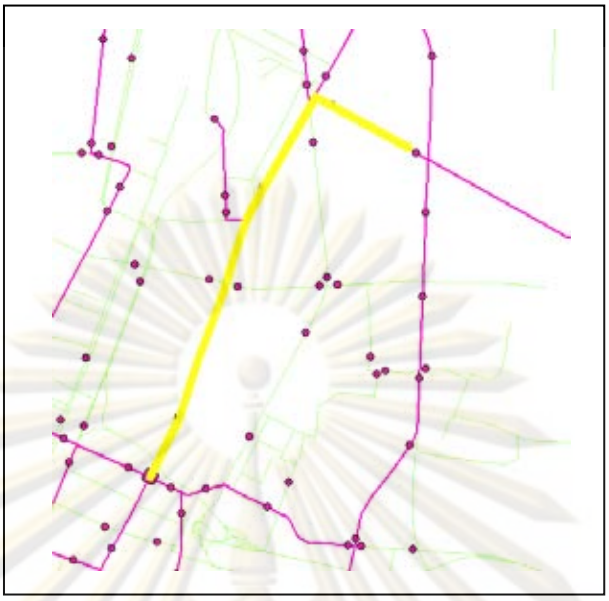
ส่วนในกรณีที่ 2 นี้ ผู้วิจัยสามารถทำการคาดการณ์การเดินทางซึ่งมีรายละเอียดของการเดินทางในแต่ละช่วงได้ดังนี้

ช่วงที่ 1 พิจารณาการเดินทางจากจุดเริ่มต้นเพื่อเข้าสู่ระบบขนส่งมวลชนที่อยู่ใกล้ที่สุด จะพบว่ามีเพียงการเดินทางด้วยเท้าไปยังป้ายรถโดยสารประจำทาง ซึ่งมีลักษณะการเดินทางที่เหมือนเช่นเดียวกับกรณีที่ 1 ที่ได้กล่าวมาแล้ว

ช่วงที่ 2 พิจารณาการเดินทางจากจุดแรกของการเข้าสู่ระบบขนส่งมวลชน ไปยังเส้นทางของระบบขนส่งมวลชนอื่นๆ จะพบว่ามีเพียงการเดินทางจากรถโดยสารประจำทางเท่านั้น ซึ่งจะมีลักษณะการเดินทางที่เหมือนเช่นเดียวกับกรณีที่ 1 ที่ได้กล่าวมาแล้ว

ช่วงที่ 3 การพิจารณาการเดินทางในช่วงนี้ ยังคงเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางต่อไปได้ ด้วยรถโดยสารประจำทางสายหมายเลข 8 ซึ่งให้เส้นทางที่ใช้เดินทางได้ระยะทางที่ยาวที่สุดกว่าสายหมายเลข 145 โดยพิจารณาแล้วจะไปสิ้นสุดตรงป้ายรถโดยสารประจำทางบริเวณอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิฯได้ ดังแสดงในรูปที่ 5.22

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



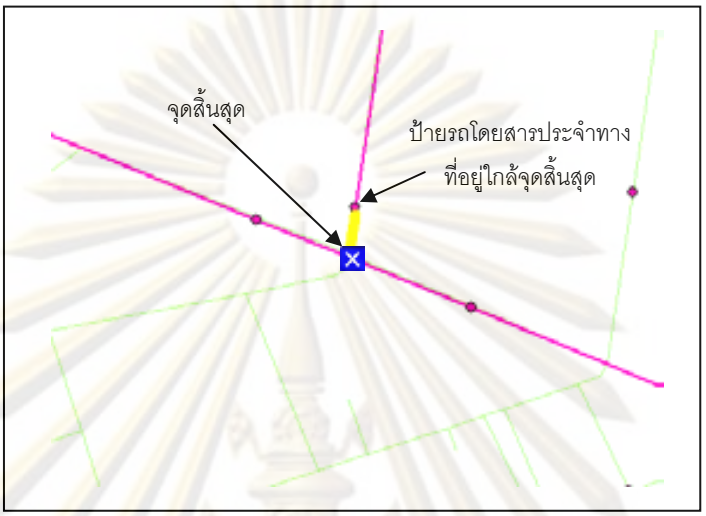
รูปที่ 5.22 แสดงการประเมินการเดินทางในช่วงที่ 3 ของกรณีที่ 2

<u>ช่วงที่ 4</u> การพิจารณาการเดินทางในช่วงนี้ ยังคงเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทาง แต่เปลี่ยนจากรถโดยสารประจำทางสายหมายเลข 8 ซึ่งจากค้นหาเลขหมายของสายรถโดยสารประจำทางจากฐานข้อมูลที่มีอยู่ที่ผ่านป้ายเริ่มต้น จะมีสายหมายเลข 29, 34, 36, 529 และค้นหาเลขหมายของสายรถโดยสารประจำทางจากฐานข้อมูลที่มีอยู่ ที่ผ่านป้ายปลายทาง จะมีสายหมายเลข 29, 34, 36, 50, 113, 529 โดยในที่นี้จะเลือกเปลี่ยนเป็นรถโดยสารประจำทางสายหมายเลข 529 ดังแสดงในรูปที่ 5.23

รูปที่ 5.23 แสดงการประเมินการเดินทางในช่วงที่ 4 ของกรณีที่ 2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ช่วงที่ 5 เป็นการพิจารณาการเดินทางเพื่อออกจากระบบขนส่งมวลชน ไปยังจุดสิ้นสุดการเดินทาง จะพบว่าเป็นการเดินทางด้วยเท้าจากป้ายรถโดยสารประจำทางไปยังจุดสิ้นสุดการเดินทางนั้นเอง ดังแสดงในรูปที่ 5.24



รูปที่ 5.24 แสดงการประเมินการเดินทางในช่วงที่ 5 ของกรณีที่ 2

5.3.3 การประมวลผลเส้นทางที่ได้จากโปรแกรม

ซึ่งจากการกำหนดใช้รูปแบบการเดินทางในรูปแบบการเดินทางที่ 1 จนถึงรูปแบบการเดินทางที่ 4 และได้กำหนดให้ใช้จุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดการเดินทางเดียวกัน ทั้ง 4 รูปแบบการเดินทางนี้ ดังแสดงในรูปที่ 5.25

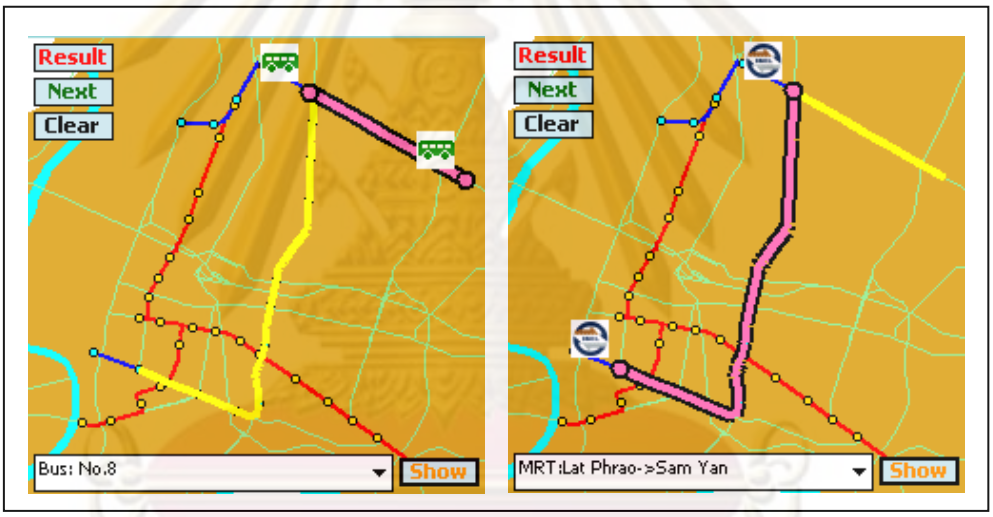
รูปที่ 5.25 แสดงการกำหนดจุดเริ่มต้น และจุดสิ้นสุดการเดินทาง
ของโปรแกรมประยุกต์

โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการแนะนำเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมของโปรแกรมประยุกต์จากรูปแบบการเดินทางทั้ง 4 ซึ่งจะได้ผลลัพธ์ดังนี้

<u>รูปแบบการเดินทางที่ 1</u> - สามารถเดินทางด้วยรถไฟฟ้าบีทีเอส รถไฟฟ้ามหานคร (รถไฟฟ้าใต้ดิน) รถโดยสารประจำทาง เรือโดยสารและเรือข้ามฟากได้ ซึ่งจะได้ผลของการแนะนำเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ

ช่วงที่ 1 - เดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางหมายเลข 8 จากป้ายรถโดยสารประจำบริเวณแยกถนนลาดพร้าวตัดกับทางด่วนรามอินทรา-อาจณรงค์ มาลงที่ป้ายรถโดยสารประจำบริเวณสถานีรถไฟฟ้ามหานครลาดพร้าว

ช่วงที่ 2 – เดินทางด้วยรถไฟฟ้ามหานคร จากสถานีลาดพร้าวมาลงที่สถานีสามย่าน (ดังแสดงในรูปที่ 5.26)



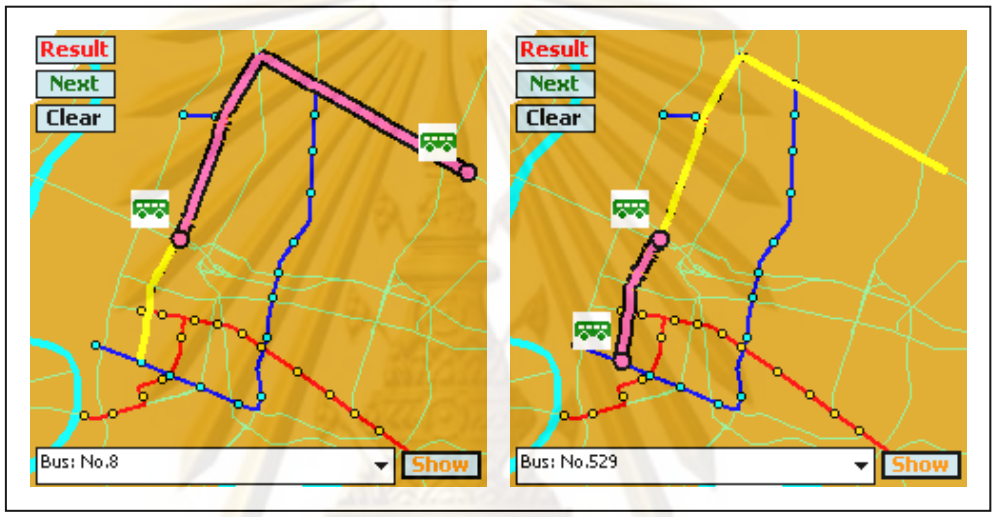
รูปที่ 5.26 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการแนะนำเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมทั้ง 2 ช่วง เมื่อกำหนดให้ใช้รูปแบบการเดินทางที่ 1

<u>รูปแบบการเดินทางที่ 2</u> - สามารถเดินทางด้วยรถไฟฟ้าบีทีเอส รถไฟฟ้ามหานคร (รถไฟฟ้าใต้ดิน) และรถโดยสารประจำทางได้ ซึ่งจะได้ผลของการแนะนำเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมที่เหมือนกับรูปแบบการเดินทางที่ 1

<u>รูปแบบการเดินทางที่ 3</u> – สามารถเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทาง เรือโดยสารและเรือข้ามฟากได้ ซึ่งจะได้ผลของการแนะนำเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ

ช่วงที่ 1 - เดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางหมายเลข 8 จากป้ายรถโดยสารประจำบริเวณแยกถนนลาดพร้าวตัดกับทางด่วนรามอินทรา-อาจณรงค์ มาลงที่ป้ายรถโดยสารประจำบริเวณอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิฯ

ช่วงที่ 2 – เดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางหมายเลข 524 จากป้ายรถโดยสารประจำบริเวณอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิฯ มาลงที่ป้ายรถโดยสารประจำบริเวณแยกสามย่าน (ดังแสดงในรูปที่ 5.27)

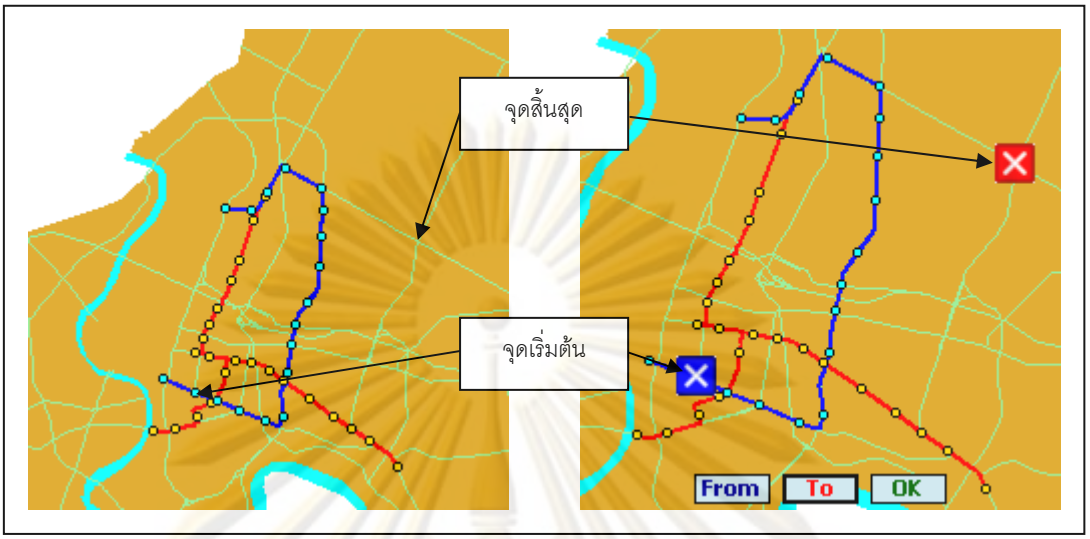


รูปที่ 5.27 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการแนะนำเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมทั้ง 2 ช่วง เมื่อกำหนดให้ใช้รูปแบบการเดินทางที่ 3

รูปแบบการเดินทางที่ 4 - สามารถเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางได้เท่านั้น ซึ่งจะได้ผลของการแนะนำเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมที่เหมือนกับรูปแบบการเดินทางที่ 3

