

การวิเคราะห์เส้นทางในเขตกรุงเทพมหานคร  
เพื่อใช้ระยะทางหรือระยะเวลาในการเดินทางน้อยที่สุด



นางสาวพรพิศ	บูรณสัมปทานนท์	38054139
นางสาวสุดธิดา	วิวัฒน์สรานุกรมย์	38054163
นางสาวสุรัสวดี	ประสานพันธ์	38054170

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน..... 33877  
วัน, เดือน, ปี..... 17 ก.ย. 2542

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**SHORTEST ROUTE ANALYSIS FOR MINIMIZING  
TRAVELLING DISTANCES AND TIME CONSUMED  
IN BANGKOK**



<b>MISS PORNPIT</b>	<b>BURANASAMPATANONT</b>	<b>38054139</b>
<b>MISS SUDTHIDA</b>	<b>VIVADTHANASARANROM</b>	<b>38054163</b>
<b>MISS SURASAWADEE</b>	<b>PRASANPAN</b>	<b>38054170</b>

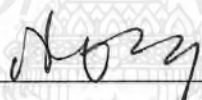
**A Special Project Submitted in Partial Fulfillment of the  
Requirement for the Degree of Bachelor of Science  
Department of Mathematics and Computer Science  
Faculty of Science  
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang**

**1998**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ	การวิเคราะห์เส้นทางในเขตกรุงเทพมหานครเพื่อใช้ระยะทางหรือระยะเวลาในการเดินทางน้อยที่สุด	
	Shortest Route Analysis for Minimizing Travelling Distances and Time Consumed in Bangkok	
โดย	นางสาวพรพิศ บุรณสัมปทานนท์	38054139
	นางสาวสุศุติกา วิวัฒน์สรานุภรณ์	38054163
	นางสาวสุรัสวดี ประสานพันธ์	38054170
ภาควิชา	ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์	
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์วีระชัย ตันยะสิทธิ์	
	อาจารย์กรกช ประชุมรัมย์	

ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้นับโครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ประจำปีการศึกษา 2541




(รองศาสตราจารย์ ภัคคินี ชิตสกุล)

หัวหน้าภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์



(ดร.นันทิกา เบนจุงเทพานันท์)

ประธานกรรมการ



(อาจารย์ ไพบุลย์ พันธรักษ์พงษ์)

กรรมการ



(อาจารย์วีระชัย ตันยะสิทธิ์)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ



(อาจารย์กรกช ประชุมรัมย์)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาพิเศษเรื่อง การวิเคราะห์เส้นทางในเขตกรุงเทพมหานครเพื่อใช้ระยะทางหรือระยะเวลาในการเดินทางน้อยที่สุด

โดย	นางสาวพรพิศ	บุรณสัมปทานนท์	38054139
	นางสาวสุดธิดา	วิวัฒน์สรายุรมย์	38054163
	นางสาวสุรัสวดี	ประสานพันธ์	38054170

อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์วีระชัย	ตันยะสิทธิ์
	อาจารย์กรกช	ประทุมรักษ์

ภาควิชา คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา 2541

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันปัญหาการจราจรของกรุงเทพมหานครถือได้ว่าเป็นปัญหาที่มีความสำคัญและก่อให้เกิดปัญหาอื่นๆในหลายๆด้าน เช่น ปัญหามลภาวะ ปัญหาเศรษฐกิจ และที่สำคัญคือเวลาที่ต้องใช้ในการเดินทาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ที่ไม่ชำนาญเส้นทางอาจจะต้องเสียเวลาไปกับการเดินทางที่ผิดเส้นทางอีกด้วย ดังนั้นในการเดินทางควรจะเลือกเส้นทางที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งในการวิจัยนี้ได้พิจารณาจาก 2 ปัจจัยคือ ระยะทางและระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทาง โดยใช้หลักวิชาการวิจัยดำเนินงาน คือ การวิเคราะห์โครงข่าย (Network Analysis) เข้ามาใช้วิเคราะห์โดยใช้เทคนิคการหาเส้นทางที่สั้นที่สุด (Shortest - Route Problem) เข้ามาแก้ปัญหาในส่วนนี้ คือ จะเลือกเส้นทางในการเดินทางที่ใช้ระยะทางที่สั้นที่สุด พร้อมทั้งคำนวณระยะเวลาในแต่ละช่วงเวลาต่างๆสำหรับการเดินทางจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดปลายทาง โดยงานวิจัยนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนสำคัญคือ ส่วนที่ 1 เป็นการจัดการกับฐานข้อมูลเกี่ยวกับสถานที่สำคัญต่างๆ ระยะทาง และ ระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทาง ส่วนที่ 2 เกี่ยวกับการใช้เทคนิคการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดมาเขียน โปรแกรม เพื่อหาเส้นทางที่สั้นที่สุด แล้วแสดงผลต่างๆให้อยู่ในรูปกราฟฟิคซึ่งสามารถเข้าใจผลจากการวิเคราะห์ได้โดยง่าย

**Special Topic** Shortest Route analysis for minimizing travelling distances and time consumed in Bangkok

**Students** Pompit Buranasampatanont 38054139  
 Sudthida Vivadthanasaranrom 38054163  
 Surasawadee Prasanpan 38054170

**Advisor** Mr. Weerachai Tanyasit  
 Miss Korakot Prachumrak

**Department** Mathematics and Computer Science

**Year** 1998

### Abstract

Nowadays, in Bangkok the traffic-jam is the main problem that causes other relevance problem appearance, for example pollution, economy and time consume. Especially the drivers do not know the route that takes the shortest time for the same destination. This research presents 2 factors to find the best route, distance and time, that are used for travelling. The research utilize the network analysis for the shortest-route problem. It will compute the time for each period from the begin point to the end point. The research consists of two parts. The first is database management of the places, distances, and time for travelling. The other is the technique for the Shortest-Route Problem's Programming. The output display shows the result in the graphic mode that can be easily understood.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จได้ เพราะความช่วยเหลือและเอื้อเฟื้อจากบุคคลดังต่อไปนี้

1. บิดา มารดา ผู้ซึ่งมีพระคุณอย่างมากที่ได้ให้กำเนิดเลี้ยงดู อบรมและส่งเสริมให้ได้รับและให้กระทำในสิ่งที่ดีมาโดยตลอด และเป็นกำลังใจในทุกๆ เรื่องเสมอมา
2. ดร.นันทิกา เบญจเทพานันท์ อาจารย์ที่ปรึกษาชั้นปี4 ที่ให้ความรู้ คำแนะนำ และคำปรึกษาพวกเราตลอดระยะเวลา 4 ปี
3. อาจารย์วีระชัย ต้นยะสิทธิ์ และอาจารย์กรกช ประทุมรักษ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษที่กรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำในด้านการศึกษาปัญหา การออกแบบระบบงานและแนวทางการแก้ปัญหาต่างๆ
4. อาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ทุกๆ ท่าน ที่ได้ประสาทวิชาความรู้ทั้งในภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติแก่ผู้จัดทำตลอดเวลาดำเนินการ 4 ปี จนกระทั่งโครงการพิเศษสัมฤทธิ์ผลได้ด้วยดีทุกประการ
5. บริษัทบางกอกโกลด์ จำกัด ที่เอื้อเฟื้อแผนที่กรุงเทพมหานครทั้งที่เป็นเอกสารและเพิ่มข้อมูล
6. รุ่นพี่ทุกท่านที่ให้คำปรึกษาและแนะนำการทำโครงการพิเศษนี้ให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี
7. เพื่อน ๆ ทุกคน ที่คอยให้คำแนะนำและกำลังใจมากมายมาตลอด

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

	หน้า
หน้าอำนวยการ	i
บทคัดย่อโครงการพิเศษภาษาไทย	ii
บทคัดย่อโครงการพิเศษภาษาอังกฤษ	iii
กิตติกรรมประกาศ	iv
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	<b>1</b>
1.1 ความสำคัญ / ที่มาของปัญหาพิเศษ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของปัญหาพิเศษ	1
1.3 ขอบเขตของปัญหาพิเศษ	2
1.4 แหล่งที่มาของข้อมูล	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.6 ขั้นตอนในการดำเนินงาน	4
1.7 การวางแผนงาน	5
<b>บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง</b>	<b>7</b>
2.1 เทคนิคการหาเส้นทางที่สั้นที่สุด	7
2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับฐานข้อมูลใน Visual Basic	16
2.3 โครงสร้างฐานข้อมูล	23
2.4 การออกแบบฐานข้อมูล	26
2.5 การจัดการฐานข้อมูลด้วยคอนโทรลข้อมูล (Data Control)	30
<b>บทที่ 3 การออกแบบระบบงานและฐานข้อมูลของระบบงาน</b>	<b>34</b>
3.1 รายละเอียดการออกแบบระบบงาน (Process Diagram)	34
3.1.1 Process Diagram	34
3.1.2 System Flowchart	38
3.1.3 อธิบายหลักการทำงาน	56
3.2 รายละเอียดการออกแบบฐานข้อมูล (ER Model)	59
3.3 รายละเอียดตารางที่ใช้ในระบบงาน	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1	รายชื่อของตารางทั้งหมดที่ใช้ในระบบงาน	60
3.3.2	โครงสร้างของตารางข้อมูล	61
3.3.3	ความสัมพันธ์ระหว่างตาราง	63
3.4	การออกแบบในส่วนของไฟล์แผนที่	64
บทที่ 4	การประเมินผลระบบงาน	66
บทที่ 5	บทสรุปและข้อเสนอแนะ	68
5.1	บทสรุป	68
5.2	ข้อเสนอแนะ	69
ภาคผนวก		70
ภาคผนวก ก.	คู่มือการใช้โปรแกรม	71
ภาคผนวก ข.	การเพิ่มข้อมูลในโปรแกรม โปรแกรมพัฒนาข้อมูล ที่ใช้ในการวิเคราะห์หัตถ์เส้นทาง	99
บรรณานุกรม		104

# สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1 กราฟแบบมีทิศทางที่มี 4 เวกซ์และ 5 อาค	8
รูปที่ 2 กราฟที่กำหนดความสัมพันธ์ของอาค	8
รูปที่ 3 เมตริกซ์ประชิด	9
รูปที่ 4 กราฟแบบมีทิศทางที่มีค่าบนอาค	10
รูปที่ 5 ตารางการคำนวณของ Dijkstra	11
รูปที่ 6 การหาระยะทางที่สั้นที่สุด	12
รูปที่ 7 เส้นทางที่สั้นที่สุดที่เป็นไปได้	12
รูปที่ 8 เส้นทางจากเวกซ์ $i$ ไปยังเวกซ์ $j$	14
รูปที่ 9 กราฟแบบมีทิศทางที่กำหนดค่าบนอาคอันหนึ่ง	14
รูปที่ 10 ค่าของเมตริกซ์ A	15
รูปที่ 11 Context Diagram	34
รูปที่ 12 Dataflow Diagram level 0	35
รูปที่ 13 Dataflow Diagram level 1	36
รูปที่ 14 Dataflow Diagram level 1	37
รูปที่ 15 Flowchart แสดงการทำงานของโปรแกรม Shortest Route	39
รูปที่ 16 Flowchart แสดงการคำนวณระยะทางและระยะเวลาสั้นที่สุด	40
รูปที่ 17 Flowchart แสดงการทำงานของฟอร์ม	41
รูปที่ 18 Flowchart แสดงการทำงานของแผนที่	42
รูปที่ 19 Flowchart แสดงการทำงานของขาเข้าขาออก	43
รูปที่ 20 Flowchart แสดงการทำงานของการแสดงผล	44
รูปที่ 21 Flowchart แสดงการทำงานของเส้นทาง	45
รูปที่ 22 Flowchart แสดงการทำงานของโปรแกรม Developer	46
รูปที่ 23 Flowchart แสดงการทำงานของ login	47
รูปที่ 24 Flowchart แสดงการทำงานของกลุ่มสถานที่	48
รูปที่ 25 Flowchart แสดงการทำงานของโครงข่าย	49
รูปที่ 26 Flowchart แสดงการทำงานของสถานที่	50
รูปที่ 27 Flowchart แสดงการทำงานของสถานที่ตั้ง	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 28 Flowchart แสดงการทำงานของแผนที่	52
รูปที่ 29 Flowchart แสดงการเพิ่ม	53
รูปที่ 30 Flowchart แสดงการลบ	54
รูปที่ 31 Flowchart แสดงการแก้ไข	54
รูปที่ 32 Flowchart แสดงการเพิ่มแผนที่	55
รูปที่ 33 Entity Relationship Model	59
รูปที่ 34 ความสัมพันธ์ระหว่างตาราง	63
รูปที่ 35 แผนที่ที่ใช้ในปัญหาพิเศษ	64
รูปที่ 36 หน้าจอแสดงหมายเลขของสถานที่ทั้งหมดที่ผ่านในระหว่างการเดินทาง	67
รูปที่ 37 หน้าจอหลักของโปรแกรมวิเคราะห์เส้นทาง	74
รูปที่ 38 หน้าจอให้เลือกลักษณะการค้นหา	75
รูปที่ 39 หน้าจอใช้ฟอร์มค้นหาโดยขึ้นกับระยะทาง	76
รูปที่ 40 หน้าจอใช้ฟอร์มค้นหาโดยขึ้นกับเวลา	77
รูปที่ 41 หน้าจอค้นหาจากแผนที่	78
รูปที่ 42 หน้าจอใช้แผนที่ค้นหาโดยขึ้นกับเวลา	79
รูปที่ 43 หน้าจอแสดงระยะทางน้อยที่สุดขาเข้าเมือง	80
รูปที่ 44 หน้าจอแสดงระยะทางน้อยที่สุดขาออกเมือง	81
รูปที่ 45 หน้าจอแสดงเวลาน้อยที่สุดขาเข้าเมือง	82
รูปที่ 46 หน้าจอแสดงเวลาน้อยที่สุดขาออกเมือง	83
รูปที่ 47 หน้าจอเส้นทางที่ผ่านบนแผนที่	84
รูปที่ 48 หน้าจอรายละเอียดของเส้นทางที่ผ่าน	85
รูปที่ 49 หน้าจอ Login	87
รูปที่ 50 หน้าจอ Change Password	88
รูปที่ 51 หน้าจอหลักของโปรแกรมพัฒนาข้อมูล	89
รูปที่ 52 หน้าจอกลุ่มสถานที่	90
รูปที่ 53 หน้าจอโครงข่าย	91
รูปที่ 54 หน้าจอค้นหาโครงข่าย	93
รูปที่ 55 หน้าจอสถานที่	94
รูปที่ 56 หน้าจอค้นหาโครงข่าย	95
รูปที่ 57 หน้าจอเพิ่มสถานที่บนแผนที่	96
รูปที่ 58 หน้าจอสถานที่ตั้ง	97
รูปที่ 59 หน้าจอแผนที่	98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญ / ที่มาของปัญหา

กรุงเทพมหานครเป็นเมืองหลวงขนาดใหญ่และมีประชากรอยู่กันอย่างหนาแน่น ดังนั้น กรุงเทพมหานครจึงเป็นที่รวมของปัญหาต่างๆ มากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาทางด้านการจราจรซึ่งเป็นปัญหาที่มีความสำคัญมาก เนื่องจากปัญหาทางด้านการจราจรก่อให้เกิดปัญหาต่างๆ หลายปัญหาด้วยกัน อาทิเช่น ปัญหาเศรษฐกิจ ปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ ปัญหาทางด้านสุขภาพกายและจิต การใช้พลังงานสิ้นเปลือง ถ้าได้พิจารณาในหลายๆ ด้านจะพบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลทำให้เกิดปัญหาทางด้านการจราจรดังกล่าวที่ควรพิจารณาคือ ช่วงเวลาเร่งด่วน ซึ่งคือช่วงเวลาเช้าประมาณ 06.00 - 09.00 น. และช่วงเวลาเย็น 16.00 - 19.00 น. ซึ่งจะเป็นช่วงเวลาที่มีความคับคั่งของขบวนพาหนะบนท้องถนนเป็นอย่างมากซึ่งทำให้ต้องใช้เวลาในการเดินทางเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นในการเลือกเส้นทางในการเดินทางเส้นทางใดเส้นทางหนึ่ง จึงควรเลือกใช้เส้นทางที่จะทำให้สูญเสียระยะเวลาในการเดินทางให้น้อยที่สุด หรือ การหลีกเลี่ยงเส้นทางบางเส้นทางที่การจราจรคับคั่ง ไปใช้เส้นทางที่มีการจราจรเบาบางกว่า

### 1.2 วัตถุประสงค์ของปัญหาพิเศษ

- 1) เพื่อสร้างทางเลือกที่เหมาะสมในการเดินทางในกรุงเทพมหานคร โดยพิจารณาการเดินทางระหว่างจุด 2 จุด คือ จุดเริ่มต้นและจุดปลายของสถานที่ต่างๆ ซึ่งพิจารณาจากระยะทางที่สั้นที่สุด หรือจากระยะเวลาที่น้อยที่สุด
- 2) เพื่อคำนวณหาเส้นทางที่ใช้เวลาในการเดินทางที่น้อยที่สุดในแต่ละช่วงเวลาที่กำหนด ซึ่งจะพิจารณาจากอัตราเร็วขาเข้าเมือง และ ขาออกเมือง
- 3) มีการนำเทคนิคการหาเส้นทางที่สั้นที่สุด (Shortest - Route Problem) มาประยุกต์ใช้กับโครงข่ายของเส้นทางรถจริงของกรุงเทพมหานคร
- 4) เพื่อสร้างระบบงานในแนวคิดของ Database Application
- 5) ส่งเสริมให้มีการใช้งานคอมพิวเตอร์เพื่อเก็บข้อมูลและประมวลผล
- 6) สามารถนำไปใช้ในการพัฒนาระบบงานสอบตามเส้นทางต่อไปในอนาคต ทั้งในภาครัฐบาลและเอกชน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.3 ขอบเขตของปัญหาพิเศษ

ปัญหาพิเศษนี้เพื่อศึกษาการหาเส้นทางในการเดินทางระหว่างจุดสองจุด คือ จุดเริ่มต้น และจุดหมายปลายทาง โดยพิจารณาจากระยะทางและระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทาง ซึ่งได้กำหนดขอบเขตของปัญหานี้ไว้พอสังเขปดังนี้

1) การเดินทางที่กล่าวถึงในปัญหาพิเศษนี้ พิจารณาเฉพาะการเดินทางโดยใช้รถยนต์เท่านั้น ซึ่งหมายรวมถึงเส้นทางที่เป็นถนน 2 เลนขึ้นไป โดยมีการแสดงข้อมูลในเรื่องรถโดยสารประจำทาง เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการเดินทางของผู้ไม่มีรถยนต์

2) เส้นทางที่ใช้ในการพิจารณา จะพิจารณาจากเส้นทางจริงที่แสดงไว้ในแผนที่เส้นทางเดินรถในเขตกรุงเทพมหานคร

3) สถานที่อ้างอิงหากอยู่ในซอยจะพิจารณาระยะทางจากถนนใหญ่เท่านั้น

4) ทิศทางการเดินรถที่ใช้ ได้พิจารณาการเดินทางจริงในการเดินรถบนถนนแต่ละเส้น คือ การเดินทางทางเดียว (One-way) และ การเดินรถสวนทาง (Two-way)

5) ทิศทางการเดินรถที่ระบุไว้ในข้อ 4. ได้กำหนดให้มีผลบังคับใช้ตลอดทั้งวัน คือมิได้กำหนดเฉพาะบางช่วงเวลาที่ผลบังคับใช้

6) อัตราเร็วรถที่ใช้ในถนนแต่ละเส้นจะแตกต่างกันตามสภาพการจราจรบนถนนนั้นๆ ในปัญหาพิเศษนี้ได้ใช้อัตราเร็วรถที่สำรวจโดยกรุงเทพมหานคร ซึ่งจะมีเพียงบางถนนเท่านั้น สำหรับในส่วนที่เหลือจะใช้อัตราเร็วที่ประมาณขึ้น

7) พิจารณาถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางซึ่งก็คือช่วงเวลาที่ใช้ในการเดินทางสำหรับปัญหาพิเศษนี้ได้แบ่งช่วงเวลาตามที่ได้มีการแบ่งไว้ในรายงานสถิติจราจรของกรุงเทพมหานคร ดังนี้

ช่วงที่ 1 ช่วงเวลา 06.00 – 09.00 น.

ช่วงที่ 2 ช่วงเวลา 16.00 – 19.00 น.

ช่วงที่ 3 ช่วงเวลา 09.00 – 16.00 น. และ 19.00 – 06.00 น.

โดยในช่วงเวลาที่ 1 และ 2 เป็นช่วงเวลาเร่งด่วนเช้าและบ่ายตามลำดับ (Rush Hour) ซึ่งมีการจราจรที่คับคั่งมาก และในช่วงเวลาที่ 3 เป็นช่วงเวลาที่มีการจราจรไม่คับคั่งมากนักซึ่งจะทำให้การเลือกเส้นทางในแต่ละช่วงเวลาแตกต่างกันออกไป

8) ข้อมูลเรื่องระยะเวลาในการเดินทางได้มาจากการคำนวณจากระยะทางกับอัตราเร็ว

9) ในปัญหาพิเศษนี้ไม่ได้คำนึงถึงปัจจัยในเรื่องการเดินทางวันธรรมดาและวันหยุด เนื่องจากไม่มีหน่วยงานใดเก็บข้อมูล แต่ในความเป็นจริงมีสภาพการจราจรที่แตกต่างกัน

10) อัตราเร็วจะมี 2 ประเภทคือ อัตราเร็วรถขาเข้าเมือง และ อัตราเร็วรถขาออกเมือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.4 แหล่งที่มาของข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการทำปัญหาพิเศษนี้ แบ่งเป็น 5 ส่วน คือ

- 1) ข้อมูลที่เกี่ยวกับระยะทางระหว่างสถานที่สำคัญๆ บนถนนสายหลักต่างๆ ในเขตกรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นข้อมูลทฤษฎี ที่ได้จากการวัดระยะทางระหว่างสถานที่สำคัญๆ จากแผนที่เส้นทางเดินรถในเขตกรุงเทพมหานคร ที่ได้เทียบกับมาตราส่วนจริง
- 2) ข้อมูลที่เกี่ยวกับระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางบนถนนสายต่างๆ ซึ่งได้จากการคำนวณระยะทางที่ใช้เทียบกับอัตราความเร็วของรถที่ได้กำหนดไว้
- 3) เส้นทางของถนนสายสำคัญๆ ตลอดจนตำแหน่งของสถานที่ต่างๆ ได้อ้างอิงมาจากแผนที่เส้นทางเดินรถในกรุงเทพมหานคร
- 4) ข้อมูลที่เกี่ยวกับช่องทางเดินรถทางเดียวและช่องทางที่สามารถเดินรถสวนทาง ซึ่งเป็นข้อมูลทฤษฎีที่ได้มาจากกองบังคับการตำรวจจราจร
- 5) ข้อมูลเกี่ยวกับช่วงเวลาและอัตราความเร็วที่ใช้ในการเดินทาง ที่ได้กำหนดขึ้นเพื่อเป็นปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาในการเดินทาง

## 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ทราบเส้นทางที่เหมาะสมในการเดินทาง ทั้งที่ใช้ระยะทางสั้นที่สุดหรือใช้เวลาน้อยที่สุด
- 2) สามารถประมาณเวลาที่ใช้ในการเดินทางได้
- 3) ช่วยประหยัดเวลาที่ใช้ในการเดินทาง
- 4) ได้นำความรู้เรื่องเทคนิคการหาเส้นทางที่สั้นที่สุด (Shortest Route Problem) มาประยุกต์ใช้กับเส้นทางจริง
- 5) ได้นำความรู้เรื่องเทคนิคการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดที่ได้เขียนขึ้น ไปประยุกต์ใช้กับโครงข่ายของเส้นทางอื่นๆ ได้ตามแต่ลักษณะของโครงข่ายที่กำหนด
- 6) ก่อให้เกิดแนวคิดในการพัฒนาระบบงานอื่นๆ ต่อไปในอนาคต ทั้งในภาครัฐบาลและเอกชน
- 7) สร้างบุคลากรที่สามารถปฏิบัติงานได้จริง เกี่ยวกับการพัฒนาระบบงานในแนวทางของ Database Application

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.6 ขั้นตอนในการดำเนินงาน

1) ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากงานวิจัยและปัญหาพิเศษที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งบทความทางวิชาการที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกัน

2) ศึกษาปัญหาระบบงาน กำหนดขอบเขตและจุดประสงค์ต่างๆ

3) ออกแบบระบบงาน

4) เก็บรวบรวมข้อมูลซึ่งเป็นข้อมูลทุติยภูมิที่ได้มีการสำรวจและรวบรวมไว้แล้ว โดยหน่วยงานราชการและเอกชน

5) ออกแบบอัลกอริทึม และ ค้นคว้าเพิ่มเติมเกี่ยวกับหลักกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จะใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ หลักการวิเคราะห์ข่ายงาน (*Network Analysis*) โดยใช้ เทคนิคการหาเส้นทางที่สั้นที่สุด (*Shortest – Route Problem*) โดย Dijkstra 's Algorithm

6) พัฒนาระบบงาน

7) ตรวจสอบระบบงาน

8) ทดสอบข้อมูลจริง

9) ปรับแต่งฐานข้อมูล

10) ตีพิมพ์เอกสารการวิจัยสรุปงานทดสอบ

## 1.7 การวางแผนงาน

### ภาคเรียนที่ 1

1 ก.ค. - 15 ก.ค.	ศึกษาโปรเจ็คของรุ่นพี่ที่เกี่ยวข้อง
16 ก.ค. - 31 ก.ค.	รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
1 ส.ค. - 15 ส.ค.	ออกแบบฐานข้อมูลที่ใช้ในการจัดเก็บ
16 ส.ค. - 15 ก.ย.	ศึกษาการเขียนโปรแกรมโดยใช้ Visual Basic
16 ก.ย. - 30 ก.ย.	ออกแบบหน้าจอบางส่วน
1 ต.ค. - 7 ต.ค.	จัดทำ Document

### ภาคเรียนที่ 2

12 ต.ค. - 31 ต.ค.	รวบรวมข้อมูลเพิ่มเติม
1 พ.ย. - 15 พ.ย.	จัดเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล
16 พ.ย. - 30 พ.ย.	เขียนโปรแกรมคำนวณหาเส้นทางและระยะทางสั้นที่สุด
1 ธ.ค. - 31 ธ.ค.	เขียนโปรแกรมในส่วน Developer
1 ม.ค. - 30 ม.ค.	เขียนโปรแกรมในส่วนแสดงผล (User Interface)
1 ก.พ. - 20 ก.พ.	ตรวจสอบข้อผิดพลาดและพัฒนาให้สมบูรณ์
21 ก.พ. - 5 มี.ค.	จัดทำ Document

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	แผนงาน	กรกฎาคม		สิงหาคม		กันยายน		ตุลาคม		พฤศจิกายน		ธันวาคม		มกราคม		กุมภาพันธ์		มีนาคม							
		29	6	13	20	27	3	10	17	24	31	7	14	21	28	4	11	18	25	1	8	15	22	1	8
1	ศึกษาโปรเจกต์ของรุ่นพี่ที่เกี่ยวข้อง																								
2	รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง																								
3	ออกแบบฐานข้อมูลที่ใช้ในการจัดเก็บ																								
4	ศึกษาการเขียนโปรแกรมโดยใช้ Visual Basic																								
5	ออกแบบหน้าจอบางส่วน																								
6	จัดทำ Document																								
7	รวบรวมข้อมูลเพิ่มเติม																								
8	จัดเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล																								
9	เขียนโปรแกรมคำนวณหาเส้นทางและ ระยะทางสั้นที่สุด																								
10	เขียนโปรแกรมในส่วน Developer																								
11	เขียนโปรแกรมในส่วนแสดงผล (User Interface)																								
12	ตรวจสอบข้อผิดพลาดและ พัฒนาให้สมบูรณ์																								
13	จัดทำ Document																								

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่การณใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 เทคนิคการหาเส้นทางที่สั้นที่สุด (Shortest – Route Problem)

กราฟแบบมีทิศทาง  $G$  ใดๆ จะประกอบไปด้วยเซตของเวอร์ทิซ (vertices)  $V$  และเซตของความสัมพันธ์ระหว่างเวอร์ทิซหรือที่เรียกว่าออค (arcs)  $E$  เวอร์ทิซอาจเรียกได้อีกอย่างว่า โหนด (node) และออคอาจเรียกได้อีกอย่างว่า directed lines ออคจะเป็นคู่ลำดับของเวอร์ทิซ  $(v,w)$  โดย  $v$  เรียกว่า tail และ  $w$  เรียกว่า head ของออค ออค  $(v,w)$  มักจะแทนอยู่ในรูปของ  $v \rightarrow w$  และเขียนได้ดังนี้

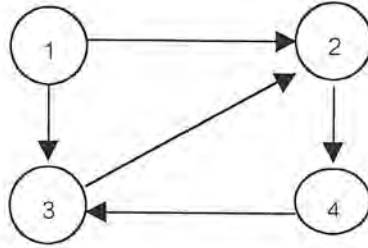


สังเกตว่า หัวลูกศรจะอยู่ที่เวอร์ทิซที่เรียกว่า head และหางลูกศรจะอยู่ที่เวอร์ทิซที่เรียกว่า tail เราจะกล่าวออค  $v \rightarrow w$  เป็นความสัมพันธ์จาก  $v$  ไปยัง  $w$  และ  $w$  เป็นการประชิด (adjacent) ไปยัง  $v$

เวอร์ทิซของกราฟแบบมีทิศทางนี้สามารถใช้แทนวัตถุใดๆ และออคใช้แทนความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ เช่น เวอร์ทิซอาจแทนชื่อเมืองต่างๆ ในขณะที่ออคอาจแทนเส้นทางการบินระหว่างเมืองหนึ่งสู่อีกเมืองหนึ่ง

path ของกราฟแบบมีทิศทาง หมายถึง ลำดับของเวอร์ทิซ  $v_1, v_2, \dots, v_n$  เช่น  $v_1 \rightarrow v_2, v_2 \rightarrow v_3, \dots, v_{n-1} \rightarrow v_n$  โดยที่ path นี้เริ่มจากเวอร์ทิซ  $v_1$  ไปยังเวอร์ทิซ  $v_n$  ผ่านเวอร์ทิซ  $v_2, v_3, \dots, v_{n-1}$  และสิ้นสุดที่  $v_n$

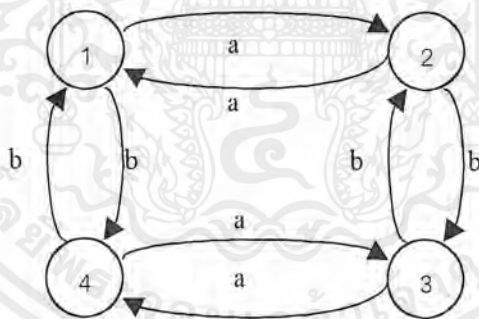
length หรือความยาวของ path คือจำนวนของอาคบน path ในกรณีนี้คือ  $n-1$  ดังตัวอย่าง  
เช่น



รูปที่ 1 แสดงให้เห็นกราฟแบบมีทิศทางที่มี 4 เวกซ์และ 5 อาค

จากรูป ลำดับของเวกซ์ 1, 2, 4 คือ path ที่มี length 2 จากเวกซ์ 1 ไปยังเวกซ์ 4 และ path 3, 2, 4, 3 จะเป็นวนรอบที่มี length 3

ในการประยุกต์ใช้งานหลายๆ อย่าง เรามักจะกำหนดเครื่องหมายไว้บนเวกซ์และอาค โดยที่เครื่องหมายนี้อาจเป็นชื่อ ราคา หรือมูลค่าของข้อมูลต่างๆ ที่กำหนด ดังเช่นตัวอย่างต่อไปนี้ ซึ่งแสดงให้เห็นกราฟที่กำหนดเครื่องหมายไว้ในแต่ละอาค ซึ่งกำหนดโดยตัวอักษรที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงจากเวกซ์หนึ่งไปยังอีกเวกซ์หนึ่ง



รูปที่ 2 แสดงกราฟที่กำหนดความสัมพันธ์ของอาค

### การแทนรูปแบบโครงสร้างกราฟแบบมีทิศทาง

เราสามารถใช้อโครงสร้างข้อมูลหลายชนิดมาใช้แทนกราฟแบบมีทิศทางนี้ แต่โครงสร้างข้อมูลที่เหมาะสมนั้น จะขึ้นอยู่กับภาระกระทำที่จะนำมาประยุกต์ใช้กับเวกซ์และอาคเหล่านั้น วิธีการแทนที่นิยมกันสำหรับกราฟแบบมีทิศทาง  $G = (V, E)$  วิธีหนึ่งก็คือ ใช้ เมตริกซ์การประชิด (adjacency matrix)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมมติว่า  $V = \{1, 2, \dots, n\}$  เมตริกซ์การประชิด สำหรับ  $G$  คือ  $n \times n$  เมตริกซ์  $A$  ของบูลีน (booleans) โดยที่  $A[i, j]$  เป็นจริงถ้าหากมีออคจากเวอร์ทิกซ์  $i$  ไปยัง  $j$  โดยทั่วไปเรามักจะแทนเมตริกซ์การประชิดด้วย 1 สำหรับกรณีที่เป็นจริง และ 0 ในกรณีที่เป็นเท็จ

จากตัวอย่างแสดงให้เห็นเมตริกซ์การประชิดของกราฟแบบมีทิศทางในที่นี่ เครื่องหมายกำกับจะเป็นตัวอักษร และช่องว่างจะหมายถึงการที่ไม่มีออคอยู่

	1	2	3	4
1		a		b
2	a		b	
3		b		A
4	b		a	

รูปที่ 3 แสดงเมตริกซ์ประชิดของรูปที่ 2

### ปัญหาทางเดินที่สั้นที่สุดแบบทางเดียว

ปัญหาการหาเส้นทางเดินในกราฟแบบมีทิศทาง สมมติว่ามีกราฟแบบมีทิศทาง  $G = (V, E)$  อันหนึ่ง ซึ่งแต่ละออคไม่มีค่าเป็นลบ ในเวอร์ทิกซ์ใดเวอร์ทิกซ์หนึ่ง จะถูกกำหนดให้เป็นจุดเริ่มต้น (source) ปัญหาก็คือการพิจารณา cost (อาจจะ เป็น ค่าใช้จ่าย ระยะทาง หรือเวลา ฯลฯ) ของระยะทางที่น้อยที่สุด จากจุดเริ่มต้นไปยังเวอร์ทิกซ์อื่นๆ ทุกๆ เวอร์ทิกซ์ใน  $V$  โดยที่ความยาวของเส้นทาง (length of path) ก็คือผลรวมของ cost บนเส้นทางนั้น