จากกรณีของผลลัพธ์ที่ได้จากการแนะนำเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมของโปรแกรมประยุกต์ ในการกำหนดจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดตามที่ได้กล่าวมาแล้ว จะมีการทดสอบเส้นทางดังกล่าวในกรณีของการเดินทางกลับ โดยทำการจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดการเดินทาง ดังแสดงในรูปที่ 5.28

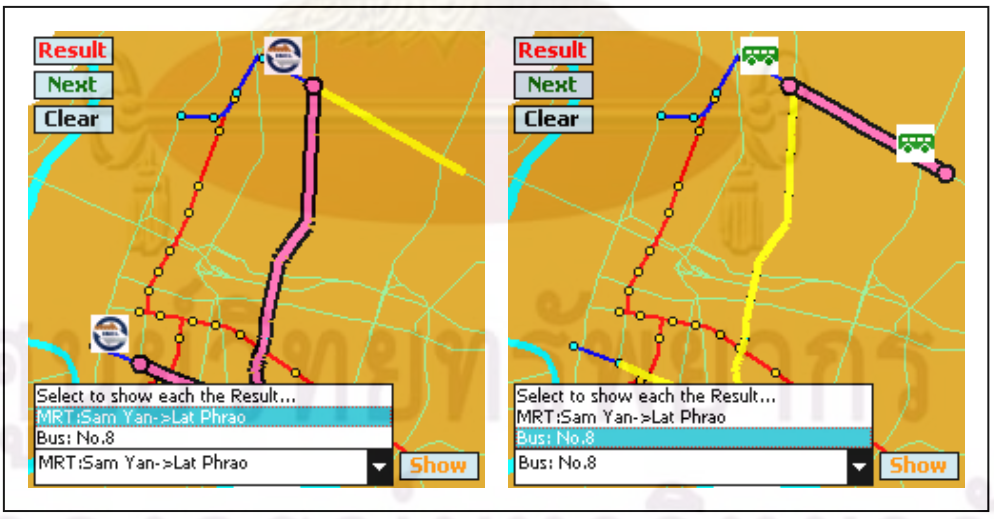
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.28 แสดงการกำหนดจุดเริ่มต้น และจุดสิ้นสุดการเดินทาง
ของโปรแกรมประยุกต์ ในกรณีการเดินทางกลับ

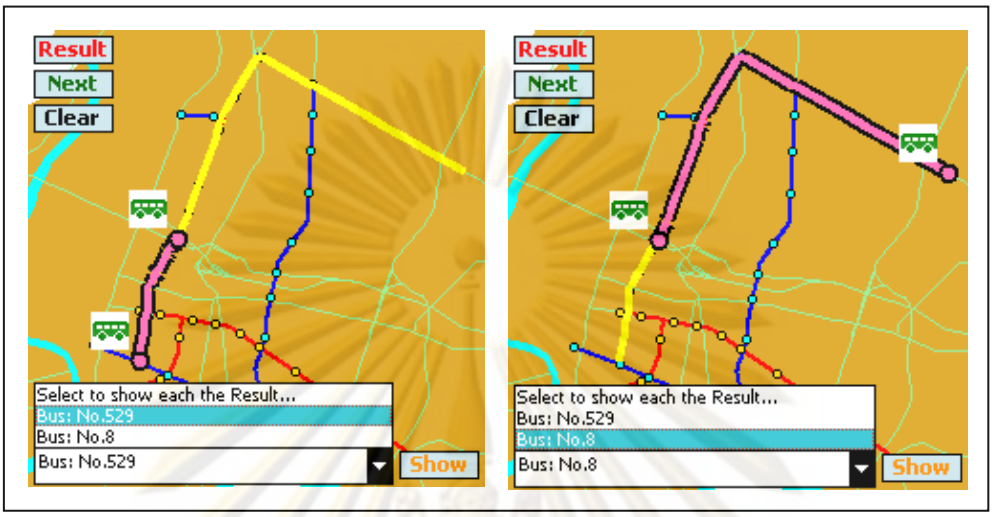
โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการแนะนำเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมของโปรแกรมประยุกต์จากรูปแบบการเดินทางทั้ง 4 ซึ่งจะได้ผลลัพธ์ดังนี้

รูปแบบการเดินทางที่ 1 และ 2 ดังแสดงในรูปที่ 5.29



รูปที่ 5.29 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการแนะนำเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมทั้ง 2 ช่วง
เมื่อกำหนดให้ใช้รูปแบบการเดินทางที่ 1และ 2 ในกรณีการเดินทางกลับ

รูปแบบการเดินทางที่ 3 และ 4 ดังแสดงในรูปที่ 5.30



รูปที่ 5.30 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการแนะนำเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมทั้ง 2 ช่วง เมื่อกำหนดให้ใช้รูปแบบการเดินทางที่ 3 และ 4 ในกรณีการเดินทางกลับ

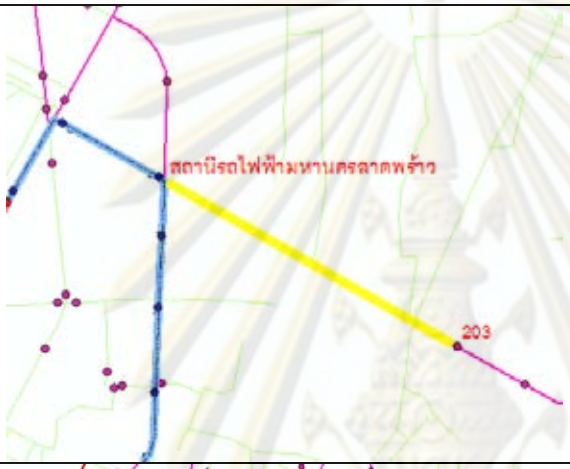
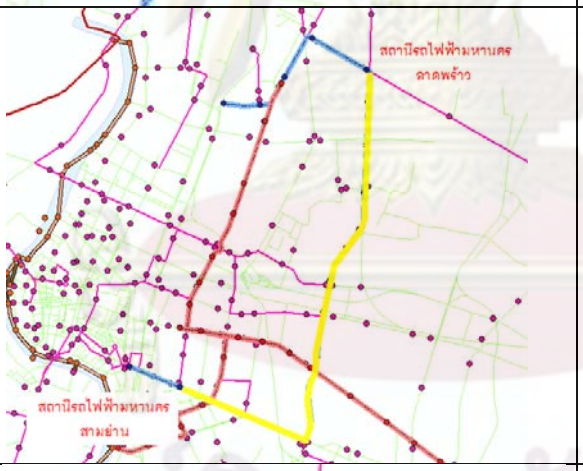
5.3.4 การเปรียบเทียบผลการประเมิน

ซึ่งจะสังเกตเห็นได้ว่า จากการคาดการณ์การเดินทางในการประเมินคำตอบที่ควรได้จากฐานข้อมูลของผู้วิจัย และผลลัพธ์ที่ได้ของการแนะนำเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม จากการทำงานของโปรแกรม ในส่วนของการทดสอบข้างต้นนี้ ให้ผลที่เป็นไปในแนวทางเดียวกัน ซึ่งสามารถแสดงการเปรียบเทียบของแต่ละส่วนในเส้นทางเดินทางได้ ตามแต่ละกรณีดังนี้

กรณีที่ 1 เมื่อสามารถเดินทางด้วยรถไฟฟ้ามหานคร และ/หรือรถโดยสารประจำทางได้ โดยมีการเปรียบเทียบ ดังแสดงในรูปที่ 5.31

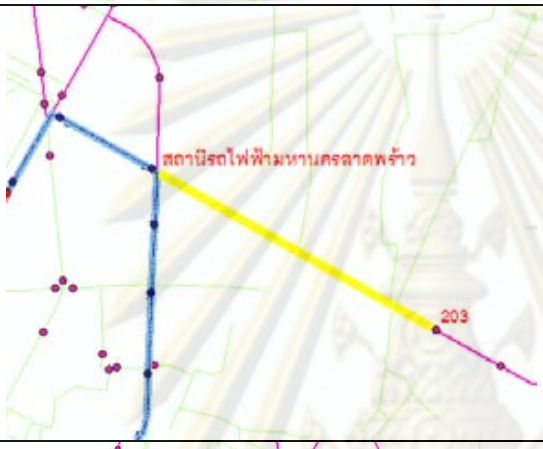
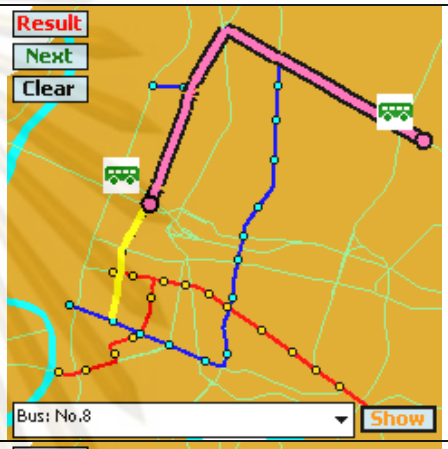
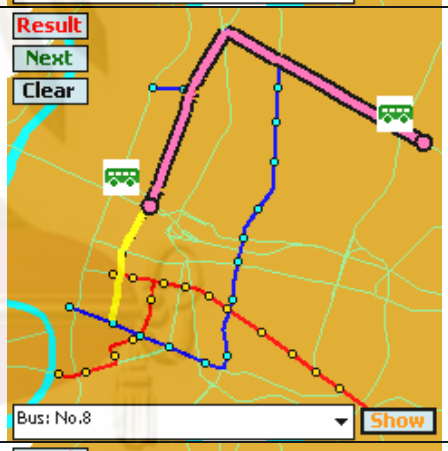
กรณีที่ 2 เมื่อสามารถเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางได้เท่านั้น โดยมีการเปรียบเทียบ ดังแสดงในรูปที่ 5.32

ดังนั้นเมื่อได้พิจารณาในทั้ง 2 กรณีนี้แล้ว จึงสามารถสรุปการประเมินผลเส้นทางที่ได้จากโปรแกรม ว่ามีความสอดคล้องตามการประเมินคำตอบที่ควรได้จากฐานข้อมูล โดยทั้งนี้ผลลัพธ์ที่ได้ของการแนะนำเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม จากการทำงานของโปรแกรม จะขึ้นอยู่กับข้อมูลโครงข่ายสำหรับการเดินทางที่มีอยู่ในฐานข้อมูลเป็นหลักนั้นเอง

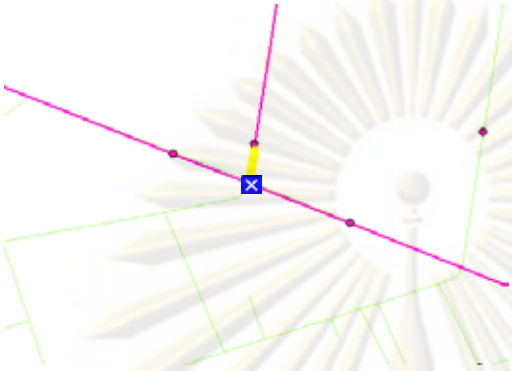
ช่วงที่	การประเมินคำตอบที่ควรได้ จากฐานข้อมูลโดยผู้วิจัย	การประมวลผลเส้นทางที่ได้ จากโปรแกรม
1		
2		
3		
4		

รูปที่ 5.31 แสดงการเปรียบเทียบของแต่ละส่วนในเส้นทางเดินทาง จากกรณีที่ 1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ช่วงที่	การประเมินคำตอบที่ควรได้ จากฐานข้อมูลโดยผู้วิจัย	การประมวลผลเส้นทางที่ได้ จากโปรแกรม
1		
2		
3		
4		

รูปที่ 5.32 แสดงการเปรียบเทียบของแต่ละส่วนในเส้นทางเดินทาง จากกรณีที่ 2

ช่วงที่	การประเมินคำตอบที่ควรได้จากฐานข้อมูลโดยผู้วิจัย	การประมวลผลเส้นทางที่ได้จากโปรแกรม
5		

รูปที่ 5.32 แสดงการเปรียบเทียบของแต่ละส่วนในเส้นทางเดินทาง จากกรณีที่ 2 (ต่อ)

5.3.5 อภิปรายผลการประเมิน

ซึ่งจากทดสอบและประเมินผลดังกล่าว สามารถสรุปประเด็นได้ดังนี้

- ผลลัพธ์ของการแนะนำเส้นทางการเดินทางที่ได้ จะไม่สามารถคำนึงถึงจุดหรือตำแหน่งที่เปลี่ยนของรูปแบบการเดินทางได้ ดังเช่นในกรณีที่ทดสอบ ซึ่งจะสังเกตเห็นว่าผลลัพธ์ที่ได้จะแนะนำให้เปลี่ยนสายของรถโดยสารประจำทาง ที่ป้ายรถโดยสารประจำทางบริเวณอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิฯ ทั้งที่ในความเป็นจริงมีตำแหน่งหรือป้ายอื่นๆ ที่สามารถสายของรถโดยสารประจำทางได้อีก โดยทั้งนี้ผลลัพธ์ของการแนะนำเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม มาจากผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณไว้ล่วงหน้าของการวิเคราะห์โครงข่าย ซึ่งขึ้นอยู่กับข้อมูลโครงข่ายสำหรับการเดินทางที่จัดทำขึ้นนั้นเอง
- รูปแบบการเดินทางที่ใช้ในผลลัพธ์ของการแนะนำเส้นทางการเดินทาง มักจะเป็นรูปแบบการเดินทางที่ใช้ยานพาหนะที่มีอัตราเร็วสูง ดังเช่นในกรณีที่ทดสอบ ซึ่งจะสังเกตเห็นว่าจาก จะยึดจากรูปแบบการเดินทางด้วยรถไฟฟ้าก่อนเสมอ เพราะรถไฟฟ้ามีอัตราเร็วมากกว่ารถโดยสารประจำทาง ซึ่งเป็นไปตามการพิจารณาของการวิเคราะห์โครงข่าย โดยพิจารณาเวลาที่ใช้ในการเดินทางน้อยที่สุด
- ผลลัพธ์ของการแนะนำเส้นทางการเดินทางที่ได้ จะไม่ได้มีตำแหน่งที่ออกจากจุดเริ่มต้นหรือจุดสิ้นสุดเสมอไป เพราะจะต้องมีการเดินทางด้วยเท้า เพื่อใช้ในการเดินทางเข้าสู่หรือออกจากสถานี,ป้ายของรถโดยสารประจำ หรือท่าเรือ โดยทั้งนี้อาจมี