$G$  อาจจะแทนแผนที่การเดินรถ ซึ่งในเวอร์ทิกซ์ต่างๆ จะแทนสถานที่สำคัญต่างๆ บนสายการเดินรถ และแต่ละออค  $v \rightarrow w$  คือ เส้นทางเดินรถระหว่างสถานที่  $v$  ไปยังสถานที่  $w$  เครื่องหมายบนออค  $v \rightarrow w$  ก็คือ เวลาหรือระยะทางในการเดินทางจาก  $v$  ไปยัง  $w$  การแก้ปัญหาในเรื่องนี้ก็คือ การหาเวลาหรือระยะทางในการเดินทางที่น้อยที่สุดจากสถานที่ที่กำหนดไปยังทุกสถานที่ในแผนที่

ในการแก้ปัญหาที่นำมาประยุกต์ใช้กับอัลกอริทึมที่เรียกว่า “ Dijkstra ' s algorithm ” อัลกอริทึมนี้ทำงานโดยการพยายามรักษาเซต  $S$  ของเวอร์ทิกซ์ต่างๆ ซึ่งเราทราบระยะทางสั้นที่สุดจากจุดเริ่มต้นไปยังเวอร์ทิกซ์เหล่านั้น สมมติว่าในตอนเริ่มต้นเซต  $S$  มีเพียงเวอร์ทิกซ์ของจุดเริ่มต้นเท่านั้น ต่อมาในแต่ละขั้นตอน เราก็จะบวกเวอร์ทิกซ์  $v$  ซึ่งมีระยะห่างจากจุดเริ่มต้นน้อยที่สุด

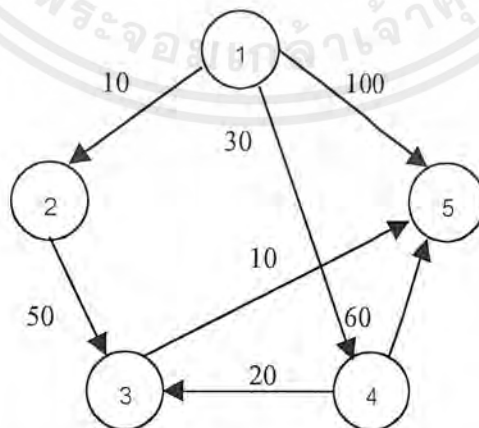
เท่าที่จะน้อยได้ลงไป และในแต่ละขั้นของอัลกอริทึม เราจะใช้อาร์เรย์  $D$  ในการเก็บค่าระยะทางที่สั้นที่สุดที่ทำได้

```

S := {1};
For i := 2 to n do
    D[i] := C[1,i]; {initialize D}
For i := 1 to n-1 do
Begin
    Choose a vertex w in V-S such that
        D[w] is a minimum;
    Add w to s
    For each vertex v in V-S do
        D[v] := min(D[v], D[w] + C[w,v])
End

```

จากอัลกอริทึมนี้ สมมติว่ามีกราฟ  $G = (V, E)$  ซึ่ง  $V = \{1, 2, \dots, n\}$  และเวอร์ทิซ  $1$  คือจุดเริ่มต้น  $C$  คือ อาร์เรย์ของ cost โดยที่  $C[i, j]$  คือ cost ของการเดินทางจากเวอร์ทิซ  $i$  ไปยัง  $j$  บนอาค  $i \rightarrow j$  ถ้าไม่มีอาคจากเวอร์ทิซ  $i$  ไปยังเวอร์ทิซ  $j$  ดังนั้นเราจะอนุมานค่าของ  $C[i, j]$  เป็น  $\infty$  และในทุกๆ ขั้นตอน  $D[i]$  จะเก็บความยาวเส้นทางที่น้อยที่สุดจากจุดเริ่มต้นไปยังเวอร์ทิซ  $i$  โดยแสดงตัวอย่างดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 4 แสดงกราฟที่มีทิศทางที่มีค่าบนอาค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมมติว่าใช้ Dijkstra's algorithm กับรูปตัวอย่าง ในตอนเริ่มต้น  $S = \{1\}$ ,  $D[2] = 10$ ,  $D[3] = \infty$ ,  $D[4] = 30$  และ  $D[5] = 100$  ในรอบแรกของ for-loop ในบรรทัดที่ (4) ถึง (8) จะได้ว่า  $w = 2$  คือ เวย์ที่สั้นที่สุดที่ถูกเลือกซึ่งมีค่า  $D$  ต่ำที่สุด ดังนั้นเราจะเซตให้  $D[3] = \min(\infty, 10+50) = 60$ ,  $D[4]$  และ  $D[5]$  ไม่มีการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากการเข้าหาเวย์ที่สั้นที่สุด 4 และ 5 โดยตรงจากเวย์ที่สั้นที่สุด จะสั้นกว่าการเข้าหาผ่านทางเวย์ที่สั้นที่สุด 2 ลำดับของค่า  $D$  หลังจากเกิดการวนรอบของ for-loop จะได้ดังตารางต่อไปนี้

การวนซ้ำ	S	W	D[2]	D[3]	D[4]	D[5]
เริ่มต้น	{1}	-	10	$\infty$	30	100
1	{1,2}	2	10	60	30	100
2	{1,2,4}	4	10	50	30	90
3	{1,2,4,3}	3	10	50	30	60
4	{1,2,4,3,5}	5	10	50	30	60

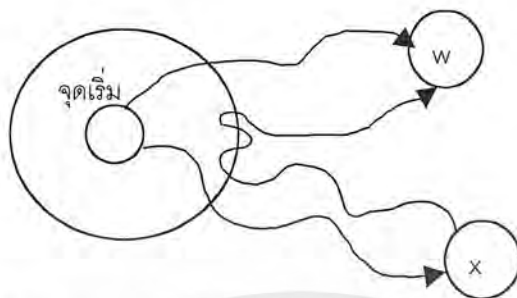
รูปที่ 5 แสดงการคำนวณของ Dijkstra ของกราฟรูปที่ 4

ในตอนเริ่มต้นจะเห็นได้ว่า  $D[3] = 60$  อันเนื่องมาจากในรอบที่ 1 ที่เริ่มวนรอบนั้น ค่าของเซต  $S$  จะมีเวย์ที่สั้นที่สุดที่ถูกนำเข้ามาพิจารณาเพียง 2 เวย์ที่สั้นที่สุด คือ  $S = \{1,2\}$  ดังนั้นระยะทางที่สั้นที่สุดจากเวย์ที่สั้นที่สุด 1 ไปยังเวย์ที่สั้นที่สุด 3 ที่สั้นที่สุดเป็นไปได้โดยผ่านทางเวย์ที่สั้นที่สุด 2 ก็คือ 60 นั่นคือ  $D[3] = 60$  และ  $D[5]$  ก็ยังคงเป็น 100 อยู่ เพราะไม่อาจหาทางที่สั้นกว่านี้ได้ถ้าให้ผ่านเวย์ที่สั้นที่สุด 2 เพียงตัวเดียว

ต่อมา จะเริ่มผนวกเอาเวย์ที่สั้นที่สุดจากเวย์ที่สั้นที่สุดเริ่มต้นเข้ามาอีก ทำให้  $S = \{1,2,4\}$  อันเนื่องมาจากเวย์ที่สั้นที่สุด 4 เป็นเวย์ที่สั้นที่สุดจากกลุ่มเวย์ที่สั้นที่สุด  $\{1,2\}$  เพราะว่าจากเวย์ที่สั้นที่สุด 2 ไป 3 มีค่าเท่ากับ 50 ส่วนจากเวย์ที่สั้นที่สุด 1 ไป 5 มีค่าเท่ากับ 100 ดังนั้นเวย์ที่สั้นที่สุดจากกลุ่ม  $S = \{1,2\}$  ก็คือ 4

จากการวนซ้ำครั้งที่ 2 เมื่อ  $S = \{1,2,4\}$  จะเห็นว่าค่า  $D[5]$  สามารถลดลงได้เป็น 90 อันเนื่องมาจากค่าที่สั้นที่สุดจากเวย์ที่สั้นที่สุด 1 ไปยังเวย์ที่สั้นที่สุด 5 โดยสามารถผ่านทางเวย์ที่สั้นที่สุด 1,2 และ 4 นั่นก็คือ  $1 \rightarrow 4 \rightarrow 5$  ทำให้ได้ระยะทางรวมเป็น 90 เหตุการณ์จะเป็นเช่นนี้เรื่อยๆ จนกว่าจะหมดเวย์ที่สั้นที่สุดที่จะนำมารวมในเซต  $S$

Dijkstra ' s algorithm ทำงานโดยหลักการที่ว่า การกระทำสิ่งไหนที่ดูเหมือนว่าเป็นสิ่งที่ดีที่สุดในส่วนย่อย ก็จะกลายเป็นการกระทำที่ดีที่สุดในส่วนทั้งหมดในบั้นปลาย ในกรณีนี้สิ่งที่ที่ดีที่สุดที่จะทำคือ การหาระยะทางสั้นที่สุดไปยังเวอร์ทิซซ์  $w$  ที่อยู่นอกเขต  $S$

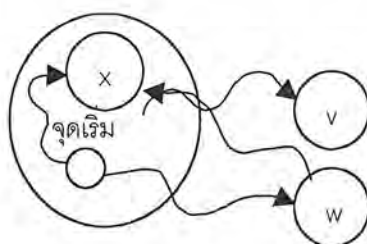


รูปที่ 6 ข้อสมมติฐานของการหาระยะทางที่สั้นที่สุดไปยัง  $w$

จากรูปจะเห็นได้ว่า เราสามารถเดินทางไปยังเวอร์ทิซซ์  $w$  ได้ 2 ทาง ทางแรกเราจะไปโดยวิ่งจากจุดเริ่มต้น ไปยังเวอร์ทิซซ์  $w$  เลย และทางที่สองเราจะเดินทางไปยังเวอร์ทิซซ์  $x$  ก่อน จากนั้น (อาจจะ) เดินทางเข้าหรือออกในเขต  $S$  หลายครั้งก่อนที่จะไปถึง  $w$

จะเห็นว่า เป็นการยากที่จะหาระยะทางสั้นที่สุดโดยวิ่งจากจุดเริ่มต้นไปยังเวอร์ทิซซ์  $x$  ก่อน (ซึ่งอยู่นอกเขต  $S$  เหมือนกันกับ  $w$ ) แต่ถ้าเส้นทางนี้สั้นกว่าการเดินทางไปยังเวอร์ทิซซ์  $w$  เราจะเลือก  $x$  แทน เพราะว่า  $D[x]$  น้อยกว่า  $D[w]$

เพื่อเป็นการพิสูจน์ว่าอัลกอริทึมทำงานได้จริง สมมติว่า  $D[v]$  เป็นระยะทางสั้นที่สุดไปยังเวอร์ทิซซ์  $v$  ที่ช่วงเวลาใดๆ ปัญหาของเรื่องนี้ก็คือ เมื่อเราเพิ่มเวอร์ทิซซ์  $w$  เข้าไปยังเขต  $S$  ที่บรรทัด (6) , (7) และ (8) จะทำการปรับค่า  $D$  เพื่อจดบันทึกความเป็นไปได้ที่ว่า มันอาจจะมีเส้นทางที่สั้นกว่าที่เดินทางไปยัง  $v$  โดยผ่าน  $w$  ถ้าเส้นทางนั้นเดินทางจาก old  $S$  ไปยัง  $w$  และพุ่งตรงไปยัง  $v$  ดังนั้น  $cost$  ของมัน (คือค่า  $D[w] + C[w,v]$ ) จะถูกนำมาเปรียบเทียบกับ  $D[v]$  ที่บรรทัด (8) และค่า  $D[v]$  นี้จะถูกลดลงถ้าค่าใหม่นี้มีน้อยกว่าค่าเดิม เส้นทางที่สั้นที่สุดที่อาจเป็นไปได้อีกทางหนึ่งได้แสดงดังรูป



รูปที่ 7 แสดงการเดินทางที่สั้นที่สุดที่เป็นไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นทางที่วันนี้จะเดินทางผ่านไปยัง  $w$  และย้อนมายัง  $old\ S$  เข้าไปยังสมาชิกบางตัวของ  $old\ S$  คือเวอร์ทีซ  $x$  หลังจากนั้นก็ไปยังเวอร์ทีซ  $v$

แต่จริงๆ แล้วเส้นทางนี้จะไม่สามารถใช้ได้ เนื่องจาก  $x$  ถูกนำเข้าสู่เซต  $S$  ก่อน  $w$  และเส้นทางที่สั้นที่สุดจากจุดเริ่มต้นมายัง  $x$  จะผ่านแค่  $old\ S$  เท่านั้น ดังนั้นเส้นทางไปยัง  $x$  ผ่านทาง  $w$  ตามที่แสดงในรูป จึงไม่อาจสั้นกว่าเส้นทางจาก  $x$  ผ่านในเซต  $S$  โดยตรง ผลก็คือความยาวเส้นทางในรูปจากจุดเริ่มต้นไปยัง  $w, x$  และ  $v$  ไม่อาจสั้นกว่าค่าเดิมของ  $D[v]$  เนื่องจาก  $D[v]$  ไม่อาจมีค่ามากกว่าความยาวของทางเดินที่สั้นที่สุด ที่เดินทางไปยัง  $x$  ผ่านเซต  $S$  และตรงไปยัง  $v$  ดังนั้น  $D[v]$  ไม่อาจถูกลดลงได้

### ปัญหาทางเดินที่สั้นที่สุดแบบหลายทาง

สมมติว่ามีกราฟแบบมีทิศทางที่กำหนดค่าของเวลาการเดินทางจากเมืองหนึ่งไปอีกเมืองหนึ่งมาให้ และเราต้องการสร้างตารางที่ให้ค่าเวลาที่สั้นที่สุดจากเมืองใดเมืองหนึ่ง ไปยังอีกเมืองใดเมืองหนึ่ง

เพื่อที่จะกำหนดปัญหาได้อย่างชัดเจน สมมติว่าเรามีกราฟแบบมีทิศทาง  $G = (V, E)$  ซึ่งในแต่ละอาค  $v \rightarrow w$  จะมีค่าที่ไม่เป็นลบของ  $cost\ C[v, w]$  ปัญหานี้ก็คือการหาแต่ละคู่ลำดับของเวอร์ทีซ  $(v, w)$  ที่มีความยาวน้อยที่สุดทุกๆ เส้นทางจาก  $v$  ไปยัง  $w$

เราสามารถที่จะแก้ปัญหาโดยใช้ Dijkstra's algorithm กับทุกๆ เวอร์ทีซที่เป็นจุดเริ่มต้นก็ได้ แต่วิธีการที่ใช้แก้ปัญหาโดยตรงที่นิยมใช้ก็คือ วิธีการของนาย R. W. Floyd เพื่อความสะดวก เราจะกำหนดหมายเลขเวอร์ทีซใน  $V$  คือ  $1, 2, \dots, n$

อัลกอริทึมของนาย Floyd หรือ Floyd's algorithm นี้จะใช้เมตริกซ์  $A$  ที่มีขนาด  $n \times n$  ในการคำนวณหาระยะทางที่สั้นที่สุด โดยเริ่มจากให้  $A[i, j] = C[i, j]$  สำหรับทุกๆ  $i \neq j$  ถ้าไม่มีอาคจาก  $i$  ไปยัง  $j$  เราจะให้  $C[i, j] = \infty$  และทุกๆ สมาชิกในแนวทแยงของเมตริกซ์จะเป็น 0

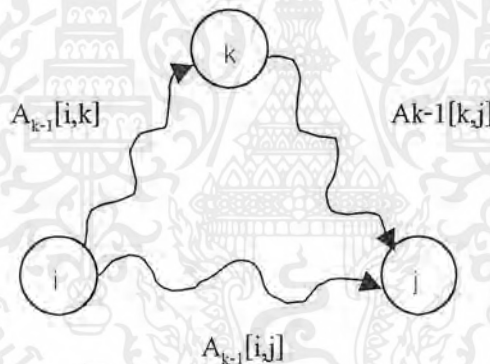
ดังนั้นสามารถทำการวนรอบเมตริกซ์  $A$  เป็นจำนวน  $n$  ครั้ง และหลังจากทำไปเป็นครั้งที่  $k^h$  แล้ว  $A[i, j]$  จะมีค่าเป็นระยะทางน้อยที่สุดจากเวอร์ทีซ  $i$  ไปยังเวอร์ทีซ  $j$  โดยผ่านเวอร์ทีซหมายเลขไม่มากกว่า  $k$  หรืออาจกล่าวได้ว่า ในระหว่างเวอร์ทีซ  $i$  ไปยังเวอร์ทีซ  $j$  จะผ่านเวอร์ทีซหมายเลขใดๆ ที่น้อยกว่าหรือเท่ากับ  $k$

ในการวนรอบที่  $k^{\text{th}}$  ใดๆ เราจะใช้สูตรต่อไปนี้คำนวณหาเมตริกซ์  $A$

$$A_k[i,j] = \min \begin{cases} A_{k-1}[i,j] \\ A_{k-1}[i,k] + A_{k-1}[k,j] \end{cases}$$

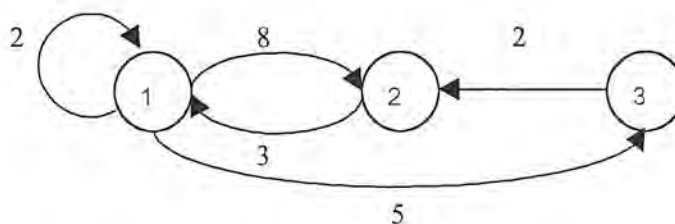
ตัวห้อย  $k$  จะบ่งถึงค่าของเมตริกซ์  $A$  หลังจากผ่านการวนรอบการกระทำครั้งที่  $k^{\text{th}}$

จากรูปจะใช้อธิบายให้เห็นถึงสูตรนี้ จากรูปในการคำนวณค่า  $A_k[i,j]$  เราจะได้เปรียบเทียบกับค่า  $A_{k-1}[i,j]$  ซึ่งเป็นค่าของการเดินทางจาก  $i$  ไปยัง  $j$  โดยไม่ผ่านเวอร์ทิซซ์หมายเลข  $k$  หรือมากกว่า กับค่าของ  $A_{k-1}[i,k] + A_{k-1}[k,j]$  ซึ่งเป็นค่าของการเดินทางจาก  $i$  ไปยัง  $k$  และหลังจากนั้นจาก  $k$  ไปยัง  $j$  โดยไม่ผ่านเวอร์ทิซซ์หมายเลขมากกว่า  $k$  ถ้าการเดินทางผ่านเวอร์ทิซซ์  $k$  นี้ให้ผลการเดินทางน้อยกว่าที่ได้จาก  $A_{k-1}[i,j]$  ดังนั้นเราจะเลือกทางเดินนี้สำหรับ  $A_k[i,j]$



รูปที่ 8 แสดงให้เห็นว่ามีการเดินทางจากเวอร์ทิซซ์  $i$  ไปยังเวอร์ทิซซ์  $j$  โดยมีเวอร์ทิซซ์  $k$  ร่วมอยู่ด้วย

จากอัลกอริทึมข้างต้น แสดงตัวอย่างกราฟแบบมีทิศทางที่กำหนดค่าบนอาค ดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 9 แสดงกราฟแบบมีทิศทางที่กำหนดค่าบนอาคอันหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งจะให้ค่าของเมตริกซ์  $A$  ที่ทำการวนรอบ 3 ครั้งดังต่อไปนี้

	1	2	3		1	2	3
1	0	8	5	1	0	8	5
2	3	0	$\alpha$	2	3	0	8
3	$\alpha$	2	0	3	$\alpha$	2	0
	$A_0[i,j]$				$A_1[i,j]$		
	1	2	3		1	2	3
1	0	8	5	1	0	7	5
2	3	0	8	2	3	0	8
3	5	2	0	3	5	2	0
	$A_2[i,j]$				$A_3[i,j]$		

รูปที่ 10 แสดงค่าของเมตริกซ์  $A$  ที่ได้รับการวนรอบ 3 ครั้ง

เนื่องจาก  $A_k[i,k] = A_{k-1}[i,k]$  และ  $A_k[k,j] = A_{k-1}[k,j]$  ไม่มีค่าใด หรือแม้กระทั่งค่าที่มีตัวห้อย  $k$  มีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการวนรอบที่  $k^{\text{th}}$  ดังนั้นเราสามารถทำการคำนวณเมตริกซ์  $A$  เพียงแค่ชุดเดียว โดยโปรแกรมที่ทำการคำนวณเมตริกซ์  $n \times n$  ตามอัลกอริทึมนี้แสดงดังต่อไปนี้

Begin

for  $i := 1$  to  $n$  do

for  $j := 1$  to  $n$  do

$A[i,j] := C[i,j];$

for  $i := 1$  to  $n$  do

$A[i,j] := 0;$

for  $k := 1$  to  $n$  do

for  $i := 1$  to  $n$  do

for  $j := 1$  to  $n$  do

if  $A[i,k] + A[k,j] < A[i,j]$  then

$A[i,j] := A[i,k] + A[k,j]$

End;

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับฐานข้อมูลใน Visual Basic

### 2.2.1 ระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management System)

ฐานข้อมูล (Database) จะเป็นการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกัน มีความสัมพันธ์กัน เข้าไว้ด้วยกัน เพื่อให้สะดวกต่อการจัดเก็บและเรียกใช้งาน หากเป็นเมื่อก่อนที่ยังไม่มีระบบฐานข้อมูลใช้กันอย่างแพร่หลาย การจัดการกับข้อมูลระบบบุคคลากร จะต้องมีการเพิ่มข้อมูลที่จัดเก็บข้อมูลส่วนตัวของบุคคลากร เช่น ชื่อ ที่อยู่ เพิ่มหนึ่ง และมีเพิ่มข้อมูลสำหรับเก็บข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างของหน่วยงานหรือองค์กรอีกเพิ่มหนึ่ง อาจจะมีข้อมูลอื่นๆ อยู่ในอีกหลายๆ เพิ่ม การจะได้ข้อมูลของบุคคลากรคนหนึ่งที่ครบถ้วน จะต้องไปเปิดและอ่านข้อมูลในเพิ่มต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ทำให้โปรแกรมยุ่งยากขึ้น เกิดการผิดพลาดง่ายขึ้น แต่เมื่อเป็นฐานข้อมูลทำให้ข้อมูลต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์กันถูกรวมเข้าไว้ด้วยกัน และจัดเก็บอย่างเป็นสัดส่วนอยู่ในฐานข้อมูลเดียวกัน พร้อมๆ กับความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆ ในฐานข้อมูลนั้นด้วย ซึ่งจะช่วยให้เราเรียกใช้ข้อมูลต่างๆ ในฐานข้อมูลนั้นได้ง่ายขึ้น

เนื่องจากข้อมูลต่างๆ ถูกจัดรวบรวมกันไว้ในฐานข้อมูลทำให้เราไม่สามารถนำข้อมูลเข้าไปเก็บหรือเรียกข้อมูลจากฐานข้อมูลขึ้นมาใช้โดยตรง การนำเอาฐานข้อมูลเข้าไปเก็บหรือดึงออกมาใช้นั้น จะต้องทำผ่านระบบจัดการฐานข้อมูลของฐานข้อมูลนั้น

ดังนั้นระบบจัดการฐานข้อมูลก็คือ โปรแกรมๆ หนึ่งที่มีหน้าที่ในการจัดการ จัดเก็บบันทึก ค้นหาและนำข้อมูลออกมาใช้ และดูแลรักษาข้อมูลให้มีความถูกต้องอยู่เสมอ ซึ่งหน้าที่หลักๆ ของระบบจัดการฐานข้อมูลมีดังนี้

- **ดูแลรักษาความถูกต้องของข้อมูลในฐานข้อมูล**

ระบบจัดการฐานข้อมูล จะทำหน้าที่ในการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนแปลง หรือแก้ไขข้อมูลในฐานข้อมูล หากข้อมูลนั้นมีการกำหนดเงื่อนไขไว้ รวมถึงความสามารถในการแก้ไขความผิดพลาดของข้อมูล (Error Recovery) ที่เกิดขึ้นในระบบได้

- **จัดการดูแลการใช้งานข้อมูลร่วมกันของโปรแกรมหลายๆ โปรแกรม**

หน้าที่หนึ่งของระบบจัดการฐานข้อมูล คือ พยายามเอื้ออำนวยให้สามารถเรียกใช้ข้อมูลเดียวกันจากหลายๆ โปรแกรมได้อย่างสะดวกและเหมาะสมต่อการใช้งาน โดยที่ไม่ทำให้ความถูกต้องของข้อมูลเสียไป

- **จัดการและดูแลระบบรักษาความปลอดภัยหรือการจำกัดสิทธิในการเรียกใช้ข้อมูล**

การยอมให้มีการใช้งานข้อมูลได้พร้อมๆ กัน จากหลายๆ โปรแกรมหรือผู้ใช้หลายๆ คน ผู้ใช้แต่ละคนหรือโปรแกรมแต่ละโปรแกรมมีความต้องการในการใช้ข้อมูลในระดับที่แตกต่างกัน บางคนต้องการที่จะเรียกดูเท่านั้น แต่บางคนต้องการจะแก้ไขข้อมูลด้วย การกำหนดสิทธิในการใช้ข้อมูลให้เหมาะสมกับความต้องการจะช่วยลดความผิดพลาดของข้อมูลได้เป็นอย่างดี

- **สร้างมาตรฐานในการเรียกใช้ข้อมูล**

ทุกๆ โปรแกรมที่ต้องการจะเรียกใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลจะต้องทำการร้องขอ (Request) จากระบบจัดการฐานข้อมูล ดังนั้นคำสั่งในการเรียกใช้ข้อมูลจากโปรแกรมต่างๆ จะเหมือนกันหมดไม่ว่าจะเป็นภาษาอะไรในการพัฒนาโปรแกรมเพราะจะต้องส่งคำสั่งมาตรฐานที่ใช้ในการเรียกใช้ และจัดการกับข้อมูลของระบบจัดการฐานข้อมูลจะเข้าใจได้เท่านั้น ซึ่งภาษาหรือคำสั่งมาตรฐานที่ใช้ในการเรียกใช้และจัดการกับข้อมูลของระบบจัดการฐานข้อมูลต่างๆ ในปัจจุบันคือ Structured Query Language หรือ SQL

**2.2.2 ประโยชน์จากการประมวลผลด้วยฐานข้อมูล**

ประโยชน์จากการใช้ฐานข้อมูลในการประมวลผลมีมากมาย (โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าเราเลือกใช้ DBMS ที่มีคุณภาพ) ซึ่งจะสรุปไว้ให้เห็นเด่นชัดดังต่อไปนี้

1. ลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล
2. สามารถหลีกเลี่ยงความขัดแย้งของข้อมูลได้ในระดับหนึ่ง
3. สามารถใช้ข้อมูลร่วมกันได้
4. สามารถควบคุมความเป็นมาตรฐานได้
5. สามารถจัดหาระบบความปลอดภัยที่รัดกุมได้
6. สามารถควบคุมความคงสภาพของข้อมูลได้
7. สามารถสร้างสมดุลในความขัดแย้งของความต้องการได้
8. เกิดความเป็นอิสระของข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งเราจะขยายความแต่ละหัวข้อ ดังต่อไปนี้

1) ลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล (*redundancy can be reduced*)

ผู้ใช้แต่ละกลุ่มจะต้องมีไฟล์ส่วนตัวเอาไว้ ดังนั้นจึงเกิดเหตุการณ์ที่ข้อมูลชนิดเดียวกันถูกเก็บไว้หลายๆ แห่ง หรือที่เราเรียกว่า ความซ้ำซ้อน การนำข้อมูลทั้งหมดมาเก็บไว้ในที่เดียวกันในฐานข้อมูล ซึ่งเป็นการ “ลด” ความซ้ำซ้อนลงไปได้ อย่างไรก็ตามการใช้ระบบฐานข้อมูลจะทำให้เราสามารถควบคุมการเกิดความซ้ำซ้อน เพราะถึงแม้ว่าจะต้องเก็บข้อมูลชุดเดียวกันไว้มากกว่าหนึ่งแห่ง DBMS ก็จะเป็นตัวที่ทราบอยู่ตลอดเวลาว่ามีความซ้ำซ้อนอยู่ที่ใดบ้าง

2) สามารถหลีกเลี่ยงความขัดแย้งของข้อมูลได้ในระดับหนึ่ง (*inconsistency can be avoided ... to some extent*)

ประโยชน์ข้อนี้ก็สืบเนื่องมาจากการเก็บข้อมูลไว้หลายๆ แห่งอาจก่อให้เกิดปัญหาว่า การแก้ไขข้อมูลเดียวกันนี้ทำไม่เหมือนกันในทุกๆ แห่งทำให้เกิดปัญหาว่า ข้อมูลชุดเดียวกันอาจมีค่าในแต่ละแห่งไม่ตรงกัน ดังนั้นถ้าการใช้ระบบฐานข้อมูลทำให้เราสามารถลดความซ้ำซ้อนลงไปได้โดยมี DBMS เป็นตัวควบคุมดูแลว่า เมื่อเกิดการแก้ไขข้อมูลขึ้นเมื่อใด จะต้องแก้ไขให้เหมือนกันครบทุกแห่ง

3) สามารถใช้ข้อมูลร่วมกันได้ (*the data can be shared*)

การใช้ข้อมูลร่วมกันได้ไม่จำกัดอยู่เฉพาะ โปรแกรมที่ใช้ข้อมูลอยู่ในปัจจุบันเท่านั้น แต่รวมถึงโปรแกรมประยุกต์ที่จะพัฒนาขึ้นมาใหม่ด้วย สามารถที่จะใช้ข้อมูลที่มีอยู่ได้เลย โดยไม่จำเป็นต้องเพิ่มข้อมูลเข้าไปในระบบอีก

4) สามารถควบคุมความมาตรฐานได้ (*standards can be enforced*)

จากการที่เรานำข้อมูลมาเก็บรวมกันไว้ในฐานข้อมูลเช่นนี้ ทำให้ผู้ที่ทำหน้าที่ควบคุมดูแลการใช้ระบบฐานข้อมูลสามารถกำหนดมาตรฐานของข้อมูลขึ้นมาได้ เช่น ให้ใช้หน่วยมาตรฐานการวัดที่เหมือนกัน รูปแบบในการเขียนวันที่ให้เหมือนกัน เป็นต้น ซึ่งการที่เหล่าข้อมูลล้วนใช้มาตรฐานเดียวกันนี้ ทำการให้การแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างระบบเป็นไปอย่างสะดวกและถูกต้อง เรามีศัพท์ที่ใช้เรียกผู้ควบคุมระบบว่า ผู้บริหารฐานข้อมูล (database administrator) หรือ DBA โดยที่ DBA นี้ อาจจะเป็นบุคคลผู้เดียวหรือกลุ่มบุคคลก็ได้

5) สามารถจัดหาระบบความปลอดภัยที่รัดกุมได้ ( *security restriction can be applied* )  
 ระบบความปลอดภัยในที่นี้หมายถึง การป้องกันไม่ให้ผู้ใช้ที่ไม่มีสิทธิมาใช้ข้อมูล  
 ในระบบได้ เนื่องจาก DBA เป็นที่ควบคุมการใช้ข้อมูล จึงสามารถกำหนดสิทธิการใช้ของใครก็ได้  
 ได้ตามความเหมาะสม และผู้ใช้แต่ละคนก็อาจจะใช้ข้อมูลได้ในระดับที่ต่างกัน

6) สามารถควบคุมความคงสภาพของข้อมูลได้ ( *integrity can be maintained* )  
 ความขัดแย้งเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อข้อมูลมีความซ้ำซ้อนเท่านั้น แต่ในแง่ของความคง  
 สภาพ แต่อาจเกิดขึ้นได้แม้ว่าจะไม่มีความซ้ำซ้อน ยกตัวอย่างเช่น ข้อมูลเกี่ยวกับอายุของพนักงาน  
 ในบริษัทอาจจะมีค่า 300 แทนที่จะเป็น 30 ซึ่งความผิดพลาดแบบนี้เกิดขึ้นได้ง่ายๆ จากความ  
 สะเพร่าในการพิมพ์ข้อมูลก็ได้ ในลักษณะของความไม่ถูกต้องเช่นนี้ ผู้ที่ออกแบบระบบฐานข้อมูล  
 สามารถใส่กฎเกณฑ์เพื่อควบคุมความคงสภาพไว้ เช่น ตามตัวอย่าง นี้ก็อาจใส่กฎว่า ค่าของอายุต้อง  
 เป็นตัวเลขระหว่าง 16-60 เป็นต้น ดังนั้น เมื่อมีการใส่ข้อมูลใหม่หรือแก้ไขข้อมูล DBMS ก็จะควบคุมดูแลให้ข้อมูลดังกล่าวถูกต้องตามกฎเกณฑ์

7) สามารถสร้างสมดุลในความขัดแย้งของความต้องการได้ ( *conflicting requirements can be balanced* )

การที่ผู้ใช้งานทั้งหมดขององค์กร ใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลร่วมกันทำให้ DBA ทราบดีถึงความต้องการและความสำคัญของผู้ใช้งานทั้งหมด จึงสามารถกำหนดโครงสร้างของฐานข้อมูลเพื่อให้บริการที่ดีที่สุดได้ เช่น เลือกเก็บข้อมูลที่ต้องใช้บ่อยๆ ไว้ในสื่อข้อมูลที่มีความเร็วเป็นพิเศษ เป็นต้น เป็นการสร้างสมดุลของความต้องการไม่ให้เกิดความขัดแย้งในหมู่ผู้ใช้ เพราะการออกแบบนั้นกระทำบนแนวทางที่มุ่งจะให้ประโยชน์ส่วนรวมดีที่สุด

8) เกิดความเป็นอิสระของข้อมูล ( *data independence* )

ลักษณะของข้อมูลที่ไม่เป็นอิสระคือ ข้อมูลที่ถูกนำมาประยุกต์ใช้ยังมีความผูกพันอยู่กับวิธีการจัดเก็บและเรียกใช้ข้อมูล ซึ่งในลักษณะการเขียนโปรแกรมประยุกต์บางประเภท เราอาจจำเป็นต้องใส่เทคนิคการจัดเก็บ และเรียกใช้ข้อมูลไว้ในตัวโปรแกรมเสียด้วย นั่นก็หมายความว่า ถ้าเกิดต้องมีการเปลี่ยนแปลงวิธีการจัดเก็บ หรือการเรียกใช้ข้อมูลแล้ว ผู้ใช้ก็จำเป็นที่จะต้องสร้างวิธีการประยุกต์ใช้ขึ้นมาใหม่ ซึ่งเป็นความไม่สะดวกอย่างยิ่ง และทำให้เราหมดโอกาสที่จะปรับปรุงโครงสร้างของข้อมูล เพื่อให้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