ระยะทางที่มากหรือน้อยแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับข้อมูลโครงข่ายสำหรับการเดินทางที่จัดทำขึ้นด้วย

- ผลลัพธ์ของการแนะนำเส้นทางการเดินทางที่ได้ของกรณีที่มีการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำนั้น เมื่อพิจารณาจากจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดเดียวกัน ซึ่งจะสังเกตเห็นว่าอาจมีเลขหมายของสายรถโดยสารประจำด้วยกันหลายสาย แต่ระบบจะให้ผลลัพธ์ของสายรถโดยสารประจำที่ใช้เวลาในการเดินทางน้อยที่สุด ที่ได้จากการวิเคราะห์โครงข่าย ซึ่งขึ้นจะอยู่กับข้อมูลโครงข่ายการเดินทาง หรือตำแหน่งของป้ายรถโดยสารประจำที่จัดทำขึ้นด้วยนั้นเอง
- สามารถรายงานและแสดงผลลัพธ์ของการแนะนำเส้นทางการเดินทาง ในกรณีที่มีการเดินทางไปและกลับได้

5.4 **สรุปผลการทดสอบการทำงานของโปรแกรมประยุกต์**

จากการทดสอบการทำงานของโปรแกรมประยุกต์ในส่วนต่างๆ จากสถานะการณ์สมมติ พบว่าโปรแกรมประยุกต์สามารถทำงานได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ โดยผลลัพธ์ของการแนะนำให้แนวทางเลือกในเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม ในระบบขนส่งมวลชนหลายรูปแบบนั้นจะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับการกำหนดรูปแบบที่ใช้พิจารณาในการเดินทาง และข้อมูลโครงข่ายสำหรับการเดินทางที่จัดทำขึ้นเป็นสำคัญ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินงานในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ บนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา (PDA) เพื่อแนะนำเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม สำหรับการเดินทางในระบบขนส่งมวลชนที่มีหลายประเภทของกรุงเทพมหานครฯ คือ รถไฟฟ้าบีทีเอส รถไฟฟ้ามหานคร (รถไฟฟ้าใต้ดิน) รถโดยสารประจำทาง เรือโดยสาร และเรือข้ามฟาก

ซึ่งผลการทดสอบโปรแกรมได้ให้ผลลัพธ์ของการแนะนำเส้นทางการเดินทางที่เป็นตามที่คาดหมายไว้ เมื่อเทียบกับการประเมินคำตอบที่ควรได้จากฐานข้อมูลที่มีอยู่โดยผู้วิจัย และผลลัพธ์ของการแนะนำเส้นทางการเดินทางที่ได้นี้ จะขึ้นกับความสมบูรณ์ข้อมูลโครงข่ายการเดินทางที่มีอยู่ในฐานข้อมูลเป็นหลักตามที่ได้จัดทำขึ้น ภายใต้เงื่อนไขของการจัดเตรียมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยนี้ กล่าวคือ

1. เงื่อนไขทางด้านเวลาที่ใช้ในการเดินโดยรถโดยสารประจำทาง ได้ใช้เพียงค่าเดียวคือคิดจากความเร็วเฉลี่ยของรถโดยสารประจำทางเท่านั้น
2. ยังมิได้คำนึงถึงช่วงเวลาการให้บริการของแต่ละประเภทการเดินทาง ซึ่งมิได้ให้บริการตลอด 24 ชั่วโมงโดยตรง
3. สายเลขหมายการเดินรถของรถโดยสารประจำทาง ไม่ได้แยกเส้นทางการเดินทางในขาไปและขากลับ

โดยผลการทดสอบการใช้งานของโปรแกรมสามารถสรุปรายละเอียดได้ดังนี้

1. สามารถแนะนำหรือให้ทางเลือกในการเดินทางที่เหมาะสม โดยพิจารณาจากการใช้เวลาในการเดินทางน้อยที่สุด ภายในระบบขนส่งมวลชน ซึ่งเส้นทางที่เลือกขึ้นมาเป็นเส้นทางที่เกิดจากการเดินทางโดยหลายระบบขนส่งมวลชนที่ผสมผสานกันได้
2. แนวทางในการให้คำตอบของเส้นทางในการเดินทางที่เหมาะสม ซึ่งสามารถให้คำตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ โดยพิจารณาและเรียงลำดับจากการใช้เวลาในการเดินทางจากน้อยที่สุดไปหามากขึ้นตามลำดับเสมอ
3. เส้นทางในการเดินทางที่เหมาะสมที่เลือกขึ้นมาโดยโปรแกรม เป็นเส้นทางที่เกิดจากการเดินทางโดยใช้รูปแบบการเดินทางในระบบขนส่งมวลชน ซึ่งขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานเป็นผู้กำหนดเลือกรูปแบบการเดินทางต่างๆกันได้

4. รองรับการกำหนดจุดเริ่มต้นการเดินทางและจุดสิ้นสุดการเดินทางจากการให้ผู้ใช้งานกดเลือกตำแหน่งจากหน้าจอบนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา (PDA) ที่ใช้แสดงแผนที่ได้
5. รองรับการกำหนดจุดเริ่มต้นการเดินทางและจุดสิ้นสุดการเดินทางจากการให้ผู้ใช้งานกดเลือกจากชื่อของสถานที่หรือจุดสนใจต่างๆได้
6. สามารถสร้างเส้นทางการเดินทางด้วยเท้าจากจุดเริ่มต้นการเดินทางหรือจุดสิ้นสุดการเดินทาง เพื่อใช้ในการเดินทางเข้าสู่หรือออกจากโครงข่ายสำหรับการเดินทางของโปรแกรมแบบอัตโนมัติ โดยทำการค้นหาจากจุดเชื่อมต่อการเดินทางด้วยเท้าของข้อมูลโครงข่ายการเดินทางที่อยู่ใกล้ที่สุดจากจุดเริ่มต้นการเดินทางหรือจุดสิ้นสุดการเดินทางได้
7. สามารถแนะนำรายละเอียดของแต่ละช่วงของเส้นทางในการเดินทางที่เหมาะสม ในระบบขนส่งมวลหลายรูปแบบได้
8. สามารถรายงานและแสดงผลลัพธ์ของการแนะนำเส้นทางการเดินทาง ในกรณีที่มีการเดินทางไปและกลับได้
9. การแสดงแผนที่ของข้อมูลโครงข่ายการเดินทาง และข้อมูลภูมิศาสตร์อื่นๆที่ใช้ประกอบในการแสดงนั้น สามารถกำหนดระดับและความสำคัญในรายละเอียดของการแสดงแผนที่ได้
10. การแนะนำเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมที่ได้จากโปรแกรมยังมิได้คำนึงถึงค่าใช้จ่ายในการเดินทางหรือโดยสาร ระยะเวลาที่ใช้ในการรอคอยยานพาหนะจริง อัตราเร็วจริงของยานพาหนะที่ใช้โดยสาร ความหนาแน่นของยานพาหนะโดยสารในแต่ละระบบ ระยะเวลาที่รอคอยในการซื้อบัตรโดยสาร หรือตารางเวลาที่เริ่มต้นปล่อยยานพาหนะที่ใช้ในแต่ละรูปแบบการเดินทาง