โดยสรุปแล้ว การใช้ระบบฐานข้อมูลจะทำให้เกิดความเป็นอิสระระหว่างการจัดเก็บข้อมูลและการประยุกต์ใช้ เพราะส่วนของการจัดเก็บข้อมูลจริงๆ ถูก “ ซ่อน ” ออกจากวิธของการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.2.3 Visual Basic กับการจัดการฐานข้อมูล

สำหรับ Visual Basic ตั้งแต่เวอร์ชัน 1 และ 2 จะช่วยในพัฒนาโปรแกรมหรือระบบงาน สำหรับวินโดวส์ (Windows) นั้นง่ายขึ้น แต่ยังคงขาดความสามารถในการจัดการกับฐานข้อมูลโดยตรง พอถึงเวอร์ชัน 3 ของ Visual Basic ทางบริษัทไมโครซอฟท์ได้นำเอาส่วนที่ใช้ในการจัดการฐานข้อมูลของ MS-Access หรือที่เรียกว่า JET Engine

โดยเริ่มต้นนำ JET Engine 1.1 มาใส่รวมไว้ใน Visual Basic เวอร์ชัน 3 ซึ่งช่วยให้ Visual Basic รู้จักและสามารถติดต่อกับฐานข้อมูลได้หลากหลายขึ้น เช่น ฐานข้อมูลในแบบของ MS-Access, dBASE, FoxPro หรือ Paradox เป็นต้น พร้อมกับสร้าง ODBC (Open DataBase Connect) เพื่อให้เป็นมาตรฐานในการติดต่อกับฐานข้อมูลภายนอกบนเครื่องเซิร์ฟเวอร์ (Server) อื่นๆ เช่น SQL Server, Oracle

จากนั้นก็มีการปรับปรุงมาเป็น JET Engine 2.0 ซึ่งได้เพิ่มความสามารถที่สำคัญจากเดิม เช่น ความสามารถในการจัดการเกี่ยวกับความสัมพันธ์และสอดคล้องกันของข้อมูล (Referential Integrity) รวมถึงการทำกรลบบและแก้ไขข้อมูลอย่างต่อเนื่อง ซึ่งมีการอ้างอิงจากข้อมูลในตารางอื่น รวมทั้งเพิ่มประสิทธิภาพในการค้นหาข้อมูล

พร้อมๆ กับ Window 95 ที่เป็นระบบปฏิบัติการแบบ 32 บิต ได้ออกสู่ตลาด ทางบริษัทได้พัฒนา JET Engine มาเป็นเวอร์ชัน 3.0 ซึ่งเป็น 32 บิต เช่นกัน รวมไว้กับ MS-Access 7.0 (95) และ Visual Basic เวอร์ชัน 4.0 โดยเพิ่มความสามารถในการทำสำเนาฐานข้อมูลนั้นกลับไปเปลี่ยนแปลงบนฐานข้อมูลจริงได้อย่างถูกต้อง

JET ได้พัฒนามาจนถึงเวอร์ชัน 3.5 ซึ่งจะมาพร้อมกับ Visual Basic ซึ่ง JET 3.5 นี้มีความสามารถเพิ่มเติมมากกว่าเดิมในการทำงานกับฐานข้อมูลภายนอก สำหรับ Visual Basic เวอร์ชัน 6.0 ยังเพิ่มความสามารถในการต่อเชื่อมและออกแบบ แอปพลิเคชันที่ Integrate กับฐานข้อมูลได้แน่นแฟ้นยิ่งขึ้นและมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

## 2.2.4 ชนิดของฐานข้อมูลที่ใช้ได้กับ Visual Basic

เราสามารถนำ Visual Basic เวอร์ชัน 5.0 พัฒนาโปรแกรมเพื่อทำงานกับฐานข้อมูลได้หลายประเภท ซึ่งจะแบ่งเป็นกลุ่มหลักได้ 3 กลุ่มดังนี้

### 1. ฐานข้อมูลของไมโครซอฟท์แอคเซส (MS-Access)

จัดเป็นฐานข้อมูลแบบพื้นฐาน (Native Format) สำหรับ Visual Basic หมายความว่า หากการเรียกใช้ฐานข้อมูลโดยไม่ได้ระบุว่าเป็นฐานข้อมูลชนิดใด Visual Basic จะถือว่าฐานข้อมูลที่อยู่ตรงนั้นเป็นฐานข้อมูลของ MS-Access ซึ่งใน JET Engine 3.5 นี้จะสามารถใช้ได้กับฐานข้อมูลที่สร้างจาก Visual Basic ก่อนเวอร์ชัน 5.0 ได้ เช่นเดียวกับฐานข้อมูลที่สร้างจาก MS-Access ก่อนเวอร์ชัน 8.0 (หรือ MS-Access 97)

### 2. ฐานข้อมูลภายนอก

หมายถึง ฐานข้อมูลประเภทอื่นๆ ที่ไม่ใช่ MS-Access แต่อยู่ในเครื่องเดียวกัน (อาจเป็นคนละเครื่องแต่อยู่ในเน็ตเวิร์คเดียวกัน และมองเห็นเป็น Logic Disk สำหรับเครื่องนั้น) กับโปรแกรมทำงาน คือเป็นฐานข้อมูลในรูปแบบอื่นๆ ที่นิยมใช้กันนอกเหนือจาก MS-Access โดยรูปแบบของฐานข้อมูลภายนอกที่ใช้กับ Visual Basic เวอร์ชัน 5.0 และ 6.0 ได้ที่สำคัญ มีดังนี้

dBASE III, dBASE IV และ dBASE 5.0

FoxPro 2.0, 2.5 และ 2.6

Paradox 3.x, 4.x และ 5.x

Excel 3.0, 4.0 5.0(95) และ 97

### 3. ฐานข้อมูลภายนอกประเภท ODBC

เป็นฐานข้อมูลที่ JET Engine ไม่สามารถจะจัดการหรือเรียกใช้งานได้โดยตรง ต้องอาศัยระบบจัดการกับฐานข้อมูลนั้นโดยตรง ส่วนมากมักจะเป็นฐานข้อมูลที่อยู่ในเครื่องอื่น (หรืออาจจะอยู่ในเครื่องเดียวกันก็ได้)

## 2.2.5 ประโยชน์สำหรับนักพัฒนาโปรแกรม

### - โปรแกรมเป็นอิสระจากฐานข้อมูลที่ใช้

ถึงจะเป็นฐานข้อมูลชนิดใดก็จะใช้ชุดคำสั่งในการอ่านเขียนหรือจัดการเหมือนกัน จะต่างกันตรงส่วนขยายของคำสั่งของการเปิด (Open) หรือสร้าง (Create) ฐานข้อมูลเท่านั้น ทำให้ไม่ต้องเรียนรู้ถึงคำสั่งที่แตกต่างกัน การใช้ชุดคำสั่งย่อย (Module) ร่วมกันก็เป็นไปได้มาก และการสร้างระบบงานในลักษณะของ Client/Server ก็ง่ายขึ้น เมื่อต้องเปลี่ยนไปใช้ฐานข้อมูลที่มีอยู่แล้วในเครื่องอื่นสามารถทำการพัฒนาระบบบนเครื่องพีซีเครื่องเดียวกันได้ เสร็จแล้วจึงค่อยเปลี่ยนค่าในเรื่องของฐานข้อมูลเท่านั้น

### - การใช้ฐานข้อมูลร่วมกับโปรแกรมอื่นได้ดีขึ้น

ข้อมูลเดิมที่มีอยู่แล้วในฐานข้อมูลชนิดอื่นๆ ก็สามารถนำมาใช้ใน Visual Basic ได้โดยไม่ต้องจำเป็นต้องสร้างใหม่อีกชุดให้ซ้ำซ้อน หรือต้องเปลี่ยนมาเป็นฐานข้อมูลของ MS-Access เสียก่อนทำให้ไม่จำเป็นต้องพัฒนาระบบงานบางส่วนซ้ำซ้อนขึ้นมาอีก

### - ปริมาณงานและความซับซ้อนของโปรแกรมที่ต้องพัฒนาลดลง

เพราะฟังก์ชันการทำงานบางอย่างที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลไม่จำเป็นต้องสร้างขึ้นในโปรแกรมที่พัฒนา เนื่องด้วยความสามารถต่างๆ ที่มีอยู่ในระบบจัดการฐานข้อมูลช่วยให้แล้ว เช่น เรื่องการกำหนดสิทธิในการเข้าถึงและเรียกใช้ข้อมูล ในลักษณะต่างๆ การตรวจสอบความถูกต้อง ก่อนที่จะเปลี่ยนแปลงแก้ไขในฐานข้อมูล เป็นต้น ช่วยให้ปริมาณงานที่ต้องพัฒนาลดลงเมื่อเทียบกับการไม่ใช้ฐานข้อมูล

### - ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการพัฒนา

เนื่องจากความอิสระของโปรแกรมจากข้อมูลการใช้ข้อมูลร่วมกับโปรแกรมอื่นๆ ได้ดีขึ้น ความซับซ้อนของโปรแกรมลดลงจะช่วยให้ประหยัดเวลาในการพัฒนาได้เป็นอย่างมาก รวมถึงความสะดวกในการบำรุงรักษาโปรแกรมปรับปรุงเปลี่ยนแปลงในภายหลัง ค่าใช้จ่ายที่ลดลง

ความสามารถใหม่ของ Visual Basic ที่เพิ่มขึ้นมากมายในหลายๆ ด้าน โดยเฉพาะการรวมเอาระบบจัดการฐานข้อมูลของ JET Engine 3.5 เข้าไว้ด้วย ความสามารถในการทำงานกับระบบจัดการฐานข้อมูลภายนอกได้ดียิ่งขึ้น คุณสมบัติและความสามารถในการพัฒนาโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object Oriented Programming) นอกเหนือจากเดิมที่ช่วยให้แยกส่วนในการออกแบบสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface) ออกจากชุดคำสั่งในการประมวลผลต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.3 โครงสร้างของฐานข้อมูล

### 2.3.1 โครงสร้างพื้นฐานของฐานข้อมูลแบบตารางสัมพันธ์

ฐานข้อมูลแบบตารางสัมพันธ์ในหลักการแล้วมีพื้นฐานมาจากทางคณิตศาสตร์ในเรื่องทฤษฎีของเซต (Theory of set) ข้อมูลจะถูกนำเสนอให้ผู้ใช้เห็นเป็นรูปของตารางแต่เพียงอย่างเดียว เพราะเข้าใจง่ายและสะดวกต่อการค้นหาข้อมูลที่ต้องการ โครงสร้างข้อมูลหลักที่สำคัญๆ ของฐานข้อมูลแบบตารางสัมพันธ์ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเก็บและค้นหาข้อมูลในฐานข้อมูล มีดังนี้

#### 1. ตาราง เรคอร์ด และฟิลด์ หรือ คอลัมน์ (Table , Record and Field)

ข้อมูลต่างๆ ในฐานข้อมูลจะถูกจัดเก็บและนำเสนอในรูปแบบของ ตาราง (Table) โดยในตารางหนึ่งๆ จะจัดเก็บรวบรวมข้อมูลประเภทเดียวกันเข้าไว้ด้วยกัน ในแต่ละตารางประกอบด้วย แถว (Row) และ คอลัมน์ (Column) ซึ่งในศัพท์ของฐานข้อมูลจะเรียกว่า ฟิลด์ (Field) ในแต่ละแถวของตารางก็คือ ข้อมูลหนึ่งชุดหรือข้อมูล 1 เรคอร์ด (Record) นั่นเอง และในแต่ละแถวหรือเรคอร์ดหนึ่งเรคอร์ดนั้นจะประกอบด้วย ฟิลด์ (Field) หรือ คอลัมน์ (Column) ที่เป็นหน่วยย่อยที่แสดงคุณลักษณะ (Attribute) ของข้อมูลแต่ละเรคอร์ด (ชุดนั้น)

#### 2. ครรชนี (Index)

หากตารางข้อมูลพนักงานมีข้อมูลเก็บอยู่เป็นจำนวนมาก เช่น การประยุกต์ใช้ในองค์กรที่มีพนักงานเป็นจำนวนพันหรือหมื่นคน หากในฐานข้อมูลมีโครงสร้างตารางเพียงอย่างเดียวเท่านั้น การที่จะค้นหาข้อมูลที่ต้องการของพนักงานคนใดคนหนึ่งที่จะต้องเสียเวลาเป็นอย่างมาก เพราะจะต้องทำการค้นหาข้อมูลตามลำดับทีละเรคอร์ดๆ ในตารางไปจนกว่าจะพบข้อมูลของพนักงานที่ต้องการ เพื่อช่วยให้การค้นหาข้อมูลตามที่ต้องการได้เร็วขึ้น ฐานข้อมูลทั่วไปจึงมีโครงสร้างอีกประเภทหนึ่งที่เรียกว่า ครรชนี (Index) เพื่อสนับสนุนการค้นหาข้อมูลโดยไม่จำเป็นต้องค้นหาจากข้อมูลทั้งหมดในตารางเช่นเดียวกับลักษณะของครรชนีท้ายเล่มของหนังสือแต่ละเล่มที่ช่วยให้เราสามารถค้นหาคำที่ต้องการว่า ปรากฏอยู่ในหน้าใดของหนังสือเล่มนั้นบ้าง โดยที่ไม่จำเป็นต้องอ่านหนังสือตั้งแต่ต้นจนหมดทั้งเล่ม

โครงสร้างของครรชนีในฐานข้อมูลโดยมากมักจะใช้โครงสร้างข้อมูลประเภท B-Tree ซึ่งเป็นโครงสร้างแบบต้นไม้หรือลำดับชั้นที่สมดุล

โดยปกติแล้ว ในแต่ละตารางมักจะมีบางฟิลด์หรืออาจจะหลายฟิลด์ประกอบกันที่สามารถจะบอกถึงความแตกต่างของข้อมูลในแต่ละแถวได้ คือ สามารถใช้อ้างถึงข้อมูลในเรคคอร์ดที่ต้องการได้ ฟิลด์หรือคอกัมน์ดังกล่าวเรียกว่าเป็น *ครรชนีหลัก (Primary Key)* ของตารางนั้น

ในแต่ละตารางอาจมีโครงสร้างของครรชนีรองรับได้มากกว่าหนึ่งครรชนี ครรชนีบางตัวอาจจะมีค่าที่ซ้ำกันได้ (Duplicable) การที่จะมีครรชนีรองรับเป็นจำนวนเท่าใดขึ้นอยู่กับลักษณะของการค้นหาข้อมูลว่า จะใช้ข้อมูลในฟิลด์ใดเป็นจุดเริ่มต้นในการค้นหา แต่อย่างน้อยใน แต่ละตารางก็ควรจะมีครรชนีหลักที่สามารถใช้แยกแยะหรือระบุถึงข้อมูลในแต่ละเรคคอร์ดของ ตารางนั้นได้

### 3. ความสัมพันธ์ของตาราง (Relation)

ฐานข้อมูลแบบตารางสัมพันธ์ (Relational Database) ส่วนใหญ่แล้วจะประกอบไปด้วย ตารางฐานข้อมูลต่างๆ หลายตาราง และในแต่ละตารางมักจะมีความสัมพันธ์กันในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง

รูปแบบของความสัมพันธ์ระหว่างตาราง สามารถเป็นได้ดังนี้

#### 1. ความสัมพันธ์แบบหนึ่งรายการต่อหลายรายการ (One – to – Many Relation)

หมายความว่า ข้อมูลรายการหนึ่งจากตารางหนึ่งจะมีความสัมพันธ์กับข้อมูลของอีกตารางหนึ่งได้มากกว่าหนึ่งรายการ

#### 2. ความสัมพันธ์แบบหลายรายการต่อหนึ่งรายการ (Many – to – One Relation)

มีลักษณะเป็นความสัมพันธ์แบบย้อนกลับกับความสัมพันธ์แบบหนึ่งรายการต่อหลายรายการ

#### 3. ความสัมพันธ์แบบหนึ่งรายการต่อหนึ่งรายการ (One – to – One Relation)

ความสัมพันธ์รูปแบบนี้ ข้อมูลรายการหนึ่งของตารางจะมีความสัมพันธ์กับข้อมูลของอีกตารางหนึ่งได้เพียงหนึ่งรายการเท่านั้น

#### 4. ความสัมพันธ์แบบหลายรายการต่อหลายรายการ (Many – to – many Relation)

ตารางหนึ่งมีความสัมพันธ์แบบหลายรายการต่อหลายรายการของอีก ตารางหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในทางปฏิบัติ โดยทั่วไปของการออกแบบและสร้างฐานข้อมูลที่ดี เราจะพบแต่ความสัมพันธ์แบบหนึ่งรายการต่อหนึ่งรายการ หรือความสัมพันธ์แบบหนึ่งรายการต่อหลายรายการ โดยตรงระหว่างสองตารางในฐานข้อมูล ถึงแม้ว่าข้อมูลสองตารางมีความสัมพันธ์กันแบบหลายรายการต่อหลายรายการ แต่จะพบว่ามีการสร้างตารางขึ้นมาอีกหนึ่งตารางเพื่อเป็นตัวกลางในการเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างสองตารางข้างต้น โดยที่ตารางหนึ่งจะมีความสัมพันธ์แบบหลายรายการต่อหนึ่งรายการกับตารางที่สร้างขึ้นใหม่นี้ และก็จะมีความสัมพันธ์แบบหนึ่งรายการต่อหลายรายการจากตารางที่สร้างใหม่นี้ไปยังตารางอีกหนึ่งในความสัมพันธ์เดิม

#### 4. โปรแกรมย่อยทำงานกับข้อมูลในฐานข้อมูล (Stored Procedure)

โครงสร้างหรือองค์ประกอบนี้ จะสนับสนุนเฉพาะในระบบจัดการฐานข้อมูลชั้นนำเท่านั้น รวมทั้ง MS-Access ด้วย ลักษณะของโปรแกรมย่อยทำงานกับข้อมูลในฐานข้อมูล หรือ Stored Procedure จะถูกสร้างขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกในการทำงาน หรือจัดการกับข้อมูลในฐานข้อมูลที่อาจเกิดขึ้นบ่อยได้ๆ เช่นเดียวกับการสร้างโปรแกรมย่อย (Subroutine) ไว้ในโปรแกรม

ประโยชน์ของการสร้างโปรแกรมย่อยทำงานกับข้อมูลในฐานข้อมูลหรือ Stored Procedure นี้ช่วยลดความซับซ้อนของโปรแกรมที่เรียกใช้หรือทำงานกับฐานข้อมูลนั้นแล้วผู้พัฒนาจะสามารถเรียกใช้ได้เลย ทำให้ไม่จำเป็นต้องสร้างการทำงานนั้นในโปรแกรม และช่วยสร้างความเป็นอิสระของโปรแกรมจากฐานข้อมูลได้อีกระดับหนึ่ง เพราะโปรแกรมย่อยดังกล่าวถูกเก็บรวมกับฐานข้อมูล และหากโครงสร้างของฐานข้อมูลเปลี่ยนไป ก็เพียงแต่โปรแกรมทุกๆ โปรแกรมที่มีการเรียกใช้หรือทำงานกับฐานข้อมูลนั้นๆ อีก และอีกประเด็นหนึ่งคือ ความเร็วในการประมวลผลที่เพิ่มขึ้น

ลักษณะของชุดคำสั่งที่ใช้ในการสร้างโปรแกรมย่อยให้สามารถทำงานกับข้อมูลในฐานข้อมูล และวิธีการเรียกใช้จะแตกต่างกันไปตามระบบจัดการฐานข้อมูลแต่ละระบบ แต่จะมีลักษณะที่เหมือนกัน คือ ลักษณะคล้ายกับภาษาแบบสคริปต์ (Script Language) ที่มีคำสั่งสำหรับใช้ในการกำหนดค่า (Assignment Statement) การควบคุมลำดับการทำงานของโปรแกรม (Control – Flow Statement) รวมทั้งคำสั่งที่ใช้ในการทำงานกับข้อมูลในฐานข้อมูล ที่มักจะใช้ชุดคำสั่งของ SQL

## 2.4 การออกแบบฐานข้อมูล

ในหัวข้อนี้จะอธิบายถึงหลักการ และวิธีการในการออกแบบฐานข้อมูลแบบตารางสัมพันธ์ที่เหมาะสมทั้งในเชิงทฤษฎีและวิธีการปฏิบัติ

### 2.4.1 ขั้นตอนในการออกแบบฐานข้อมูล ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนหลักๆ คือ

#### 1. การออกแบบฐานข้อมูลเชิงตรรกะ ( Logical Database Design )

ขั้นตอนนี้มีหลักการเหมือนกันหมดไม่ว่าจะใช้กับระบบจัดการฐานข้อมูลใด ผลที่ได้จากการออกแบบฐานข้อมูลเชิงตรรกะนี้เปรียบได้กับการสร้างแบบแปลนของฐานข้อมูลที่ต้องการแบบแปลนของฐานข้อมูลที่ได้นี้ไม่ขึ้นอยู่กับระบบหรือขนาดของเครื่องที่ใช้และไม่ขึ้นอยู่กับระบบจัดการฐานข้อมูลที่ใช้

#### 2. การออกแบบฐานข้อมูลเชิงกายภาพ ( Physical Database Design )

จากแบบแปลนของฐานข้อมูลที่ได้ เราจะต้องมากำหนดรายละเอียดทางกายภาพเพิ่มเติม ซึ่งในขั้นตอนนี้จำเป็นต้องเอาข้อกำหนดของระบบที่ใช้ ( System Configuration ) เช่น ระบบที่ใช้มีดิสก์กี่ตัว แต่ละตัวมีความจุเท่าใดและต่ออยู่ในระบบอย่างไร ปริมาณข้อมูลที่ต้องการจะรองรับ และความถี่ในการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล รวมถึงต้องพิจารณาถึงระบบจัดการฐานข้อมูลที่ใช้ด้วย เพราะระบบจัดการฐานข้อมูลแต่ละระบบจะมีความสามารถบางอย่างที่ไม่เหมือนกัน เราควรออกแบบฐานข้อมูลในเชิงกายภาพนี้ให้เหมาะสมกับระบบต่างๆ ที่ใช้ เพื่อให้ได้ฐานข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ และสะดวกในการบำรุงรักษา

### 2.4.2 ขั้นตอนการออกแบบฐานข้อมูลเชิงตรรกะ

เป็นขั้นตอนที่สำคัญของการออกแบบฐานข้อมูล เพราะว่าหากแบบแปลนของฐานข้อมูลจากการออกแบบในเชิงตรรกะที่ได้ไม่ถูกต้องหรือไม่เหมาะสม ก็ไม่สามารถจะออกแบบฐานข้อมูลในเชิงกายภาพให้ดีและจัดสร้างฐานข้อมูลอย่างที่ต้องการได้ การออกแบบในขั้นตอนนี้ใช้ได้กับระบบจัดการฐานข้อมูลแบบตารางสัมพันธ์ทุกๆ ระบบ และไม่ขึ้นอยู่กับเครื่องที่ใช้ การออกแบบนี้มีขั้นตอนย่อยๆ ที่สำคัญดังนี้

1. กำหนดประเภทของข้อมูลที่ต้องการ
2. กำหนดคุณลักษณะที่ต้องการในข้อมูลแต่ละประเภท
3. กำหนดรกรรชนีหลักสำหรับข้อมูลแต่ละประเภท
4. กำหนดความสัมพันธ์ของข้อมูลแต่ละประเภท
5. กำหนดคุณลักษณะของความสัมพันธ์
6. เปลี่ยนความสัมพันธ์ให้อยู่ในรูปของข้อมูลประเภทหนึ่ง
7. ทำการ Normalization
8. รวมข้อมูลที่มีรกรรชนีหลักเหมือนกันเข้าไว้ด้วยกัน

ในแต่ละหัวข้อจะอธิบายเพิ่มเติมดังต่อไปนี้

### ขั้นตอนที่ 1. กำหนดประเภทของข้อมูลที่ต้องการ

เป็นขั้นตอนแรกของการออกแบบเชิงตรรกะ คือ ต้องระบุให้ได้ว่าในระบบที่ต้องการนั้น มีการใช้ข้อมูลประเภทใดบ้าง ข้อมูลแต่ละประเภทดังกล่าวในสุดท้ายแล้วก็คือตารางในฐานข้อมูลนั่นเอง ซึ่งอาจจะเป็นตารางเพียงหนึ่งตารางหรือมากกว่าก็ได้ขึ้นอยู่กับข้อกำหนดเริ่มต้น และกระบวนการออกแบบในขั้นตอนต่อไป

### ขั้นตอนที่ 2. กำหนดคุณลักษณะที่ต้องการในข้อมูลแต่ละประเภท

หลังจากที่กำหนดได้แล้วว่าในฐานข้อมูลที่ต้องการจะออกแบบนั้นประกอบด้วยข้อมูลประเภทใดบ้าง จากนั้นจะต้องกำหนดว่าในข้อมูลแต่ละประเภทประกอบด้วยคุณลักษณะอะไรบ้าง และแต่ละคุณลักษณะจะใช้เก็บข้อมูลชนิดไหนเป็นข้อมูลแบบตัวเลขหรือตัวอักษร ซึ่งในสุดท้ายแล้วคุณลักษณะแต่ละตัวก็จะกลายเป็นฟิลด์ๆ หนึ่งของตาราง เราจึงไม่ควรที่กำหนดคุณลักษณะมากมายเกินความต้องการใช้งานเพราะจะทำให้ฐานข้อมูลใหญ่โตโดยไม่จำเป็น

### ขั้นตอนที่ 3. กำหนดรกรรชนีหลักสำหรับข้อมูลแต่ละประเภท

ข้อมูลแต่ละประเภทที่ได้ซึ่งก็คือตารางนั้น อย่างน้อยจะต้องมีคุณลักษณะบางตัวหรือหลายตัวประกอบกัน เพื่อใช้แยกแยะหรือระบุถึงข้อมูลใดๆ ที่ต้องการในตารางได้ ซึ่งก็คือรกรรชนีหลักของตารางข้อมูล แต่ละตารางจะมีรกรรชนีหลักได้เพียงตัวเดียวเท่านั้น

#### ขั้นตอนที่ 4. กำหนดความสัมพันธ์ของข้อมูลแต่ละประเภท

เมื่อได้รายละเอียดของข้อมูลแต่ละประเภทเรียบร้อยแล้ว จะต้องพิจารณาต่อไปว่าในข้อมูลแต่ละประเภทหรือตารางนั้นมีความสัมพันธ์ระหว่างกันบ้างไหม โดยทั่วไประบบจัดการฐานข้อมูลจะใช้ความสัมพันธ์ของข้อมูลเป็นส่วนหนึ่งในการกำหนดและควบคุมความถูกต้องของข้อมูล ( Data Integrity ) โดยเฉพาะในเรื่องของความถูกต้องของข้อมูลในการอ้างอิงถึง ( Referential Integrity ) ซึ่งจะช่วยลดปริมาณงานในโปรแกรมได้เป็นอย่างดี เพราะการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลจะทำเองโดยอัตโนมัติในระบบจัดการฐานข้อมูล

#### ขั้นตอนที่ 5. กำหนดคุณลักษณะของความสัมพันธ์

หลังจากที่ได้ความสัมพันธ์ตามที่ต้องการแล้ว ในบางความสัมพันธ์อาจมีคุณลักษณะเพิ่มเติมเพื่อเป็นการให้ข้อมูลหรือความหมายของความสัมพันธ์ในรายละเอียดที่มากขึ้น

#### ขั้นตอนที่ 6. เปลี่ยนความสัมพันธ์ให้อยู่ในรูปของข้อมูลประเภทหนึ่ง

เมื่อได้รายละเอียดคุณลักษณะความสัมพันธ์แล้ว จำเป็นต้องเปลี่ยนความสัมพันธ์ให้อยู่ในรูปเช่นเดียวกับข้อมูลประเภทหนึ่ง เพื่อจะได้พิจารณาและดำเนินการในขั้นตอนต่อไปในลักษณะเดียวกัน วิธีการเปลี่ยนความสัมพันธ์ให้เป็นรูปของข้อมูลประเภทหนึ่ง ทำโดยนำคุณลักษณะที่เป็นครุชนิหัตถ์ของตารางที่มีความสัมพันธ์กันมาใส่เพิ่มเติมในความสัมพันธ์นั้น แล้วเขียนให้อยู่ในรูปแบบเช่นเดียวกับข้อมูลอื่นๆ

#### ขั้นตอนที่ 7. ทำการ Normalization

ในข้อมูลแต่ละประเภท Normalization เป็นกระบวนการที่ช่วยลดความซ้ำซ้อนของข้อมูลในระบบได้เป็นอย่างดี ซึ่งหากข้อมูลไม่มีการซ้ำซ้อนแล้ว จะช่วยให้การค้นหาข้อมูลที่ต้องการได้ง่ายขึ้น รวมทั้งง่ายต่อการแก้ไขหรือลบข้อมูลที่อาจจะมีความซ้ำซ้อนในทางปฏิบัติทั่วไปแล้วจะทำการ Normalization ข้อมูลที่ได้ถึงระดับที่ 3 ก็เพียงพอ

โดยแต่ละระดับของการ Normalization มีดังนี้

### 1) Normalization ระดับที่ 1 (No repeating group)

ข้อมูลที่จัดอยู่ในรูปแบบ Normalization ระดับที่ 1 จะต้องไม่มีคุณลักษณะที่ซ้ำกันได้ ในข้อมูลประเภทนั้น ซึ่งหมายถึงว่า สำหรับแต่ละเรคอร์ดของข้อมูลนั้นจะต้องไม่มีคุณลักษณะนั้น เกิดขึ้นซ้ำกัน

ดังนั้นเมื่อตรวจพบว่าอาจมีคุณลักษณะที่ซ้ำกันได้ จะทำการแก้ไขโดยการนำเอาคุณลักษณะของข้อมูลที่จะซ้ำกันนั้นแยกออกมาสร้างเป็นข้อมูลอีกประเภทหนึ่ง พร้อมทั้งกำหนดคุณลักษณะของดรรรชนีหลักของข้อมูลเดิมเพิ่มในข้อมูลใหม่ด้วย

### 2) Normalization ระดับที่ 2 (No partial key dependency)

หลังจากที่ผ่านการ Normalization ระดับที่ 1 แล้ว ข้อมูลที่ได้แต่ละตัวจะไม่มีคุณลักษณะที่อาจจะซ้ำกัน ได้ซ่อนอยู่อีก การทำ Normalization ระดับที่ 2 นี้จะทำการตรวจสอบว่ามีคุณลักษณะใดบ้างโยงหรือขึ้นอยู่กับคุณลักษณะใดๆ ที่เป็นดรรรชนีหลักของข้อมูลนั้น

การแก้ไขปรับปรุงของข้อมูลในลักษณะนี้ ทำโดยการแยกเอาคุณลักษณะที่โยงหรือขึ้นอยู่กับบางส่วนของดรรรชนีหลักออกจากข้อมูลนั้น ไปสร้างเป็นข้อมูลใหม่อีกประเภทหนึ่ง พร้อมทั้งนำคุณลักษณะที่ถูกลักษณะในดรรรชนีที่ถูกอ้างอิงไปไว้ในข้อมูลใหม่ด้วย

### 3) Normalization ระดับที่ 3 (No non-key dependency)

การ Normalization ระดับที่ 3 จะต้องตรวจสอบว่ามีคุณลักษณะของข้อมูลใดบ้างที่โยงหรือขึ้นอยู่กับคุณลักษณะอื่นๆ ที่ไม่ใช่ส่วนหนึ่งของดรรรชนีหลักของข้อมูล

การปรับปรุงแก้ไขข้อมูลในลักษณะนี้ จะต้องนำเอาคุณลักษณะ ตัวนั้นออกจากข้อมูล พร้อมทั้งคุณลักษณะที่ถูกโยงหรืออ้างอิงแยกออกไปสร้างเป็นข้อมูลใหม่อีกประเภทหนึ่ง

ขั้นตอนที่ 8. รวมข้อมูลที่มีดรรรชนีหลักเหมือนกันเข้าไว้ด้วยกัน

หลังจากที่ทำการ Normalization ให้กับข้อมูลต่างๆ เรียบร้อยแล้ว อาจจะได้ข้อมูลหรือตารางเพิ่มเติมขึ้นมา หรือได้ข้อมูลเพิ่มเติมขึ้นมาจากการเปลี่ยนความสัมพันธ์ให้เป็นข้อมูลประเภทหนึ่ง หรือมีข้อมูลมากกว่าหนึ่งประเภทที่มีดรรรชนีหลักเหมือนกัน ซึ่งหากข้อมูลทั้งสองมีดรรรชนีหลักเหมือนกัน ก็หมายความว่า ข้อมูลทั้งสองสามารถจะรวมกันเป็นข้อมูลเดียวกันได้เพราะว่า สามารถอ้างอิงข้อมูลนั้นได้จากดรรรชนีเดียวกัน

## 2.5 การจัดการฐานข้อมูลด้วยคอนโทรลข้อมูล (Data Control)

Visual Basic จะอาศัย Control ชื่อ “data” (มักจะเรียกว่า Data Control) ในการร่วมงานกับ Database โดยที่ 1 Data control จะต้องอ้างอิง 1 Table หรือมากกว่าในฐานข้อมูล (กรณีอ้างอิงมากกว่า 1 Table จะหมายถึงการนำเอา Table ต่างๆ ที่สัมพันธ์กันมา Join กัน) ข้อมูลที่ถูกอ่านจาก Table มาเก็บไว้ Data control จะเรียกว่า “Recordset” ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่า Recordset ก็คือกลุ่มของ Record ใน Table ที่อาจมาจาก 1 หรือมากกว่า 1 Table ที่ถูกอ่านมาเก็บไว้ในตัว Data control ตามเงื่อนไขที่กำหนด