โดยสรุปแล้วโปรแกรมประยุกต์สามารถนำมาช่วยในการพิจารณาการเดินทาง ในระบบขนมวลชนให้มีประสิทธิภาพได้มากยิ่งขึ้น โดยผลลัพธ์ของการแนะนำเพื่อให้แนวทางเลือกในการเดินทางของเส้นทางที่เหมาะสม ในระบบขนส่งมวลชนหลายรูปแบบนั้น จะมีความแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับผู้ใช้ เป็นผู้กำหนดรูปแบบที่ใช้พิจารณาในการเดินทางเป็นสำคัญ ซึ่งทำให้เกิดความอิสระต่อการใช้งานในระบบขนส่งมวลชนได้

6.2 อภิปรายผลการวิจัย

การพัฒนาระบบของโปรแกรมประยุกต์นี้ พบว่า มีประเด็นที่ควรคำนึงถึงในการพัฒนาต่อยอด เพื่อให้โปรแกรมมีความสามารถที่ดีขึ้น ดังนี้

1. ข้อมูลโครงข่ายสำหรับการเดินทางในระบบขนส่งมวลชนทั้ง 5 รูปแบบการเดินทางของกรุงเทพมหานครฯ ตามที่ได้จัดทำขึ้นในงานวิจัยนี้ จะประกอบด้วยจุดเชื่อมต่อการเดินทางด้วยเท้าจำนวน 2038 node จุดเชื่อมต่อการเดินทางของระบบขนส่งมวลชน 476 node และเส้นทางของโครงข่ายการเดินทางจำนวน 4224 arc เมื่อนำมาจัดเก็บในระบบฐานข้อมูล (Database) ด้วยรูปแบบไฟล์ของ Microsoft SQL Server Compact Edition (.sdf Files) ซึ่งเมื่อได้รวมกับข้อมูลภูมิศาสตร์อื่นๆที่ใช้ประกอบในการแสดงแผนที่ พบว่าใช้เนื้อที่ในจัดเก็บข้อมูลประมาณ 1.34 MB แต่เมื่อมีการจัดทำข้อมูลผลลัพธ์ไว้ล่วงหน้าจากการวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม ตามที่ได้มีการกำหนดของรูปแบบการเดินทางที่ใช้งานในแบบต่างๆ ซึ่งถูกจัดเก็บในระบบฐานข้อมูลเช่นเดียวกัน ต้องใช้เนื้อที่ในการจัดเก็บข้อมูลและเวลาที่ใช้ในการประมวลผลในการทำงานของส่วนนี้ ดังแสดงในตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6.1 แสดงขนาดของเนื้อที่ในการจัดเก็บข้อมูลและเวลาที่ใช้ในการประมวลผลในการจัดทำข้อมูลผลลัพธ์ไว้ล่วงหน้าจากการวิเคราะห์โครงข่าย ตามรูปแบบการเดินทางที่ใช้งาน

รูปแบบการเดินทางที่ใช้งาน	ขนาดของเนื้อที่ในการจัดเก็บข้อมูล	เวลาที่ใช้ในการประมวลผล
รูปแบบที่ 1 – รถไฟฟ้าบีทีเอส, รถไฟฟ้ามหานคร (รถไฟฟ้าใต้ดิน), รถโดยสารประจำทาง, เรือโดยสาร, เรือข้ามฟาก	45.8 MB	5 วัน 12 ชั่วโมง
รูปแบบที่ 2 – รถไฟฟ้าบีทีเอส, รถไฟฟ้ามหานคร (รถไฟฟ้าใต้ดิน), รถโดยสารประจำทาง	38.7 MB	5 วัน 10 ชั่วโมง
รูปแบบที่ 3 – รถโดยสารประจำทาง, เรือโดยสาร, เรือข้ามฟาก	38.4 MB	5 วัน 8 ชั่วโมง
รูปแบบที่ 4 – รถโดยสารประจำทาง	32.1 MB	5 วัน 7 ชั่วโมง
รวม	156.0 MB	21 วัน 13 ชั่วโมง

ซึ่งจะสังเกตเห็นได้ว่า จะต้องใช้ขนาดของเนื้อที่ในการจัดเก็บข้อมูลเป็นจำนวนมาก เมื่อเปรียบเทียบกับความสามารถในการจัดเก็บข้อมูลบนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา (PDA) ในปัจจุบัน ทำให้ต้องใช้แผ่นเก็บข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ขึ้นตาม และเวลาที่ใช้ในการประมวลผลในการจัดทำข้อมูลผลลัพธ์ไว้ล่วงหน้าจากการวิเคราะห์โครงข่าย ตามรูปแบบการเดินทางที่ใช้งานซึ่งกินเวลานาน ในขณะที่ข้อมูลโครงข่ายสำหรับการเดินทางในระบบขนส่งมวลชนทั้ง 5 รูปแบบการเดินทาง ของกรุงเทพมหานครฯ ที่ใช้ในการวิจัยนี้ยังเป็นเพียงส่วนหนึ่งของระบบทั้งหมดที่มีอยู่

ผู้วิจัยได้ทำการประเมินข้อมูลโครงข่ายสำหรับการเดินทางในระบบขนส่งมวลชนหลายรูปแบบอย่างเต็มรูปแบบทั้งระบบโดยประมาณการจำนวนข้อมูลต่าง ๆ ที่น่าจะเป็นเบื้องต้น ดังแสดงในตารางที่ 6.2 ซึ่งจะมีการเพิ่มในส่วนของข้อมูลโครงข่ายสำหรับการเดินทาง โดยเฉพาะการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางที่มีจำนวนของป้ายรถโดยสารประจำทางเพิ่มขึ้นอย่างมาก ขณะที่จำนวนของข้อมูลโครงข่ายสำหรับการเดินทางในระบบขนส่งมวลชนรูปแบบอื่นยังคงมีจำนวนเท่าเดิม

ตารางที่ 6.2 แสดงการประเมินข้อมูลโครงข่ายสำหรับการเดินทาง ในระบบขนส่งมวลชนหลายรูปแบบ ของกรุงเทพมหานครฯ อย่างเต็มรูปแบบทั้งระบบ

ประเภทจุดเชื่อมต่อการเดินทาง	จำนวนจุดเชื่อมต่อการเดินทาง (node)	
	ที่ใช้งานวิจัย	เต็มรูปแบบทั้งระบบ
ป้ายรถโดยสารประจำทาง	400	1290
สถานีรถไฟฟ้าบีทีเอส	35	35
สถานีรถไฟฟ้ามหานคร (รถไฟฟ้าใต้ดิน)	23	23
ท่าเรือ	18	18

เมื่อได้ทำการประเมินของเนื้อที่ในการจัดเก็บข้อมูลและเวลาที่ใช้ในการประมวลผลในการทำงานการจัดทำข้อมูลผลลัพธ์ไว้ล่วงหน้าจากการวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม อย่างเต็มรูปแบบทั้งระบบ ดังแสดงในตารางที่ 6.3 และจะพบว่า โปรแกรมต้องการเนื้อที่ของการจัดเก็บข้อมูลลงบนหน่วยความจำของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา (PDA) ขนาดใหญ่ และเวลาที่ใช้ในการทำงานการจัดทำข้อมูลผลลัพธ์ไว้ล่วงหน้าใช้เวลาในการประมวลผลนานขึ้น โดยเฉพาะในส่วนของการจัดเตรียมข้อมูลผลลัพธ์เพื่อใช้งาน ในเรื่องขนาดฐานข้อมูลที่มีขนาดใหญ่นี้จึงยังไม่เหมาะสม

ตารางที่ 6.3 แสดงการประเมินขนาดของเนื้อที่ในการจัดเก็บข้อมูล และเวลาที่ใช้ในการประมวลผลในการจัดทำข้อมูลผลลัพธ์ไว้ล่วงหน้าจากการวิเคราะห์โครงข่าย ตามรูปแบบการเดินทางที่ใช้งาน อย่างเต็มรูปแบบทั้งระบบ

รูปแบบการเดินทางที่ใช้งาน	ขนาดของเนื้อที่ในการจัดเก็บข้อมูล	เวลาที่ใช้ในการประมวลผล
รูปแบบที่ 1 – รถไฟฟ้าบีทีเอส, รถไฟฟ้ามหานคร (รถไฟฟ้าใต้ดิน), รถโดยสารประจำทาง, เรือโดยสาร, เรือข้ามฟาก	377 MB	24 วัน 16 ชั่วโมง
รูปแบบที่ 2 – รถไฟฟ้าบีทีเอส, รถไฟฟ้ามหานคร (รถไฟฟ้าใต้ดิน), รถโดยสารประจำทาง	356 MB	24 วัน 12 ชั่วโมง
รูปแบบที่ 3 – รถโดยสารประจำทาง, เรือโดยสาร, เรือข้ามฟาก	352 MB	24 วัน 6 ชั่วโมง
รูปแบบที่ 4 – รถโดยสารประจำทาง	330 MB	24 วัน
รวม	1415 MB	97 วัน 10 ชั่วโมง

2. ข้อมูลโครงข่ายสำหรับการเดินทางในระบบขนส่งมวลชน โดยเฉพาะการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทาง มีข้อมูลโครงข่ายเป็นจำนวนมาก ซึ่งในแต่ละสายเลขหมายของรถโดยสารประจำทางนั้น อาจมีเส้นทางการเดินทางในขาไปและขากลับที่แต่แตกต่างกัน ซึ่งในการจัดทำข้อมูลโครงข่ายสำหรับการเดินทางในระบบขนส่งมวลชนนี้ ยังไม่ได้มีการพิจาณาถึงกรณีดังกล่าว และอาจทำให้ผลลัพธ์ที่ได้จากการแนะนำเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม ไม่ตรงกับความเป็นจริง ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นการพัฒนา แนวคิดและการทำงานของโปรแกรมประยุกต์ หากเมื่อมีการจัดทำข้อมูลโครงข่ายการเดินทางทั้งในขาไปและขากลับเพิ่มเข้าไปใหม่ ก็จะสามารถให้ผลลัพธ์ได้ดียิ่ง โดยไม่กระทบกับระบบของโปรแกรมประยุกต์ที่พัฒนาขึ้นนี้

3. การแนะนำเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม ในระบบขนส่งมวลชนนี้ ยังไม่ได้มีการพิจารณาถึงช่วงเวลาที่ให้บริการของแต่ละรูปแบบการเดินทาง ซึ่งอาจมีช่วงเวลาที่ให้บริการ เปิด-ปิด แตกต่างกันอยู่ แต่จากปัญหาส่วนนี้ ผู้วิจัยได้จัดทำให้โปรแกรมประยุกต์สามารถรองรับการเลือกรูปแบบที่จะใช้เดินทางในระบบขนส่งมวลชน ทั้ง 4 รูปแบบการเดินทาง (ซึ่งได้นำเสนอมาแล้วใน 4.1 นั้น) และในการพัฒนาส่วนนี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้กับการพิจารณาถึงช่วงเวลาที่ให้บริการของแต่ละรูปแบบการเดินทางได้ โดยผู้ใช้งานจะต้องตระหนักถึงเวลาเปิด-ปิดของแต่ละ

รูปแบบการเดินทาง แล้วทำการเลือกรูปแบบการเดินทางให้สอดคล้องกับเวลาที่ให้บริการในการเดินทางด้วย

4. ความสามารถของการแนะนำเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม ในระบบขนส่งมวลชนนี้ โดยเฉพาะการรายงานเส้นทางการเดินทาง เมื่อต้องใช้รูปแบบการเดินทางด้วยรถโดยสารประจำทางนั้น ยังไม่สามารถระบุรายละเอียดได้ดีพอ เป็นเพียงการรายงานเฉพาะช่วงการเดินทางของสายเลขหมายรถโดยสารประจำเท่านั้น ซึ่งขึ้นอยู่กับความสามารถในการจัดทำข้อมูลโครงข่ายการเดินทางของป้ายรถโดยสารประจำทาง เช่น การระบุชื่อ หรือบริเวณที่อยู่ของป้ายรถโดยสารประจำทาง เป็นต้น จะช่วยให้การรายงานดังกล่าวได้ละเอียดยิ่งขึ้น ทั้งนี้ระบบของโปรแกรมประยุกต์ที่พัฒนาขึ้นนี้ สามารถรองรับกับข้อมูลที่จะเพิ่มเติมขึ้นภายหลังได้

5. การจัดทำข้อมูลผลลัพธ์ไว้ล่วงหน้าจากการวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม โดยใช้เวลาในการเดินทางน้อยที่สุด ในระบบขนส่งมวลชนหลายรูปแบบนั้น ต้องอาศัยเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพในการประมวลผลและความเร็วสูง อีกทั้งยังใช้เวลาในการจัดทำข้อมูลส่วนนี้เป็นเวลานาน และเมื่อมีการปรับปรุง หรือแก้ไขข้อมูลโครงข่ายสำหรับการเดินทางขึ้น จะต้องทำการประมวลผลข้อมูลผลลัพธ์ใหม่ทั้งหมด ทำให้ขาดความยืดหยุ่นในการใช้งานและสูญเสียเวลาในการทำการจัดเก็บข้อมูลผลลัพธ์ใหม่นี้ ลงสู่ระบบฐานข้อมูลต่อไปด้วย

6. การนำปัจจัยต่างๆ เช่น ค่าใช้จ่ายในการเดินทางหรือโดยสาร ระยะเวลาที่ใช้ในการรอคอยยานพาหนะจริง อัตราเร็วจริงของยานพาหนะที่ใช้โดยสาร ความหนาแน่นของยานพาหนะโดยสารในแต่ละระบบ ระยะเวลาที่รอคอยในการซื้อบัตรโดยสาร หรือตารางเวลาที่เริ่มต้นปล่อยยานพาหนะที่ใช้ในแต่ละรูปแบบการเดินทาง เป็นต้น ซึ่งยังไม่เปิดโอกาสให้ผู้ใช้งานสามารถนำเข้าข้อมูลในส่วนนี้ได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6.3 ข้อเสนอแนะ