การใช้คอนโทรลข้อมูล (Data Control) มีข้อดีอยู่ที่การใช้งานค่อนข้างง่าย หากไม่ต้องการจะทำงานอะไรที่ซับซ้อนนัก เราแทบไม่ต้องเขียนคำสั่งในการจัดการกับข้อมูลใดๆ เลย เพราะมีลักษณะและวิธีการใช้เหมือนๆ กับคอนโทรลประเภทอื่นๆ เช่น คอนโทรลแสดงและรับตัวอักษร (TextBox) หรือ คอนโทรลแสดงตัวอักษร (Label) เป็นต้น แต่ข้อเสียก็คือไม่ค่อยยืดหยุ่นเท่าที่ควรทำได้แต่เพียงการเปิดใช้ฐานข้อมูลเท่านั้น ไม่สามารถจะใช้ในการสร้างฐานข้อมูลขึ้นมาใหม่ในระหว่างที่โปรแกรมทำงาน และที่สำคัญคือ ประสิทธิภาพในการทำงานต่ำ

คอนโทรลข้อมูลจะมีลักษณะเช่นเดียวกับคอนโทรลอื่นๆ คือ มีรูปแบบการติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface) ที่แสดงบนฟอร์ม (Form) เพื่อเป็นการโต้ตอบกับผู้ใช้โดยตรง เมื่อผู้ใช้มีการโต้ตอบ (Interact) กับคอนโทรลข้อมูล ก็จะเกิดเป็นเหตุการณ์ (Event) ขึ้นกับคอนโทรลนั้น (อ็อบเจ็กต์ฐานข้อมูลจะไม่มีเหตุการณ์ หรือ Event เพราะไม่ได้มีการติดต่อโต้ตอบกับผู้ใช้โดยตรง)

เราสามารถจะเขียนโปรแกรมเพื่อจัดการกับเหตุการณ์นั้นๆ ได้ตามต้องการ และนอกจากนั้นก็จะมีคุณสมบัติ (Property) ที่สามารถจะกำหนดหรือสอบถามได้ รวมทั้งมีฟังก์ชันการทำงาน (Method) จะเห็นว่าคอนโทรลข้อมูลก็เป็นคอนโทรลชนิดหนึ่งเช่นเดียวกับคอนโทรลตัวอื่นๆ ใน Visual Basic

หากเข้าใจวิธีการใช้อ็อบเจ็กต์ต่างๆ ทางด้านฐานข้อมูลเป็นอย่างดีจะทำให้เรียกใช้คอนโทรลข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพเช่นกัน เพราะว่าโดยเบื้องหลังแล้วการทำงานของคอนโทรลข้อมูลนี้ก็ยังเป็นการทำงานผ่านอ็อบเจ็กต์ทางด้านฐานข้อมูลอยู่ดี

## 2.5.1 การกำหนดใช้คอนโทรลสำหรับการจัดการกับฐานข้อมูล

กำหนดค่าคุณสมบัติ (Property) ที่สำคัญบางตัวที่เกี่ยวข้องกับการใช้ฐานข้อมูล ได้ดังนี้

### 1) DatabaseName

เพื่อบอกว่าเราต้องการจะใช้คอนโทรลข้อมูลนี้กับฐานข้อมูลตัวใด โดยระบุว่า ชื่อของฐานข้อมูลนั้นเลย (สำหรับ Microsoft Access จะเป็น File.mdb)

### 2) RecordSource

สำหรับค่าที่กำหนดให้กับคุณสมบัติตัวนี้ เพื่อใช้เป็นแหล่งข้อมูลสำหรับสร้างอ็อบเจกต์ข้อมูล (Recordset Object) ขึ้นมา อาจจะกำหนดเป็นชื่อของตาราง (Table) ที่มีอยู่ในฐานข้อมูลที่เรากำหนดใน DatabaseName หรืออาจจะกำหนดเป็นชื่อของอ็อบเจกต์ข้อมูลโปรแกรมย่อยทำงานกับฐานข้อมูล (QueryDef) ที่มีอยู่ในฐานข้อมูล หรืออาจจะกำหนดเป็นคำสั่ง select ของ SQL ก็ได้

### 3) RecordsetType

กำหนดค่าเพื่อระบุประเภทของอ็อบเจกต์ข้อมูลที่คอนโทรลข้อมูลนี้จะสร้างขึ้นมาจากแหล่งข้อมูลที่กำหนดใน RecordSource โดยประเภทที่จะกำหนดได้มีเพียง

- ตาราง (Table) เป็น Recordset ที่กระทำกับ Table เพียง Table เดียว
- ไดนามิค (Dynaset) เป็น Recordset ที่กระทำกับ Table ตั้งแต่ 1 Table ขึ้นไป

Recordset ประเภทนี้จะสามารถแก้ไขข้อมูลได้ โดยข้อมูลที่ได้รับการแก้ไขจะถูกส่งผ่านไปยัง Table ที่อ้างอิงโดยอัตโนมัติ

- สแน็ปช็อต (Snapshot) เป็น Recordset ที่กระทำกับ Table ตั้งแต่ 1 Table ขึ้นไป แต่ Recordset ประเภทนี้จะไม่สามารถแก้ไขข้อมูลได้ ส่วนใหญ่จะใช้ในการแสดงผลเพียงอย่างเดียว

### 4) Exclusive

กำหนดว่าเป็น True หรือ False เท่านั้น ซึ่งจะหมายถึงว่า ฐานข้อมูลที่เรากำหนดให้กับคอนโทรลข้อมูลตัวนี้ เราต้องการจะให้เปิดแบบใช้คนเดียว (กำหนดให้เป็น True) หรือต้องการจะใช้ฐานข้อมูลร่วมกับผู้อื่น (กำหนดให้เป็น False)

### 5) Connect

จะกำหนดในกรณีพื้นฐานข้อมูลที่จะใช้นั้นเป็นฐานข้อมูลประเภทอื่นๆ ที่ไม่ใช่ฐานข้อมูลแบบเจ็ตที่ใช้กับ Visual Basic หรือแอคเซส (MS-Access) เช่น เป็นฐานข้อมูลของ dBASE หรือเป็นฐานข้อมูลภายนอกที่ต้องใช้ผ่านทาง ODBC ซึ่งค่าที่กำหนดในที่นี้จะเหมือนกับส่วนคำสั่ง Connect ในฟังก์ชันการทำงาน OpenDatabase

### 6) ReadOnly

กำหนดให้เป็น True หากต้องการจะเปิดฐานข้อมูลเป็นแบบอ่านแต่เพียงอย่างเดียว โดยค่าเริ่มต้นที่กำหนดให้จะเป็น False หมายถึงสามารถจะทำงานได้ทั้งการอ่านและการเขียนลงไป ในฐานข้อมูล

### 7) Option

เป็นการกำหนดค่าตัวเลือกให้กับฐานข้อมูล เราจะเปิดใช้ในคอนโทรลข้อมูลตัวนี้ เพื่อระบุเงื่อนไขการทำงานเพิ่มเติม

## 2.5.2 การแสดงข้อมูลเรคอร์ดในคอนโทรลข้อมูล

โปรแกรมจะเริ่มแสดงข้อมูลในเรคอร์ดแรกที่มีในคอนโทรลข้อมูล (Data Control) ก่อน หากต้องการจะเคลื่อนไปยังแรกใดๆ ทำได้โดยการเลือกคลิกที่แถบเลื่อนข้อมูลของคอนโทรลข้อมูล โดยสามารถจะเคลื่อนไปยังเรคอร์ดถัดไป (MoveNext) ไปยังเรคอร์ดก่อนหน้า (MovePrevious) ไปยังเรคอร์ดแรก (MoveFirst) หรือไปยังเรคอร์ดสุดท้าย (MoveLast) ของข้อมูลที่อยู่ในคอนโทรลข้อมูลเท่านั้น (จะเห็นว่าเหมือนกับการใช้ฟังก์ชันการทำงานที่ใช้ในการเคลื่อนตำแหน่งตัวชี้ตำแหน่งข้อมูล (การ Move ในลักษณะต่างๆ) ของอ็อบเจกต์ข้อมูล (Recordset Object))

## 2.5.3 การแก้ไขข้อมูลเรคอร์ดในคอนโทรลข้อมูล

หากต้องการจะแก้ไขข้อมูลในเรคอร์ดใดๆ ให้เคลื่อนไปยังเรคอร์ดที่ต้องการเสียก่อน จากนั้นจึงแก้ไขข้อมูลในคอนโทรลข้อมูลที่อยู่กับฟิลด์ที่ต้องการ เสร็จแล้วจึงเคลื่อนไปยังเรคอร์ดอื่นๆ ก็ได้ Visual Basic จะทำการแก้ไขข้อมูลของเรคอร์ดนั้นตามค่าของฟิลด์ที่เปลี่ยนแปลงไปเองโดยอัตโนมัติ

#### 2.5.4 การเพิ่มเรคอร์ดใหม่ในคอนโทรลข้อมูล

การเพิ่มเรคอร์ดใหม่เข้าไปในคอนโทรลข้อมูล ให้เรียกฟังก์ชันการทำงาน AddNew บน อ็อบเจ็กต์ข้อมูล (Recordset Object) ของคอนโทรลข้อมูลตัวนั้น

#### 2.5.5 การลบเรคอร์ดในคอนโทรลข้อมูล

จะต้องทำการเลื่อนเรคอร์ดในคอนโทรลข้อมูลไปยังเรคอร์ดที่ต้องการจะลบเสียก่อน คือ ให้เรคอร์ดที่ต้องการนั้นแสดงขึ้นมาบนวินโดว์ สำหรับการลบจะเรียกฟังก์ชันการทำงาน Delete บนอ็อบเจ็กต์ข้อมูล (Recordset Object) ของคอนโทรล

ในกรณีของการลบเรคอร์ดนั้นข้อมูลของเรคอร์ดที่ถูกลบ (เรคอร์ดปัจจุบันที่แสดงอยู่) ก็จะไม่ยังคงแสดงอยู่บนจอ ดังนั้นเราควรจะต้องให้เคลื่อนไปยังเรคอร์ดถัดไปเพื่อแสดงค่าของเรคอร์ดใหม่

#### 2.5.6 การค้นหาข้อมูลที่ต้องการในคอนโทรลข้อมูล

สามารถจะเรียกใช้ฟังก์ชันการทำงานเกี่ยวกับเรื่อง Find ต่างๆ เช่น FindFirst , FindNext , FindPrevious หรือ FindLast ได้เช่นกัน (ขึ้นอยู่กับประเภทของอ็อบเจ็กต์ข้อมูลที่กำหนดให้กับคอนโทรลข้อมูล) แล้วจึงตรวจสอบดูว่าการค้นหานั้นพบเรคอร์ดที่ต้องการหรือไม่ด้วยการตรวจสอบว่า คุณสมบัติ NoMatch ของอ็อบเจ็กต์ข้อมูล (Recordset Object) ในคอนโทรลข้อมูล

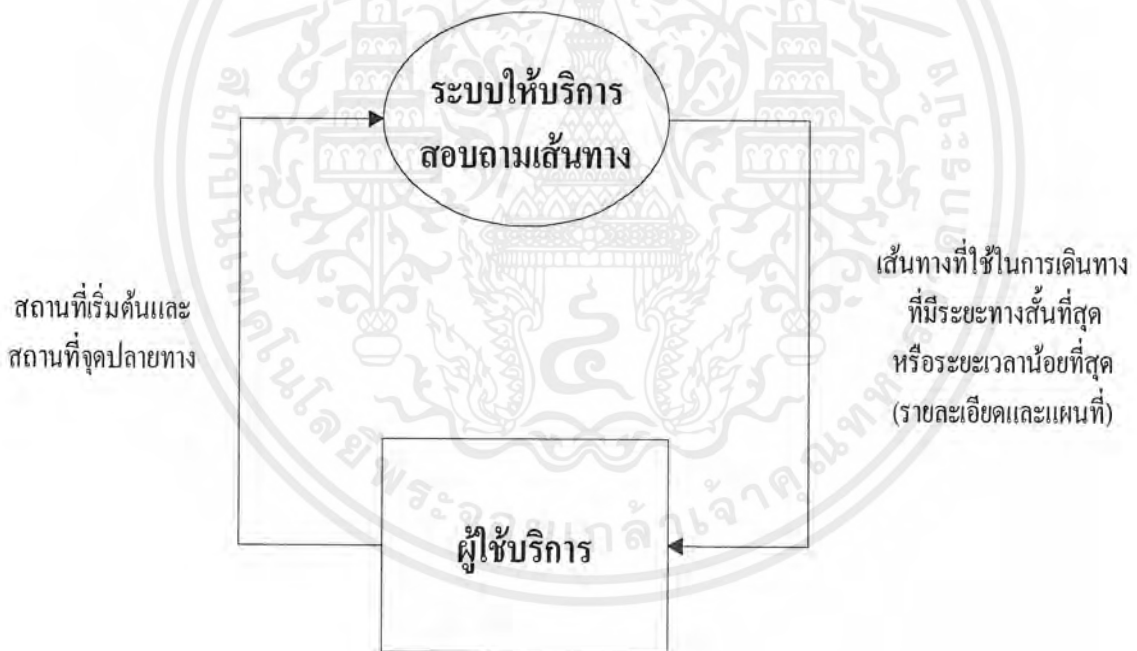
## บทที่ 3

### การออกแบบระบบและออกแบบฐานข้อมูลของระบบงาน

#### 3.1 รายละเอียดการออกแบบระบบงาน

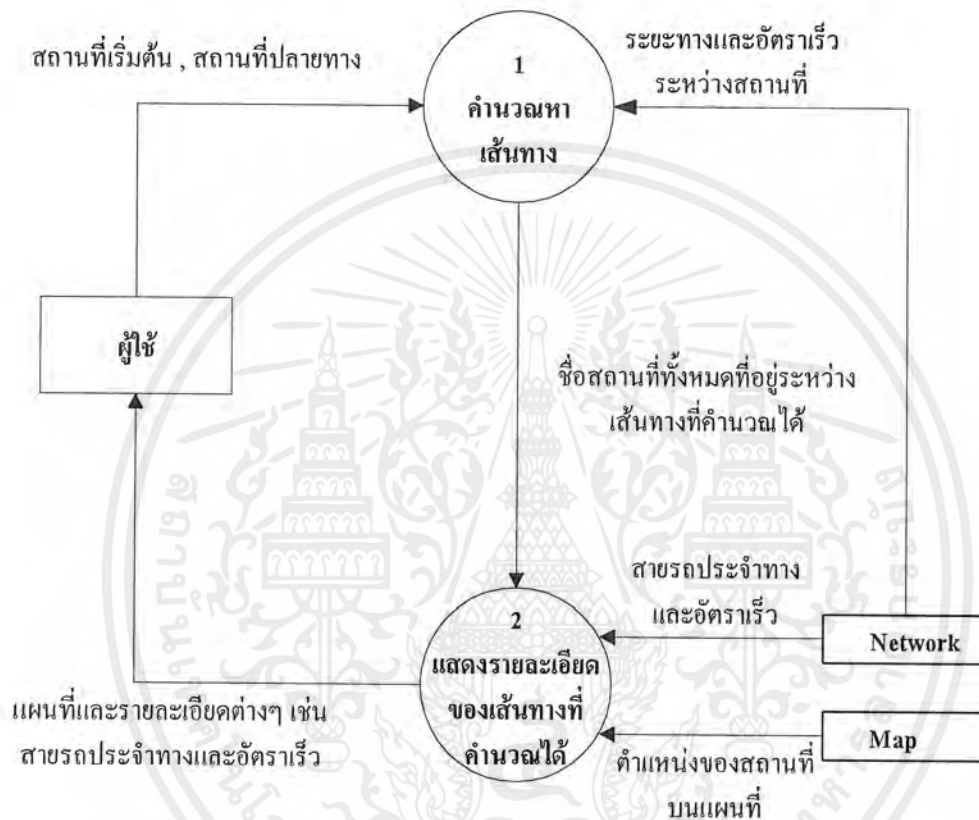
##### 3.1.1 Process Diagram

วิเคราะห์ขั้นตอนการความสัมพันธ์ของระบบงาน วิเคราะห์เส้นทางเพื่อใช้หาระยะทางหรือระยะเวลาที่น้อยที่สุด โดยใช้วิธี “ โพรเซสไดอะแกรม ” (Process Diagram) และสามารถสรุปความสัมพันธ์ของระบบงานนี้ได้ดังนี้



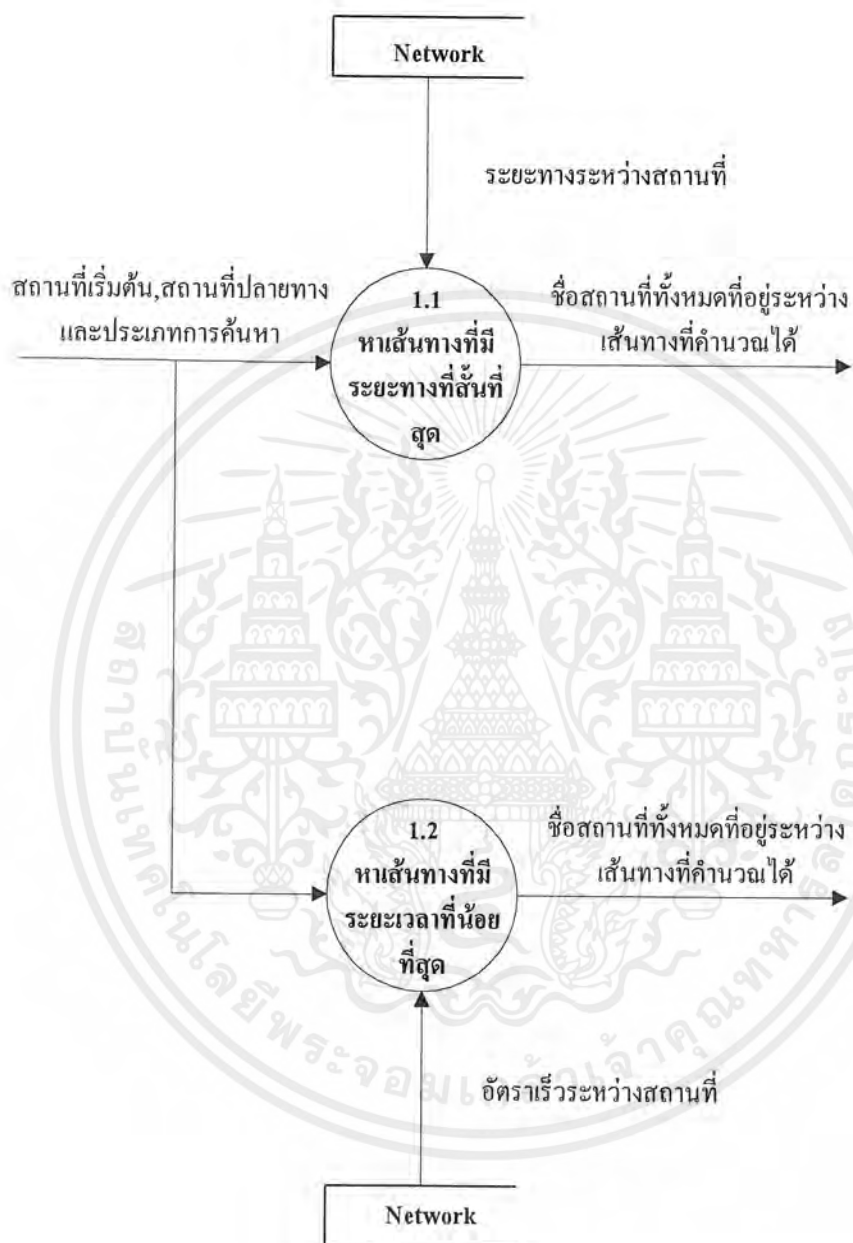
รูปที่ 11 Context Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 12 Process Diagram level 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 13 Process Diagram level 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 14 Dataflow Diagram level 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

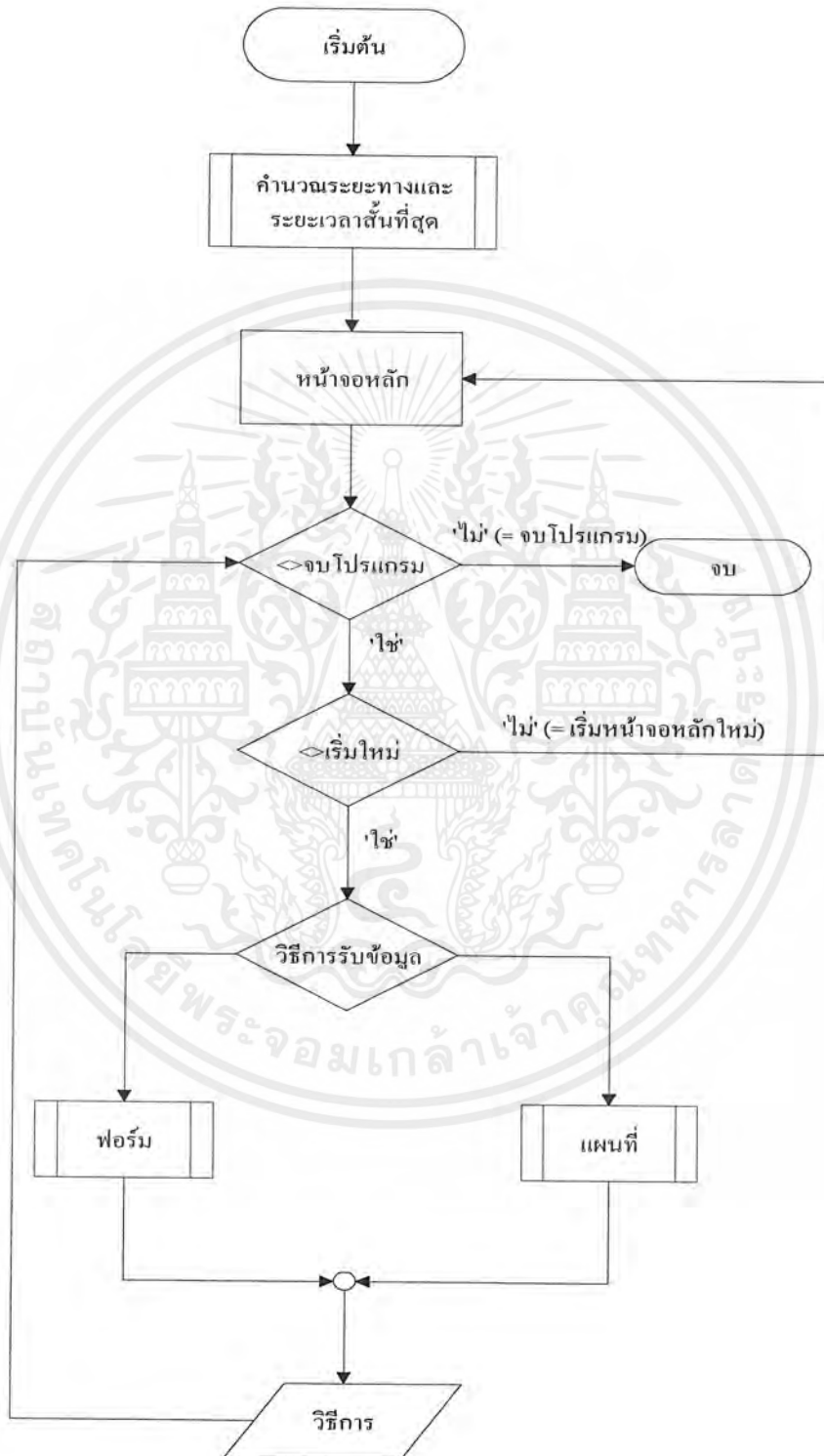
### 3.1.2 System Flowchart

System Flowchart จะอธิบายการทำงานของระบบ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

1. ส่วนโปรแกรมวิเคราะห์เส้นทางในเขตกรุงเทพมหานครเพื่อใช้หาระยะทางหรือระยะเวลาในการเดินทางน้อยที่สุด
2. ส่วนโปรแกรมพัฒนาข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์เส้นทางในเขต กรุงเทพมหานครเพื่อใช้หาระยะทางหรือระยะเวลาในการเดินทางน้อยที่สุด

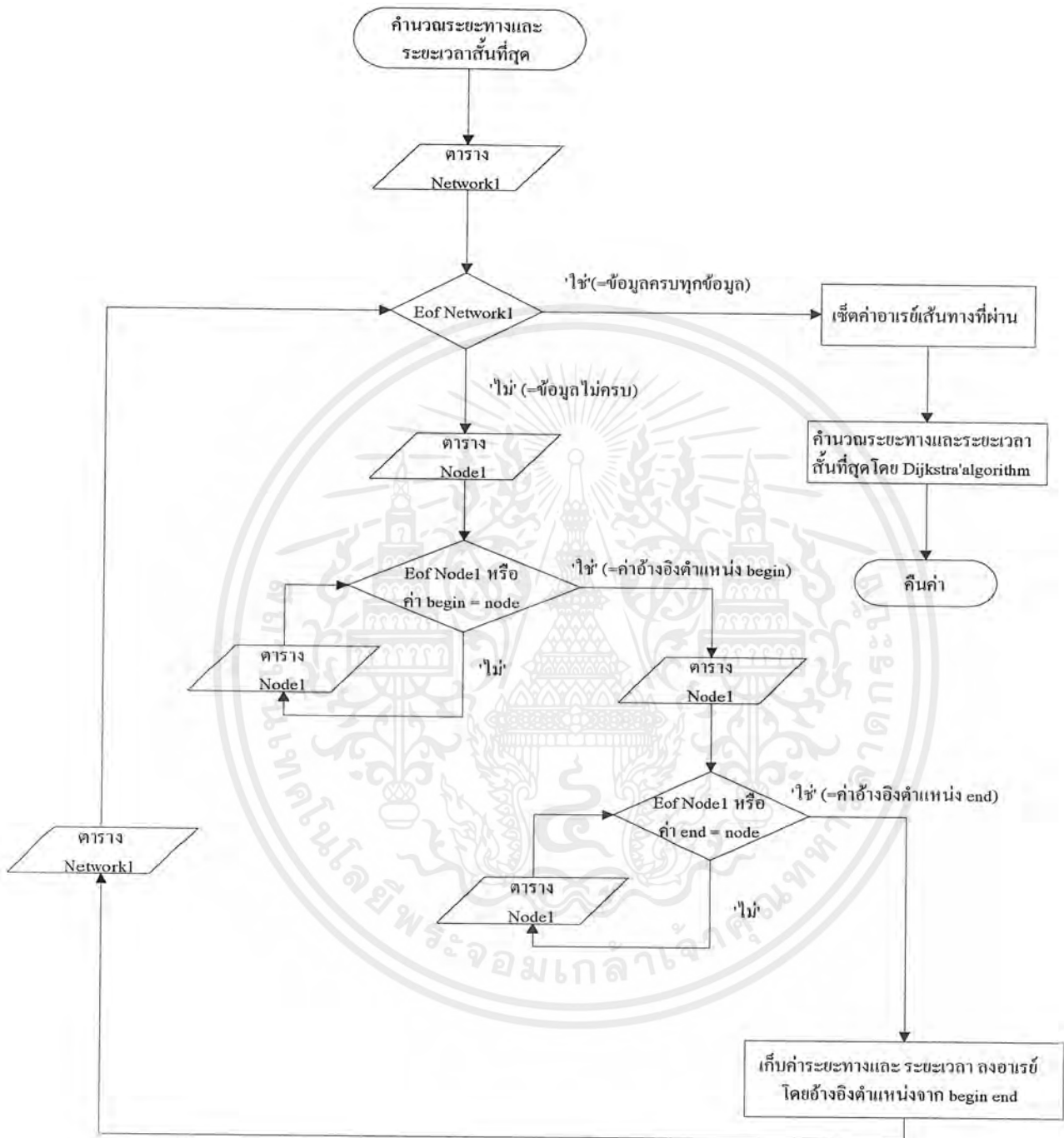


1. ส่วนโปรแกรมวิเคราะห์เส้นทางในเขตกรุงเทพมหานครเพื่อใช้หาระยะทางหรือระยะเวลาในการเดินทางน้อยที่สุด



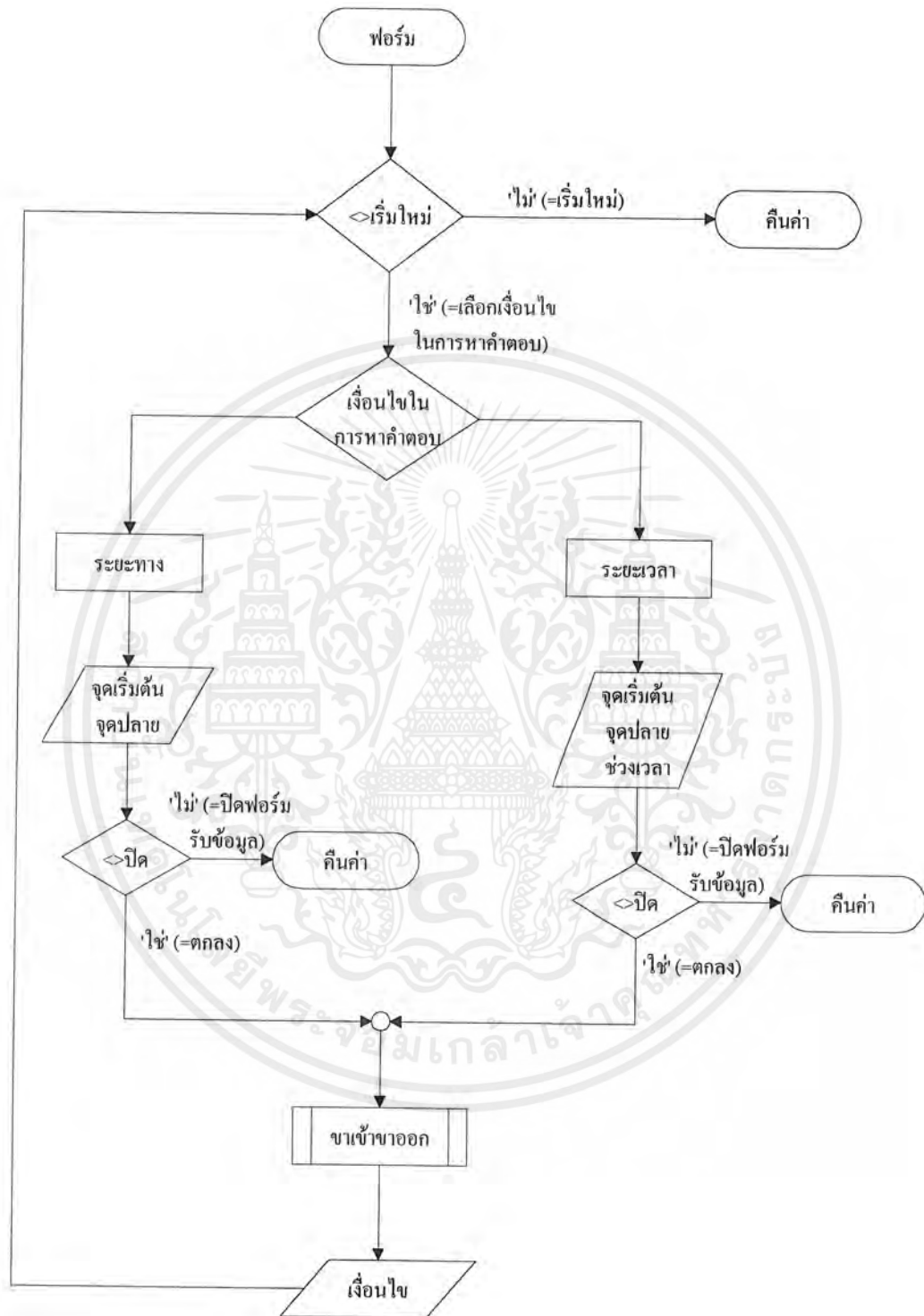
รูปที่ 15 Flowchart แสดงการทำงานของโปรแกรม Shortest Route

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



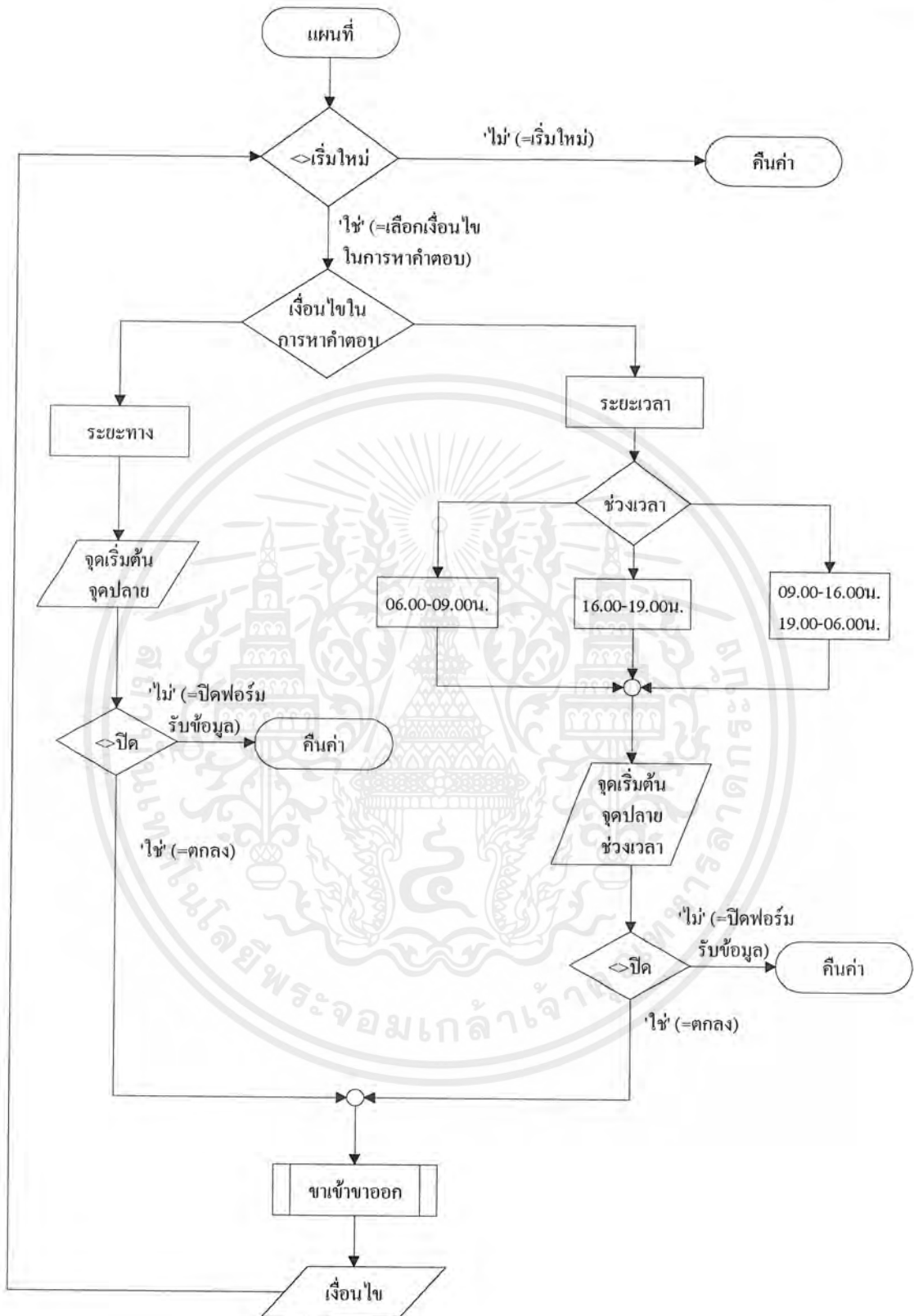
รูปที่ 16 Flowchart แสดงการคำนวณระยะทางและระยะเวลาสั้นที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



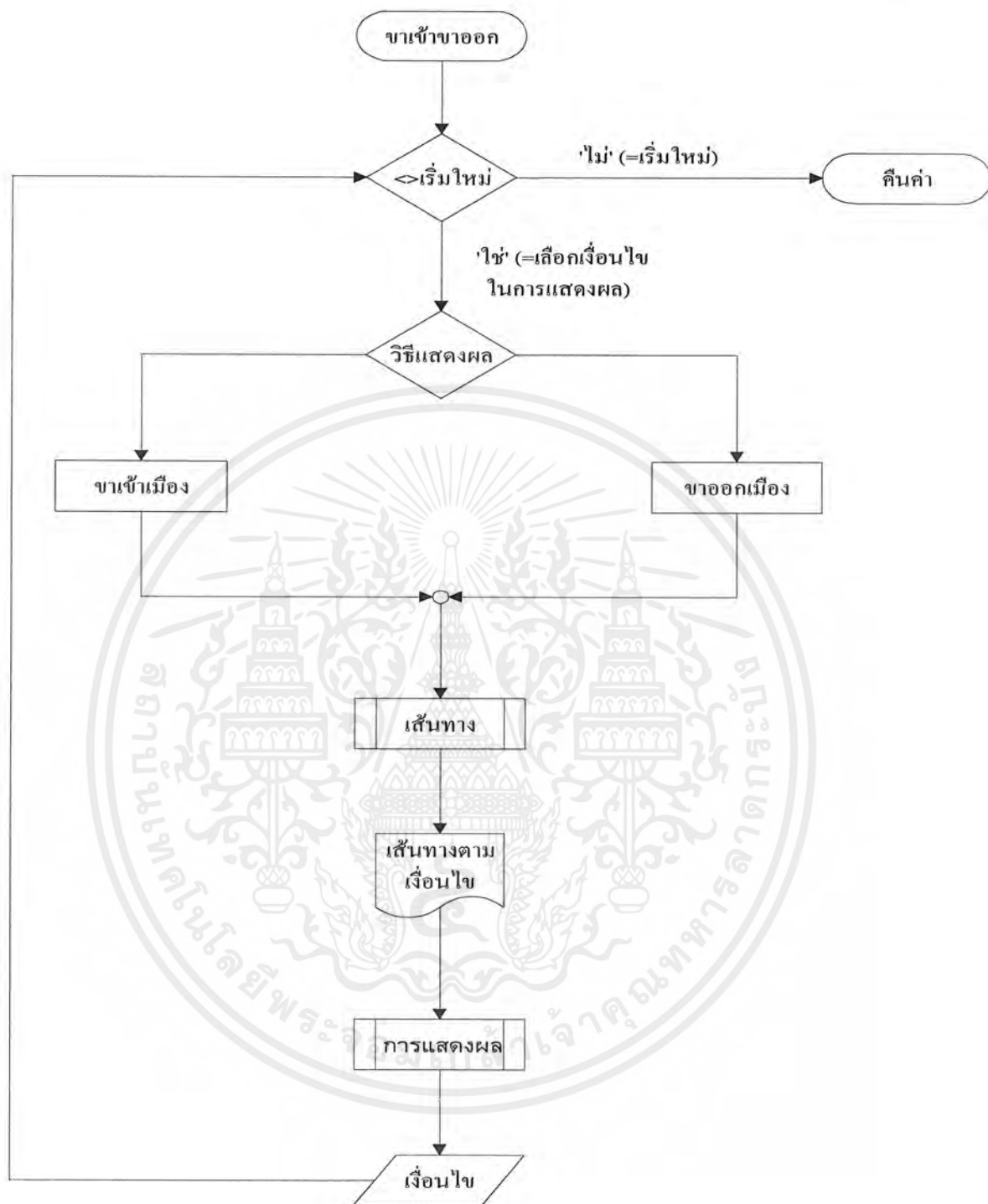
รูปที่ 17 Flowchart แสดงการทำงานของฟอรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



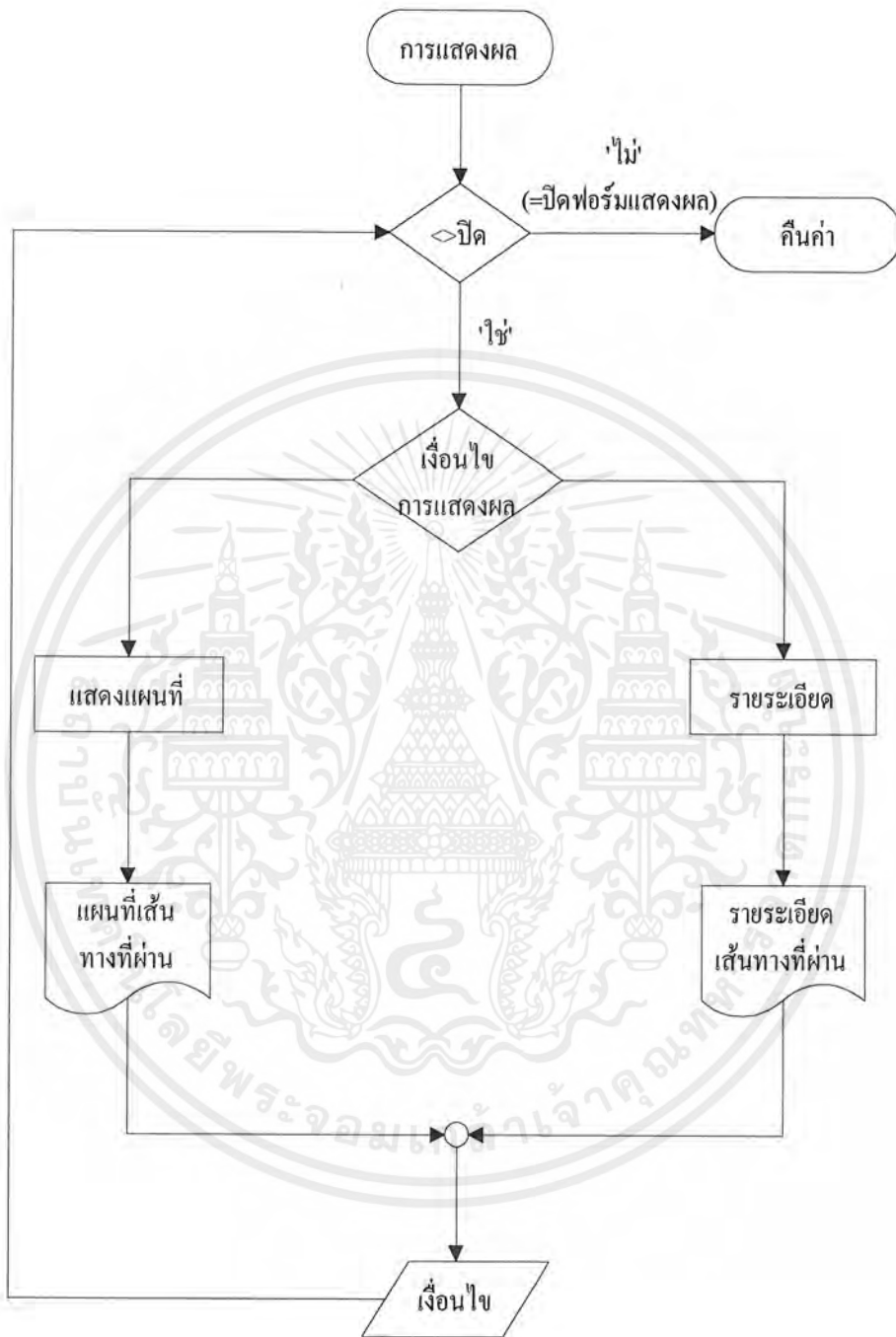
รูปที่ 18 Flowchart แสดงการทำงานของแผนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



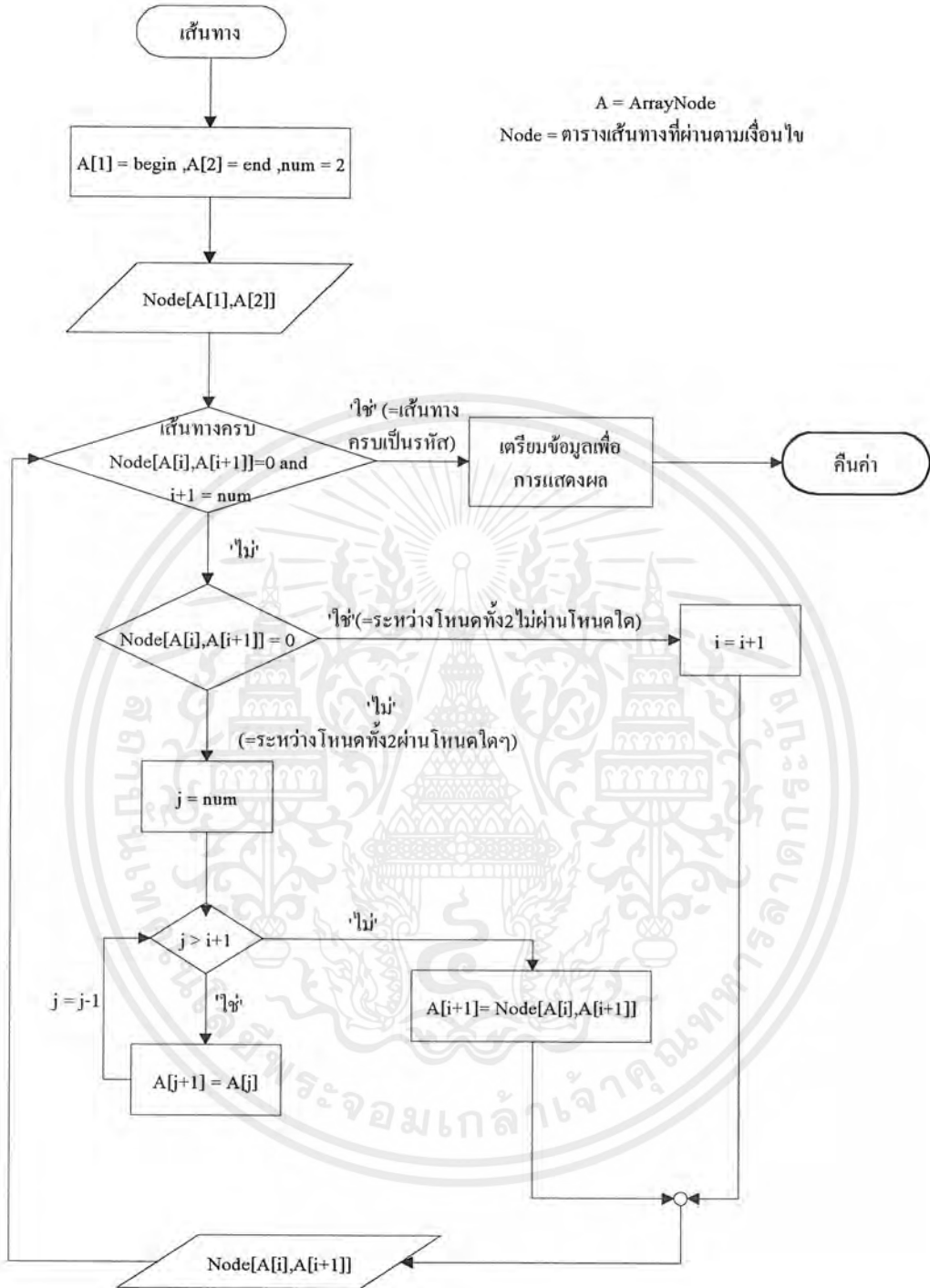
รูปที่ 19 Flowchart แสดงการทำงานของขาเข้าขาออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 20 Flowchart แสดงการทำงานของ การแสดงผล

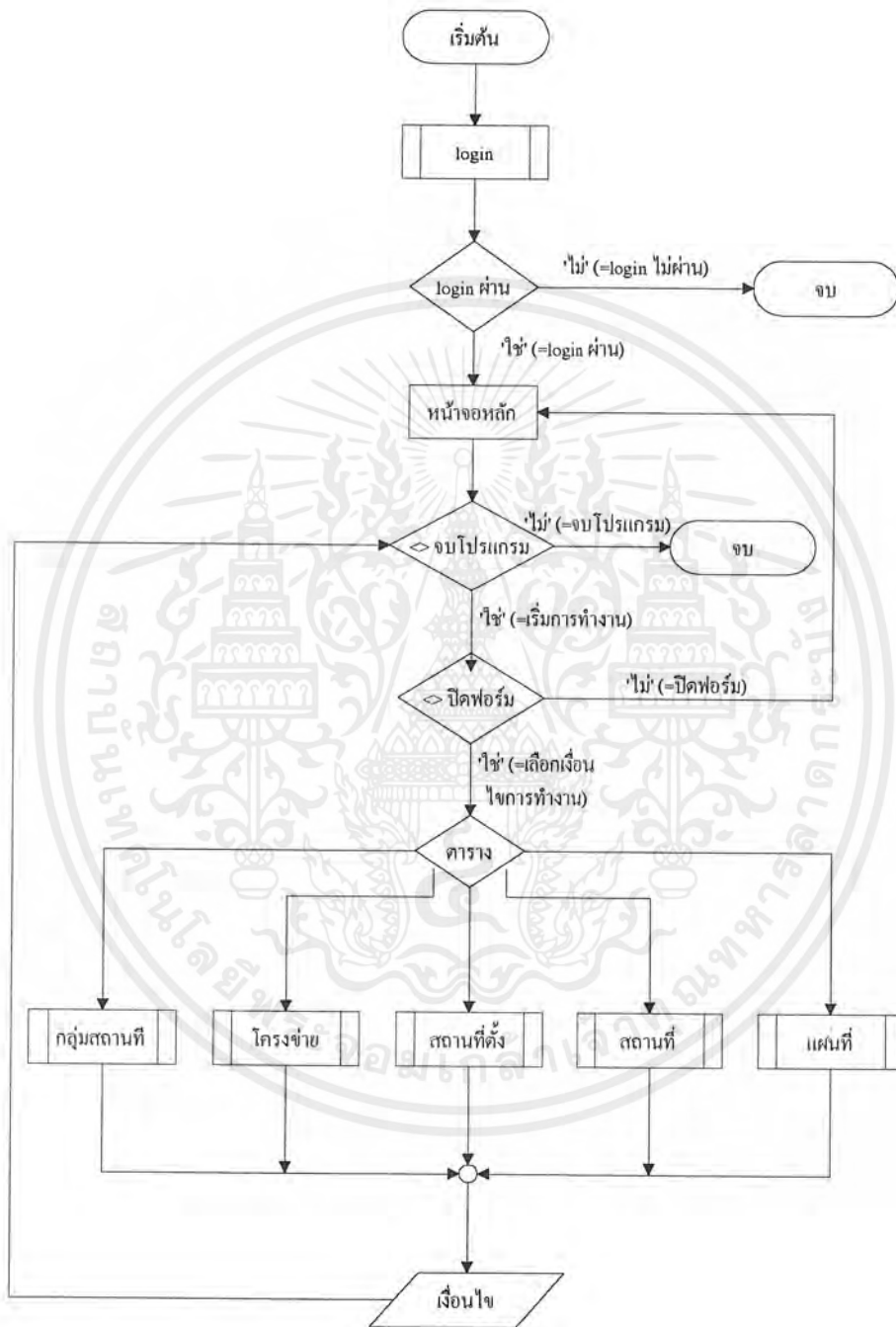
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 21 Flowchart แสดงการทำงานของเส้นทาง

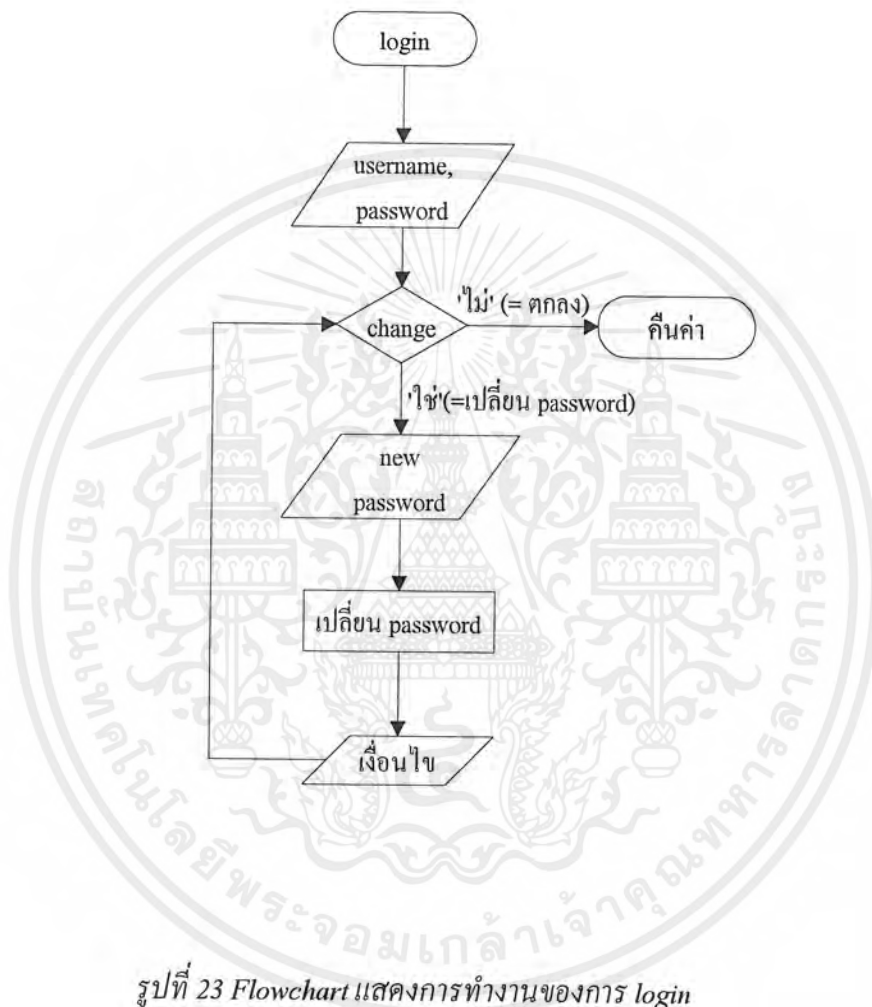
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ส่วนโปรแกรมพัฒนาข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์เส้นทางในเขต กรุงเทพมหานคร เพื่อใช้ระยะทางหรือระยะเวลาในการเดินทางน้อยที่สุด



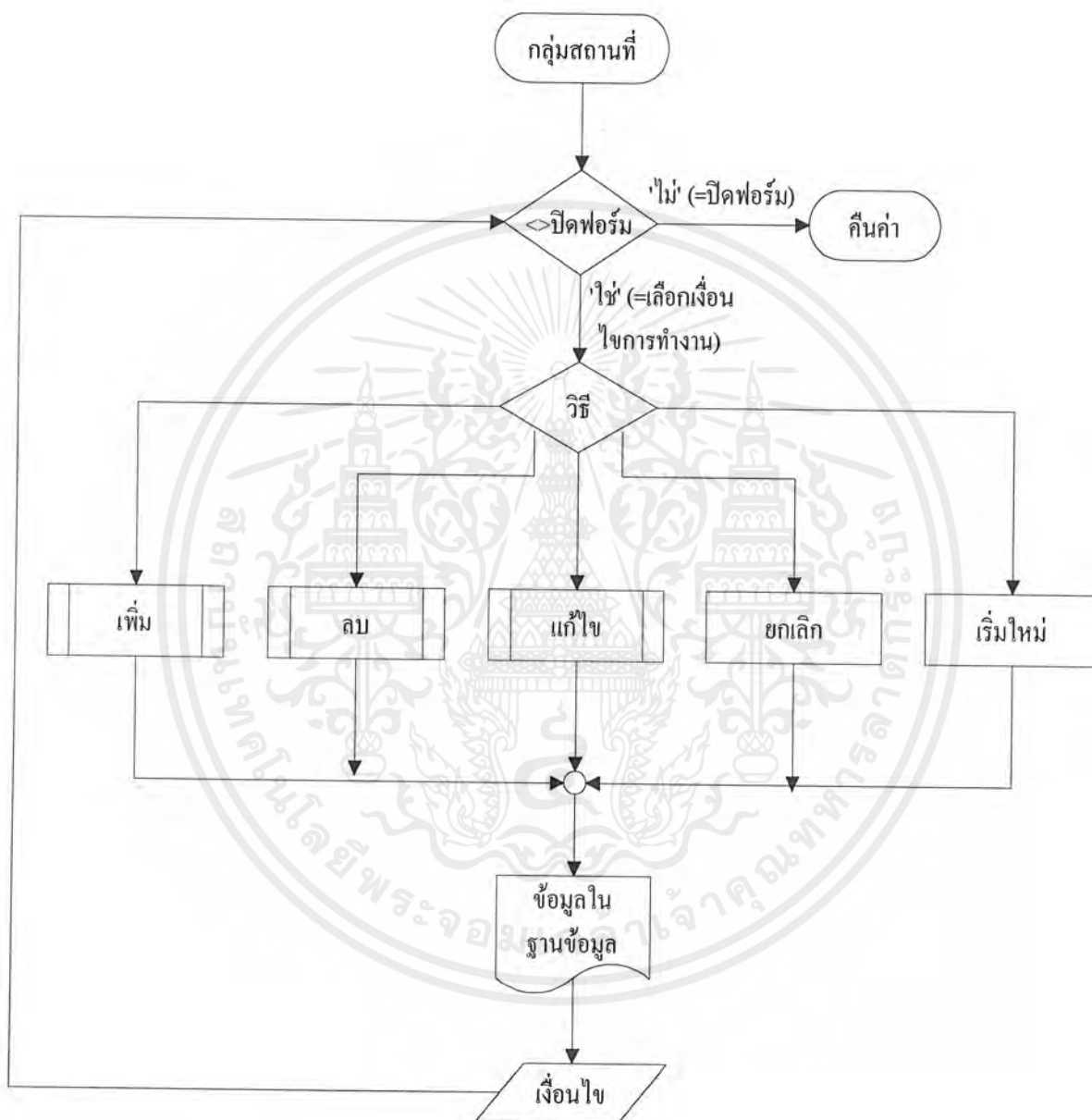
รูปที่ 22 Flowchart แสดงการทำงานของโปรแกรม Developer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



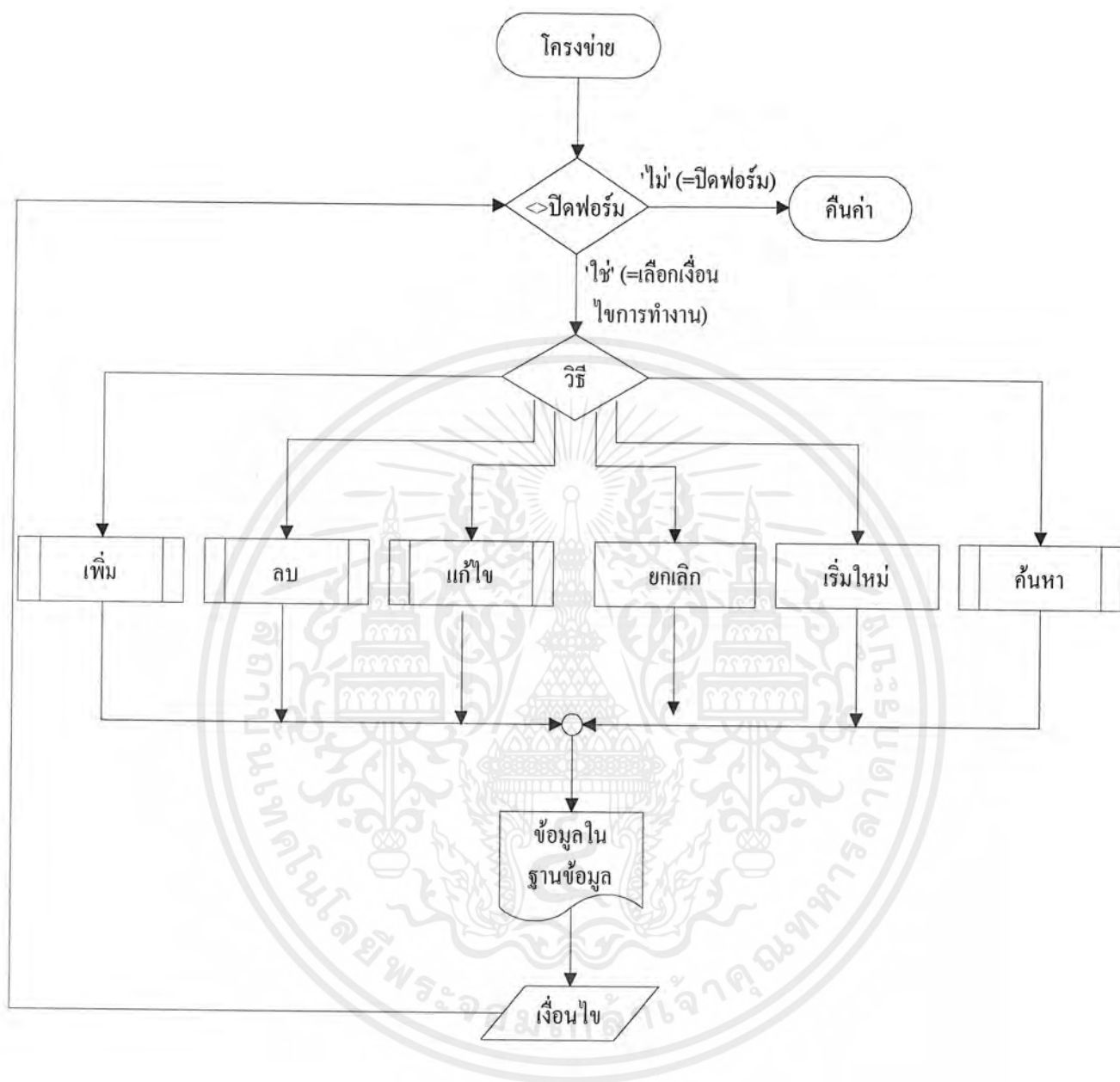
รูปที่ 23 Flowchart แสดงการทำงานของการทำงานของการ login

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



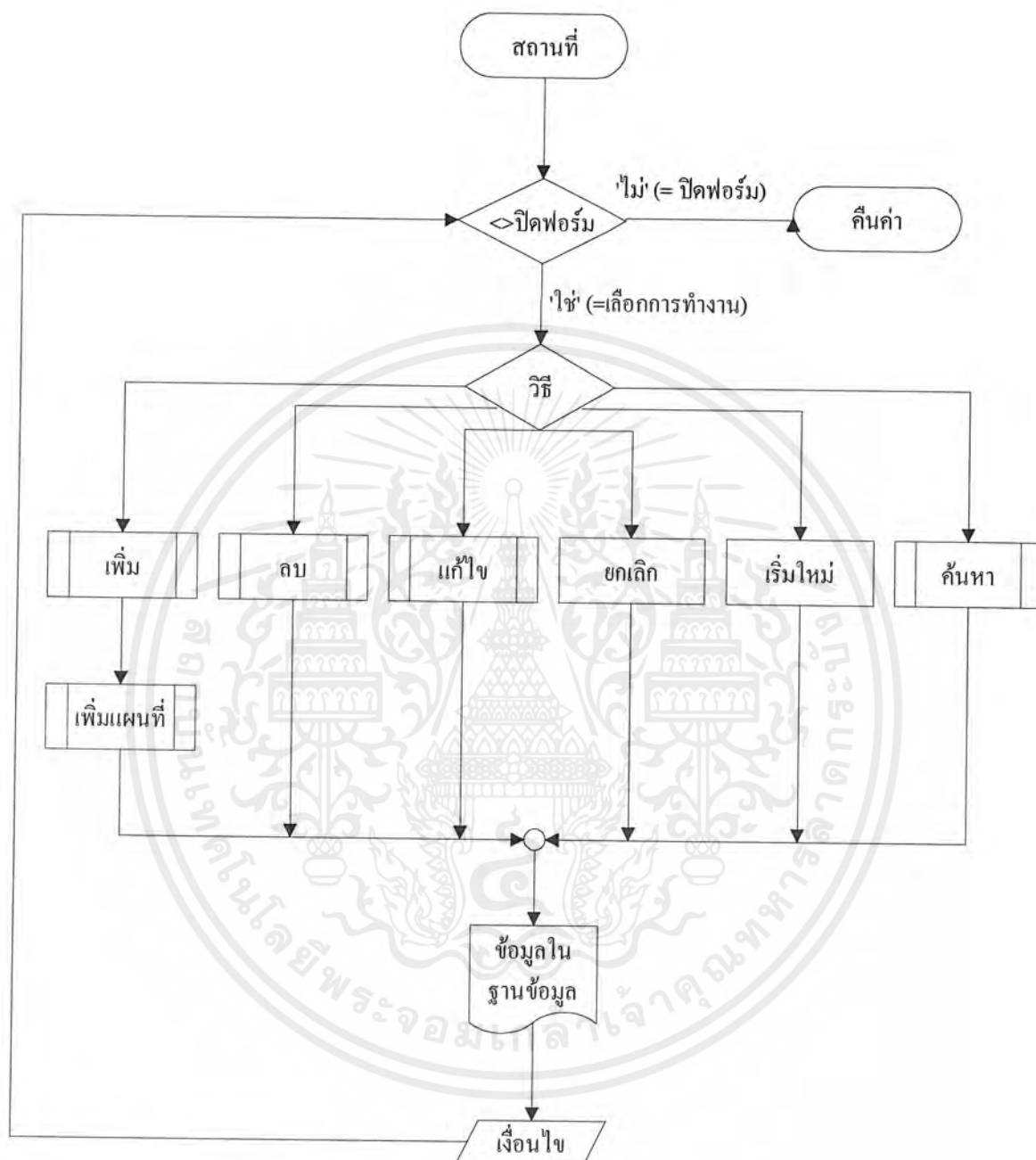
รูปที่ 24 Flowchart แสดงการทำงานของกลุ่มสถานที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



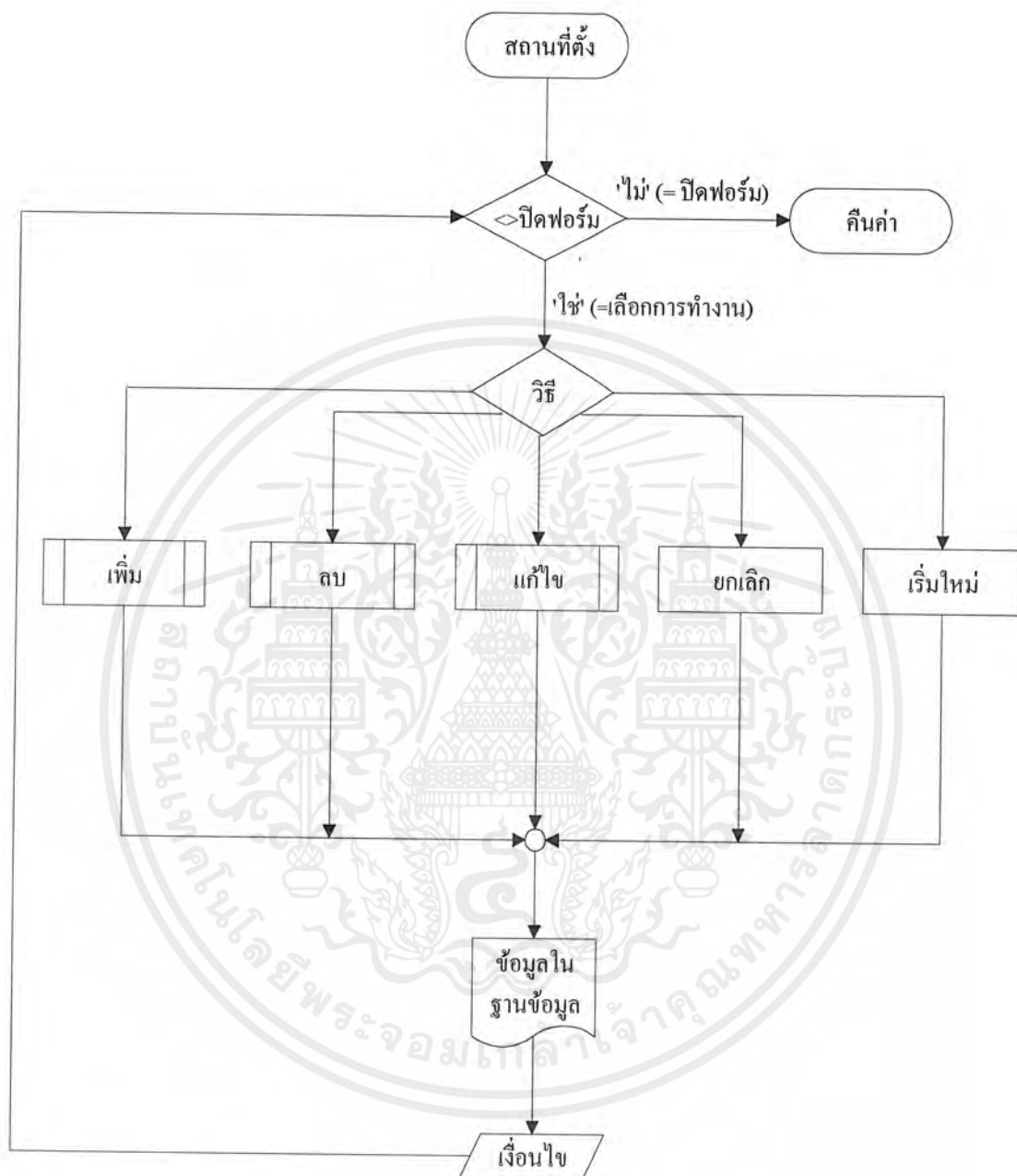
รูปที่ 25 Flowchart แสดงการทำงานของโครงข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



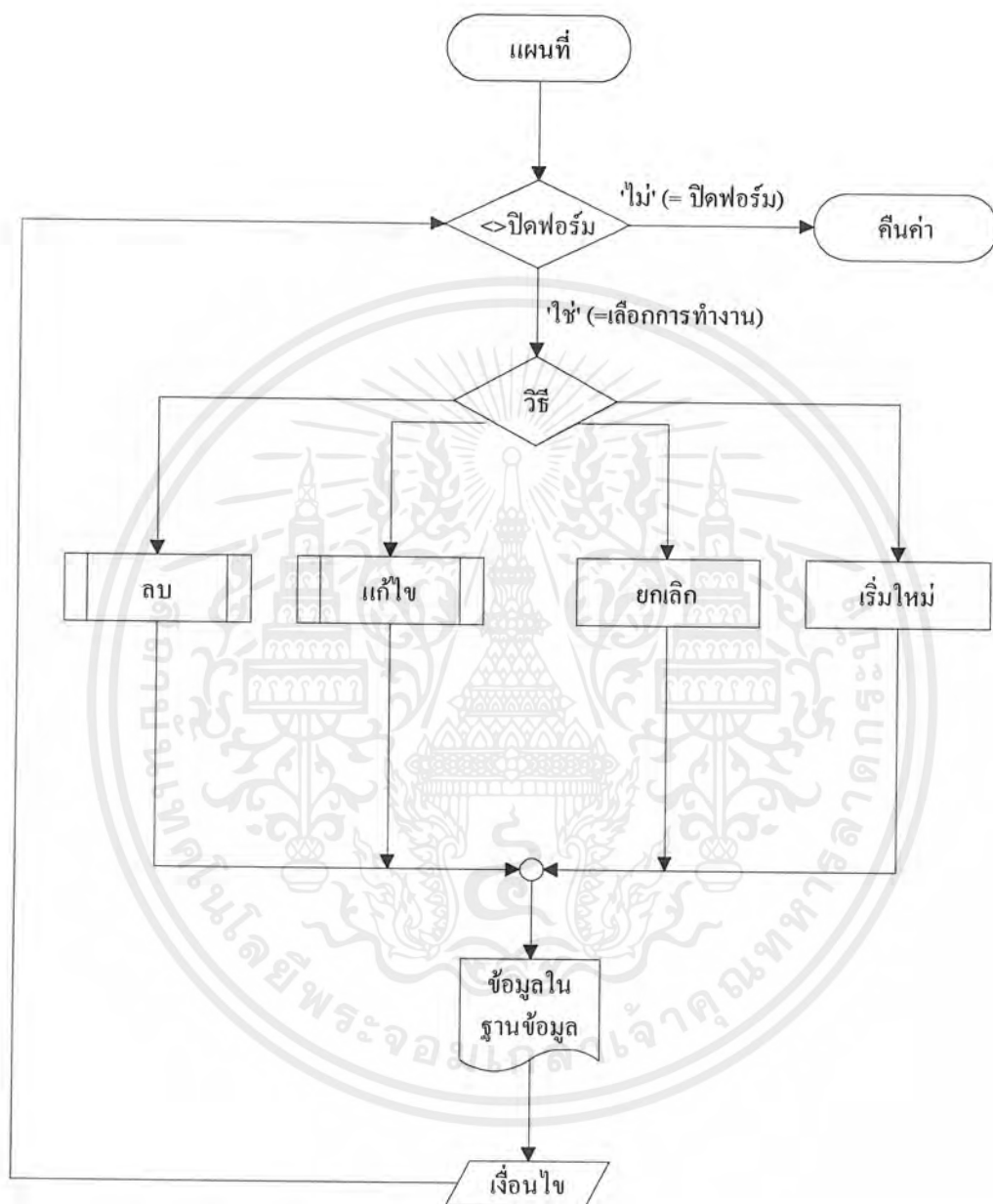
รูปที่ 26 Flowchart แสดงการทำงานของสถานที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



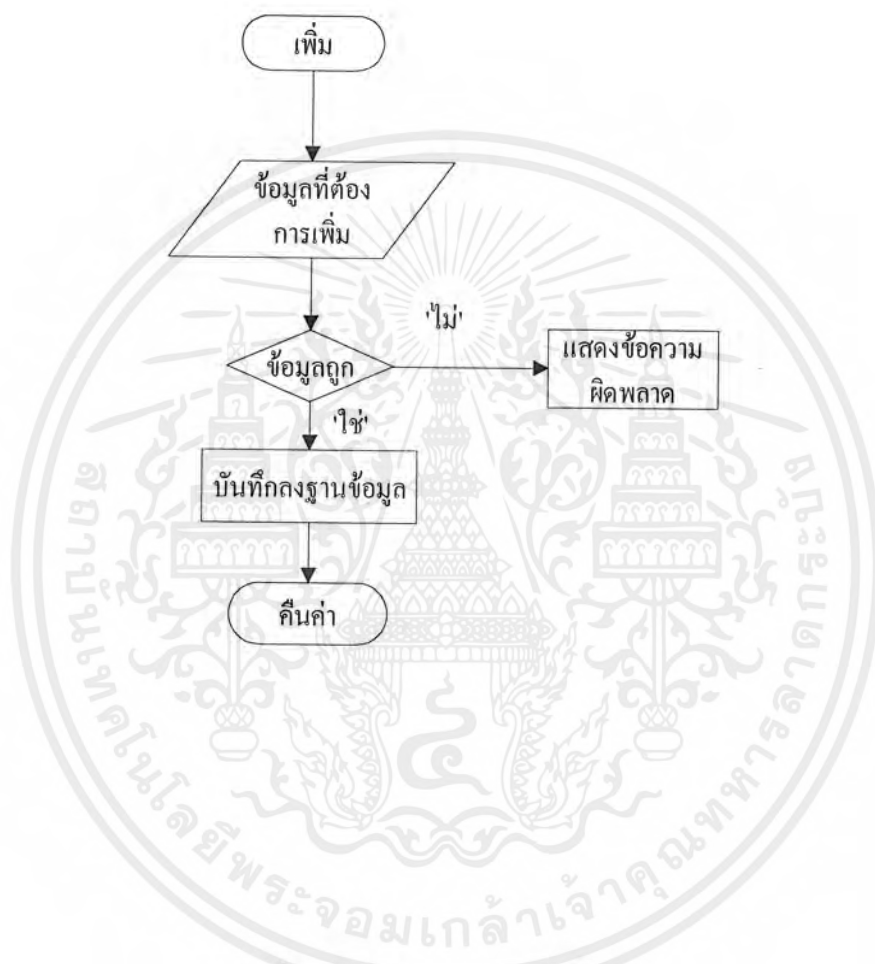
รูปที่ 27 Flowchart แสดงการทำงานของสถานที่ตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



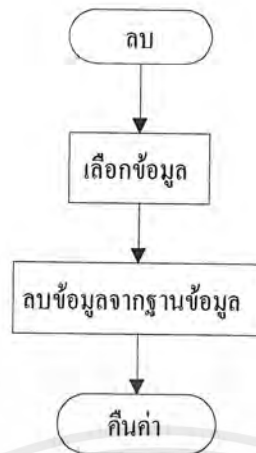
รูปที่ 28 Flowchart แสดงการทำงานของเมนูที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

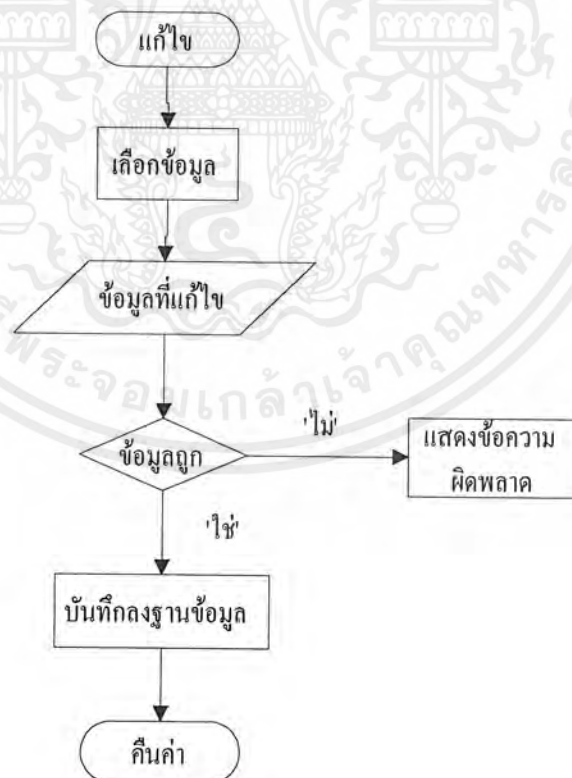


รูปที่ 29 Flowchart แสดงการเพิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

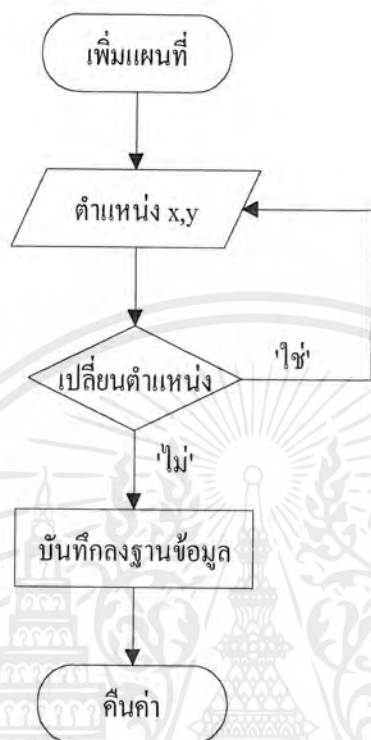


รูปที่ 30 Flowchart แสดงการลบ



รูปที่ 31 Flowchart แสดงการแก้ไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 32 Flowchart แสดงการเพิ่มแผนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.1.3 อธิบายหลักการทำงาน

การทำงานของโปรแกรม ใช้หลักการคำนวณหาระยะทางและระยะเวลาสั้นที่สุด (ทั้ง 3 ช่วงเวลา) โดยใช้ Dijkstra 's algorithm ที่ปรับปรุงให้หาระยะทางและระยะเวลาสั้นที่สุดกับจุดเริ่มต้นทุก ๆ จุดเริ่มต้น โดยทำการคำนวณค่าต่าง ๆ เก็บไว้ในอาร์เรย์ขณะทำการรัน โปรแกรมวิเคราะห์เส้นทางในเขตกรุงเทพมหานครเพื่อใช้ระยะทางหรือระยะเวลาในการเดินทางน้อยที่สุด โดยค่าที่ได้จากการคำนวณประกอบด้วยค่า ระยะทางสั้นที่สุด, ระยะเวลาสั้นที่สุด (ทั้ง 3 ช่วงเวลา) และเส้นทางที่ผ่านของระยะทางและระยะเวลาสั้นที่สุด ซึ่งเก็บอยู่ในอาร์เรย์ต่อไปนี้

ชื่ออาร์เรย์	ขนาด	หมายเหตุ
ArrayDistance	(1..200) x (1..200)	เก็บค่าที่ได้จากการคำนวณระยะทางสั้นที่สุด
NodeDistance	(1..200) x (1..200)	เก็บค่าเส้นทางที่ผ่านที่ได้จากการคำนวณระยะทางสั้นที่สุด
ArrayV1	(1..200) x (1..200)	เก็บค่าที่ได้จากการคำนวณระยะเวลาสั้นที่สุดในช่วงเวลา 06.00 - 09.00 น.
NodeV1	(1..200) x (1..200)	เก็บค่าเส้นทางที่ผ่านที่ได้จากการคำนวณระยะเวลาสั้นที่สุดในช่วงเวลา 06.00 - 09.00 น.
ArrayV2	(1..200) x (1..200)	เก็บค่าที่ได้จากการคำนวณระยะเวลาสั้นที่สุดในช่วงเวลา 16.00 - 19.00 น.
NodeV2	(1..200) x (1..200)	เก็บค่าเส้นทางที่ผ่านที่ได้จากการคำนวณระยะเวลาสั้นที่สุดในช่วงเวลา 16.00 - 19.00 น.
ArrayV3	(1..200) x (1..200)	เก็บค่าที่ได้จากการคำนวณระยะเวลาสั้นที่สุดในช่วงเวลา 09.00 - 16.00 น. และ 16.00 - 06.00 น.
NodeV3	(1..200) x (1..200)	เก็บค่าเส้นทางที่ผ่านที่ได้จากการคำนวณระยะเวลาสั้นที่สุดในช่วงเวลา 09.00 - 16.00 น. และ 16.00 - 06.00 น.
ArrayNode	(1..200)	ใช้สำหรับการคำนวณหาเส้นทางที่ผ่านจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดปลายทางที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยอาร์เรย์เหล่านี้กำหนดอยู่ในส่วน Module1 ของโปรแกรม ShortestRoute และการคำนวณค่าต่างๆ อยู่ในส่วน MDIForm\_Load ของ FrmMain ในโปรแกรม ShortestRoute โดยลักษณะการทำงานเป็นดังนี้

1. ทำการรับค่าโหนด Begin และ End จากตาราง NETWORK1 ในฐานข้อมูลซึ่งจะได้ค่าเป็นรหัสของสถานที่ต่าง ๆ
2. ทำการหาค่าตำแหน่งของ Begin และ End ว่าเป็นโหนดลำดับที่เท่าไรในตาราง NODE1 เพื่อใช้ในการอ้างอิงตำแหน่ง (ใช้ค่า Begin และ End โดยตรงไม่ได้เนื่องจากเป็นค่า string ซึ่งมีความยาว 6 ตัวอักษร ไม่เหมาะในการอ้างอิงเมื่อใช้กับโครงสร้างข้อมูลแบบอาร์เรย์)
3. ทำการเก็บค่าระยะทางและระยะเวลาช่วงต่างๆ ลงในอาร์เรย์โดยอ้างอิงตำแหน่งจากค่าที่ได้ในข้อ 2
4. ทำซ้ำ 1-3 กับทุก ๆ ข้อมูลในตาราง NETWORK1
5. ทำการคำนวณหาระยะทางสั้นสุด และ ระยะเวลาสั้นที่สุดทั้ง 3 ช่วงเวลากับทุก ๆ โหนด โดยใช้อัลกอริทึมของ Dijkstra 's algorithm

การคำนวณหาเส้นทางที่ผ่านอยู่ในส่วนการกดปุ่มขาเข้าเมืองหรือขาออกเมืองโดยต้องพิจารณาเงื่อนไขตามที่ผู้ใช้ได้เลือกไว้ โดยใช้อาร์เรย์ ArrayNode ในการคำนวณหาเส้นทางที่ผ่าน เช่น ผู้ใช้กดปุ่ม ระยะทางและขาเข้าเมือง แสดงว่าต้องคำนวณหาระยะทางสั้นที่สุดโดยการแสดงผลเป็นแบบขาเข้าเมืองซึ่งค่าระยะทางสั้นที่สุดได้จากอาร์เรย์ ArrayDistance ซึ่งได้ทำการคำนวณไว้แล้ว ขณะรันโปรแกรม ส่วนเส้นทางที่ผ่านต้องไปพิจารณาจากอาร์เรย์ NodeDistance โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดจุดเริ่มต้นและจุดปลายทางจากการรับข้อมูลโดยต้องเปลี่ยนเป็นค่าตำแหน่งที่ใช้ในการอ้างอิงจากการคำนวณโดยใช้ตาราง NODE1 ในฐานข้อมูล
2. พิจารณาเส้นทางที่ผ่านจากอาร์เรย์ของเส้นทางที่ผ่านตามเงื่อนไขที่ผู้ใช้กำหนดเช่นผู้ใช้ต้องการทราบระยะเวลาสั้นที่สุดในช่วงเวลา 06.00-09.00 น. จะทำการพิจารณาเส้นทางที่ผ่านจากอาร์เรย์ NodeV1
3. ทำการแปลงข้อมูลเพื่อการแสดงผล

การแสดงผลแผนที่ ใช้ Control 'Microsoft PictureClip Control 5.0' ซึ่งอยู่ใน Components ของ Project โดยหลักการทำงานของ PictureClip คือจะทำการตัดภาพออกเป็น Block เพื่อที่จะนำมาแสดงใน PictureBox โดยต้องกำหนดตำแหน่งเริ่มต้น และ ขนาดของ block ที่จะตัด

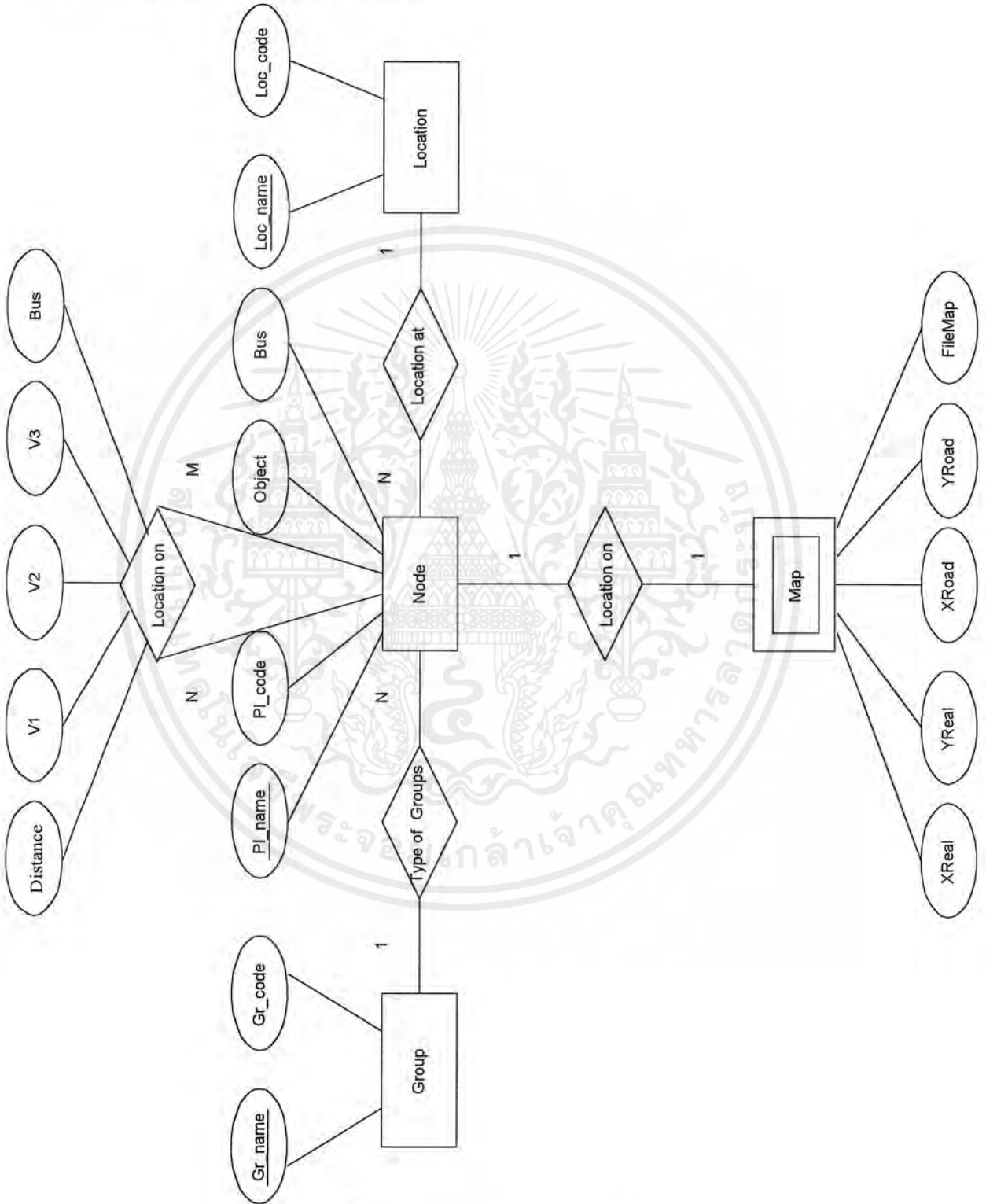
การเพิ่มภาพแผนที่ ใช้ PictureClip ทำการโหลดภาพขึ้นมาใหม่และกำหนดลักษณะการแสดงผลตามต้องการ และ ต้องมีการแก้ไขข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตำแหน่งของโหนดต่าง ๆ บนแผนที่ใหม่เพื่อความถูกต้องในการแสดงผล (ถ้าการเพิ่มภาพแผนที่ไม่ได้เพิ่มเข้าไปในส่วนมุมมองด้านขวาของแผนที่ไม่จำเป็นต้องแก้ไขข้อมูลตำแหน่งของโหนด)

#### การพัฒนาโปรแกรม

1. เนื่องจากโปรแกรมนี้อำนาจการทำงานโดยการคำนวณค่าต่าง ๆ ขณะทำการรัน โปรแกรมซึ่งทำให้ต้องเสียเวลาในการคำนวณ และ เนื่องจากฐานข้อมูลที่น่ามาใช้ในการคำนวณนั้นในการใช้งานจริงไม่ได้ถูกเปลี่ยนแปลงบ่อยมากนัก เพราะฉะนั้นควรจะพัฒนาให้มีการเก็บผลที่ได้จากการคำนวณไว้เป็นไฟล์ และ ทำการเปลี่ยนแปลง (update) เมื่อข้อมูลในฐานข้อมูลเปลี่ยนแปลงเท่านั้น
2. โปรแกรมใช้โครงสร้างในการเก็บผลที่ได้จากการคำนวณเป็นแบบอาร์เรย์ซึ่งทำให้ต้องกำหนดเป็นขนาดที่แน่นอนซึ่งเป็นข้อจำกัดของโปรแกรม หากสามารถทำการพัฒนาเปลี่ยนแปลงเป็นโครงสร้างที่มีความยืดหยุ่นกว่าเช่น ประเภท pointer ซึ่งจะทำให้การเพิ่มจุดเข้าไปได้ไม่จำกัด

### 3.2 รายละเอียดการออกแบบฐานข้อมูล (ER Model)

การออกแบบฐานข้อมูลของระบบนี้ได้ใช้ ER Model (Entity Relational Model) ซึ่งแสดงรายละเอียดการออกแบบฐานข้อมูลของระบบงานดังนี้



รูปที่ 33 Entity Relationship Model

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3 รายละเอียดตารางที่ใช้ในระบบงาน

จากการออกแบบฐานข้อมูลโดยใช้ ER Model นั้น สามารถพิจารณาความสัมพันธ์และสร้างเป็นตาราง ได้ดังนี้

#### 3.3.1 รายชื่อของตารางทั้งหมดที่ใช้ในระบบงาน

ลำดับที่	ชื่อตาราง	ความหมาย
1	Group1	ตารางกลุ่มสถานที่
2	Location1	ตารางตำแหน่งสถานที่
3	Node1	ตารางรายละเอียดสถานที่
4	Network1	ตารางรายละเอียดระหว่างสถานที่ 2 ที่
5	Map1	ตารางตำแหน่งสถานที่บนแผนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.2 โครงสร้างของตารางข้อมูล

ชื่อตาราง            **Group1**            กลุ่มสถานที่  
 ชื่อคีย์หลัก        **Gr\_Code**            รหัสกลุ่มสถานที่

ลำดับที่	ชื่อฟิลด์	ชนิดข้อมูล	ความหมาย
1	Gr_Code	Text (2)	รหัสกลุ่มสถานที่
2	Gr_Name	Text (200)	ชื่อกลุ่มสถานที่

ชื่อตาราง            **Location1**            ตำแหน่งสถานที่  
 ชื่อคีย์หลัก        **Loc\_Code**            รหัสสถานที่ตั้ง

ลำดับที่	ชื่อฟิลด์	ชนิดข้อมูล	ความหมาย
1	Loc_Code	Text (5)	รหัสสถานที่ตั้ง
2	Loc_Name	Text (200)	ชื่อสถานที่ตั้ง

ชื่อตาราง            **Node1**                รายละเอียดสถานที่  
 ชื่อคีย์หลัก        **Pl\_Code**                รหัสสถานที่

ลำดับที่	ชื่อฟิลด์	ชนิดข้อมูล	ความหมาย	หมายเหตุ
1	Pl_Code	Text (6)	รหัสสถานที่	ตัวอักษร 2 ตัวแรก เป็นรหัสกลุ่มสถานที่ ตัวอักษรที่เหลือ เป็นลำดับของสถานที่ในกลุ่ม
2	Pl_Name	Text (255)	ชื่อสถานที่	
3	Gr_Code	Text (2)	รหัสกลุ่มสถานที่	
4	Loc_Code	Text (5)	รหัสสถานที่ตั้ง	
6	Bus	Memo	สายรถประจำทาง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อตาราง **Network1** รายละเอียดระหว่างสถานที่ 2 ที่  
 ชื่อคีย์หลัก **Begin + End** รหัสสถานที่เริ่มต้น + รหัสสถานที่ปลายทาง

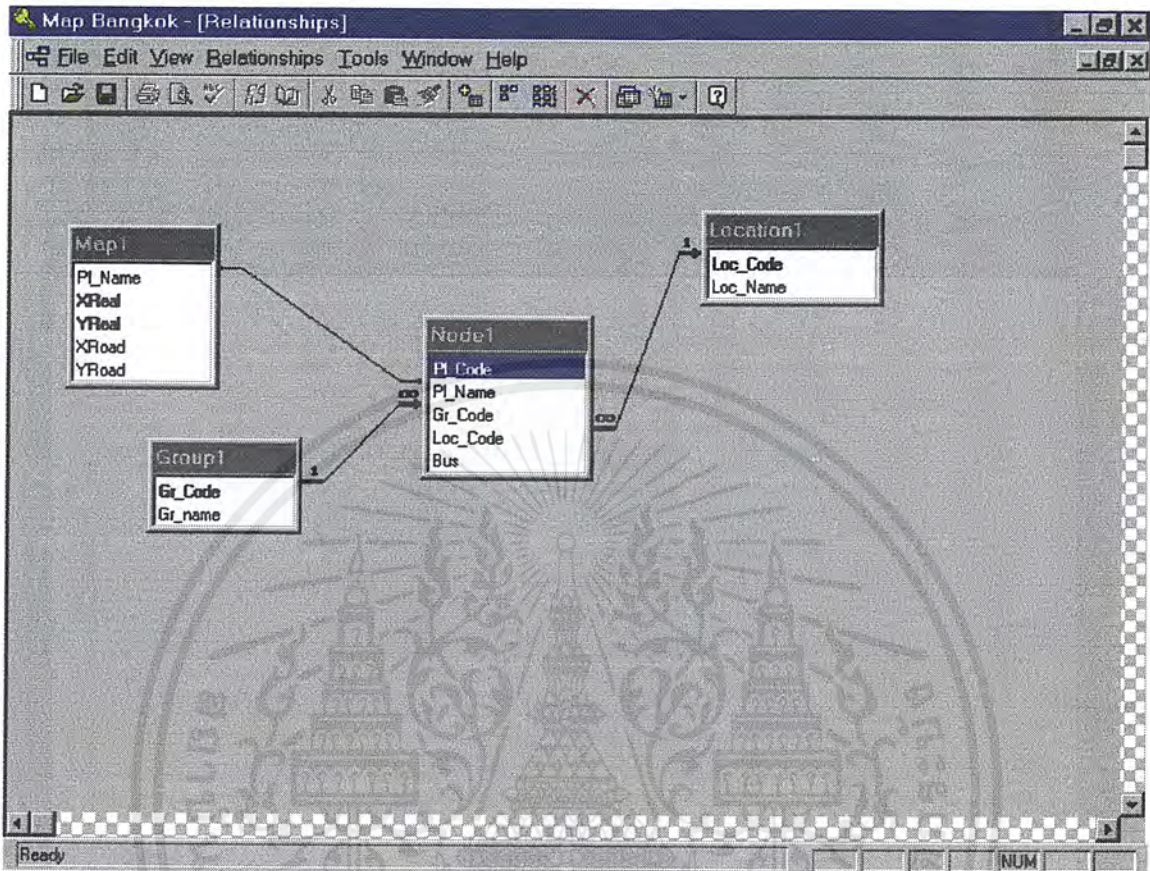
ลำดับที่	ชื่อฟิลด์	ชนิดข้อมูล	ความหมาย
1	Begin	Text (255)	รหัสสถานที่เริ่มต้น
2	End	Text (255)	รหัสสถานที่ปลายทาง
3	Distance	Number(Double)	ระยะทางระหว่างสถานที่ทั้งสอง
4	V1	Number(Double)	อัตราเร็วช่วงที่ 1
5	V2	Number(Double)	อัตราเร็วช่วงที่ 2
6	V3	Number(Double)	อัตราเร็วช่วงที่ 3
7	Bus	Memo	สายรถประจำทางที่ผ่าน
8	Direct	True/False	ทิศทางการเดินทาง
9	Bg_En	Text (255)	ชื่อสถานที่เริ่มต้น-ปลายทาง

ชื่อตาราง **Map1** ตำแหน่งสถานที่บนแผนที่  
 ชื่อคีย์หลัก **X\_Real + Y\_Real**  
 ตำแหน่งจริงในแนวแกน X + ตำแหน่งจริงในแนวแกน Y

ลำดับที่	ชื่อฟิลด์	ชนิดข้อมูล	ความหมาย
1	Pl_Name	Text (255)	ชื่อสถานที่
2	Xreal	Number(long Int)	ตำแหน่งจริงในแนวแกน X
3	Yreal	Number(long Int)	ตำแหน่งจริงในแนวแกน Y
4	Xroad	umber(long Int)	ตำแหน่งในแนวแกน X บนถนน
5	Yroad	umber(long Int)	ตำแหน่งในแนวแกน Y บนถนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างตาราง



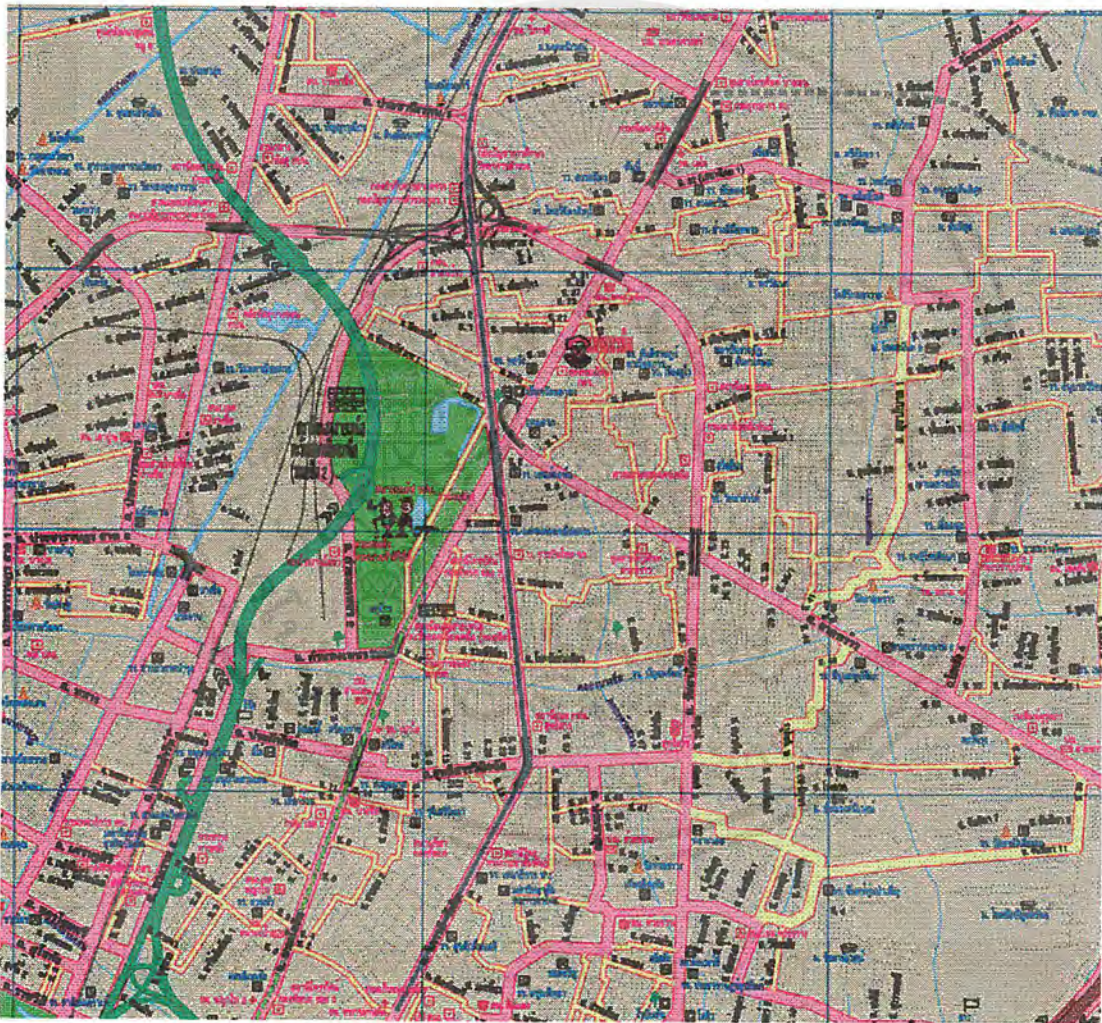
รูปที่ 34 ความสัมพันธ์ระหว่างตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4 การออกแบบในส่วนของไฟล์แผนที่

ไฟล์แผนที่ทั้งหมดของกรุงเทพฯ ชื่อ Bus.bmp จะมียู่ใน directory C:\Shortest Route in Bkk\Map\Bus.bmp

แต่ในปัญหาพิเศษนี้ได้ทำการตัดรูปแผนที่เฉพาะส่วนหนึ่งของกรุงเทพฯ เพื่อทำเป็นตัวอย่างให้เห็นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งไฟล์แผนที่นี้จะอยู่ใน directory C:\Shortest Route in Bkk\Map\PicMapAll



รูปที่ 35 แผนที่ที่ใช้ในปัญหาพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าผู้ที่สนใจต้องการแผนที่ทั้งหมดหรือแผนที่ส่วนอื่นๆ ก็สามารถทำได้โดยการ

- ตัดแผนที่ในส่วนที่สนใจ แล้ว บันทึกเก็บไว้ใน directory  
C:\Shortest Route in Bkk\Bus\ ชื่อไฟล์แผนที่ .jpg
- ในส่วนของโปรแกรมให้เปลี่ยน property Picture ของ PicClip1 โดยให้เลือกชื่อไฟล์รูปภาพที่ต้องการ
- ในส่วนของ database ให้ลบข้อมูลของตาราง Map1 ในแฟ้ม C:\Shortest Route in Bkk\MapBangkok.mdb ให้หมด แล้วทำการเพิ่มตำแหน่งสถานที่ใหม่จากโปรแกรม Developer เลือกปุ่มสถานที่ จะมีการให้ใส่ตำแหน่งของสถานที่บนแผนที่ สาเหตุที่ต้องทำเช่นนี้เพราะเมื่อ Load แผนที่ใหม่จะทำให้ตำแหน่งของสถานที่ต่างๆ เปลี่ยนไป จึงไม่สามารถใช้ค่าตำแหน่งเดิมได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### การประเมินผลระบบ

การทดสอบและประเมินผลโครงการงานการวิเคราะห์เส้นทางในเขตกรุงเทพมหานคร เพื่อใช้ระยะทางหรือระยะเวลาในการเดินทางน้อยที่สุด โดยใช้ Microsoft Visual Basic 5.0 บนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้ระบบการปฏิบัติการ (OS) วินโดวส์ 95 ขึ้นไป สามารถประเมินผลได้ดังนี้

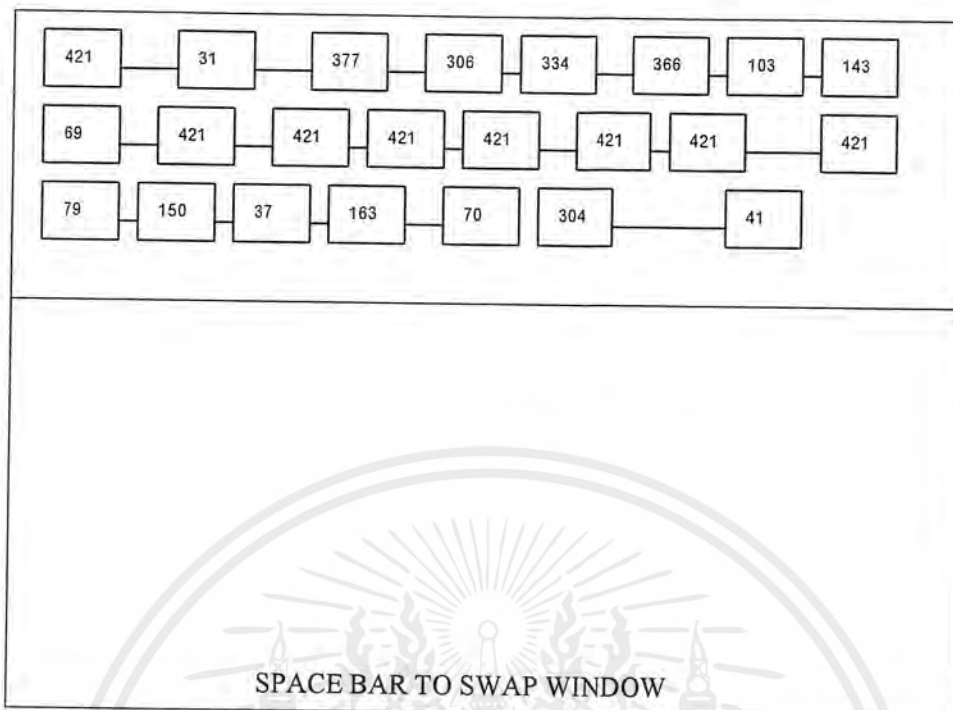
ประเมินผลด้านการคำนวณหาระยะทางและระยะเวลาสั้นที่สุด สามารถคำนวณหาระยะทางและระยะเวลาที่สั้นที่สุดในแต่ละเส้นทางได้อย่างถูกต้อง

ประเมินผลด้านการแสดงผล สามารถแสดงผลได้ทั้งในรูปแบบของรายงานและแผนที่

จากหัวข้อปัญหาพิเศษเรื่อง การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการวิเคราะห์เส้นทางในเขตกรุงเทพมหานคร เพื่อใช้ระยะเวลาหรือระยะทางในการเดินทางน้อยที่สุด ของนักศึกษาภาควิชาสถิติ ประยุกต์ ปีการศึกษา 2533 พบว่า

ผลที่ได้จากการ Run Program ค่อนข้างยุ่งยาก เพราะว่าผลที่ได้มาแสดงเป็นหมายเลขของสถานที่ที่เส้นทางที่วิเคราะห์ได้ผ่านเท่านั้น

การใส่ข้อมูลค่อนข้างยุ่งยาก เพราะข้อมูลที่ใส่เป็นตัวเลขประจำโหนด ไม่ได้ใส่เป็นชื่อสถานที่ ดังนั้นผู้ที่ใส่ข้อมูลจะต้องทราบก่อนว่า สถานที่เริ่มต้นและสถานที่ปลายทางมีหมายเลขประจำโหนดเท่าไร



รูปที่ 36 หน้าจอแสดงหมายเลขของสถานที่ทั้งหมดที่ผ่านในระหว่างการเดินทาง

ประเมินผลด้านการบันทึกข้อมูล ไม่ว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรกับข้อมูลเช่น มีถนนตัดใหม่เพิ่มขึ้น หรือต้องการความละเอียดของข้อมูลมากขึ้นเช่น ต้องการจะรวมทางลัดในตรอกชอกชอยหรือทางด่วน ก็สามารถทำการแก้ไขข้อมูลได้ โดยจัดทำระบบการ Developer ข้อมูลไว้สำหรับผู้ใช้โดยระบบนี้ได้ออกแบบให้ใช้งานได้ง่ายที่สุดสำหรับคนที่ไม่มีความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์ ถ้าได้ศึกษาคู่มือการใช้งานอย่างละเอียดก็สามารถทำการเปลี่ยนแปลงข้อมูลได้

ประเมินผลด้านการค้นหาข้อมูล สามารถค้นหาข้อมูลต่างๆ ตามเงื่อนไขที่ต้องการได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### บทสรุปและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 บทสรุป

การหาเส้นทางที่ดีที่สุดนั้น แก้ปัญหาได้โดยการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเส้นทางต่างๆ ไว้ จากนั้นหาวิธีการที่จะวิเคราะห์เพื่อให้ได้เส้นทางที่ดีที่สุด สำหรับหลักการทางด้านคณิตศาสตร์ที่ได้นำมาใช้ในปัญหาพิเศษนี้คือ เทคนิคการหาเส้นทางที่สั้นที่สุด (Shortest Route Problem) ซึ่งนำมาใช้แก้ปัญหาค่าเส้นทางที่สั้นที่สุดระหว่างจุดสองจุด ซึ่งการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดนี้อาจจะเป็นการหาเส้นทางที่ใช้ระยะทางสั้นที่สุด หรือ ใช้ระยะเวลาน้อยที่สุด หรือ ในแง่ของการเสียทรัพยากรในการเดินทางน้อยที่สุด

การนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการหาเส้นทางโดยวิธีการ Shortest Route Problem และใช้ Microsoft Visual Basic 5.0 เป็น Interface User เพื่อติดต่อกับฐานข้อมูล Microsoft Access ซึ่งในส่วน Interface User ได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นการจัดการฐานข้อมูลซึ่งรวมถึงการบันทึก แก้ไข และลบข้อมูลต่างๆ ในฐานข้อมูล ส่วนที่สองใช้ในการคำนวณหาเส้นทางตามเงื่อนไขที่ผู้ใช้กำหนด โดยจะทำการแสดงผลออกมาในรูปแบบของรายงานและแผนที่

จากการนำไปใช้งานพบว่า สามารถจะวิเคราะห์เส้นทางออกมาได้อย่างรวดเร็วเมื่อเทียบกับข้อมูลทั้งหมดที่ใช้ สำหรับข้อมูลเกี่ยวกับระยะเวลาระหว่างจุดสองจุดใดๆ ในขั้นต้นนี้ได้คำนวณขึ้นจากระยะทางเทียบกับอัตราความเร็วในแต่ละช่วงเวลา ถ้าหาเห็นว่าระยะเวลาที่ได้ไม่เหมาะสมก็สามารถจะปรับปรุงข้อมูลได้ตลอดเวลา

จากการวิเคราะห์โดยโปรแกรมจะได้เส้นทางที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งพิจารณาจากระยะทางหรือระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางเป็นเกณฑ์ คือจะเลือกหาเส้นทางที่ใช้ระยะเวลาในการเดินทางน้อยที่สุดหรืออาจจะเลือกหาเส้นทางที่ใช้ระยะทางในการเดินทางสั้นที่สุด สำหรับเส้นทางระหว่างสองสถานที่ตอนขาไปและขากลับอาจจะได้เส้นทางคนละเส้นทางก็ได้ เนื่องจากเส้นทางบางเส้นทางเป็นการเดินทางเดียว (One way) ทำให้ต้องเลี่ยงไปใช้เส้นทางอื่น และสำหรับเส้นทางระหว่างสองสถานที่ใดๆ ถ้าใช้เกณฑ์ในการเลือกต่างกันคือระยะเวลาหรือระยะทางก็อาจจะได้เส้นทางที่ต่างกัน หรือแม้แต่ใช้เกณฑ์เดียวกันคือเฉพาะเกณฑ์ระยะเวลาในการเดินทางถ้าช่วงเวลาในการเดินทางต่างกันแล้วจะมีผลทำให้ได้เส้นทางที่ต่างกันออกไป

ปัจจัยที่มีผลต่อระยะเวลาที่ใช้ในปัญหาพิเศษนี้จะเป็นเพียงบางส่วนเท่านั้นเพราะจากสภาพการใช้ถนนหนทางต่างๆ นั้น ย่อมมีความแปรปรวนตลอดเวลา คือ บางวันถนนสายนี้มียานพาหนะอยู่คับคั่งและบางวันอาจจะบางตา หรือแม้แต่ในช่วงเวลาเดียวกันอัตราความเร็วก็แตกต่างกันไป เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นได้ว่าเป็นการยากที่จะหาเกณฑ์ใดเกณฑ์หนึ่งมาเป็นตัวกำหนดระยะเวลาในการเดินทางให้แม่นยำและใกล้เคียงความเป็นจริงได้ ซึ่งเกณฑ์ที่ได้พิจารณานี้เป็นเพียงปัจจัยคร่าวๆ ที่คิดว่าน่าจะมีผลทำให้ระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางแตกต่างกันปัจจัยนี้ก็คือช่วงเวลาที่ใช้ในการเดินทาง

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

- 1) ควรจะใช้คอมพิวเตอร์ที่มีขีดความเร็วในการประมวลผลค่อนข้างสูง เนื่องจากปริมาณข้อมูลจำนวนมากอาจจะทำให้การคำนวณทำได้ค่อนข้างล่าช้า
- 2) โครงการนี้ หากต้องการพัฒนาเพื่อใช้ในระบบงานจริงจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลบางส่วนเช่น อัตราเร็วให้ใกล้เคียงกับข้อมูลในปัจจุบันมากที่สุด เพื่อจะทำให้ได้ผลที่ถูกต้องมากขึ้น
- 3) จากสภาพเส้นทางในเขตกรุงเทพมหานครนั้นควรจะได้มีการนำเส้นทางบนทางด่วนมาพิจารณาด้วย ซึ่งโปรแกรมนี้สามารถที่จะพิจารณาถึงเส้นทางในส่วนนี้ได้ เพียงแต่ต้องมีการเก็บข้อมูลเพิ่มเติมโดยข้อมูลสถานที่ที่เพิ่มเข้าไปให้เป็นจุดขึ้นลงทางด่วน
- 4) สถานที่ที่ใช้อ้างอิงในปัญหาพิเศษนี้เป็นสถานที่สำคัญๆ ซึ่งบางสถานที่ที่มีอยู่จริงอาจจะไม่ได้ถูกอ้างอิงถึงจึงควรจะต้องเก็บข้อมูลในส่วนนี้ให้ครอบคลุมเพิ่มมากขึ้น
- 5) ควรจะได้มีการพิจารณาถึงระยะทางภายในตรอกซอกซอยและถนนเชื่อม ตลอดจนเส้นทางลัดด้วย เพราะจะทำให้ได้เส้นทางที่ใกล้เคียงความเป็นจริงมากขึ้น
- 6) ควรจะได้มีการพิจารณาถึงช่วงเวลาที่ผลบังคับใช้เส้นทางการเดินทางเดียวและการเดินทางสองทางเพื่อให้เหมาะสมกับสภาพเส้นทางจริงมากขึ้น เพราะบางเส้นทางที่ได้กำหนดให้เป็นการเดินทางเดียวหรือการเดินทางสองทางได้กำหนดเฉพาะบางช่วงเวลาเท่านั้น



## ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมจะมีอยู่สองส่วน คือ

1. ส่วนโปรแกรมวิเคราะห์เส้นทางในเขตกรุงเทพมหานครเพื่อใช้หาระยะทางหรือระยะเวลาในการเดินทางน้อยที่สุด
2. ส่วนโปรแกรมพัฒนาข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์เส้นทางในเขตกรุงเทพมหานครเพื่อใช้ระยะทางหรือระยะเวลาในการเดินทางน้อยที่สุด



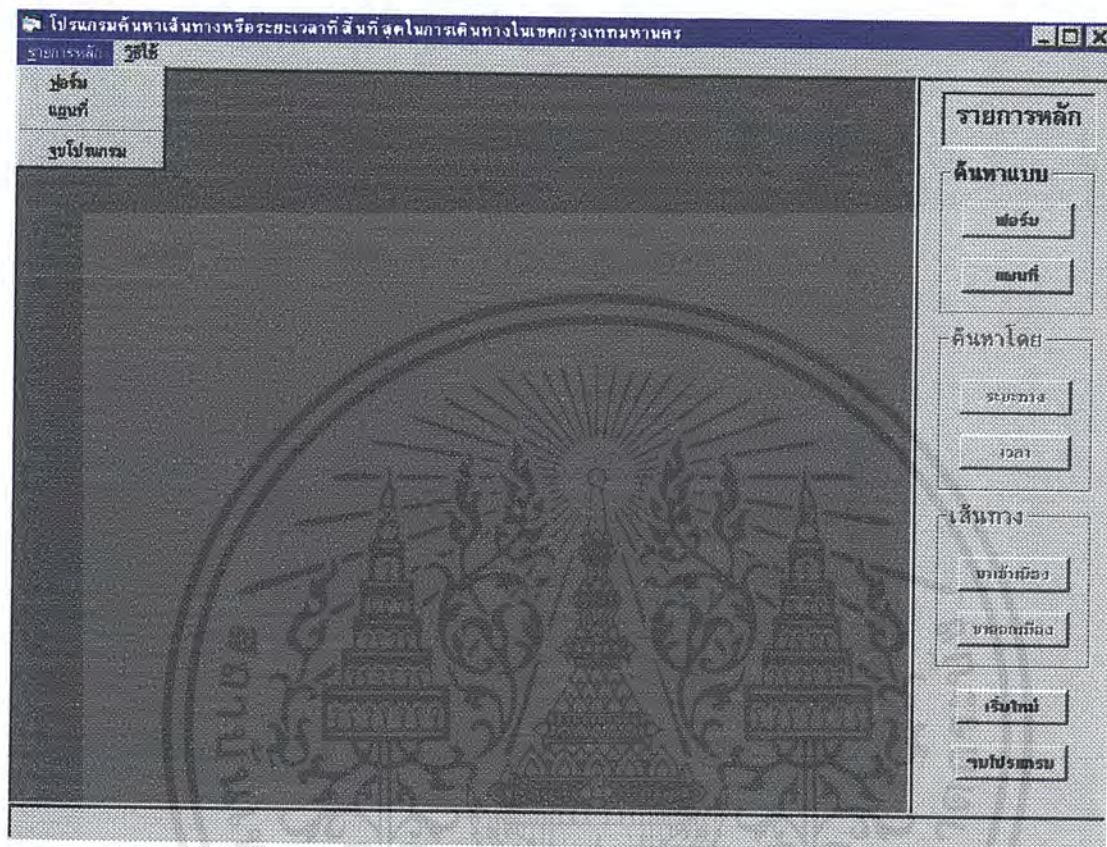
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



1. ส่วนโปรแกรมวิเคราะห์เส้นทางในเขตกรุงเทพมหานครเพื่อใช้ระยะทาง  
หรือระยะเวลาในการเดินทางน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อรันโปรแกรมวิเคราะห์เส้นทางในเขตกรุงเทพมหานครเพื่อใช้ระยะทางหรือระยะเวลาในการเดินทางน้อยที่สุด จะปรากฏหน้าจอหลัก ดังรูป



รูปที่ 37 หน้าจอหลักของโปรแกรมวิเคราะห์เส้นทาง

สามารถเลือกแบบของการค้นหา จาก รายการหลักบนเมนูบาร์ (Menu Bar) ทางด้านขวา หรือจากรายการหลักบนเมนูบาร์ (Menu Bar) ด้านบน

เฟรมค้นหาแบบ	เลือกว่าจะใส่ข้อมูลจากฟอร์ม หรือจะใส่ข้อมูลโดยคลิกบนแผนที่
กดปุ่ม ฟอร์ม	ถ้าต้องการเลือกสถานที่โดยใส่ข้อมูลผ่านฟอร์ม
กดปุ่ม แผนที่	ถ้าต้องการเลือกสถานที่โดยคลิกบนแผนที่
เฟรมค้นหาโดย	เลือกว่าต้องการหาเส้นทางที่มีระยะทางน้อยที่สุด หรือเส้นทางที่ใช้เวลาในการเดินทางน้อยที่สุด ( จะ active หลังจากที่ได้เลือกที่จะค้นหาแบบใด)
เฟรมเส้นทาง	เลือกว่าต้องการให้แสดงเส้นทางขาเข้าเมือง หรือขาออกเมือง (จะ active หลังจากที่ได้เลือก สถานที่เริ่มต้นและสถานที่ปลายทางแล้ว )
กดปุ่ม เริ่มใหม่	เพื่อทำการเริ่มใหม่ตั้งแต่ต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อกดปุ่ม ฟอรัม หรือ แผนที่ จะปรากฏหน้าต่าง ดังนี้



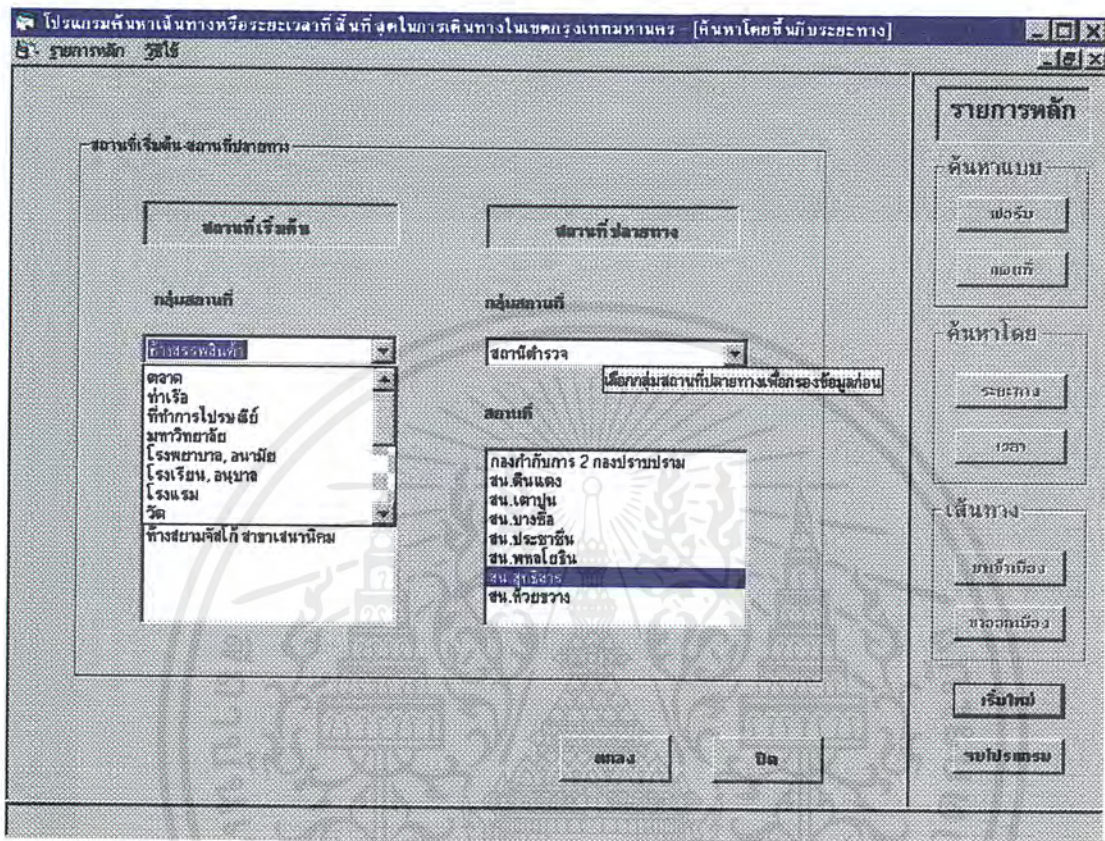
รูปที่ 38 หน้าจอให้เลือกลักษณะการค้นหา

เลือกว่าจะให้ค้นหาโดยขึ้นกับระยะทางหรือระยะเวลา จากรายการหลักบนเมนูบาร์ (Menu Bar )  
ทางด้านขวา

กดปุ่ม ระยะทาง ถ้าต้องการค้นหาเส้นทางที่ใช้ระยะทางในการเดินทางน้อยที่สุด

กดปุ่ม เวลา ถ้าต้องการค้นหาเส้นทางที่ใช้เวลาในการเดินทางน้อยที่สุด

กรณี เลือกค้นหาแบบใช้ **ฟอร์ม** และค้นหาโดยให้หา **ระยะทาง** ในการเดินทางน้อยที่สุด จะปรากฏ หน้าจอ ดังนี้



รูปที่ 39 หน้าจอใช้ฟอร์ม ค้นหาโดยขึ้นกับ ระยะทาง

เลือกสถานที่เริ่มต้น และสถานที่ปลายทาง โดยต้องเลือกประเภทกลุ่มของสถานที่ก่อนเพื่อกรองสถานที่ตามประเภทกลุ่ม

กดปุ่ม ตกลง เมื่อเลือกสถานที่เริ่มต้นและสถานที่ปลายทางแล้ว

กดปุ่ม ปิด เมื่อต้องการปิดฟอร์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณี เลือกค้นหาแบบใช้ *ฟอร์ม* และค้นหาโดยให้หา *เวลา* ในการเดินทางน้อยที่สุด จะปรากฏหน้า  
จอ ดังนี้

รูปที่ 40 หน้าจอใช้ *ฟอร์ม* ค้นหาโดยขึ้นกับเวลา

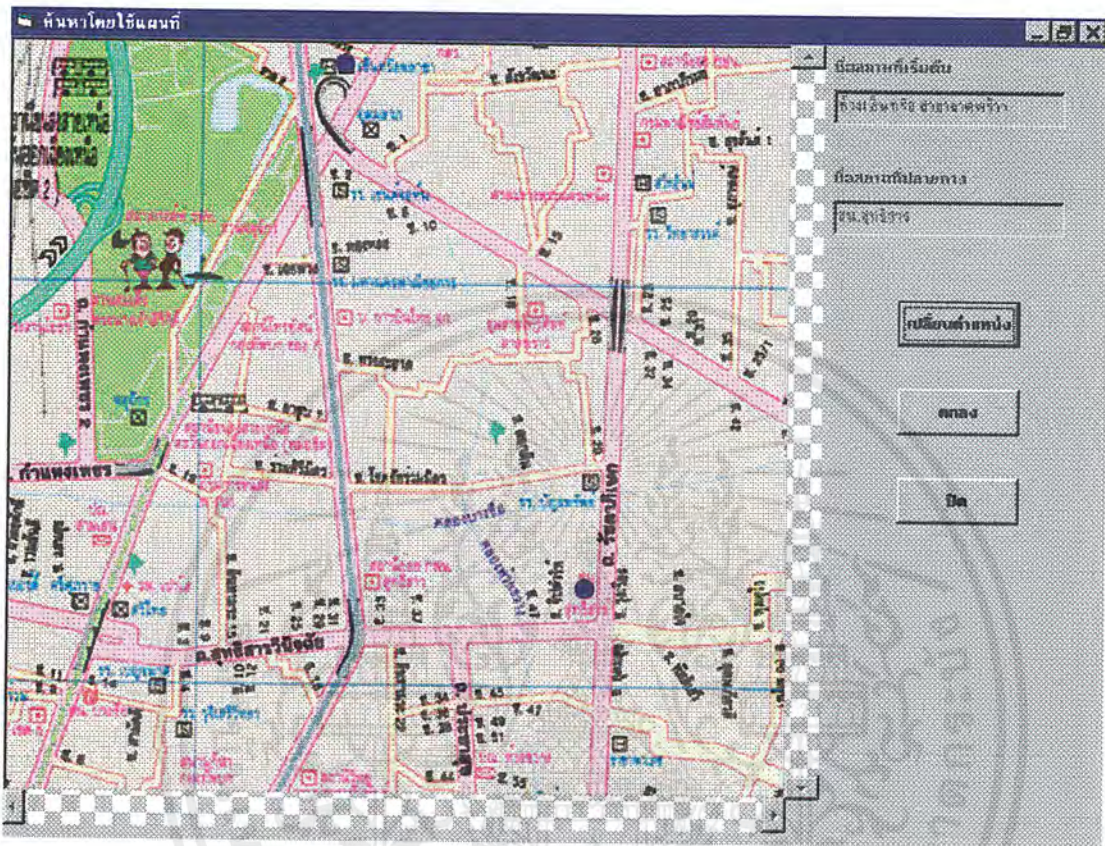
เลือกช่วงเวลาที่ต้องการ สถานที่เริ่มต้น และสถานที่ปลายทาง

กดปุ่ม **ตกลง** เมื่อเลือกช่วงเวลา, สถานที่เริ่มต้น และสถานที่ปลายทางแล้ว

กดปุ่ม **ปิด** เมื่อต้องการปิดฟอร์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณี เลือกค้นหาแบบใช้ แผนที่ และค้นหาโดยให้หา ระยะทาง ในการเดินทางน้อยที่สุด จะปรากฏ หน้าจอ ดังนี้



รูปที่ 41 หน้าจอค้นหาจาก แผนที่

เลือกสถานที่เริ่มต้น และสถานที่ปลายทาง โดยการคลิกสถานที่บนแผนที่

กดปุ่ม ตกลง เพื่อทำการหาเส้นทาง

กดปุ่ม เปลี่ยนตำแหน่ง ถ้าต้องการเปลี่ยนตำแหน่งใหม่

กดปุ่ม ปิด เมื่อต้องการปิดฟอร์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณี เลือกค้นหาแบบใช้ แผนที่ และค้นหาโดยให้หา เวลา ทางในการเดินทางน้อยที่สุด จะปรากฏ หน้าต่าง ดังนี้

เลือกช่วงเวลาที่ใช้ในการค้นหา

เลือกช่วงเวลา

06:00 - 09:00 น.

16:00 - 19:00 น.

09:00 - 16:00 และ 19:00 - 06:00 น.

ตกลง

รูปที่ 42 หน้าจอใช้แผนที่ ค้นหาโดยขึ้นกับ เวลา

เลือกช่วงเวลาที่ต้องการค้นหาเส้นทาง

กดปุ่ม ตกลง จะปรากฏหน้าจอค้นหาจากแผนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณี เลือกลักษณะการค้นหาแบบขึ้นกับ ระยะทาง เมื่อกดปุ่ม ขาเข้าเมือง จะปรากฏหน้าจอ ดังนี้

โปรแกรมค้นหาเส้นทางหรือระยะเวลาที่สั้นที่สุดในภาคกรุงเทพมหานคร [เส้นทางที่สั้นที่สุดขาเข้าเมือง]

รายการหลัก

ค้นหาแบบ

พร้อม

แผนที่

ค้นหาโดย

ระยะทาง

เวลา

เส้นทาง

ขาเข้าเมือง

ขาออกเมือง

เริ่มใหม่

จบโปรแกรม

สถานที่เริ่มต้น:

สถานที่ปลายทาง:

เส้นทางขาเข้าเมือง

ระยะทางที่สั้นที่สุดโดยประมาณ:  เมตร

เส้นทางที่ผ่าน:

เวลาโดยประมาณที่ใช้ในการเดินทาง	ชั่วโมง	นาที
06:00 - 09:00 น.	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="16"/>
16:00 - 19:00 น.	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="15"/>
09:00 - 16:00 น. และ 19:00 - 06:00 น.	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="12"/>

แผนที่ รายละเอียด Data

รูปที่ 43 หน้าจอแสดง ระยะทางน้อยที่สุดขาเข้าเมือง

- กดปุ่ม แผนที่ เพื่อแสดงแผนที่ และจะปรากฏหน้าจอเส้นทางที่ผ่านบนแผนที่
- กดปุ่ม รายละเอียด เพื่อแสดงรายละเอียดของแต่ละสถานที่ที่เป็นเส้นทางผ่าน และจะปรากฏหน้าจอแสดงรายละเอียดของเส้นทางที่ผ่าน
- กดปุ่ม ปิด เมื่อต้องการปิดฟอร์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณี เลือกลักษณะการค้นหาแบบขึ้นกับ ระยะทาง เมื่อกดปุ่ม ขาออกเมือง จะปรากฏหน้าจอ ดังนี้

โปรแกรมค้นหาเส้นทางหรือระยะเวลาที่สั้นที่สุดในการเดินทางในเขตกรุงเทพมหานคร [เส้นทางที่สั้นที่สุดขาออกเมือง]

รายการหลัก

ค้นหาแบบ

แผนที่

แผนที่

ค้นหาโดย

ระยะทาง

เวลา

เส้นทาง

ขาเข้าเมือง

ขาออกเมือง

เริ่มใหม่

รายชื่อรายการ

สถานที่เริ่มต้น: สน.สุทธิสาร

สถานที่ปลายทาง: ห้างเซ็นทรัล สาขาลาดพร้าว

เส้นทางขาออกนอกเมือง

ระยะทางที่สั้นที่สุดโดยประมาณ: 4672.5 เมตร

เส้นทางที่ผ่าน: สน.สุทธิสาร, รร. ปิยะานันท์ชัย, รร. วิทย์สวรรค์, บมสยโทรคมนาคมลาดพร้าว, ตลาดอุดมโชค, ห้างเซ็นทรัล สาขาลาดพร้าว

เวลาโดยประมาณที่ใช้ในการเดินทาง

08:00 - 09:00 น.	0	ชั่วโมง	19	นาที
16:00 - 19:00 น.	0	ชั่วโมง	18	นาที
09:00 - 16:00 น. และ 19:00 - 06:00 น.	0	ชั่วโมง	12	นาที

แผนที่ รายละเอียด ปิด

รูปที่ 44 หน้าจอแสดง ระยะทางน้อยที่สุดขาออกเมือง

- กดปุ่ม แผนที่ เพื่อแสดงแผนที่ และจะปรากฏหน้าจอเส้นทางที่ผ่านบนแผนที่
- กดปุ่ม รายละเอียด เพื่อแสดงรายละเอียดของแต่ละสถานที่ที่เป็นเส้นทางผ่าน และจะปรากฏหน้าจอแสดงรายละเอียดของเส้นทางที่ผ่าน
- กดปุ่ม ปิด เมื่อต้องการปิดฟอร์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณี เลือกลักษณะการค้นหาแบบขึ้นกับ เวลา เมื่อกดปุ่ม ขาเข้าเมือง จะปรากฏหน้าจอ ดังนี้

รูปที่ 45 หน้าจอแสดงเวลาน้อยที่สุดขาเข้าเมือง

- กดปุ่ม แผนที่ เพื่อแสดงแผนที่ และจะปรากฏหน้าจอเส้นทางที่ผ่านบนแผนที่
- กดปุ่ม รายละเอียด เพื่อแสดงรายละเอียดของแต่ละสถานที่ที่เป็นเส้นทางผ่าน และจะปรากฏหน้าจอแสดงรายละเอียดของเส้นทางที่ผ่าน
- กดปุ่ม ปิด เมื่อต้องการปิดฟอร์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณี เลือกลักษณะการค้นหาแบบขึ้นกับ เวลา เมื่อกดปุ่ม ขาออกเมือง จะปรากฏหน้าจอ ดังนี้

รูปที่ 46 หน้าจอแสดงเวลาน้อยที่สุดขาออกเมือง

กดปุ่ม แผนที่

เพื่อแสดงแผนที่ และจะปรากฏหน้าจอเส้นทางที่ผ่านบนแผนที่

กดปุ่ม รายละเอียด

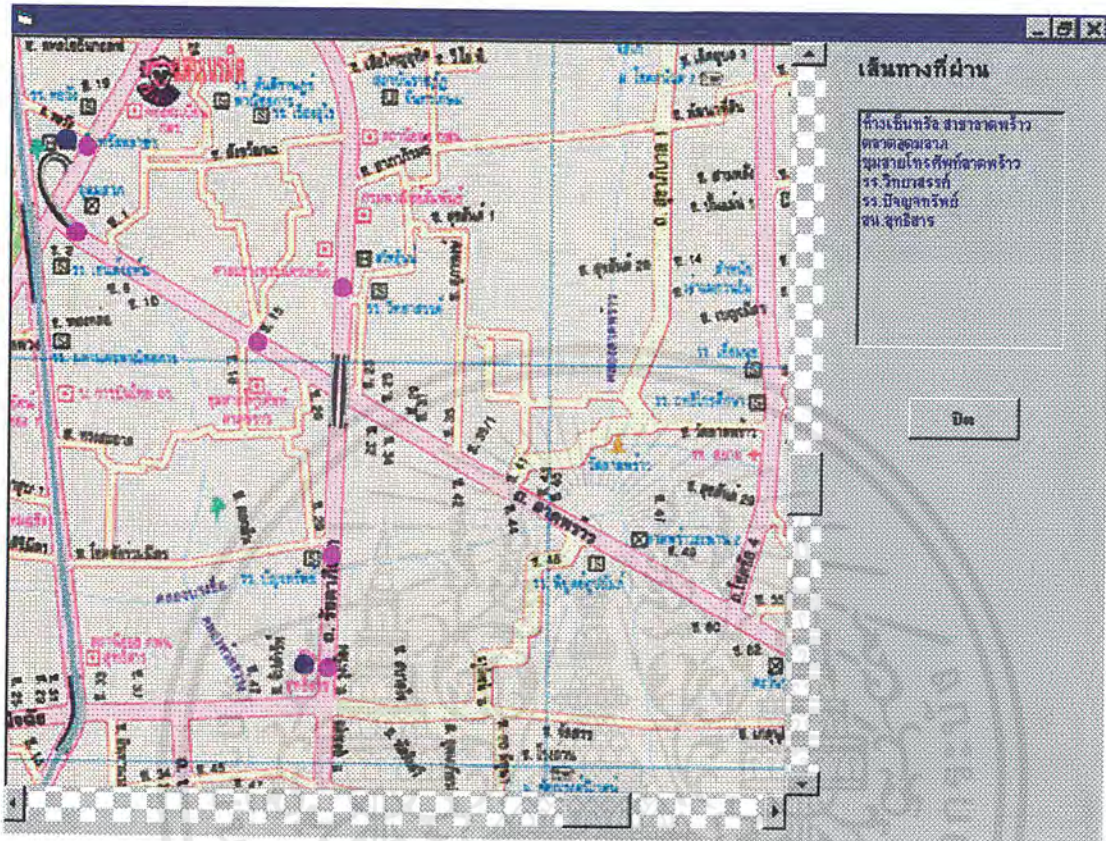
เพื่อแสดงรายละเอียดของแต่ละสถานที่ที่เป็นเส้นทางผ่าน และจะปรากฏหน้าจอแสดงรายละเอียดของเส้นทางที่ผ่าน

กดปุ่ม ปิด

เมื่อต้องการปิดฟอร์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อกดปุ่ม แผนที่ จะปรากฏหน้าจอ ดังนี้



รูปที่ 47 หน้าจอแสดง เส้นทางที่ผ่านบนแผนที่

จะปรากฏปุ่มสีตามเส้นทางบนถนนที่ต้องผ่าน

กดปุ่ม ปิด เมื่อต้องการปิดฟอร์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อคปุม รายละเอียด จะปรากฏหน้าจอ ดังนี้

สถานีเริ่มต้น	สถานีที่ปลายทาง	ระยะ	อัตราเร็วช่วงเวลา 06.00-09.00...	อัตราเร็วช่วง...	อัตราเร็ว	สายรถประจำทาง
ทิวเขาเทรล สาขาฮาดพร้าว	ตลาดจตุรมณฑล	630	20	15	10	ปอ.126
ตลาดจตุรมณฑล	ชุมชนไทยศึกษาฮาดพร้าว	1120	15	15	20	8,27,44,92,96,122,145,15
ชุมชนไทยศึกษาฮาดพร้าว	รร.บึงจุกกรีฑา	2362.5	20	25	35	ปอ.18
รร.บึงจุกกรีฑา	สน.สุทธิสาร	595	20	25	35	136,137,206.ปอ.15,18,22

รูปที่ 48 หน้าจอแสดง รายละเอียดของเส้นทางที่ผ่าน

กดปุ่ม ปิด

เมื่อต้องการปิดฟอร์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**2. ส่วนโปรแกรมพัฒนาข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์เส้นทางในเขต  
กรุงเทพมหานครเพื่อใช้ระยะทางหรือระยะเวลาในการเดินทางน้อยที่สุด**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อรันโปรแกรมพัฒนาข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์เส้นทางในเขตกรุงเทพมหานครเพื่อใช้ระยะทางหรือระยะเวลาในการเดินทางน้อยที่สุด(Developer) จะปรากฏหน้าจอ Login ถาม User Name และ Password ดังรูป

รูปที่ 49 หน้าจอ Login

- กดปุ่ม OK ถ้า User Name และ Password ถูกต้องก็จะผ่านไปยังหน้าจอหลัก  
ถ้าไม่ถูกต้องจะมีหน้าจอบอก Password ไม่ถูกต้องให้ใส่ Password อีกครั้ง
- กดปุ่ม Cancel จะเป็นการออกจากโปรแกรม
- กดปุ่ม Change Password ถ้า User Name และ Password ถูกต้องก็จะย้ายไปยังหน้าจอ Change Password

**หมายเหตุ** ค่าเริ่มต้นกำหนดให้ User Name = nam และ Password = nam  
หรือสามารถเข้าไปดู password ได้ที่ c:\Shorest Route in BKK\password.txt

เมื่อกดปุ่ม **Change Password** จะปรากฏหน้าจอ ดังนี้

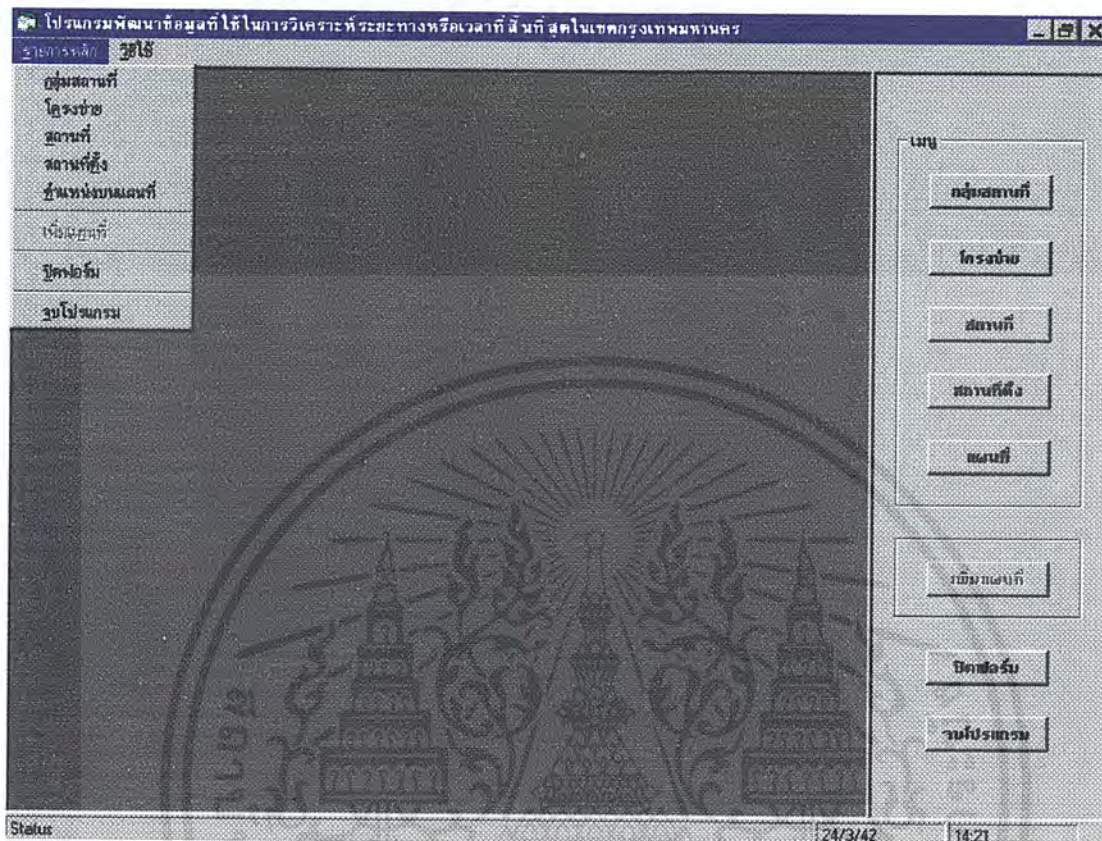
The image shows a standard Windows-style dialog box titled "Change Password". Inside the dialog, the text "Enter Your New Password" is displayed. Below this, there are two text input fields. The first is labeled "New Password" and the second is labeled "Retype". To the right of these fields, there is a label "Max 20 Char". At the bottom of the dialog, there are two buttons: "OK" and "Cancel".

รูปที่ 50 หน้าจอ *Change Password*

กดปุ่ม **OK** เพื่อเปลี่ยน Password  
 กดปุ่ม **Cancel** จะกลับไปยังหน้าจอ Login

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ password ถูกต้องจะปรากฏหน้าจอหลัก ดังรูป



รูปที่ 51 หน้าจอหลักของโปรแกรมพัฒนาข้อมูล

เลือกว่าจะทำงานกับตารางใด ในฐานข้อมูล จากเมนูบาร์ (Menu Bar) ทางด้านซ้าย หรือจาก เมนูบาร์ (Menu Bar) ทางด้านบน

กดปุ่ม กลุ่มสถานที่	เพื่อจัดการเพิ่ม,ลบ และแก้ไข ข้อมูลในตารางกลุ่มสถานที่ (Group1)
กดปุ่ม โครงข่าย	เพื่อจัดการเพิ่ม,ลบ,แก้ไข และค้นหาข้อมูลในตารางโครงข่าย (Network1)
กดปุ่ม สถานที่	เพื่อจัดการเพิ่ม,ลบ,แก้ไข และค้นหา ข้อมูลในตารางสถานที่ (Node1)
กดปุ่ม สถานที่ตั้ง	เพื่อจัดการเพิ่ม,ลบ และแก้ไข ข้อมูลในตารางสถานที่ตั้ง (Location1)
กดปุ่ม เปิดฟอร์ม	เพื่อเปิดฟอร์มใดๆ ที่อยู่ทางด้านซ้าย
กดปุ่ม จบโปรแกรม	เพื่อออกจากโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เมื่อกดปุ่ม กลุ่มสถานที่ จะปรากฏหน้าจอ ดังนี้

ข้อมูลของตารางกลุ่มสถานที่

รหัสกลุ่ม: 01      ตัวเลข 2 หลัก

ชื่อกลุ่ม: ตลาด      ตัวอักษรความยาวไม่เกิน 255 ตัวอักษร

เมนู

กลุ่มสถานที่  
กรองข้าม  
ลบ  
แก้ไข  
เริ่มใหม่  
ยกเลิก

แสดงข้อมูล

Gr. Code	Gr. name
01	ตลาด
02	ท่าเรือ
03	ที่ทำการไปรษณีย์
04	มหาวิทยาลัย
05	โรงพยาบาล, สนามกีฬา
06	โรงเรียน, ลานบอล
07	โรงแรม
08	วัด

Status      24/3/42      14:19

รูปที่ 52 หน้าจอกลุ่มสถานที่

ในส่วนแสดงข้อมูลจะปรากฏเรคอร์ดที่มีอยู่ทั้งหมดในตาราง Group1 และสามารถที่จะทำการ เพิ่ม, ลบ และแก้ไข ในส่วนนี้ได้

- กดปุ่ม เพิ่ม      เพื่อเพิ่มข้อมูลลงในตาราง Group1
- กดปุ่ม ลบ      เพื่อลบข้อมูลออกจากตาราง Group1
- กดปุ่ม แก้ไข      เมื่อทำการแก้ไขข้อมูลแล้ว
- กดปุ่ม เริ่มใหม่      เพื่ออ่านข้อมูลจากฐานข้อมูลใหม่อีกครั้ง
- กดปุ่ม ยกเลิก      เพื่อยกเลิกข้อมูลที่แก้ไข
- กดปุ่ม ลูกร      เพื่อเลื่อนหาข้อมูลในตาราง Group1 โดยจะเลื่อนทีละ 1 เรคอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เมื่อกดปุ่ม โคร่งข่าย จะปรากฏหน้าจอ ดังนี้

Begin	End	Distance	Bus
010001	080003	105	16.30,32,33,49,64,65,66,
010001	100017	395	65,90,117
010002	100003	87.5	3,8,26,27,28,29,34,38,3,
010002	110001	122.5	3,8,26,27,28,29,34,38,3,

รูปที่ 53 หน้าจอโครงข่าย

ในส่วนแสดงข้อมูลจะปรากฏเรคคอร์ดที่มีอยู่ทั้งหมดในตาราง Network1 และสามารถที่จะทำการเพิ่ม,ลบ และแก้ไข ในส่วนนี้ได้

- กดปุ่ม เพิ่ม เพื่อเพิ่มข้อมูลลงในตาราง Network1
- กดปุ่ม ลบ เพื่อลบข้อมูลออกจากตาราง Network1
- กดปุ่ม แก้ไข เมื่อทำการแก้ไขข้อมูลแล้ว
- กดปุ่ม เริ่มใหม่ เพื่ออ่านข้อมูลจากฐานข้อมูลใหม่อีกครั้ง
- กดปุ่ม ยกเลิก เพื่อยกเลิกข้อมูลที่แก้ไข
- กดปุ่ม ค้นหา เพื่อทำการค้นหาข้อมูลในตาราง Network1
- กดปุ่ม ลูกรศ เพื่อเลื่อนหาข้อมูลในตาราง Network1 โดยจะเลื่อนทีละ 1 เรคคอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**หมายเหตุ**

ในฐานะข้อมูลจะมีชนิดของข้อมูลจุดเริ่มต้นและจุดปลายทางเป็น text(6)  
 ซึ่งในเฟรมของข้อมูลของตารางโครงข่าย จะมีจุดเริ่มต้นและจุดปลายทางเป็นชื่อ  
 สถานที่เพื่อความสะดวกในการแก้ไขหรือดูข้อมูล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อกดปุ่ม ค้นหา จากหน้าจอ *โครงข่าย* จะปรากฏหน้าจอดังนี้

Select

เงื่อนไขการค้นหา

ชนิดสิทธิ์:  เครื่องหมายทางตรรก:

เครื่องหมาย:

ค่า:

รหัสสถานี...	รหัสสถานี...	ระยะทาง	อัตราเร็ว...	อัตราเร็ว...	อัตราเร็ว...	สามารถ
010001	100017	385	65,90,117	20	25	30
010003	030002	367.5	5,16,30,5...	15	20	25
010005	030004	2625	52	10	10	15
010005	060003	455	5,50,65,6...	20	25	30
010005	060013	1645	67	15	20	30
010005	090001	1155	97,16พ.15	20	25	30
010005	100003	1925	10	10	10	15
010005	010010	735	5,50,65,97	20	25	30
010006	030003	1015	16,30,51,...	20	25	30
010006	100013	560	5,16,30,5...	20	25	30
กททกร	13กทกร	1907.5	20	25	30	30

Status: 24/3/42 14:26

รูปที่ 54 หน้าจอค้นหาโครงข่าย

เลือกใส่เงื่อนไขที่ต้องการค้นหาจาก *เฟรมกำหนด* เมื่อกดปุ่ม ค้นหา แล้วข้อมูลจะปรากฏใน *เฟรมผลลัพธ์*

- กดปุ่ม *ตกลง* เพื่อใส่เงื่อนไข
- กดปุ่ม *ยกเลิก* เพื่อยกเลิกการใส่เงื่อนไข
- กดปุ่ม *AND* เพื่อใส่เงื่อนไข “และ”
- กดปุ่ม *OR* เพื่อใส่เงื่อนไข “หรือ”
- กดปุ่ม *ค้นหา* เพื่อทำการค้นหาตามเงื่อนไข
- กดปุ่ม *ปิด* เพื่อปิดฟอร์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เมื่อกดปุ่ม สถานที่ จะปรากฏหน้าจอ ดังนี้

โปรแกรมพัฒนาข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ระยะทางหรือเวลาที่สั้นที่สุดในเขตกรุงเทพมหานคร - [ตารางสถานที่]

รายละเอียดสถานที่

รหัสสถานที่: 010001  ตัวเลข 6 หลัก

ชื่อสถานที่: ตลาดเกือกกาววัฒนา

ประเภทกลุ่ม: ตลาด

สถานที่ตั้ง: อ.ประหารราษฎร์ ชาย 1

รหัส-ไรทาง: 32,33,49,64,66   
ป.ล.5,ป.ล.6

เมนู

กลับ ลบ แก้ไข เริ่มใหม่ ยกเลิก

Refresh = เติมนำข้อมูลจากหัวแม่ใหม่

แสดงข้อมูล

Pl. Code	Pl. Name	Gr. Code	Loc. Code
010001	ตลาดเกือกกาววัฒนา	01	00009
010002	ตลาดจตุจักร	01	00014
010003	ตลาดเตาปูน	01	00008
010004	ตลาดมวงชื่อ	01	00012
010005	ตลาดประจวบ	01	00012

Status 24/3/42 14:28

รูปที่ 55 หน้าจอสถานที่

ในส่วนแสดงข้อมูลจะปรากฏเรคอร์ดที่มีอยู่ทั้งหมดในตาราง Node1 และสามารถที่จะทำการ เพิ่ม, ลบ และแก้ไข ในส่วนนี้ได้

- กดปุ่ม เพิ่ม เพื่อเพิ่มข้อมูลลงในตาราง Node1
- กดปุ่ม ลบ เพื่อลบข้อมูลออกจากตาราง Node1
- กดปุ่ม แก้ไข เมื่อทำการแก้ไขข้อมูลแล้ว
- กดปุ่ม เริ่มใหม่ เพื่ออ่านข้อมูลจากฐานข้อมูลใหม่อีกครั้ง
- กดปุ่ม ยกเลิก เพื่อยกเลิกข้อมูลที่แก้ไข
- กดปุ่ม ค้นหา เพื่อทำการค้นหาข้อมูลในตาราง Node1
- กดปุ่ม ลูกรศ เพื่อเลื่อนหาข้อมูลในตาราง Node1 โดยจะเลื่อนทีละ 1 เรคอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่วารณใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อกดปุ่ม ค้นหา จากหน้าจอ สถานะที่ จะปรากฏหน้าจอดังนี้

Select Gr\_Code = "10"

เงื่อนไข

เงื่อนไข: รหัสสถานที่ตั้ง

เครื่องทนายทวงหนี้:

ค่า: "00009"

รหัสสถานง	ชื่อสถานที่	รหัสกลุ่ม	รหัสสถาน	ขายรวม
100025	กปน. เขต 5	10	00014	8,26,27,2...
100001	กปน. กฉ...	10	00006	5,49,66,6...
100002	กปน. สด...	10	00002	77,134,13...
100003	กรมการ...	10	00014	3,8,26,27...
100026	กรมพช...	10	00012	70,148
100004	กรมพัฒ...	10	00014	24,26,34...
100005	กรมพช...	10	00015	38,126,13...
100006	กรมพช...	10	00014	26,34,39...
100007	กองกำก...	10	00018	3,29,52,6...
100031	กองเก็บ...	10	00018	24,69,92...
100008	กองระเบ...	10	00014	24,26,28...
100009	กองบมช...	10	00018	3,29,52,6...

Status 24/3/42 14:31

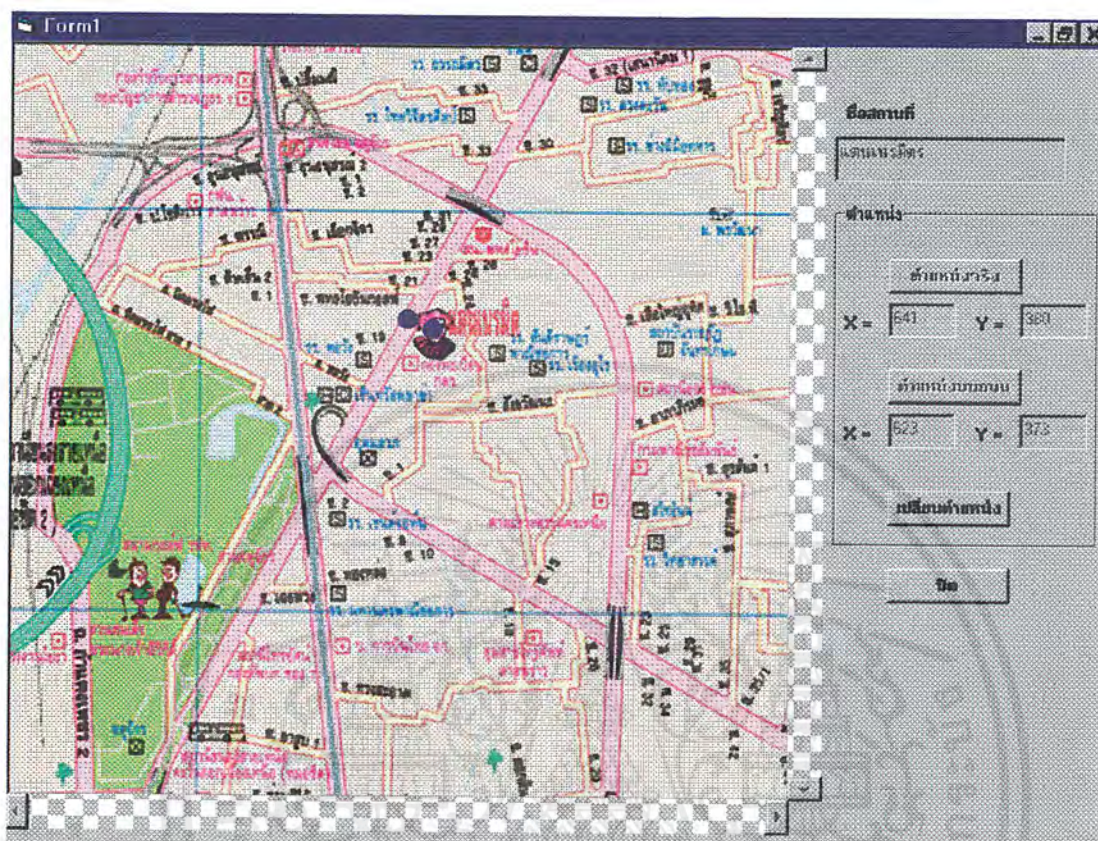
รูปที่ 56 หน้าจอค้นหาโครงข่าย

ใส่เงื่อนไขที่ต้องการค้นหาจาก เฟรมกำหนด เมื่อกดปุ่ม ค้นหา แล้วข้อมูลจะปรากฏในเฟรมผลลัพธ์

- กดปุ่ม ตกลง เพื่อใส่เงื่อนไข
- กดปุ่ม ยกเลิก เพื่อยกเลิกการใส่เงื่อนไข
- กดปุ่ม AND เพื่อใส่เงื่อนไข “และ”
- กดปุ่ม OR เพื่อใส่เงื่อนไข “หรือ”
- กดปุ่ม ค้นหา เพื่อทำการค้นหาตามเงื่อนไข
- กดปุ่ม ปิด เพื่อปิดฟอร์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อกดปุ่ม แผนที่ จะปรากฏหน้าจอ ดังนี้



รูปที่ 57 หน้าจอเพิ่มสถานที่บนแผนที่

เพิ่มสถานที่โดยคลิกบนแผนที่ จะปรากฏปุ่มสี่เหลี่ยม

- |                       |  |
|-----------------------|--|
| กดปุ่ม ตำแหน่งจริง    | เพื่อเก็บค่าตำแหน่งสถานที่                               |
| กดปุ่ม ตำแหน่งบนถนน   | เพื่อเก็บค่าตำแหน่งบนถนนที่ใกล้เคียงสถานที่นั้นมากที่สุด |
| กดปุ่ม เปลี่ยนตำแหน่ง | เพื่อเปลี่ยนค่าตำแหน่งสถานที่                            |
| กดปุ่ม ปิด            | เพื่อปิดฟอร์ม  |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อกดปุ่ม สถานที่ตั้ง จะปรากฏหน้าจอ ดังนี้

โปรแกรมพัฒนาข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ระยะทางหรือเวลาที่สั้นที่สุดในเขตกรุงเทพมหานคร - [ตารางสถานที่ตั้ง]

รชการพลก ฐปใช้

ข้อมูลของตารางสถานที่ตั้ง

รหัสสถานที่ตั้ง 00001 ตัวเลข 5 หลัก

ชื่อสถานที่ตั้ง อ.กำแพงเพชร

จำนวนความยาวไม่เกิน 255 ตัวอักษร

เมนู

เพิ่ม ลบ แก้ไข เริ่มใหม่ ยกเลิก

แสดงข้อมูล

Loc Code	Loc Name
00001	อ.กำแพงเพชร
00002	อ.กำแพงเพชร 2
00003	อ.บางระจัน
00004	อ.พิจิตร
00005	อ.พิจิตร 2
00006	อ.พิจิตร 3
00007	อ.พิจิตร 4
00008	อ.พิจิตร 5

Status 24/3/42 14:35

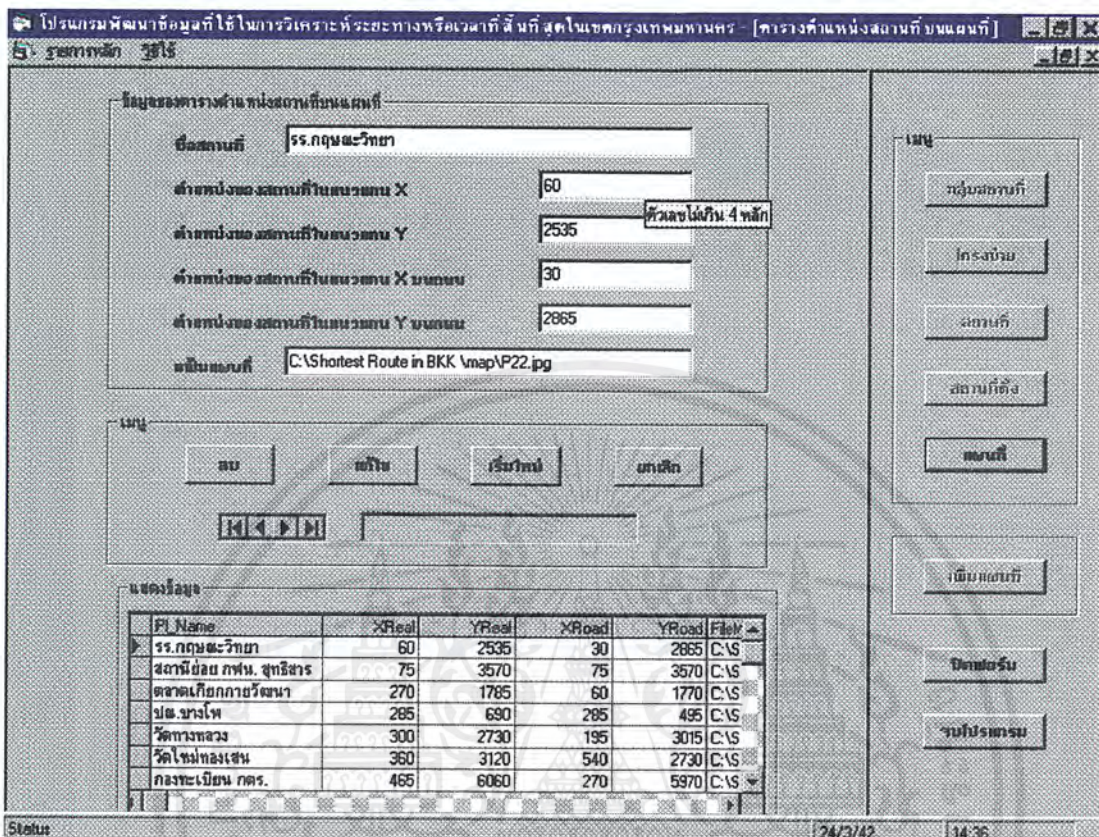
### รูปที่ 58 หน้าจอสถานที่ตั้ง

ในส่วนแสดงข้อมูลจะปรากฏเรคอร์ดที่มีอยู่ทั้งหมดในตาราง Location1 และสามารถที่จะทำการเพิ่ม,ลบ และแก้ไข ในส่วนนี้ได้

- กดปุ่ม เพิ่ม เพื่อเพิ่มข้อมูลลงในตาราง Location1
- กดปุ่ม ลบ เพื่อลบข้อมูลออกจากตาราง Location1
- กดปุ่ม แก้ไข เมื่อทำการแก้ไขข้อมูลแล้ว
- กดปุ่ม เริ่มใหม่ เพื่ออ่านข้อมูลจากฐานข้อมูลใหม่อีกครั้ง
- กดปุ่ม ยกเลิก เพื่อยกเลิกข้อมูลที่แก้ไข
- กดปุ่ม ค้นหา เพื่อทำการค้นหาข้อมูลในตาราง Location1
- กดปุ่ม ลากศร เพื่อเลื่อนหาข้อมูลในตาราง Node1 โดยจะเลื่อนทีละ 1 เรคอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อคลิกปุ่ม แผนที่ จะปรากฏหน้าจอ ดังนี้



รูปที่ 59 หน้าจอแผนที่

ในส่วนแสดงข้อมูลจะปรากฏเรคอร์ดที่มีอยู่ทั้งหมดในตาราง Map1 และสามารถที่จะทำการ ลบ และแก้ไข ในส่วนนี้ได้

- กดปุ่ม ลบ เพื่อลบข้อมูลออกจากตาราง Map1
- กดปุ่ม แก้ไข เมื่อทำการแก้ไขข้อมูลแล้ว
- กดปุ่ม เริ่มใหม่ เพื่ออ่านข้อมูลจากฐานข้อมูลใหม่อีกครั้ง
- กดปุ่ม ยกเลิก เพื่อยกเลิกข้อมูลที่แก้ไข
- กดปุ่ม ลูกศร เพื่อเลื่อนหาข้อมูลในตาราง Map1 โดยจะเลื่อนทีละ 1 เรคอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การเพิ่มเรคอร์ดในตารางกลุ่มสถานที่

รหัสกลุ่ม เป็นตัวเลข 2 หลัก มีค่าไม่ซ้ำกัน ในการใส่รหัสให้เพิ่มรหัสกลุ่มต่อจากลำดับที่มีอยู่แล้วในตาราง

ชื่อกลุ่มสถานที่ เป็นตัวอักษรมีความยาวไม่เกิน 200 ตัวอักษร

รหัสของกลุ่มสถานที่	ชื่อของกลุ่มสถานที่
01	ตลาด
02	ท่าเรือ
03	ที่ทำการไปรษณีย์
04	มหาวิทยาลัย
05	โรงพยาบาล, อนามัย
06	โรงเรียน, อนุบาล
07	โรงแรม
08	วัด
09	สถานทูต
10	สถานีราชการ
11	สถานีขนส่ง
12	สถานีตำรวจ
13	สำนักงานเขต, อำเภอ
14	หมู่บ้าน
15	ห้างสรรพสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การเพิ่มเรคอร์ดในตารางโครงข่าย

จุดเริ่มต้น	เลือกสถานที่เริ่มต้น
จุดปลายทาง	เลือกสถานที่ปลายทาง
ระยะทาง	ค่าระยะทางระหว่างจุดเริ่มต้นและจุดปลายทาง (เมตร)
ทิศทางการเดินทาง	ถ้าเดินทางสองทางสวนกันให้ใส่เครื่องหมายถูก ถ้าเดินทางทางเดียวไม่ต้องใส่เครื่องหมายถูก
รถประจำทาง	ข้อมูลสายรถประจำทางที่ผ่านระหว่างจุดเริ่มต้นและจุดปลายทาง
อัตราเร็ว	ข้อมูลอัตราเร็วในแต่ละช่วงเวลา (กิโลเมตร/ชั่วโมง)

## การเพิ่มสถานที่

รหัสสถานที่	เป็นตัวเลข 6 หลัก โดย 2 หลักแรก จะเป็นเลขรหัสกลุ่มสถานที่ 4 หลักที่เหลือ จะเป็นลำดับของสถานที่ในกลุ่มนั้น ในการใส่รหัสให้เพิ่มรหัสต่อจากลำดับสถานที่ที่มีอยู่แล้วในกลุ่มนั้น
ชื่อสถานที่	เป็นตัวอักษรขนาดความยาวไม่เกิน 255 ตัวอักษร
ประเภทกลุ่ม	เลือกประเภทกลุ่มสถานที่
สถานที่ตั้ง	เลือกสถานที่ตั้ง
รถประจำทาง	สายรถประจำทางที่ผ่านสถานที่นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การเพิ่มเรคอร์ดในตารางสถานที่ตั้ง

รหัสสถานที่ เป็นตัวเลข 5 หลัก มีค่าไม่ซ้ำกัน ในการใส่รหัสสถานที่ให้เพิ่มรหัสสถานที่นั้นต่อจากลำดับที่มีอยู่แล้วในตาราง

ชื่อกลุ่มสถานที่ เป็นตัวอักษร มีความยาวไม่เกิน 200 ตัวอักษร

รหัสของสถานที่ตั้ง	ชื่อของสถานที่ตั้ง
00001	ถ.กำแพงเพชร
00002	ถ.กำแพงเพชร 2
00003	ถ.งามวงศ์วาน
00004	ถ.ทหาร
00005	ถ.เทอดดำริห์
00006	ถ.ประชาชื่น
00007	ถ.ประชานิเวศน์ 1
00008	ถ.ประชาราษฎร์
00009	ถ.ประชาราษฎร์ สาย 1
00010	ถ.ประชาราษฎร์ สาย 2
00011	ถ.ประดิพัทธ์
00012	ถ.พระราม 5
00013	ถ.พระราม 6
00014	ถ.พหลโยธิน
00015	ถ.รัชดาภิเษก
00016	ถ.ลาดพร้าว
00017	ถ.วงศ์สว่าง
00018	ถ.วิภาวดีรังสิต
00019	ถ.สุทธิสารวินิจฉัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การเพิ่มเรคอร์ดในตารางตำแหน่งสถานที่บนแผนที่

ชื่อสถานที่	มีความยาวไม่เกิน 255 ตัวอักษร ( ชื่อสถานที่จะมีมาให้แล้ว หลัง จากเพิ่มสถานที่นั้นๆ )
ตำแหน่งจริง X	ตำแหน่งของสถานที่ในแนวแกน X
ตำแหน่งจริง Y	ตำแหน่งของสถานที่ในแนวแกน Y
ตำแหน่งบนถนน X	ตำแหน่งของสถานที่ในแนวแกน X บนถนน
ตำแหน่งบนถนน Y	ตำแหน่งของสถานที่ในแนวแกน Y บนถนน

## การลบและแก้ไขเรคอร์ดในตาราง

ถ้าเรคอร์ดใดในตารางถูกแก้ไขหรือถูกลบไป ในตารางอื่นๆที่มีข้อมูลของเรคอร์ดนั้นก็จะถูกแก้ไขหรือลบไปด้วย ตามหลัก Enforce Referential Integrity ของดาต้าเบส

## บรรณานุกรม

- 1) ประกาศิต ชาติบุรุษ และ อาทิตย์ จิตต์จุพานนท์ , โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม , สำนักพิมพ์ ซีเอ็ดยูเคชั่น , พ.ศ. 2533
- 2) ธนพล ฉันทวีชัย , เรียนรู้ Microsoft Visual Basic version 5 , สำนักพิมพ์ เอส.พี.ซี. บุ๊คส์ , พ.ศ. 2541
- 3) ชาริน สิทธีธรรมชารี และ ธนัญชัย จำนงค์ก๊กดี , Microsoft Visual Basic version 5.0 , สำนักพิมพ์ ซัคเซส มีเดีย จำกัด , พ.ศ. 2541
- 4) วิสาร กำจรเวทย์ , Visual Basic DATABASE PROGRAMMING , สำนักพิมพ์ ซีเอ็ดยูเคชั่น , พ.ศ. 2541



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้