แม้ว่าผลการวิจัยนี้จะเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้ แต่เพื่อขยายขีดความสามารถ และการพัฒนาของโปรแกรมประยุกต์ในการเลือกเส้นทางที่เหมาะสม สำหรับการเดินทางในระบบขนส่งมวลชนหลายรูปแบบ บนอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา (PDA) ต่อไป ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำเสนอแนวทางการพัฒนาปรับปรุงแก้ไขในประเด็นต่าง ๆ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1. จากการประเมินข้อมูลโครงข่ายสำหรับการเดินทางในระบบขนส่งมวลชนหลายรูปแบบ อย่างเต็มรูปแบบทั้งระบบแล้วนั้น ซึ่งจะใช้เนื้อที่ในการจัดเก็บข้อมูลในระบบฐานข้อมูลเป็นจำนวนมาก และเวลาที่ใช้ในการประมวลผลในการทำงานการจัดทำข้อมูลผลลัพธ์ไว้ล่วงหน้าจากการวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม ซึ่งกินเวลานาน โดยอาจเกิดความไม่เหมาะสมและความสะดวกสบายต่อการนำมาประยุกต์ใช้งานจริงในชีวิตประจำวันได้

ซึ่งถ้าหากมีการพัฒนาให้ส่วนของการคำนวณของผลลัพธ์เส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมนี้ สามารถทำงานให้มีการคำนวณแบบทันทีทันใดได้ โดยไม่จำเป็นต้องมีการจัดทำข้อมูลผลลัพธ์ไว้ล่วงหน้าจากการวิเคราะห์โครงข่ายของการเลือกเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมเกิดขึ้น จะช่วยทำให้ลดข้อจำกัดดังกล่าวที่จะเกิดขึ้นลงได้อย่างมาก

2. การพิจารณาโดยใช้เวลาในการเดินทางน้อยที่สุดนี้ เป็นการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการศึกษางานวิจัยที่มีมาก่อนหน้านี้ ซึ่งไม่ใช่เวลาที่ใช้ในการเดินทางจริงในโครงข่ายการเดินทางและอาจมีผลทำให้คำตอบที่ได้ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์จริงในปัจจุบัน

ซึ่งถ้าหากมีระบบในการตรวจจับสภาพการจราจรจริง หรือมีการเก็บรวบรวมสถิติข้อมูลจราจรอย่างเพียงพอ จะสามารถทำให้คำตอบที่ได้จากการประมวลผลของวิเคราะห์โครงข่ายการเดินทางได้ดียิ่งขึ้น และแนวทางของการแนะนำเส้นทางที่เหมาะสมนี้ จะมีความใกล้เคียงกับความเป็นจริงได้มากขึ้นด้วย

3. การเปิดโอกาสให้ผู้ใช้งานเลือกรูปแบบที่ใช้พิจารณาในการเดินทางในระบบขนส่งมวลชนได้อย่างอิสระ นอกเหนือจากรูปแบบที่ได้กำหนดเพียง 4 รูปแบบนั้น ไม่สามารถทำงานได้ในโปรแกรมประยุกต์นี้ เพราะการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมนี้อาศัยหลักการทำงานบนเพียงอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา (PDA) เป็นหลัก

ซึ่งถ้าหากมีการพัฒนาให้ส่วนของการคำนวณของผลลัพธ์เส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมนี้ สามารถทำงานให้มีการคำนวณแบบทันทีทันใดได้ โดยมีแนวคิดจากการคำนวณอยู่บนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย แล้วทำการส่งผ่านข้อมูลผลลัพธ์มายังอุปกรณ์คอมพิวเตอร์พกพา

(PDA) ด้วยการสื่อสารผ่านเครือข่ายบนอินเตอร์เน็ต จะสามารถลดข้อจำกัดและภาระของการคำนวณหาผลลัพธ์ไว้ล่วงหน้าของเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมลงได้ แต่ในแนวความคิดนี้จะได้ผลดีก็ต่อเมื่อขึ้นอยู่กับความสามารถในการสื่อสารแบบไร้สาย และการถ่ายโอนข้อมูลในปัจจุบันอีกด้วย

4. การเปลี่ยนสายของรถโดยสารประจำทางนั้น อาจมีการกำหนดให้เปลี่ยน ณ ป้ายรถโดยสารประจำทางเฉพาะป้ายที่สำคัญๆ หรือป้ายที่มีขนาดใหญ่ จะสามารถอำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้งาน เปลี่ยนสายของรถโดยสารประจำทางง่ายยิ่งขึ้น

ซึ่งถ้าหากมีการพัฒนาให้ส่วนของการคำนวณของผลลัพธ์เส้นทางการเดินทางที่เหมาะสมนี้ สามารถกำหนดการคำนวณในส่วนของการเลือกเส้นทางที่เหมาะสม ให้ผ่านจุดเชื่อมต่อการเดินทางที่สำคัญๆได้นั้นเอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

มนต์ศักดิ์ โซ่เจริญธรรม. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อเลือกเส้นทางที่ใช้เวลาน้อยที่สุด โดยระบบขนส่งมวลชนหลายรูปแบบ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549.

ภาษาอังกฤษ

Bielli, M., Boulmakoul, A. and Mouncif, H. Object modeling and path computation for multimodal . European Journal of Operational Research 175 (2006): 1705–1730.

ISO 14825, Intelligent transport systems - Geographic Data Files(GDF) - Overall data specification, International Organization for Standardization (ISO), 2004.

Essen, R.V. and Hiestermann, V. X-GDF:The ISO model of Geographic Information for ITS. ISPRS Workshop on Service and Application of Spatial Data Infrastructure XXXVI(4/W6) (2005): 59-63.

European Road Transport Telematics Implementation Co-ordination Organisation (ERTICO). GDF 3.0 Documentation & Manual [Online]. 1997. Available from: http://www.ertico.com/en/links/links/gdf_-_geographic_data_files.htm [2007, January 15]

GDF 3.0, Geographic Data Files version 3.0(GDF), European Committee for Standardisation (CEN), 1997.

Rehrl, K., Bruntsch, S. and Mentz, H. J. Assisting Multimodal Travelers: Design and Prototypical Implementation of a Personal Travel Companion. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems 8(1) (March 2007): 31-42.

United States Department of Transportation (DOT). The transportation analysis and simulation system (TRANSIMS) [Online]. 1999. Available from: http://www.transims.net/ [2007, August 8]

Weiss, M.A. Data Structure and Algorithm Analysis. 2nd ed. 390 Bridge Parkway Redwood City California 94065: The Benjamin/Cummings Publishing, 1994.

Worboys, M.F. GIS: A Computing Perspective. Great Britain: T.J. International, 1997.

Zhang, C., Peng, Z. R., Li, W. and Day, M. J. GML-Based Interoperable Geographical Databases. The Journal – Cartography: Mapping Sciences Institute 32(2) (December 2003): 1-23.

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ: นายพลปรีชา ชิดบุรี

วันเดือนปีเกิด: 14 พฤษภาคม พ.ศ. 2524 ณ จังหวัดพิษณุโลก

คุณวุฒิทางการศึกษา:

พ.ศ. 2547 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประสบการณ์การทำงาน:

2547 – 2549 ทำงานที่บริษัท จีไอเอส ดาต้า จำกัด ตำแหน่ง Senior Operation System

ผลงานทางวิชาการ

บทความตีพิมพ์และการบรรยาย

พลปรีชา ชิดบุรี และวิชัย เยี่ยงวีรชน. 2550. แนวทางการใช้มาตรฐาน ISO14825 ในงานระบบขนส่งและจราจรอัจฉริยะ. การประชุมวิชาการการแผนที่และภูมิสารสนเทศแห่งชาติ ประจำปี 2550. ณ โรงแรมแอมบาสซาเดอร์ กรุงเทพฯ 28 พฤศจิกายน - 1 ธันวาคม 2550

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย