ระบบนำทางอัจฉริยะ : กรณีศึกษา บริษัทวานิชรุ่งเรืองอินเตอร์เทรด จำกัด (สาขาภาคใต้)

Intelligent Guide Path System: A Case Study of Vanichrungruangintertrade Co.,Ltd. (Southern Branch)

วิภาดา เพชรรัตน์

Wipada Petrat

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Management of Information Technology
Prince of Songkla University
2554

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ ระบบนำทางอัจฉริยะ : กรณีศึกษา บริษัทวานิชรุ่งเรืองอินเตอร์เทรด จำกัด (สาขาภาคใต้)

ผู้เขียน นางสาววิภาดา เพชรรัตน์

สาขาวิชา การจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ เรืองพีระกุล)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริรัตน์ วณิชโยบล)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ เรืองพีระกุล)

.....กรรมการ

(ดร.เดือนเพ็ญ กชกรจารุพงศ์)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ

.....

(ศาสตราจารย์อมรรัตน์ พงศ์ดารา)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์ ระบบนำทางอัจฉริยะ : กรณีศึกษา บริษัทวานิชรุ่งเรืองอินเตอร์เทรด จำกัด (สาขาภาคใต้)

ผู้เขียน นางสาววิภาดา เพชรรัตน์

สาขาวิชา การจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ

ปีการศึกษา 2553

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้ได้นำเสนอรูปแบบระบบที่ช่วยวางแผนการเดินทางไปพบลูกค้าของพนักงานในบริษัท โดยระบบจะหาเส้นทางที่เหมาะสมกับเงื่อนไขของการเดินทางซึ่งมีสองอัลกอริทึมเป็นส่วนสำคัญในการวิเคราะห์ ทำให้ได้เส้นทางที่เหมาะสมและเป็นรูปแบบเดียวกันระหว่างผู้จัดการกับพนักงานขาย จะส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการเดินทางลดลงและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยประยุกต์อัลกอริทึมดิสตรา (Dijkstra's Algorithm) สำหรับการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดหรือเวลาที่น้อยที่สุดระหว่างจุด 2 จุด และใช้อัลกอริทึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขต (Branch and Bound Algorithm) สำหรับการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดและเวลาที่น้อยที่สุดระหว่างจุดหลายจุด เมื่อนำสองอัลกอริทึมมาใช้แก้ปัญหาในการวางแผนการเดินทางของพนักงานขายแล้ว สามารถแนะนำเส้นทางที่เหมาะสมในการเดินทาง เพื่อความรวดเร็วในการเดินทางและลดค่าใช้จ่ายในการเดินทางได้

คำสำคัญ: อัลกอริทึมดิสตรา (Dijkstra's Algorithm), อัลกอริทึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขต (Branch and Bound Algorithm), แผนการเดินทางของพนักงานขาย

Thesis Title	Intelligent Guide Path System:
	A Case Study of Vanichrungruangintertrade Co.,Ltd. (Southern Branch)
Author	Miss. Wipada Petrat
Major Program	Management of Information Technology
Academic Year	2010

ABSTRACT

This thesis presents the travel planning system for sale representatives in order to visit their customers. The system will find the suitable travel routes determined by two algorithms for analyzing. The manager and sale representatives will have the same travelling plan. It reduces the travel cost as well as increase the efficiency of the visiting plan. The Dijkstra's Algorithm has been applied to find the shortest distance or the shortest time usage between 2 points. The Branch and Bound Algorithm has been combined with the first algorithm in order to determine the minimum distance or time consume among various points. The results show that algorithms can be applied in the travel planning system and provide a good solution based on the minimum distance and the time consume. This leads to reduce the overall of the travel expenses.

Keywords: Dijkstra's Algorithm, Branch and Bound Algorithm,Travel Planning system for Salesman

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ เรืองพีระกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้เสียสละเวลาในการให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางรวมถึงการช่วยแก้ไขปัญหาในงานวิจัย ตลอดถึงตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงสมบูรณ์ และเป็นกำลังใจให้แก่ข้าพเจ้ามาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณ คณะกรรมการสอบทุกท่าน ได้แก่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศิริรัตน์ วณิชโยบล และ ดร. เดือนเพ็ญ กชกรจารุพงศ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำและตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ บริษัทวานิชรุ่งเรืองอินเตอร์เทรด จำกัด (สาขาภาคใต้) ที่ให้การสนับสนุนข้อมูลใช้ในการดำเนินงานวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้ทุนสนับสนุนในการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์ บุคลากร และนักศึกษาปริญญาโทสำนักการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศทุกคนที่ได้ให้คำปรึกษา และกำลังใจในการทำงานเป็นอย่างดีเสมอมา

ขอขอบพระคุณ บิดามารดา และครอบครัวที่ให้กำลังใจและส่งเสริมในทุกๆเรื่องจนสำเร็จการศึกษา

วิภาดา เพชรรัตน์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
ABSTRACT	(4)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญ	(6)
รายการตาราง	(8)
รายการภาพประกอบ	(9)
บทที่ 1 บทนำ	**1**
1.1 ความสำคัญและที่มา	1
1.2 การตรวจสอบเอกสาร	2
1.3 วัตถุประสงค์	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.5 ขอบเขตของงานวิจัย	4
1.6 ขั้นตอนและระยะเวลาดำเนินการวิจัย	4
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	**5**
2.1 บทนำ	5
2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	8
2.2.1 การค้นหาเส้นทาง	8
2.2.2 อัลกอริทึมที่ใช้ในการค้นหาเส้นทาง	11
2.2.3 ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถของพนักงาน	16
2.2.4 อัลกอริทึมที่แก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถของพนักงาน	17
บทที่ 3 เครื่องมือและวิธีการดำเนินการวิจัย	**25**
3.1 แนวคิดการทำงานของระบบ	25
3.2 ขั้นตอนการออกแบบการวิจัย	29
3.3 วิธีการประมวลผลและแสดงผล	34
3.4 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้	43

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการดำเนินการวิจัย	**45**
4.1 ผลการทดลองการเก็บข้อมูล	45
4.2 ผลการทดลองอัลกอริทึม	47
4.2.1 การหาเส้นทางในการเดินทาง	47
4.2.2 การวางแผนการเดินทางของพนักงานขาย	52
4.3 ผลการทดลองที่ได้จากการประยุกต์อัลกอริทึมดิสตราร่วมกับการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขตในการวางแผนการเดินทางของพนักงานขาย	54
4.3.1 การเปรียบเทียบระยะทาง	55
4.3.2 การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการเดินทาง	59
4.3.3 การเปรียบเทียบจำนวนลูกค้า	59
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	**64**
5.1 สรุปผลการวิจัย	65
5.2 ประโยชน์ที่ได้จากงานวิจัย	65
5.3 อุปสรรคและปัญหาในการดำเนินการวิจัย	66
5.4 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป	67
บรรณานุกรม	68
ภาคผนวก	71
ประวัติผู้เขียน	80

รายการตาราง

		หน้า
ตารางที่ 2-1	เปรียบเทียบการค้นหาแนวลึกก่อนและแนวกว้างก่อน	10
ตารางที่ 2-2	ตารางเมตริกซ์ต้นทุนของ (A, B)	19
ตารางที่ 2-3	ตารางการหาขอบเขตล่างของต้นทุนระหว่าง (A, B) (A, C) และ (A, D)	20
ตารางที่ 2-4	ตารางการหาขอบเขตล่างของต้นทุนระหว่าง (A, D, B) และ (A, D, C)	21
ตารางที่ 2-5	ตารางการหาขอบเขตล่างของต้นทุน (A, D, C, B)	22
ตารางที่ 3-1	การเก็บข้อมูลสถานที่	31
ตารางที่ 3-2	การเก็บข้อมูลระยะทาง	31
ตารางที่ 3-3	การเก็บเส้นทางการเดินทาง	32
ตารางที่ 4-1	เวลาและระยะทางการทดลองเดินทางตามเงื่อนไข	46
ตารางที่ 4-2	เปรียบเทียบเส้นทางที่ได้ทดลองด้วยอัลกอริทึม	51
ตารางที่ 4-3	เปรียบเทียบเส้นทางที่ได้ทดลองด้วยอัลกอริทึม กรณีบริษัทจำนวน 5 บริษัท	53
ตารางที่ 4-4	เปรียบเทียบเส้นทางที่ได้ทดลองด้วยอัลกอริทึม กรณีบริษัทจำนวน 7 บริษัท	53
ตารางที่ 4-5	เปรียบเทียบเส้นทางที่ได้ทดลองด้วยอัลกอริทึม กรณีบริษัทจำนวน 9 บริษัท	54
ตารางที่ 4-6	ผลการวางแผนการเดินทาง กรณีบริษัทลูกค้า 5 บริษัท	55
ตารางที่ 4-7	ผลการวางแผนการเดินทาง กรณีบริษัทลูกค้า 7 บริษัท	57
ตารางที่ 4-8	ผลการวางแผนการเดินทาง กรณีบริษัทลูกค้า 9 บริษัท	58
ตารางที่ 4-9	ผลเวลาที่ได้จากการวางแผนการเดินทาง กรณีบริษัทลูกค้า 5 บริษัท	60
ตารางที่ 4-10	ผลเวลาที่ได้จากการวางแผนการเดินทาง กรณีบริษัทลูกค้า 7 บริษัท	61
ตารางที่ 4-11	ผลเวลาที่ได้จากการวางแผนการเดินทาง กรณีบริษัทลูกค้า 9 บริษัท	62

รายการภาพประกอบ

	หน้า
รูปที่ 2-1 ขั้นตอนการเดินทางของพนักงานขายปัจจุบัน	7
รูปที่ 2-2 ขั้นตอนการค้นหาแบบลึกก่อน	9
รูปที่ 2-3 ขั้นตอนการค้นหาแบบกว้างก่อน	10
รูปที่ 2-4 น้ำหนักของกราฟ	12
รูปที่ 2-5 ขั้นตอนของอัลกอริทึมดิสตราในการเส้นทาง	13
รูปที่ 2-6 น้ำหนักของกราฟ	15
รูปที่ 2-7 ขั้นตอนของอัลกอริทึมกรีดีในการเส้นทาง	16
รูปที่ 2-8 น้ำหนักของกราฟ	19
รูปที่ 2-9 วิธีการหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุด	22
รูปที่ 2-10 น้ำหนักของกราฟ	23
รูปที่ 2-11 การจัดเก็บในแบบต้นไม้ (Tree) เก็บในรูปแบบการท่องแบบพรีออร์เดอร์	24
รูปที่ 3-1 แนวคิดการทำงานของระบบ	26
รูปที่ 3-2 กระบวนการส่วนข้อมูลเข้า	27
รูปที่ 3-3 กระบวนการส่วนประมวลผล	28
รูปที่ 3-4 กระบวนการส่วนแสดงผล	29
รูปที่ 3-5 การแบ่งกลุ่มบริษัทลูกค้า	31
รูปที่ 3-6 ขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึมดิสตรา	36
รูปที่ 3-7 หน้าจอเงื่อนไข	37
รูปที่ 3-8 เส้นทางระหว่าง 2 บริษัท	38
รูปที่ 3-9 ขั้นตอนการทำงานของการแตกกิ่งและการจำกัดขอบเขต	40
รูปที่ 3-10 หน้าจอเงื่อนไขวางแผนเดินทาง	41
รูปที่ 3-11 ผลลัพธ์การวางแผนการเดินทาง เงื่อนไข “ระยะทางที่สั้นที่สุด”	42
รูปที่ 3-12 ผลลัพธ์การเดินทางเมื่อคลิกที่ “ดูแผนที่”	43

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 4-1	ตัวอย่างผลที่ได้จากการทดลองซึ่งเป็นเส้นทางจากบริษัทวานิชรุ่งเรืองไปยังบริษัทจิรสิน	48
รูปที่ 4-2	ตัวอย่างผลที่ได้จากการทดลองซึ่งเป็นเส้นทางจากบริษัทวานิชรุ่งเรืองไปยังบริษัทอเนกการช่าง	49
รูปที่ 4-3	ตัวอย่างผลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งเป็นเส้นทางจากบริษัทวานิชรุ่งเรืองไปยังบริษัททักษิณจักรกล	49
รูปที่ 4-4	ตัวอย่างผลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งเป็นเส้นทางจากบริษัทวานิชรุ่งเรืองไปยังบริษัทณรงค์ซีฟูดส์	50

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

ปัจจุบัน สภาวะทางเศรษฐกิจของประเทศต่างๆ ทั่วโลกต่างมีสภาวะที่ถดถอยลง บริษัทหลายแห่งที่ต้องปิดทำการ คนตกงานมากขึ้น สินค้าเครื่องอุปโภคบริโภคมีราคาสูง และบริษัทหลายๆแห่งก็ประสบปัญหารายได้จากการผลิตหรือการจำหน่ายที่ลดน้อยลง จึงจำเป็นที่จะต้องมีการวางแผนนโยบายของบริษัทเพื่อเพิ่มรายได้และลดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็น โดยอาจจะมองถึงปัจจัยอื่นๆ ในด้านการค้าขาย ในเรื่องของคุณภาพ ราคา การให้บริการ การเข้าถึงผู้บริโภคและการประชาสัมพันธ์ เป็นต้น ด้านคุณภาพ ถ้าทำให้สินค้ามีคุณภาพกว่ามาตรฐานในปัจจุบัน ก็จะส่งผลกระทบถึงราคา เพราะต้องใช้ต้นทุนที่สูง ทำให้อาจเสียเปรียบคู่แข่งได้ สถานการณ์ในปัจจุบันผู้บริโภคจะให้ความสนใจในเรื่องของการบริการหลังการขายเพราะเป็นอีกหนึ่งปัจจัยในการตัดสินใจซื้อสินค้าและผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในวงการอุตสาหกรรม จะสนใจสินค้าที่มีคุณภาพเป็นมาตรฐาน และสนใจในเรื่องของการให้บริการหลังการขาย เวลา การเข้าถึงผู้บริโภค เพราะเมื่อสินค้ามีปัญหาก็สามารถปรับเปลี่ยน แก้ไขได้ทันท่วงที ดังนั้น ความรวดเร็วในการให้บริการและการเข้าถึงผู้บริโภค จะมีความสำคัญ ทางบริษัทจึงต้องให้ความใส่ใจ

บริษัท วานิชรุ่งเรืองอินเตอร์เทรด จำกัด (สาขาภาคใต้) เป็นบริษัทนำเข้ามอเตอร์เครื่องพ่นไฟ จากต่างประเทศ เพื่อจำหน่ายมอเตอร์ให้กับโรงงานอุตสาหกรรม บริษัทตัวแทนจำหน่าย และลูกค้ารายย่อยที่สนใจ ซึ่งกระบวนการทำงานของบริษัทมีลักษณะการโฆษณาสินค้า ได้แก่ การโฆษณาผ่านเว็บไซด์ ผ่านหนังสือเกี่ยวกับเครื่องจักรต่างๆ ผ่านหนังสือพิมพ์และออกไปพบปะกับลูกค้าตามโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ในเขตพื้นที่ภาคใต้ เพื่อแนะนำสินค้า โดยแบ่งโซน (พื้นที่) เป็น 2 ส่วน คือ ภาคใต้ตอนบน (กระบี่ พังงา ชุมพร นครศรีธรรมราช ภูเก็ต ระนอง สุราษฎร์ธานี) ภาคใต้ตอนล่าง (ตรัง นราธิวาส ปัตตานี พัทลุง ยะลา สงขลา สตูล) ซึ่งมีพนักงานขายรับผิดชอบในแต่ละโซน ช่วงเวลาในการออกไปโฆษณาสินค้าและพบปะกับลูกค้าตามโรงงานอุตสาหกรรมจะไม่เท่ากัน โดยโซนภาคใต้ตอนบนจะมีเวลามากกว่าภาคใต้ตอนล่างในการออกพื้นที่ในแต่ละครั้ง การเดินทางไปยังโซนภาคใต้ตอนบนมีระยะทางไกล จึงต้องใช้เวลาในการเดินทางมากกว่าโซนภาคใต้ตอนล่างเนื่องจากโซนภาคใต้ตอนล่างมีพื้นที่อยู่ใกล้กับที่ตั้งของบริษัท ในการเดินทางออกไปพบปะลูกค้าจึงไม่จำเป็นต้องใช้เวลาหลายวันและจำนวนพนักงานที่มีจำนวนจำกัด ปัจจุบันการออกพื้นที่เพื่อไปโฆษณาสินค้า และพบปะกับลูกค้าตามโรงงานอุตสาหกรรม

ต่างๆ ต้องใช้ประสบการณ์ ความชำนาญเส้นทาง และการวางแผนของพนักงานขายในการเดินทาง ถ้าพนักงานขายไม่มีประสบการณ์ความชำนาญเส้นทางและไม่มีการวางแผนที่ดีในการเดินทางไปพื้นที่ ที่รับผิดชอบจะมีผลกระทบในเวลาที่ใช้ในการเดินทางในแต่ละวัน เนื่องจากชั่วโมงการทำงานของพนักงานขายจะต้องทำงานให้ได้ 7 ชั่วโมง (9.00 - 17.00 น.) ถ้าใช้เวลาในการเดินทางนาน ก็จะไม่สามารถไปพบปะกับลูกค้าตามโรงงานอุตสาหกรรมที่กำหนดไว้ได้ และกระทบเรื่องค่าใช้จ่าย ในส่วนของค่าน้ำมันที่จะสิ้นเปลืองไปกับเดินทางที่ไม่มีประสิทธิภาพ

ดังนั้น จึงได้ทำการวิจัยโดยการศึกษาวิธีการหรืออัลกอริทึมต่างๆ ที่จะช่วยในการวางแผนการจัดเส้นทางการเดินทางซึ่งจะทำให้ได้ระบบที่ช่วยวางแผนการเดินทางของพนักงานขาย ซึ่งจะส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการเดินทางลดลง และจะได้เส้นทางที่มีรูปแบบเดียวกันระหว่างผู้จัดการกับพนักงานขาย ทำให้มีประสิทธิภาพการเดินทางไปพบปะลูกค้ามากยิ่งขึ้น การศึกษาวิธีการหรืออัลกอริทึมหาเส้นทางการเดินทาง ในการเดินทางไปพบปะลูกค้าของบริษัทจะศึกษาหลักทฤษฎีอัลกอริทึมต่างๆ ซึ่งในการศึกษาอัลกอริทึมต่างๆ จะสนใจในเรื่องของการหาเส้นทางให้มีระยะทางรวมที่สั้นที่สุด เพราะระยะทางจะเป็นตัวแปรหลักที่มีผลต่อค่าใช้จ่ายในการเดินทางมากที่สุด และอาจจะมีเงื่อนไขในเรื่องของเวลา จำนวนของวันในการเดินทาง จำนวนโรงงานอุตสาหกรรมเป็นตัวแปรประกอบเสริม

1.2 การตรวจสอบเอกสาร

การตรวจสอบเอกสารสำหรับวิทยานิพนธ์นี้ มุ่งเน้นไปใน 2 ประเด็นหลัก คือ การค้นหาเส้นทางระหว่างจุด 2 จุด และ การวางแผนการเดินทางกรณีมีจุดหลายจุด

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการค้นหาเส้นทางระหว่างจุด 2 จุด ได้แก่ งานวิจัยของศักดา ไชยเลิส [1] นำเสนอการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์โดยจะมีการค้นหาเส้นทาง จากจุดเริ่มต้นของการเดินทางไปสู่ปลายทางที่สั้นที่สุด ซึ่งได้นำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการนำเสนอ ในการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุดใช้อัลกอริทึมดิสตรา (Dijkstra Algorithm) และใช้ภาษาวิชวลเบสิกและแม็ปออปเจ็กต์เป็นเครื่องมือในการพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface) งานวิจัยของ กฤษฎา วราทร [2] นำเสนอการหาเส้นทางที่เหมาะสมในภูมิประเทศโดยใช้ปัญญาประดิษฐ์ ใช้อัลกอริทึมดิสตราประกอบกับฮิวริติก (Heuristic) ในการหาเส้นทางที่เหมาะสม ซึ่งจะใช้อัลกอริทึมดิสตรามาคำนวณในด้านของเวลา ซึ่งจะได้เส้นทางที่ใช้เวลาในการเคลื่อนที่น้อยที่สุดและใช้ฮิวริติก มาช่วยในการกำกับทิศทางของกระบวนการค้นหา เป็นการพัฒนาโปรแกรมหาเส้นทางกับเครื่องคอมพิวเตอร์และสามารถพิมพ์รายงาน โปรแกรมนี้ใช้งานบนวินโดว์ งานวิจัยของจตุพร วงศ์ไชย,ไตรภพ ยศราช[3] นำเสนอแนวทางที่เหมาะสมที่สุดใน

การเดินทางออกไขเหรียญ โดยอาศัย อัลกอริทึมกรีดี (Greedy Algorithm) เพื่อแนะนำเส้นทางการไขเหรียญที่เหมาะสมที่สุดให้กับพนักงาน เป็นการลดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นออกไป โดยใช้ปัจจัยระยะทาง ในการหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุด

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการค้นหาเส้นทางระหว่างจุดหลายจุด ได้แก่ งานวิจัยของ ศรินทิพย์ รุ่งโรจน์ธีระ [4] นำเสนอการจัดตารางการผลิตแบบโฟล์วช็อป (Flow Shop) โดยนำวิธีการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขตของ Ignall และ Schrage (Ignall & Schrage Branch and Bound Algorithm) มาปรับปรุงประสิทธิภาพ การเอางานมาเรียงลำดับก่อนที่จะหาคำตอบ โดยจะจัดเรียงงานตามเวลาที่ใช้ในการทำงานของเครื่องจักรของแต่ละงานจากมากไปน้อยและเพิ่มกฎการตัดเข้าไปเพื่อลดขนาดของคำตอบ เพื่อให้ได้การจัดเรียงที่มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้น งานวิจัยของ อรวรรณ ตันศิริเจริญกุล [5] นำเสนอ การใช้ฮิวริสติกแก้ปัญหาเส้นทางเดินรถในการเก็บขนขยะมูลฝอย มีจำนวนจุดเก็บขยะมาก ซึ่งเป็นปัญหาที่มีขนาดใหญ่ ทำให้มีการนำวิธีการต่างๆมาใช้รวมกันได้แก่ วิธีการกวาด (Sweep Approach) อัลกอริทึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขต และปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถของพนักงานขาย (Travelling Salesman Problem) เพื่อหาคำตอบที่ใกล้กับคำตอบที่เหมาะสมที่สุด

1.3 วัตถุประสงค์

1. เพื่อสร้างระบบที่สามารถหาเส้นทางในการเดินทางไปพบปะลูกค้าที่มีระยะทางรวมที่สั้นที่สุดหรือใช้เวลาที่น้อยที่สุดสำหรับลดค่าใช้จ่ายในการเดินทาง
2. เพื่อสามารถเพิ่มจำนวนการพบปะลูกค้าในโรงงานอุตสาหกรรมได้มากขึ้นเมื่อเทียบช่วงเวลาที่เท่ากันกับระบบเดิม

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำระบบไปใช้กับการหาเส้นทางไปบริษัทลูกค้า เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการเดินทางไปพบปะลูกค้า
2. ได้ระบบที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเดินทางไปพบปะลูกค้าให้ดียิ่งขึ้น
3. ได้ระบบเบื้องต้น รองรับการพัฒนาต่อในอนาคตใช้ได้กับบริษัทวานิชรุ่งเรืองอินเตอร์เทรด จำกัด สำหรับประยุกต์กับทุกสาขาทั่วประเทศไทย

1.5 ขอบเขตของงานวิจัย

1. ขอบเขตด้านพื้นที่

- การวิจัยในครั้งนี้ ดำเนินการทดลองในเขต อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา
- การจัดเส้นทางเริ่มต้นที่บริษัทวานิชรุ่งเรืองอินเตอร์เทรด สิ้นสุดที่บริษัทลูกค้าของบริษัทวานิชรุ่งเรืองอินเตอร์เทรด จำกัด เขต อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา รวมทั้งหมด 53บริษัท
- ใช้ถนนสายหลักและถนน ซอย ในเขตอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลาสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล

2. ขอบเขตด้านเนื้อหา

- สามารถหาเส้นทางในการเดินทางไปพบปะลูกค้าที่มีระยะทางรวมที่สั้นที่สุดหรือใช้เวลาที่น้อยที่สุด เพื่อเป้าหมายในการลดค่าใช้จ่ายในการเดินทางไปบริษัทลูกค้าในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา
- สามารถเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายระหว่างการเดินในรูปแบบเดิมกับการเส้นทางเดินทางทางรูปแบบใหม่
- สามารถเปรียบเทียบจำนวนลูกค้าในโรงงานอุตสาหกรรมได้มากขึ้น เมื่อเทียบช่วงเวลาที่เท่ากันกับระบบเดิม

1.6 ขั้นตอนและระยะเวลาดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาและทำความเข้าใจปัญหา
2. กำหนดวัตถุประสงค์และขอบเขต
3. ศึกษางานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
4. รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวกับเส้นทาง ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการเดินทาง และเก็บข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งด้วยเครื่องหาพิกัดทางภูมิศาสตร์
5. พัฒนาระบบพื้นฐานที่ใช้ในการจัดเส้นทางการเดินทาง ทดสอบและแก้ไข
6. เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายระหว่างการเดินในรูปแบบเดิมกับการเส้นทางเดินทางเดินทางรูปแบบใหม่
7. สรุปผลและจัดทำเอกสารฉบับสมบูรณ์

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

2.1 บทนำ

บริษัทวานิชรุ่งเรืองอินเตอร์เทรด จำกัด มีนโยบายให้พนักงานขายไปพบปะลูกค้าตามจังหวัดต่างๆ ในประเทศไทย เพื่อหาลูกค้า นำเสนอสินค้า ให้บริการต่างๆ ในส่วนของสาขาภาคใต้ได้มีนโยบายให้พนักงานขายออกไปพบปะลูกค้าตามพื้นที่ต่างๆ ของจังหวัดทั้งภาคใต้ พนักงานขายจะต้องเดินทางไปพบปะลูกค้าในโซน (พื้นที่) ที่รับผิดชอบทุกเดือน แล้วกลับมารายงานการเดินทางให้กับผู้จัดการสาขา โดยค่าใช้จ่ายในการเดินทางของพนักงานขาย บริษัทจะเป็นผู้รับผิดชอบ โดยจะมีเงินค่าใช้จ่ายให้กับพนักงานขายเมื่อออกเดินทางไปพบปะลูกค้า ดังนี้

- จำนวนวัน 1 วัน ในพื้นที่จังหวัดสงขลา เป็นจำนวนเงิน 600-700 บาท (ค่าน้ำมัน ค่าอาหาร)
- จำนวนวัน 1-3 วันในพื้นที่ต่างจังหวัด เป็นจำนวนเงิน 1,000-3,000 บาท (ค่าน้ำมัน ค่าอาหาร ค่าที่พัก)
- จำนวนวัน 10-12 วัน ในพื้นที่ต่างจังหวัด เป็นจำนวนเงิน 10,000-13,000 บาท (ค่าน้ำมัน ค่าอาหาร ค่าที่พัก)

การเดินทางไปพบปะลูกค้า พนักงานขายต้องทำการขออนุมัติจากผู้จัดการสาขา เมื่อได้รับการอนุมัติจึงจะสามารถเดินทางไปพบปะลูกค้าได้ ซึ่งมีขั้นตอนดังรูปที่ 2-1 ซึ่งสามารถอธิบายขั้นตอนการทำงานได้ดังนี้

- **ภาคใต้ตอนบน**

<u>ขั้นตอนที่ 1</u> พนักงานขายกำหนดช่วงเวลาในการเดินทางในแต่ละเดือน ซึ่งใช้เวลาในการออกไปพบปะลูกค้า 10-12 วัน/เดือน

<u>ขั้นตอนที่ 2</u> พนักงานขายกำหนดจังหวัด ที่จะไปพบปะลูกค้า (เฉลี่ย 1-2 จังหวัด/เดือน)

<u>ขั้นตอนที่ 3</u> พนักงานขายกำหนดรายชื่อบริษัทลูกค้า ที่อยู่ในจังหวัดนั้นๆ หรือจังหวัดใกล้เคียง (เฉลี่ย 15-20 บริษัท / เดือน)

<u>ขั้นตอนที่ 4</u> พนักงานขายทำรายงานกำหนดการให้ผู้จัดการสาขาอนุมัติ

<u>ขั้นตอนที่ 5</u> ผู้จัดการสาขาอนุมัติ

ขั้นตอนที่ 6 พนักงานขายเบิกค่าใช้จ่ายในการเดินทาง ทางบริษัทจะอนุมัติเงินในการเดินทาง ครั้งละ 10,000 – 12,000 บาท เป็นเงินค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการเดินทาง ได้แก่ ค่าน้ำมัน ค่าที่พัก ค่าอาหาร

ขั้นตอนที่ 7 พนักงานขายออกเดินทาง

- **ภาคใต้ตอนล่าง**

ขั้นตอนที่ 1 พนักงานขายกำหนดช่วงเวลาในการเดินทางในแต่ละเดือน ซึ่งใช้เวลาในการออกไปพบปะลูกค้า 1-3 วัน/เดือน

ขั้นตอนที่ 2 พนักงานขายกำหนดจังหวัด ที่จะไปพบปะลูกค้า (เฉลี่ย 1-2 จังหวัด/เดือน)

ขั้นตอนที่ 3 พนักงานขายกำหนดรายชื่อบริษัทลูกค้า ที่อยู่ในจังหวัดนั้นๆ หรือจังหวัดใกล้เคียง (เฉลี่ย 5-7 บริษัท / เดือน)

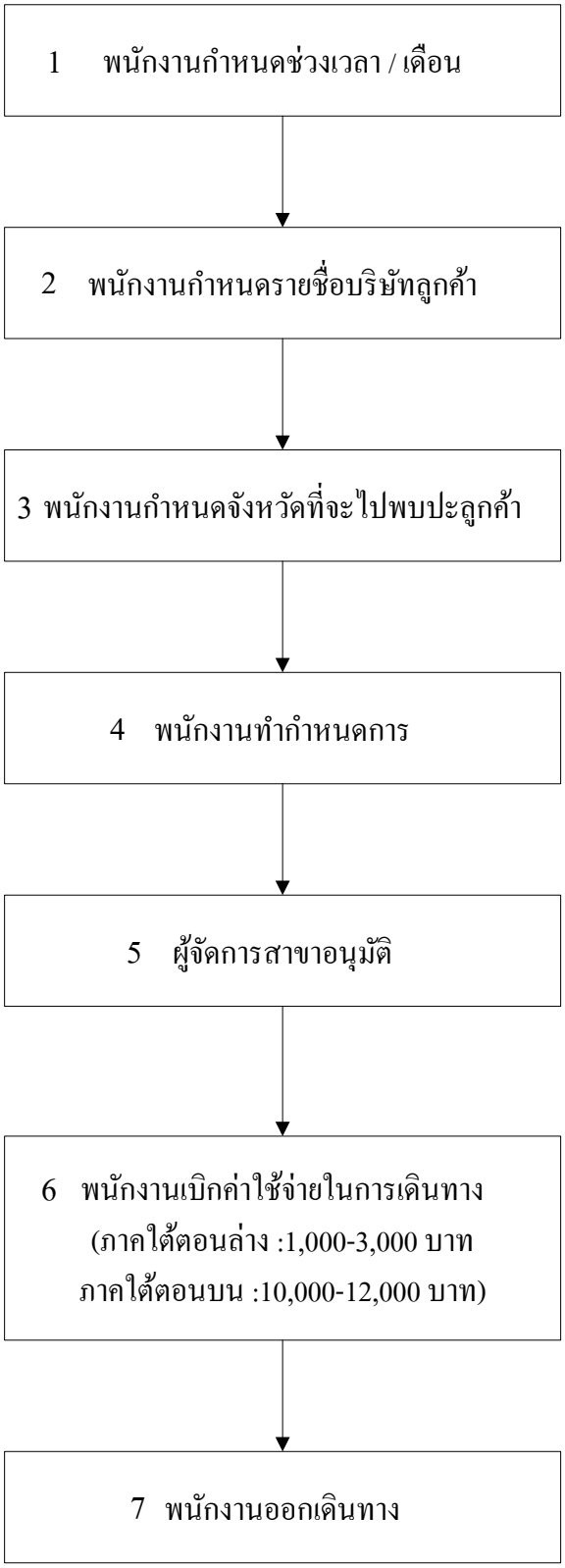
ขั้นตอนที่ 4 พนักงานขายทำรายงานกำหนดการให้ผู้จัดการสาขาอนุมัติ

ขั้นตอนที่ 5 ผู้จัดการสาขาอนุมัติ

ขั้นตอนที่ 6 พนักงานขายเบิกค่าใช้จ่ายในการเดินทาง ทางบริษัทจะอนุมัติเงินในการเดินทาง ครั้งละ 1,000-3,000 บาท เป็นเงินค่าใช้จ่ายทั้งหมดในการเดินทาง ได้แก่ ค่าน้ำมัน ค่าที่พัก ค่าอาหาร

ขั้นตอนที่ 7 พนักงานขายออกเดินทาง

หมายเหตุ การเดินทางออกไปพบปะลูกค้าใน จังหวัดสงขลา จะใช้เวลา 1 วัน (เฉลี่ย 5-7 บริษัท/วัน) ค่าใช้จ่าย 600-700 บาท เป็นค่าน้ำมัน ค่าอาหาร



รูปที่ 2-1 ขั้นตอนการเดินทางของพนักงานขายของบริษัทวานิชรุ่งเรืองอินเตอร์เทรดในปัจจุบัน

ปัญหาในการเดินทางของพนักงานขายมีดังต่อไปนี้

1. พนักงานขายไม่มีการวางแผนการเดินทางไว้ในรายงาน ทำให้สามารถเดินทางไปยังบริษัทลูกค้าที่ไหนก่อนหลังก็ได้
2. พนักงานขายไม่ชำนาญเส้นทาง ทำให้พนักงานขายต้องขับรถวนไปมา หรือไปทางที่มีระยะทางไกล ทำให้ใช้เวลาและน้ำมันในการเดินทางเป็นจำนวนมาก
3. ในแต่ละครั้งที่พนักงานขายเดินทางไปพบปะลูกค้า ค่าใช้จ่ายจะไม่เพียงพอกับจำนวนวันเดินทางที่ได้กำหนดเอาไว้ในรายงาน จึงไม่สามารถไปพบปะลูกค้าที่กำหนดไว้ในรายงานได้
4. ค่าน้ำมันจะเป็นค่าใช้จ่ายที่ส่วนใหญ่ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายอื่นๆ

จากปัญหาที่ได้กล่าวมาได้จึงหาวิธีการวางแผนการเดินทางของพนักงานขายให้มีรูปแบบเดียวกันระหว่างพนักงานขายกับผู้จัดการ จะช่วยให้การวางแผนการเดินทางง่ายขึ้น สะดวกในการตรวจสอบทั้งยังช่วยให้พนักงานที่ไม่ชำนาญเส้นทาง สามารถเดินทางโดยไม่หลงทาง และได้เส้นทางที่เหมาะสมในการเดินทาง โดยจะมีเป้าหมายคือค่าใช้จ่ายในการเดินทางลดลง

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 การค้นหาเส้นทาง

การค้นหาคำตอบหรือการค้นหาข้อมูลในทางคอมพิวเตอร์มักจะกระทำบนโครงสร้างข้อมูลแบบต้นไม้และกราฟ ทั้งนี้เพราะโครงสร้างข้อมูลในลักษณะนี้สามารถทำให้การค้นหาทำได้สะดวกและสามารถพลิกแพลงการค้นหาได้ง่าย สามารถจะนำมาแก้ปัญหาเกี่ยวกับการเคลื่อนที่จากจุด ๆ หนึ่งไปยังจุดอื่น ๆ ในกราฟ เช่น ปัญหาทางคมนาคม ปัญหาทางสาธารณูปโภค ปัญหาทางด้านเครือข่าย ปัญหาเกี่ยวกับการเดินทางที่เกี่ยวข้องกับระยะทาง ซึ่งในเรื่องของการหาคำตอบโดยโครงสร้างข้อมูลทั้งแบบต้นไม้และกราฟสามารถประยุกต์กับงานต่างๆ มากมาย รวมถึงงานวิจัยด้วย เช่น การหาเส้นทางที่สั้นที่สุด การสร้างแผนที่ เป็นต้น

การค้นหาข้อมูลบนโครงสร้างต้นไม้และกราฟสามารถจำแนกได้ 2 แบบ คือ [6]

1. การค้นหาแบบไบล์ด (Blind Search)
2. การค้นหาแบบฮิวริสติก

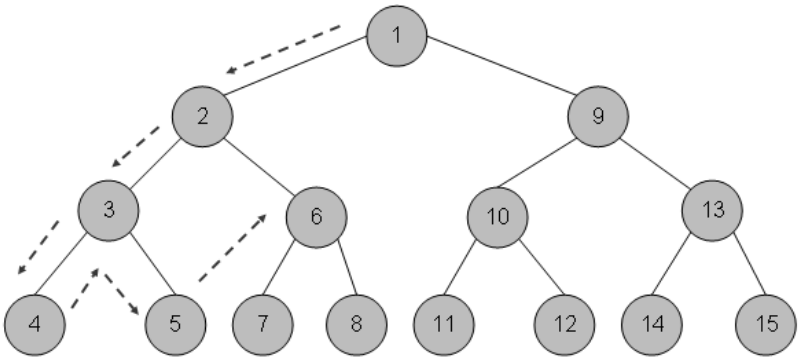
2.2.1.1. การค้นหาแบบไบล์ด [6]

การค้นหาแบบไบล์ด เป็นการค้นหาคำตอบแบบมีทิศทางในการค้นหาจะมีการค้นหาคำตอบของข้อมูลทุกตัว และการค้นหาแบบไบล์ดอาจจะได้คำตอบที่ไม่ใช่คำตอบที่ดีที่สุด ซึ่งจะแบ่งการค้นหาออกเป็น 2 ประเภทด้วยกัน ได้แก่ การค้นหาทั้งหมด (Exhaustive Search) การค้นหาบางส่วน (Partial Search) สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ

- การค้นหาแบบลึกก่อน (Depth first search)
- การค้นหาแบบกว้างก่อน (Breadth first search)

- **การค้นหาแบบลึกก่อน [6]**

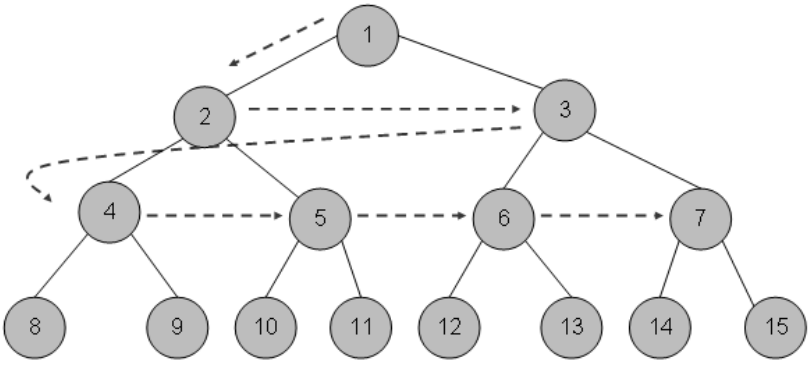
การค้นหาแบบลึกก่อน เป็นการค้นหาที่กำหนดทิศทางจากรูปของโครงสร้างต้นไม้ ที่เริ่มต้นจากโหนดราก (ระดับที่ 0) แล้วสำรวจโหนดในระดับรองลงมา สำรวจลงมาเรื่อย ๆ จนถึงโหนดที่อยู่ลึกที่สุด แล้วจึงย้อนกลับมาที่โหนดที่อยู่สูงสุดของกิ่งเดียวกัน ถ้าโหนดนั้นมีการสำรวจไปแล้วจึงทำการสำรวจโหนดที่อยู่ในระดับล่างของกิ่งเดียวกันจนถึงโหนดที่ลึกที่สุด สำรวจไปจนกว่าจะได้โหนดที่ต้องการหรือครบทุกโหนด แสดงตัวอย่าง ดังรูปที่ 2-2 (โดยโหนดราก คือ โหนดหมายเลข 1) และมีลำดับจะเริ่มจาก โหนดที่ 1 แล้วสำรวจโหนดในระดับรองลงมาที่นี้คือ โหนดที่ 2 และก็เลื่อนลงมาสำรวจผ่านโหนดที่ 3 และเลื่อนมาโหนดที่ลึกที่สุดคือ โหนดที่ 4 เมื่อสำรวจโหนดที่ลึกที่สุดแล้วจะเลื่อนขึ้นไปสำรวจโหนดที่อยู่ในกิ่งเดียวกันที่ยังไม่ได้มีการสำรวจ ในที่นี้ เลื่อนมาที่โหนดที่ 3 ซึ่งโหนดที่ 3 มีการสำรวจแล้วจึงเลื่อนลงมาสำรวจโหนดที่ 5 และเลื่อนขึ้นไปสำรวจโหนดที่อยู่ในกิ่งเดียวกันที่ยังไม่ได้มีการสำรวจก็คือโหนดที่ 6 ทำการสำรวจไปจนกว่าจะได้โหนดที่ต้องการหรือครบทุกโหนด



รูปที่ 2-2 ขั้นตอนการค้นหาแบบลึกก่อน

- **การค้นหาแบบกว้างก่อน [6]**

การค้นหาแบบกว้างก่อน เป็นการกำหนดทิศทางการค้นหาแบบทีละระดับของโครงสร้างต้นไม้โดยเริ่มจากโหนดราก (ระดับที่ 0) แล้วลงมาระดับรองลงมา โดยจะสำรวจจากโหนดซ้ายก่อนแล้วจึงเลื่อนไปสำรวจที่โหนดขวาทำการสำรวจไปจนกว่าจะครบทุกโหนดในระดับเดียวกัน เมื่อครบทุกโหนดแล้ว ก็ทำการสำรวจในระดับรองลงมา สำรวจแบบนี้ไปจนกว่าจะได้โหนดที่ต้องการหรือครบทุกโหนด แสดงตัวอย่าง ดังรูปที่ 2-3 (โดยโหนดราก คือ โหนดหมายเลข 1) และมีลำดับจะเริ่มจาก โหนดที่ 1 แล้วเลื่อนลงมาสำรวจในระดับรองลงมาโดยที่จะสำรวจจากโหนดซ้ายแล้วเลื่อนไปสำรวจยังโหนดขวาโดยทำการสำรวจครบทุกโหนดในระดับเดียวกัน ในที่นี้ก็จะสำรวจที่โหนดที่ 2 และ โหนดที่ 3 ตามลำดับและสำรวจแบบนี้ไปจนกว่าจะได้โหนดที่ต้องการหรือครบทุกโหนด



รูปที่ 2-3 ขั้นตอนการค้นหาแบบกว้างก่อน

การค้นหาแนวลึกก่อนและแนวกว้างก่อนที่ได้กล่าวมาข้างต้นมีความแตกต่างในส่วนของการค้นหา หน่วยความจำและผลลัพธ์ ซึ่งสามารถนำมาเปรียบเทียบดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 เปรียบเทียบการค้นหาแนวลึกก่อนและแนวกว้างก่อน

ประเภท	การค้นหาแนวลึกก่อน	การค้นหาแนวกว้างก่อน
การค้นหา	มีการค้นหาจากบนลงล่าง เมื่อถึงตำแหน่งล่างสุดแล้วย้อนขึ้นมาค้นหาในระดับกิ่งเดียวกันที่ยังไม่ได้ทำการค้นหา ค้นหาจนกว่าจะพบข้อมูลที่ต้องการ	มีการค้นหาจากบนลงล่างและจากซ้ายไปขวา ค้นหาไปจนกว่าจะพบข้อมูลที่ต้องการ

ตารางที่ 2-1 (ต่อ) เปรียบเทียบการค้นหาแนวลึกก่อนและแนวกว้างก่อน

ประเภท	การค้นหาแนวลึกก่อน	การค้นหาแนวกว้างก่อน
หน่วยความจำ	ใช้หน่วยความจำน้อย เนื่องจากเก็บเฉพาะเส้นทางปัจจุบัน	ใช้หน่วยความจำมากเนื่องจากต้องเก็บสถานะไว้ทุกโหนดเพื่อหาเส้นทางจากสถานะเริ่มต้นไปหาคำตอบ
ผลลัพธ์	ผลลัพธ์ที่ได้จากการค้นหา อาจจะไม่ใช่ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดก็ได้	ผลที่ได้จากการค้นหา จะได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด เนื่องจากมีการค้นหาทุกโหนด

2.2.1.2. การค้นหาแบบฮิวริสติก [6]

การค้นหาคำตอบแบบฮิวริสติก เป็นการหาคำตอบโดยที่มีการกำกับทิศทางของกระบวนการค้นหา เพื่อให้อยู่ในทิศทางที่ได้ประโยชน์มากที่สุด ซึ่งจะบอกว่าเส้นทางไหนเป็นเส้นทางที่ควรเลือก แต่การค้นหาแบบฮิวริสติก ก็ไม่สามารถให้คำตอบถูกต้องที่สุดเสมอไปโดยจะขึ้นอยู่กับฟังก์ชันฮิวริสติก ซึ่งคำตอบที่ได้นั้นอาจดีในการนำไปใช้กับระบบงานหนึ่งแต่ไม่ดีกับการนำไปใช้กับอีกระบบหนึ่งก็ได้

2.2.2 อัลกอริทึมที่ใช้ในการค้นหาเส้นทาง

อัลกอริทึมที่ใช้ในการค้นหาเส้นทางที่เหมาะสมในการเดินทางคือ กฎเกณฑ์ที่ใช้ในการแก้ปัญหาการเดินทางหรือการเลือกเส้นทางที่เหมาะสม ในการเดินทางจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง อัลกอริทึมที่ใช้ในการค้นหานี้มีหลายอัลกอริทึม ผู้วิจัยได้นำอัลกอริทึมดังต่อไปนี้มาใช้ในการทดลอง

2.2.2.1 อัลกอริทึมดิสตรา [9] [10]

เป็นอัลกอริทึมที่ใช้ในการคำนวณหาเส้นทางที่สั้นที่สุดระหว่าง 2 โหนดใดๆ ในกราฟ โดยที่ค่าน้ำหนักของทุกโหนดต้องเป็นค่าบวก ในการหาเส้นทางจะกำหนดโหนดเริ่มต้น หาโหนดใกล้เคียงที่มีค่าน้ำหนักหรือระยะทางที่สั้นที่สุด จะได้เป็นโหนดถัดไปในการเชื่อมกับโหนดที่ผ่านมา คำนวณจนกระทั่งได้โหนดที่ต้องการ หลักการของการค้นหาทำได้ดังนี้

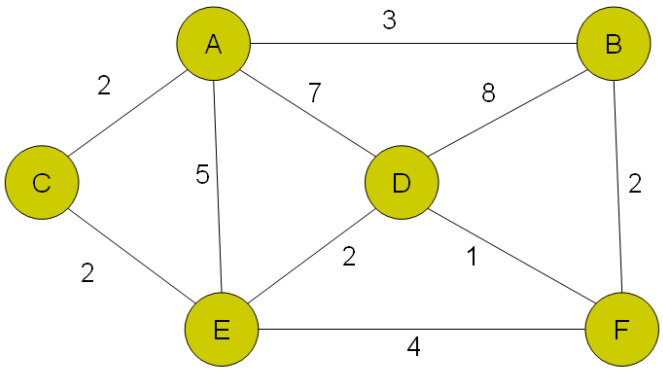
1. เลือกโหนดเริ่มต้นมาหนึ่งโหนด
2. ให้โหนดที่เลือกมานี้เป็นสถานะสำรวจแล้ว
3. พิจารณาโหนดที่อยู่ติดกับโหนดที่เลือกในสถานะสำรวจแล้ว แล้วเลือกโหนดที่มีค่าน้ำหนักหรือระยะทางที่สั้นที่สุด เป็นโหนดที่มีการสำรวจแล้ว

4. พิจารณาโหนดที่อยู่ติดกับโหนดที่เลือกในสถานะสำรวจแล้ว เลือกโหนดที่มีค่าน้ำหนักหรือระยะทางที่สั้นที่สุด โดยที่นำค่าน้ำหนักหรือระยะทางโหนดที่ผ่านมาแล้วเปรียบเทียบค่าน้ำหนักหรือระยะทางของโหนดที่ติดกับโหนดที่มีสถานะสำรวจแล้ว หาค่าน้ำหนักหรือระยะทางที่สั้นที่สุด เลือกโหนดนั้นเป็นโหนดที่มีการสำรวจ

5. ทำการสำรวจไปเรื่อยๆ จนกว่าจะได้โหนดที่ต้องการหรือครบทุกโหนด

ตัวอย่างการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดของอัลกอริทึมดิสตรา จากรูปที่ 2-4 แสดงน้ำหนักของกราฟให้วงกลมแทนโหนด มีทั้ง 6 โหนด เส้นเชื่อมระหว่างวงกลมแทนระยะทาง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

โหนด A ไป โหนด B มีระยะทางเท่ากับ 3 หน่วย
โหนด A ไป โหนด C มีระยะทางเท่ากับ 2 หน่วย
โหนด A ไป โหนด D มีระยะทางเท่ากับ 7 หน่วย
โหนด B ไป โหนด D มีระยะทางเท่ากับ 8 หน่วย
โหนด B ไป โหนด F มีระยะทางเท่ากับ 2 หน่วย
โหนด C ไป โหนด E มีระยะทางเท่ากับ 2 หน่วย
โหนด D ไป โหนด E มีระยะทางเท่ากับ 2 หน่วย
โหนด D ไป โหนด F มีระยะทางเท่ากับ 1 หน่วย



รูปที่ 2-4 แสดงน้ำหนักของกราฟ

กำหนดให้โหนดเริ่มต้น คือโหนด A และโหนดปลายทาง คือโหนด F จากรูปที่ 2-5 ตัวอย่างการทำงานของอัลอริทึมดิสตรา อธิบายได้ดังนี้

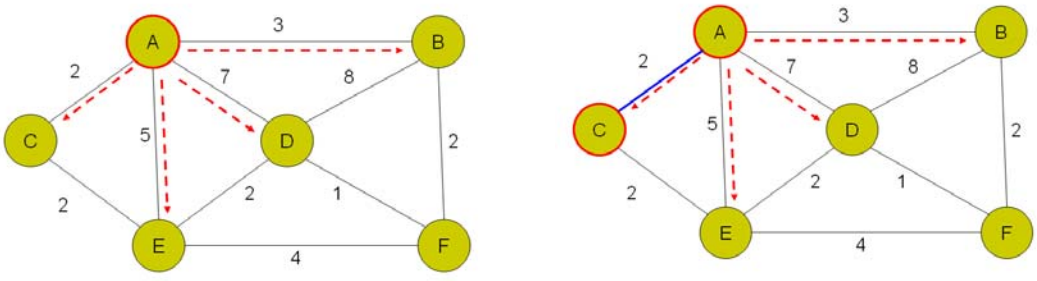
(ก) เริ่มจากกำหนดให้ A เป็นโหนดเริ่มต้นและมีสถานะสำรวจแล้ว ให้ F เป็นโหนดปลายทาง

(ข) พิจารณาโหนดที่อยู่ติดกับ A แล้วเลือกโหนดที่มีค่าน้ำหนักหรือระยะทางที่สั้นที่สุด ดังรูปจะเห็นได้ว่ามีโหนดที่ติดกับโหนด A คือ B C D และ E พิจารณาโหนดที่มีระยะทางที่สั้นที่สุดคือ โหนด C เพราะมีระยะทางเป็น 2 หน่วยและให้ โหนด C เป็นโหนดที่มีสถานะสำรวจแล้ว

(ค) พิจารณาโหนดที่ติดกับโหนด A และ C ซึ่งเป็นโหนดที่มีสถานะสำรวจแล้ว จะเห็นได้ว่าโหนดที่ติดกับโหนด A และ C คือ E D และ B หาระยะทางที่สั้นที่สุดของ A->C->E=4, A->E=5,A->D=7, A->B=3 จะได้ว่าโหนดที่มีระยะทางที่สั้นที่สุดคือ A->B เพราะมีระยะทางเป็น 3 หน่วย ให้โหนด B เป็นโหนดที่มีสถานะสำรวจแล้ว

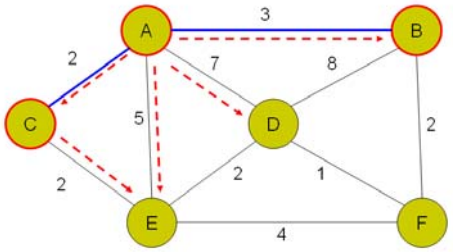
(ง) พิจารณาโหนดที่ติดกับโหนด A C และ B ซึ่งเป็นโหนดที่มีสถานะสำรวจแล้ว จะเห็นได้ว่าโหนดที่ติดกับโหนด A C และ B คือ E D และ F หาระยะทางที่สั้นที่สุดของ A->C->E=4, A->E=5, A->D=7, A->B->F=5, A->B->D=11 จะได้ว่า A->C->E มีระยะทางที่สั้นที่สุดเป็น 4 หน่วยให้โหนด E เป็นโหนดที่มีสถานะสำรวจแล้ว

(จ) พิจารณาโหนดที่ติดกับโหนด A C B และ E ซึ่งเป็นโหนดที่มีสถานะสำรวจแล้ว จะเห็นได้ว่าโหนดที่ติดกับโหนด A C B และ E คือ D F หาระยะทางที่สั้นที่สุดของ A->C->E->F=9, A->E=5, A->D=7, A->B->F=5,A->B->D=11 จะได้ว่า A->B->F มีระยะทางที่สั้นที่สุดเป็น 5 หน่วย จบสิ้นการทำงาน

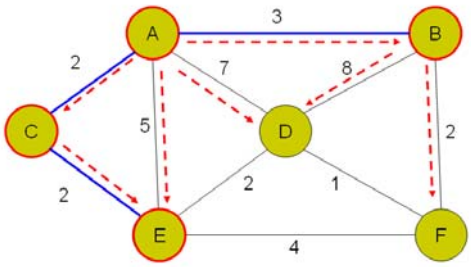


(ก) (ข)

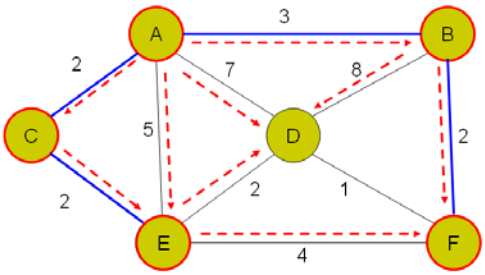
รูปที่ 2-5 ขั้นตอนของอัลกอริทึมดิสตราในการเส้นทาง



(ค)



(ง)



(จ)

ผลที่ได้จากอัลกอริทึมดิสตรา จะได้เส้นทางจาก A->F = A->B->F= 3+2= 5

รูปที่ 2-5 (ต่อ) ขั้นตอนของอัลกอริทึมดิสตราในการเส้นทาง

2.2.2.2 อัลกอริทึมกรีดี [9]

การค้นหาแบบอัลกอริทึมกรีดี เป็นการค้นหาแบบดีที่สุดก่อน (Best first search) ง่ายที่สุดโดยการหาเส้นทางต้องผ่านโหนดทุกโหนดในกราฟซึ่งจะนำมาแก้ปัญหา Minimum Spanning Tree และ การแก้ปัญหา Shortest Path คำตอบที่ได้หาจากค้นหาแบบอัลกอริทึมดีกรีอาจจะไม่ใช่คำตอบที่ดีที่สุด หลักการของการค้นหาแบบนี้คือ การเลือกโหนดที่ดีที่สุดตลอดเวลา [8] ดังนี้

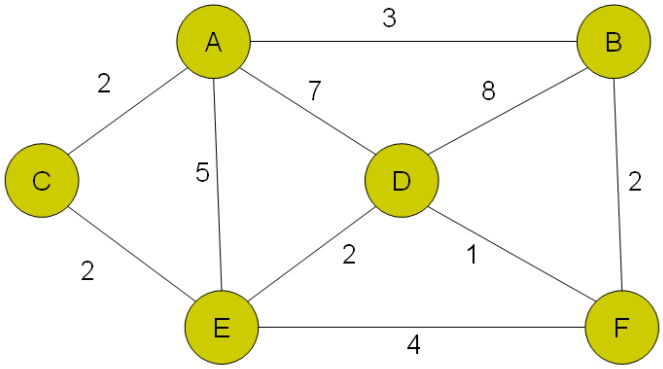
1. เลือกโหนดเริ่มต้นมาหนึ่งโหนด
2. ให้โหนดที่เลือกเป็นสถานะปัจจุบัน
3. ให้ทำตามขบวนการข้างล่างนี้จนกว่าจะไม่สามารถสร้างโหนดลูกได้อีก

3.1 สร้างสถานะใหม่ที่เป็นโหนดลูกที่เป็นไปได้ทั้งหมดจากสถานะปัจจุบัน

3.2 จากสถานะใหม่ที่สร้างขึ้นมาทั้งหมด ให้เลือกสถานะหรือโหนดลูกที่ดีที่สุดออกมาเพียงโหนดเดียว เช่น กรณีระยะทาง หากระยะทางจาก A ไป B C D มีระยะทาง 3, 2, 7 ตามลำดับ จะเลือก C ให้เป็นโหนดที่ดีสุดเนื่องจากมีระยะทางน้อยที่สุด

4. กลับไปที่ขั้นตอนที่ 2

ตัวอย่างการหาเส้นทางที่สั้นที่สุด โดยใช้อัลกอริทึมกรีดี จากรูปที่ 2-6 แสดงน้ำหนักของกราฟโดยมีรายละเอียดดังรูปที่ 2-4



รูปที่ 2-6 น้ำหนักของกราฟ

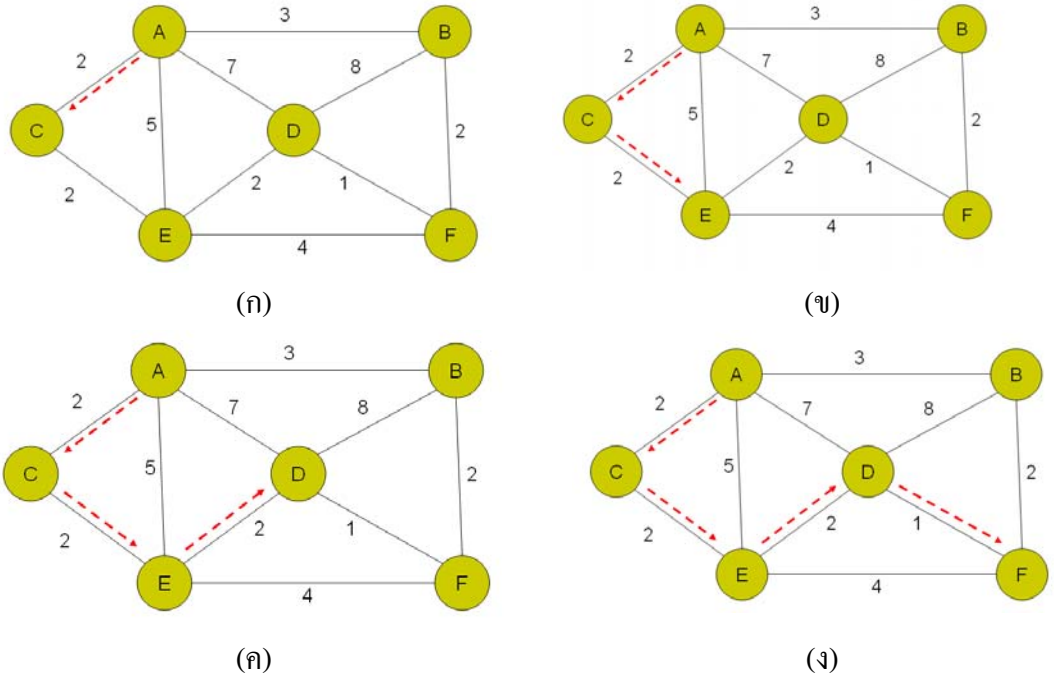
กำหนดให้โหนดเริ่มต้น คือโหนด A โหนดปลายทาง คือโหนด F จากรูปที่ 2-7 เป็นตัวอย่างขั้นตอนของอัลกอริทึมกรีดี อธิบายได้ดังนี้

(ก) เริ่มจากกำหนดให้ A เป็นโหนดเริ่มต้นและให้มีสถานะสำรวจแล้ว ให้ F เป็นโหนดปลายทางพิจารณาโหนดที่อยู่ติดกับ A แล้วเลือกโหนดที่มีค่าน้ำหนักหรือระยะทางที่สั้นที่สุด ดังรูปจะเห็นได้ว่าโหนดที่ติดกับโหนด A คือ B C D E พิจารณาโหนดที่มีระยะทางที่สั้นที่สุดคือโหนด C มีระยะทางเท่ากับ 2 หน่วย

(ข) พิจารณาโหนดที่ติดกับโหนด C จะได้โหนด E เพียงโหนดเดียวโหนด E จึงเป็นโหนดที่มีระยะทางที่สั้นที่สุด

(ค) พิจารณาโหนดที่ติดกับโหนด E จะได้โหนด D F หาระยะทางที่สั้นที่สุดของ E->D=2, E->F=4 จะเห็นได้ว่า E->D มีระยะทางที่สั้นที่สุดเป็น 2 หน่วย ให้โหนด D เป็นโหนดที่มีระยะทางที่สั้นที่สุด

(ง) พิจารณาโหนดที่ติดกับโหนด D จะได้โหนด B F หาระยะทางที่สั้นที่สุดของ D->F=1, D->B=8 จะเห็นได้ว่า D->F มีระยะทางที่สั้นที่สุดเป็น 1 หน่วย ให้โหนด F เป็นโหนดที่มีระยะทางที่สั้นที่สุด จบสิ้นการทำงาน



ผลที่ได้จากอัลกอริทึมกรีดี จะได้เส้นทางจาก A->F = A->C->E->D->F= 2+2+2+1=7

รูปที่ 2-7 ขั้นตอนของอัลกอริทึมกรีดีในการเส้นทาง

2.2.3 ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถของพนักงาน [11]

ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถของพนักงาน เป็นปัญหาของพนักงานขายในการเดินทางไปยังเมืองต่างๆ จำนวน n เมือง ในการเดินทางต้องผ่านทุกเมืองแล้วกลับมายังเมืองเริ่มต้น ในการเดินทางจะต้องไม่ย้อนกลับหรือเดินทางเส้นทางเดิมที่ผ่านมาและเส้นทางที่ใช้ในการเดินทางเป็นเส้นทางที่สั้นที่สุด

เทคนิคในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถของพนักงานสามารถจำแนกได้หลายแนวทาง คือ

1. ประเภทคำตอบของปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1.1 คำตอบที่เหมาะสมที่สุด (Optimal Solution) เป็นการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งจะเป็นวิธีการที่ต้องใช้เวลาในการคำนวณนานและใช้เนื้อที่หน่วยความจำที่มากเหมาะสมสำหรับการแก้ปัญหาขนาดเล็ก

1.2 คำตอบค่าใกล้เคียงกับค่าที่เหมาะสมที่สุด (Near Optimal Solution) เป็นการแก้ปัญหาโดยที่ได้คำตอบใกล้เคียงกับคำตอบที่เหมาะสมมากที่สุด ซึ่งเป็นการแก้ปัญหาในเรื่องของการคำนวณที่ใช้เวลานานและใช้เนื้อที่หน่วยความจำมาก สามารถแก้ปัญหาที่มีขนาดใหญ่ได้

2. ประเภทของการแก้ปัญหา แบ่งได้เป็น 4 ประเภท คือ

2.1 การโปรแกรมแบบไดนามิก (Dynamic Programming) เป็นวิธีการที่สามารถให้คำตอบที่เหมาะสมที่สุด แต่จะมีปัญหาในเรื่องของจำนวนเมืองที่ใช้ในการคำนวณ คือ สามารถใช้กับปัญหาที่มีขนาด 13 เมืองเท่านั้น และยังมีปัญหาในเรื่องของเวลาที่ใช้ในการคำนวณ ใช้เนื้อที่ในหน่วยความจำมาก

2.2 การโปรแกรมแบบเลขจำนวนเต็ม (Integer Programming) เป็นวิธีการที่สามารถหาคำตอบเหมาะสมที่สุดได้ในปัญหาขนาดเล็ก

2.3 การแตกกิ่งและจำกัดขอบเขต เป็นวิธีการที่ใช้ในการหาคำตอบแบบเหมาะสมที่สุด ซึ่งวิธีนี้สามารถที่จะรับรองได้ว่าเป็นเส้นทางที่หาออกมาได้เป็นเส้นทางที่เหมาะสมที่สุด แต่ก็ยังมีข้อจำกัดในเรื่องของเวลาที่ใช้ในการคำนวณและเนื้อที่ใช้หน่วยความจำที่มาก จึงเหมาะกับการใช้แก้ปัญหาที่มีขนาดเล็ก

2.4 การแก้ปัญหาแบบฮิวริสติก เป็นการแก้ปัญหาที่ให้คำตอบที่เหมาะสมในระดับหนึ่งแต่ไม่ใช่คำตอบที่ดีที่สุด ซึ่งวิธีนี้จะแก้ปัญหาในเรื่องของเวลาในการคำนวณและเนื้อที่หน่วยความจำที่มาก เหมาะสมกับการนำไปใช้แก้ปัญหาขนาดใหญ่ โดยแบ่งวิธีการออกเป็น 3 วิธี คือ

- วิธีการสร้างเส้นทาง (Tour Construction Procedure) เป็นการสร้างเส้นทางที่เหมาะสมในการเดินทางที่สามารถเป็นไปได้
- วิธีการปรับปรุงเส้นทาง (Tour Improvement Procedure) เป็นการนำเส้นทางเดินทางที่มีอยู่แล้ว
- วิธีผสมผสาน (Composite Procedure) เป็นวิธีการที่รวมทั้งสองวิธีเข้าด้วยกันเพื่อลดระยะเวลาในการแก้ปัญหา โดยเริ่มต้นกำหนดเส้นทางเดินรถด้วยวิธีการสร้างเส้นทางและปรับปรุงเส้นทางที่ได้จากขั้นต้นด้วยวิธีการปรับปรุงเส้นทาง

2.2.4 อัลกอริทึมที่แก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถของพนักงาน

อัลกอริทึมที่ใช้แก้ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถของพนักงานมีหลายอัลกอริทึมด้วยกัน ในการแก้ปัญหาในการเดินทางให้ครบทุกจุด ไม่สนใจลำดับในการเดินและต้องมีระยะทางที่น้อยที่สุด ซึ่งปัจจุบันมีหลายอัลกอริทึมที่นำมาแก้ปัญหานี้ได้ ต่างมีเงื่อนไขในการค้นหาแตกต่างกันออกไป งานวิจัยนี้มีจำนวนจุดที่ไม่มากและต้องการคำตอบที่เหมาะสมที่สุด ผู้วิจัยจึงได้นำอัลกอริทึมดังต่อไปนี้มาใช้ในการทดลอง

2.2.4.1 อัลกอริทึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขต [7]

อัลกอริทึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขตเป็นวิธีที่ใช้ในการหาคำตอบแบบเหมาะสมที่สุดออกมา ซึ่งต้องมีการผ่านจุดให้ครบทุกจุดโดยไม่สนใจลำดับในการผ่าน โดยอัลกอริทึมจะใช้การลดค่าเมตริกในการคำนวณหาขอบเขต (Bound) เมตริกที่มีค่าขอบเขตที่น้อยที่สุดจะทำการแตกกิ่ง (Branch) ซึ่งวิธีนี้จะสามารถหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุด เหมาะสมกับปัญหาที่มีขนาดเล็กเนื่องจากต้องใช้หน่วยความจำและเวลาในการคำนวณมาก [7] หลักการของการค้นหาแบบนี้ ดังนี้

1. เลือกโหนดเริ่มต้นมาหนึ่งโหนด
2. พิจารณาเลือกโหนดที่ติดกับโหนดเริ่มต้น
3. หาระยะทางระหว่างโหนดเริ่มต้นและโหนดที่ติดกับโหนดเริ่มต้น
4. หาน้ำหนักขอบเขตล่างของโหนดเริ่มต้นและโหนดที่ติดกับโหนดเริ่มต้น
5. เปรียบเทียบน้ำหนักขอบเขตล่าง แตกกิ่งโหนดที่มีค่าน้ำหนักขอบเขตล่างที่น้อยที่สุด
6. พิจารณาเลือกโหนดที่ติดกับโหนดที่ทำการแตกกิ่ง หาน้ำหนักขอบเขตล่างของโหนดที่ทำการแตกกิ่ง และโหนดที่ติดกับโหนดที่ทำการแตกกิ่ง
7. กลับไปทำข้อที่ 5

ตัวอย่างการหาเส้นทางที่สั้นที่สุด ใช้การแตกกิ่งและจำกัดขอบเขต จากรูปที่ 2-8 แสดงน้ำหนักของกราฟ ให้วงกลมแทนโหนด มีทั้ง 4 โหนด เส้นเชื่อมระหว่างวงกลมแทนระยะทาง โดยที่แต่ละโหนดสามารถเดินทางไปกลับได้กันทุกเมือง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

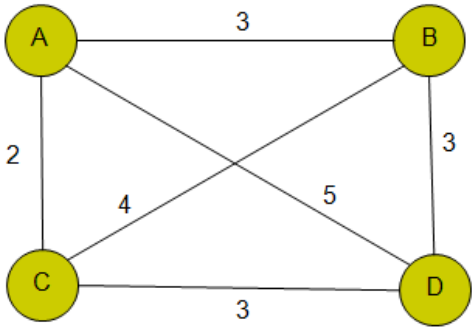
โหนด A ไป โหนด B มีระยะทางเท่ากับ 3 หน่วย

โหนด A ไป โหนด C มีระยะทางเท่ากับ 5 หน่วย

โหนด A ไป โหนด D มีระยะทางเท่ากับ 2 หน่วย

โหนด B ไป โหนด D มีระยะทางเท่ากับ 4 หน่วย

โหนด C ไป โหนด D มีระยะทางเท่ากับ 3 หน่วย



รูปที่ 2-8 แสดงน้ำหนักของกราฟ

การแก้ปัญหาจะเริ่มจากการเลือก บริษัท A เป็นบริษัทเริ่มต้นแล้วทำการแตกกิ่งโดยแตกไปที่บริษัทที่อยู่ติดกัน คือ (A, B) (A, C) (A, D) ตามลำดับ เริ่มจากผลเฉลย (A, B) เป็นการหาขอบเขตล่างของโหนด A ไป โหนด B ใช้เมตริกซ์ต้นทุน จะพิจารณาในเมตริกซ์ หาน้ำหนักหรือระยะทางของโหนด A ไป โหนด B จะได้ค่าเท่ากับ 3 หน่วยหลังจากนั้นตัดเมตริกซ์ A และ B ออก สนใจโหนดแถว C D ดังตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-2 ตารางเมตริกซ์ต้นทุนของ (A, B)

	A	B	C	D
A	0	**3**	5	2
B	3	0	3	4
C	5	3	**0**	**3**
D	2	4	**3**	**0**

จากตารางที่ 2-2 จะเห็นได้ว่า โหนดแถว C จะประกอบด้วยต้นทุน 0 และ 3 ในการคิดต้นทุน ต้นทุนจะมีค่าไม่ต่ำกว่า 0 ดังนั้น จะได้ค่า 3 ที่มีค่าน้อยที่สุด โหนดแถว D จะประกอบด้วยต้นทุน 0 และ 3 จะได้ค่า 3 ที่มีค่าน้อยที่สุด จะได้ผลขอบเขตล่างของทุนรวมจะมีค่าจาก ระยะทาง+ขอบเขตล่าง = 3+ (3+3) = 9 หลังจากนั้นได้การหาขอบเขตล่างของโหนดถัดไป ดังตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 ตารางการหาขอบเขตล่างของต้นทุนระหว่าง (A, B) (A, C) และ (A, D)

<table>
<tr><th>ผลเฉลย</th><th>เมตริกซ์ต้นทุน</th><th>ขอบเขตล่างของทุนรวม</th></tr>
<tr><td>(A, B)</td><td>
<table>
<tr><td></td><td>A</td><td>B</td><td>C</td><td>D</td></tr>
<tr><td>A</td><td>0</td><td>3</td><td>5</td><td>2</td></tr>
<tr><td>B</td><td>3</td><td>0</td><td>3</td><td>4</td></tr>
<tr><td>C</td><td>5</td><td>3</td><td>0</td><td>3</td></tr>
<tr><td>D</td><td>2</td><td>4</td><td>3</td><td>0</td></tr>
</table>
</td><td>(3)+ (3+3) = 9</td></tr>
<tr><td>(A, C)</td><td>
<table>
<tr><td></td><td>A</td><td>B</td><td>C</td><td>D</td></tr>
<tr><td>A</td><td>0</td><td>3</td><td>5</td><td>2</td></tr>
<tr><td>B</td><td>3</td><td>0</td><td>3</td><td>4</td></tr>
<tr><td>C</td><td>5</td><td>3</td><td>0</td><td>3</td></tr>
<tr><td>D</td><td>2</td><td>4</td><td>3</td><td>0</td></tr>
</table>
</td><td>(5)+(4+4) = 13</td></tr>
<tr><td>(A, D)</td><td>
<table>
<tr><td></td><td>A</td><td>B</td><td>C</td><td>D</td></tr>
<tr><td>A</td><td>0</td><td>3</td><td>5</td><td>2</td></tr>
<tr><td>B</td><td>3</td><td>0</td><td>3</td><td>4</td></tr>
<tr><td>C</td><td>5</td><td>3</td><td>0</td><td>3</td></tr>
<tr><td>D</td><td>2</td><td>4</td><td>3</td><td>0</td></tr>
</table>
</td><td>(2)+(3+3)=8</td></tr>
</table>

จากตารางที่ 2-3 แสดงผลเฉลยของ (A, B) (A, C) และ (A, D) ได้ผลเฉลยดังนี้

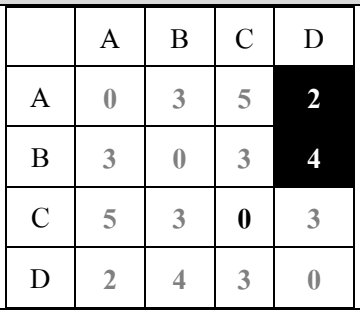
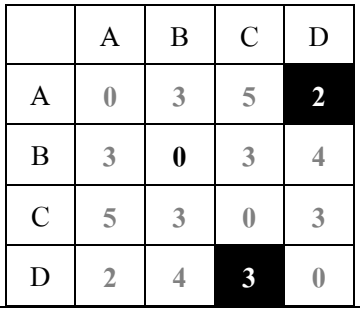
- ผลเฉลยของ (A, B) มีขอบเขตล่างของทุนรวม เท่ากับ 9 วิธีการหาขอบเขตล่างของทุนรวม (A, B) อธิบายได้ตามตารางที่ 2-2

- ผลเฉลยของ (A, C) มีขอบเขตล่างของทุนรวม เท่ากับ 13 วิธีการหาขอบเขตล่างของทุนรวม (A, B) ดังนี้ จะเห็นได้ว่า โหนดแถว B จะประกอบด้วยต้นทุน 0 และ 4 ในการคิดต้นทุน ต้นทุนจะมีค่าไม่ต่ำกว่า 0 ดังนั้น จะได้ค่า 4 ที่มีค่าน้อยที่สุด โหนดแถว D จะประกอบด้วยต้นทุน 0 และ 4 จะได้ค่า 4 ที่มีค่าน้อยที่สุด จะได้ผลขอบเขตล่างของทุนรวมจะมีค่าจาก ระยะทางระหว่าง (A,C) +ขอบเขตล่าง = 5+ (4+4) = 13

- ผลเฉลยของ (A, D) มีขอบเขตล่างของทุนรวม เท่ากับ 8 วิธีการหาขอบเขตล่างของทุนรวม (A, B) ดังนี้ จะเห็นได้ว่า โหนดแถว B จะประกอบด้วยต้นทุน 0 และ 3 ในการคิดต้นทุน ต้นทุนจะมีค่าไม่ต่ำกว่า 0 ดังนั้น จะได้ค่า 3 ที่มีค่าน้อยที่สุด โหนดแถว C จะประกอบด้วยต้นทุน 0 และ 3 จะได้ค่า 3 ที่มีค่าน้อยที่สุด จะได้ผลขอบเขตล่างของทุนรวมจะมีค่าจาก ระยะทางระหว่าง (A,D) +ขอบเขตล่าง = 2+ (3+3) = 8

เนื่องจากโหนด (A, D) มีขอบเขตล่างน้อยที่สุด จึงถูกนำมาแตกกิ่งต่อ ได้ (A, D, B) และ (A, D , C) ดังตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2-4 ตารางการหาขอบเขตล่างของต้นทุนระหว่าง (A, D, B) และ (A, D, C)

ผลเฉลย	เมตริกซ์ต้นทุน	ขอบเขตล่างของทุนรวม
(A, D, B)		(2+4)+ (0) = 6
(A, D, C)		(2+3)+(0) = 5

จากตารางที่ 2-4 แสดงผลเฉลยของ (A, D, B) และ (A, D, C) ได้ผลเฉลยดังนี้

- ผลเฉลยของ (A, D, B) มีขอบเขตล่างของทุนรวม เท่ากับ 6 วิธีการหาขอบเขตล่างของทุนรวม (A, D, B) ดังนี้ จะเห็นได้ว่า โหนดแถว C จะประกอบด้วยต้นทุน 0 ในการคิดต้นทุน ต้นทุนจะมีค่าไม่ต่ำกว่า 0 ดังนั้นไม่คิดค่าต้นทุน จะได้ผลขอบเขตล่างของทุนรวมจะมีค่าจากระยะทางระหว่าง (A, D)+ ระยะทางระหว่าง (D, B) +ขอบเขตล่าง = (2+4)+ (0) = 6

- ผลเฉลยของ (A, D, C) มีขอบเขตล่างของทุนรวม เท่ากับ 5 วิธีการหาขอบเขตล่างของทุนรวม (A, D, C) ดังนี้ จะเห็นได้ว่า โหนดแถว B จะประกอบด้วยต้นทุน 0 ในการคิดต้นทุน ต้นทุนจะมีค่าไม่ต่ำกว่า 0 ดังนั้นไม่คิดค่า จะได้ผลขอบเขตล่างของทุนรวมจะมีค่าจากระยะทางระหว่าง (A, D)+ ระยะทางระหว่าง (D, C) +ขอบเขตล่าง = (2+3)+ (0) = 5

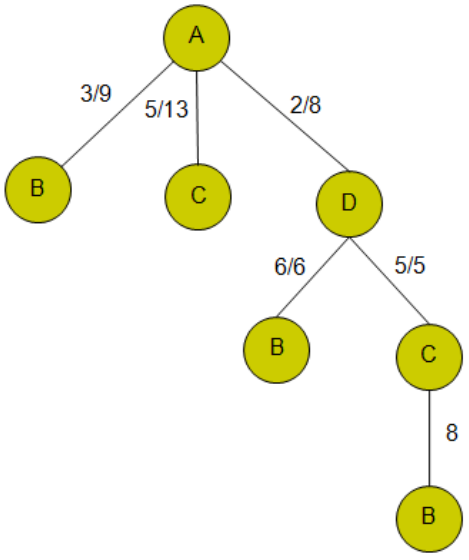
เนื่องจากโหนด (A, D, C) มีขอบเขตล่างน้อยที่สุด จึงถูกนำมาแตกกิ่งต่อ ได้ (A, D, C, B) ดังตารางที่ 2-5

ตารางที่ 2-5 ตารางการหาขอบเขตล่างของต้นทุน (A, D, C, B)

ผลเฉลย	เมตริกซ์ต้นทุน					ขอบเขตล่างของทุนรวม
(A, D, C, B)		A	B	C	D	(2+3+3) = 8
	A	0	3	5	2	
	B	3	0	3	4	
	C	5	3	0	3	
	D	2	4	3	0	

จากตารางที่ 2-5 แสดงผลเฉลยของ (A, D, C, B) ได้ผลเฉลยดังนี้ ผลเฉลยของ (A, D, C, B) มีขอบเขตล่างของทุนรวม เท่ากับ 8 เมื่อเดินทางครบทุกโหนดแล้วจะไม่มีการคิดค่าต้นทุนดังนั้น จะได้ผลขอบเขตล่างของทุนรวมจะมีค่าจาก ระยะทางระหว่าง (A, D) + ระยะทางระหว่าง (D, C) + ระยะทางระหว่าง (C, B) + ขอบเขตล่าง = (2+3)+ (0) = 8

ผลจากขั้นตอนในตัวอย่างข้างต้น สามารถนำมาเขียนเป็นแผนภาพต้นไม้ได้ดังรูปที่ 2-9 วงกลมแทนโหนด เส้นกำกับแทนระยะทาง โดยที่แต่ละโหนดสามารถเดินทางไปกลับได้กันทุกเมือง เช่น จากบริษัท A สามารถเดินทางไปยังบริษัท B C D โดยใช้ระยะทาง 3, 5, 2 ตามลำดับ และมีระยะทางรวมเท่ากับ 8 จากข้อมูลดังกล่าวสามารถนำมาหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุด



รูปที่ 2-9 แสดงวิธีการหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุด

2.2.4.2 APPROX-TSP-TOUR [10]

เป็นวิธีการที่ใช้หาเส้นทางที่เหมาะสมระดับหนึ่ง โดยต้องมีการผ่านจุดให้ครบทุกจุดโดยไม่สนใจลำดับในการผ่าน ผลลัพธ์ของการหาด้วยวิธีการนี้จะไม่ได้เส้นทางที่เหมาะสมที่สุด โดยเส้นทางที่ได้นั้นจะเป็นคำตอบที่มีความเหมาะสมมีค่าไม่มากกว่า 2 เท่าของคำตอบที่ดีที่สุด [10] ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

1. เลือกโหนดเริ่มต้นมาหนึ่งโหนด
2. ใช้ MST-Prim [10] เข้ามาใช้ในการคำนวณ
3. เก็บในแบบต้นไม้ (Tree) เก็บในรูปแบบการท่องแบบพรีออร์เดอร์ (Pre-Order Traversal) ตามโหนดเริ่มจาก โหนดราก (Root) เป็นอันดับแรกแล้วจึงท่องไปยัง โหนดด้านซ้ายของต้นไม้ (Left Sub-Tree) ทั้งหมด จากนั้นท่องไปยังโหนดด้านขวาของต้นไม้ (Right Sub-Tree) ทั้งหมด [8]
4. ส่งค่าในรูปแบบต้นไม้ของข้อที่ 3

ตัวอย่างการหาเส้นทางโดยใช้ APPROX-TSP-TOUR จากรูปที่ 2-10 แสดงน้ำหนักของกราฟให้วงกลมแทนโหนด มีทั้ง 4 โหนด เส้นเชื่อมระหว่างวงกลมแทนระยะทาง โดยที่แต่ละโหนดสามารถเดินทางไปกลับได้กันทุกเมือง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

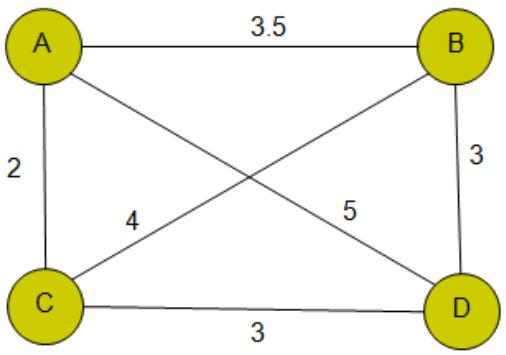
โหนด A ไป โหนด B มีระยะทางเท่ากับ 3.5 หน่วย

โหนด A ไป โหนด C มีระยะทางเท่ากับ 5 หน่วย

โหนด A ไป โหนด D มีระยะทางเท่ากับ 2 หน่วย

โหนด B ไป โหนด D มีระยะทางเท่ากับ 4 หน่วย

โหนด C ไป โหนด D มีระยะทางเท่ากับ 3 หน่วย



รูปที่ 2-10 น้ำหนักของกราฟ

การแก้ปัญหาจะเริ่มจากการเลือกโหนด A เป็นโหนดเริ่มต้น

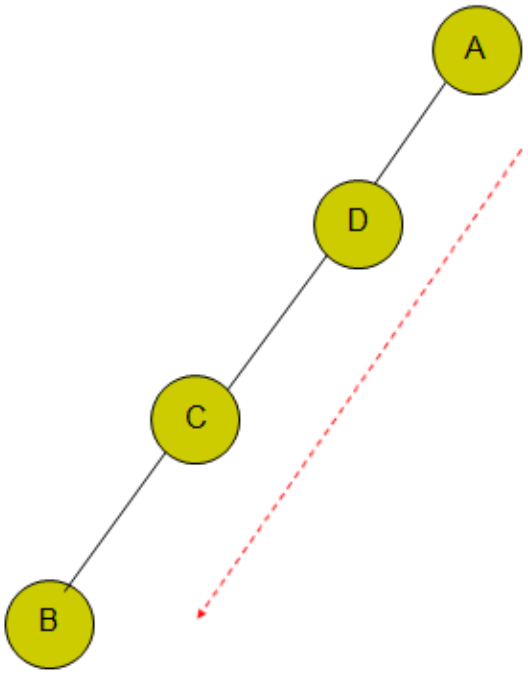
(1) เริ่มจากกำหนดให้ A เป็นโหนดเริ่มต้น

(2) พิจารณาโหนดที่อยู่ติดกับ A แล้วเลือกโหนดที่มีค่าน้ำหนักหรือระยะทางที่สั้นที่สุดดังรูปจะเห็นได้ว่ามีโหนดที่ติดกับโหนด A คือ B C และ D พิจารณาโหนดที่มีระยะทางที่สั้นที่สุดคือ โหนด D เพราะมีระยะทางเป็น 2 หน่วย

(3) พิจารณาโหนดที่ติดกับโหนด A และ D ซึ่งเป็นโหนดที่มีสถานะสำรวจแล้วคือโหนด B C หาระยะทางที่สั้นที่สุดของ A->B=3.5, A->C=5, D->C=3, D->B=4 จะได้ว่า D->C=3 มีระยะทางที่สั้นที่สุด ให้โหนด C เป็นโหนดที่มีสถานะสำรวจแล้ว

(4) พิจารณาโหนดที่ติดกับโหนด A D และ C ซึ่งเป็นโหนดที่มีสถานะสำรวจแล้วจะได้โหนด B หาระยะทางที่สั้นที่สุดของ A->B=3.5, C->B=3, D->B=4 จะได้ว่า C->B =3 มีระยะทางที่สั้นที่สุด

(5) จัดเรียงจากโหนดเริ่มต้น ต่อมายังโหนดด้านซ้ายทั้งหมดแล้วจึงไปยังโหนดด้านขวาทั้งหมดดังรูปที่ 2-11 ในที่นี้จะได้รูปแบบ A->D->C->B มีระยะทางเท่ากับ 8



ผลที่ได้จาก APPROX-TSP-TOUR จะได้เส้นทางจาก A->D->C->B= 2+3+3=8

รูปที่ 2-11 การจัดเก็บในแบบต้นไม้ (Tree) เก็บในรูปแบบการท่องแบบพรีออร์เดอร์

การค้นหาคำตอบทั้งแบบจุด 2 จุด ในข้างต้นที่ได้กล่าวมานั้น จะเห็นได้ว่าอัลกอริทึมดิสตราสามารถหาระยะทางจากโหนดเริ่มต้นไปยังโหนดปลายทางได้ซึ่งได้คำตอบเป็นเส้นทางที่สั้นที่สุด ดังนั้นในงานวิจัยนี้เลือกอัลอริทึมดิสตรามาแก้ปัญหาในการหาเส้นทางที่มีระยะทางที่สั้นที่สุดหรือเวลาที่น้อยที่สุดในการเดินทางของพนักงานขาย

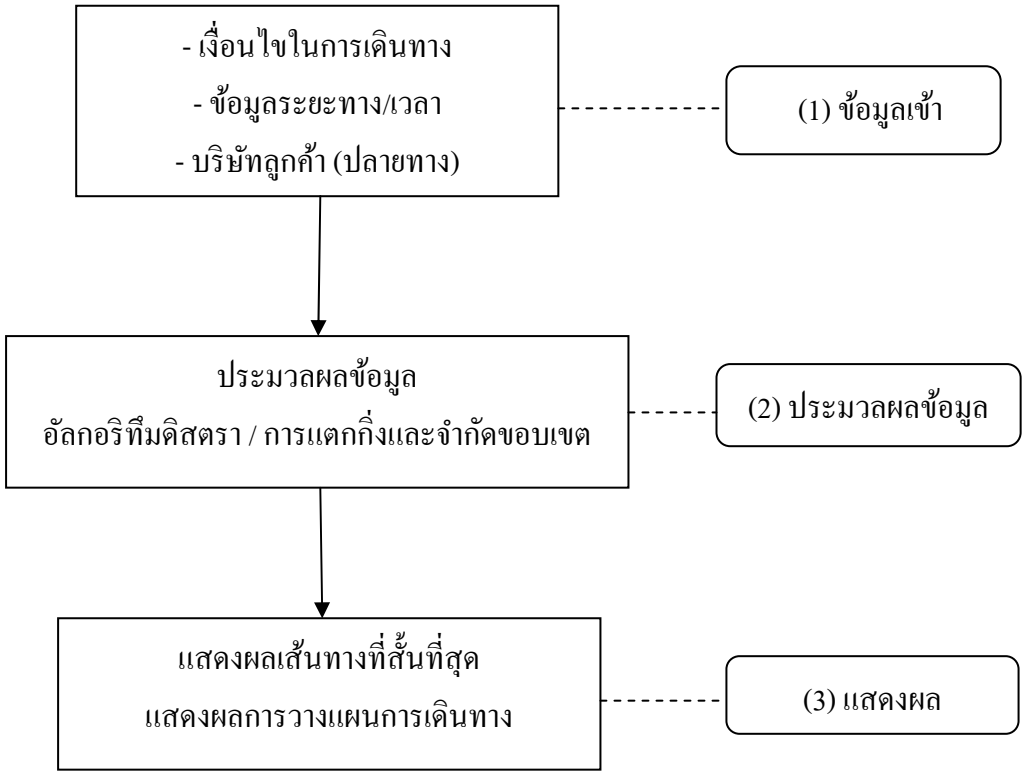
การค้นหาคำตอบทั้งแบบหลายจุด ในข้างต้นที่ได้กล่าวมานั้นจะเห็นได้ว่าอัลกอริทึมการแตกกิ่งและจำกัดเขตสามารถหาระยะทางจากโหนดเริ่มต้นไปยังโหนดปลายทางหลายโหนดได้คำตอบเป็นเส้นทางที่สั้นที่สุดโดยที่ต้องเดินทางให้ครบทุกโหนด ดังนั้นในงานวิจัยนี้เลือกอัลกอริทึมการแตกกิ่งและจำกัดเขตมาแก้ปัญหาในการวางแผนการเดินทางของพนักงานขายโดยที่เดินทางไปบริษัทลูกค้าให้ครบทุกบริษัทและมีเส้นทางระยะทางรวมน้อยที่สุดเพื่อให้ได้การเดินทางเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการเดินทางมากที่สุด แม้ว่าว่าอัลกอริทึมการแตกกิ่งและจำกัดเขตจะมีปัญหาในเรื่องเวลาและเนื้อที่หน่วยความจำที่มากทางผู้วิจัยได้แก้ปัญหาโดยการทำการประมวลผลข้อมูลเก็บไว้ในฐานข้อมูล ผู้ใช้สามารถดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลได้โดยไม่ต้องเสียเวลาประมวลผลข้อมูลใหม่ แสดงผลได้รวดเร็วและใช้พื้นที่หน่วยความจำน้อยลง

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 แนวคิดการทำงานของระบบ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาระบบรองรับการวางแผนการเดินทางของพนักงานขายของบริษัทวานิชรุ่งเรืองอินเตอร์เทรด จำกัด พบปะและบริการหลังการขายให้กับบริษัทลูกค้า ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากระบบจะได้ลำดับการเดินทางไปบริษัทลูกค้า ในกรณีที่ต้องการไปบริษัทมากกว่า 2 บริษัท ซึ่งเป็นเส้นทางที่มีระยะทางที่สั้นที่สุด สำหรับงานวิจัยนี้มีขั้นตอนการทำวิจัย 2 ขั้นตอน คือ 1. วิเคราะห์หาเส้นทางที่สั้นที่สุด 2. การวางแผนการเดินทางของพนักงานขายเมื่อเดินทางไปบริษัทลูกค้ามากกว่า 2 บริษัท ประกอบกับระบบรองรับการเลือกเงื่อนไขต่างๆ เช่น ระยะทางสั้นที่สุด เวลาเดินทางน้อยที่สุด จำนวนวันเดินทางและบริษัทลูกค้าที่ต้องไปพบปะ เป็นต้น

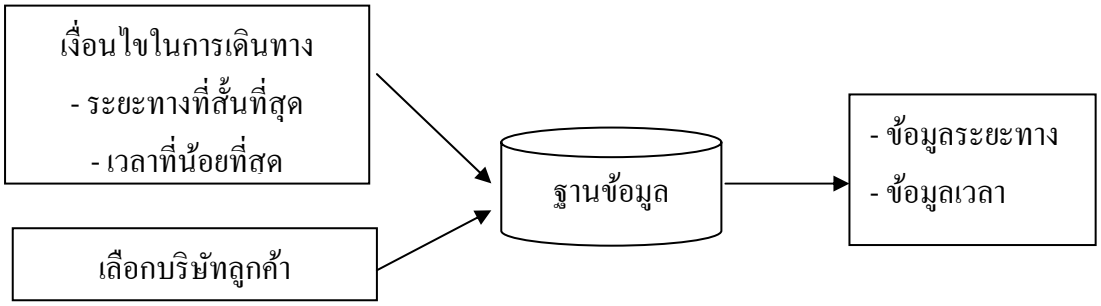
แนวคิดการทำงานของระบบมี 3 ขั้นตอน แสดงดังรูปที่ 3-1 แบ่งเป็นขั้นตอนดังนี้



รูปที่ 3-1 แนวคิดการทำงานของระบบ

จากรูปที่ 3-1 แนวคิดการทำงานของระบบซึ่งมีการแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ ส่วนข้อมูลเข้า ส่วนประมวลผล และส่วนแสดงผล

<u>ส่วนข้อมูลเข้า</u> จะมีข้อมูลเงื่อนไขในการเดินทาง (ระยะทางที่สั้นที่สุดหรือเวลาที่น้อยที่สุด) ข้อมูลระยะทาง/ข้อมูลเวลา และข้อมูลบริษัทลูกค้า ซึ่งสามารถจะเลือกบริษัทได้ 2 บริษัท เพื่อหาเส้นทางที่มีระยะทางที่น้อยที่สุดหรือเวลาน้อยที่สุด และเลือกบริษัทมากกว่า 2 บริษัท เมื่อต้องการวางแผนการเดินทางในแต่ละ 1 วัน ข้อมูลดังกล่าวจะเก็บไว้ในฐานข้อมูลเพื่อนำไปประมวลผลต่อไป ดังรูปที่ 3-2 แสดงกระบวนการส่วนข้อมูลเข้า โดยเริ่มจากการเลือกเงื่อนไขของข้อมูล ซึ่งสามารถเลือกได้ 2 ประเภท คือ ระยะทางที่สั้นที่สุด เวลาที่น้อยที่สุด และเลือกบริษัทลูกค้าปลายทาง ระบบจะทำการดึงข้อมูล (คิวรี่) จากฐานข้อมูลเพื่อได้ข้อมูลตรงกับเงื่อนไขที่ได้เลือกไว้ เช่น เลือกเงื่อนไข ระยะทางที่สั้นที่สุด จากบริษัท A ไปบริษัท B ระบบจะทำการดึงข้อมูลระยะทาง จากฐานข้อมูล เพื่อนำไปประมวลผลต่อไป



รูปที่ 3-2 กระบวนการส่วนข้อมูลเข้า

<u>ส่วนประมวลผล</u> ในงานวิจัยได้ทำการประมวลผลข้อมูลระยะทางและข้อมูลเวลา โดยจะแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ การหาเส้นทางที่สั้นที่สุดหรือเวลาที่น้อยที่สุด ระหว่างบริษัท 2 บริษัท ประมวลผลด้วยอัลกอริทึมดิสตรา และการวางแผนการเดินทางให้มีระยะทางที่สั้นที่สุดหรือเวลาน้อยที่สุด กรณีบริษัทมากกว่า 2 บริษัท ประมวลผลด้วยอัลกอริทึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขต ดังรูปที่ 3-3 แสดงกระบวนการส่วนประมวลผล

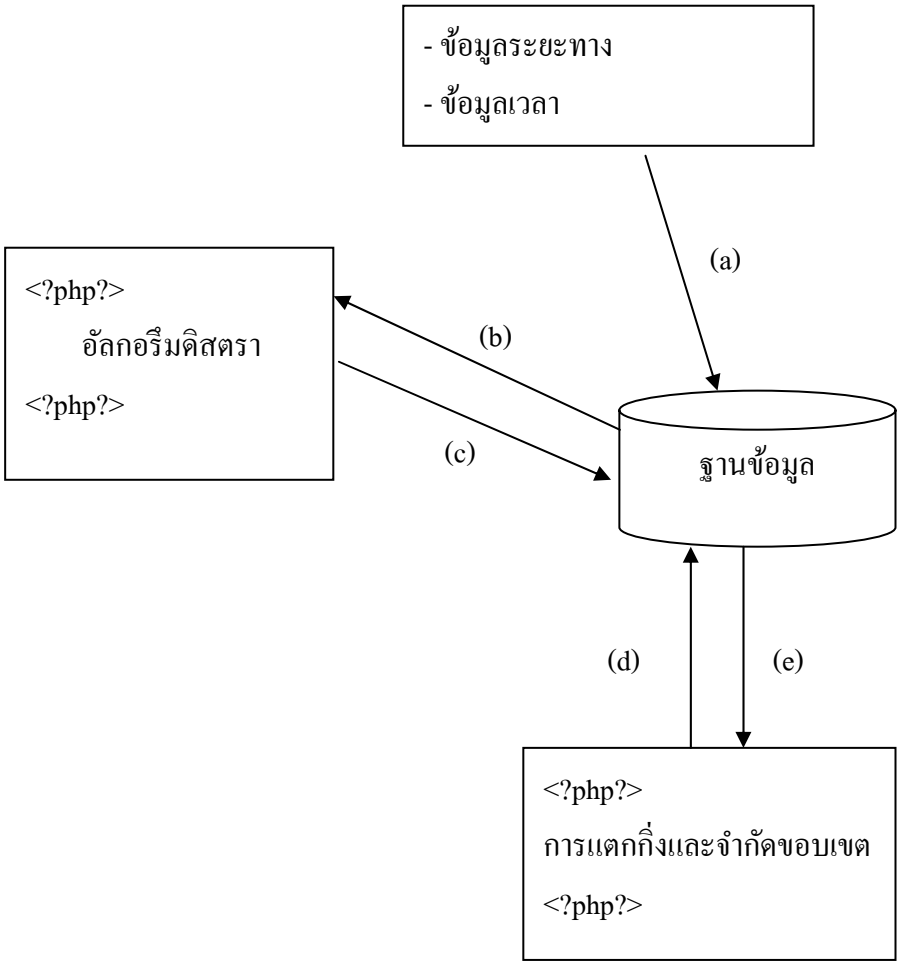
(a) เริ่มจากดึงข้อมูลระยะทางหรือข้อมูลเวลาจากฐานข้อมูล

(b) นำข้อมูลระยะทางหรือข้อมูลเวลามาประมวลผลโดยอัลกอริทึมดิสตราเพื่อหาเส้นทางระยะทางที่สั้นที่สุดหรือเส้นทางที่ใช้เวลาในการเดินทางน้อยที่สุดระหว่างบริษัท 2 บริษัท

(c) เมื่อผ่านการประมวลผลโดยอัลกอริทึมดิสตราเสร็จสิ้นแล้วจึงทำการเก็บข้อมูลไว้ในฐานข้อมูล

(d) นำข้อมูลที่ได้จากอัลกอริทึมดิสตรา (ซึ่งเป็นข้อมูลเส้นทางที่มีระยะสั้นที่สุดระหว่าง 2 บริษัท ที่เก็บไว้ในฐานข้อมูล) มาเป็นอินพุตให้กับอัลกอริทึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขตเพื่อหาเส้นทางในการเดินทางกรณีต้องไปบริษัทลูกค้ามากกว่า 2 บริษัท มาประมวลผล

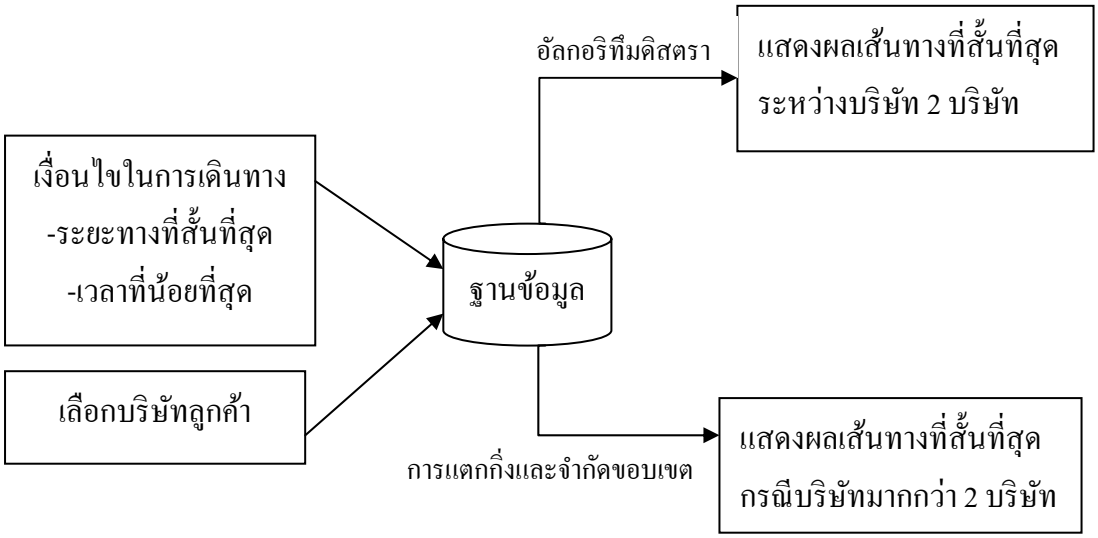
(e) นำข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลโดยอัลกอริทึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขตเก็บในฐานข้อมูล เพื่อนำไปแสดงผลต่อไป



รูปที่ 3-3 กระบวนการส่วนประมวลผล

<u>ส่วนแสดงผล</u> จะแบ่งการแสดงผลออกเป็น 2 ส่วน คือ แสดงเส้นทางที่สั้นที่สุดหรือเวลาที่น้อยที่สุด ระหว่างบริษัท 2 บริษัท และ แสดงการวางแผนการเดินทางของพนักงานในการเดินทางไปบริษัทลูกค้ามากกว่า2 บริษัท โดยทั้ง2 ส่วนนี้ จะมีเงื่อนไขในการแสดงผลเหมือนกัน คือ

สามารถเลือกเงื่อนไข ระยะทางที่สั้นที่สุด หรือเวลาที่น้อยที่สุดในการเดินทาง และเลือกบริษัทลูกค้าได้ตามต้องการ ดังรูปที่ 3-4 แสดงกระบวนการส่วนแสดงผล เริ่มจากการที่เลือกเงื่อนไขในการเดินทาง เลือกบริษัทลูกค้า 2 บริษัท เมื่อต้องการแสดงผลเส้นทางระหว่างบริษัท 2 บริษัท ระบบจะดึงข้อมูลที่ได้ประมวลผลโดยอัลกอริทึมดิสตรา มาแสดงผลเส้นทาง และเลือกบริษัทลูกค้ามากกว่า 2 บริษัท และเมื่อต้องการแสดงผลเส้นทางที่สั้นที่สุดกรณีบริษัทมากกว่า 2 บริษัท ระบบจะทำการดึงข้อมูลที่ได้ประมวลผลโดยอัลกอริทึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขต มาแสดงผล



รูปที่ 3-4 กระบวนการส่วนแสดงผล

3.2 ขั้นตอนการออกแบบการวิจัย

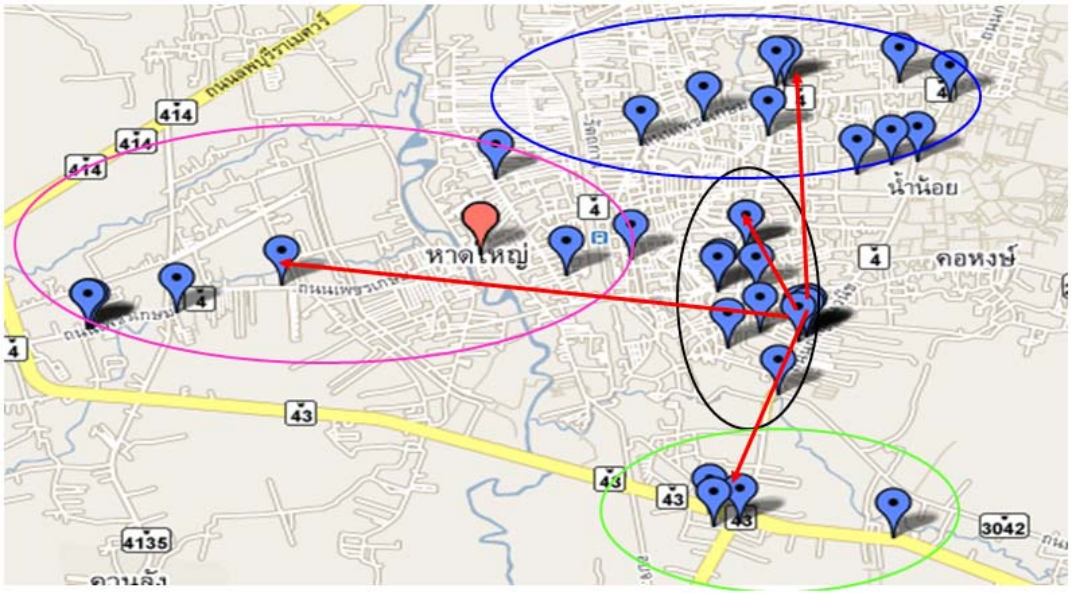
การออกแบบการวิจัยได้มาจากการวิเคราะห์ปัญหาของการเดินทางของพนักงานขายในเรื่องการวางแผนการเดินทางที่ด้อยประสิทธิภาพและเมื่อพนักงานขายไม่ชำนาญเส้นทางจะมีผลตามมาคือ เวลาในการเดินทางมากขึ้น จำนวนวันในการเดินทางไปพบปะลูกค้ามากขึ้นและค่าใช้จ่ายในการเดินทางสูงขึ้น

ปัจจุบันนี้มีวิธีและเครื่องมือที่ช่วยในเรื่องของการหาเส้นทางในการเดินทางเพิ่มมากขึ้นเช่น เครื่องหาพิกัดภูมิศาสตร์บนพื้นโลกด้วยดาวเทียม (Global Positioning System : GPS) โปรแกรม Google Maps ที่สามารถเข้ามาช่วยในการค้นหาเส้นทางระหว่างจุด 2 จุด โดยที่เครื่องหาพิกัดภูมิศาสตร์บนพื้นโลกด้วยดาวเทียม สามารถเลือกฟังก์ชั่นในการเดินทางได้หลายฟังก์ชั่นขึ้นกับตราสินค้า เช่น ตราสินค้า การ์มิน (GANMIN) สามารถเลือกฟังก์ชั่นในการเดินทางได้ 2 ฟังก์ชั่น คือ ฟังก์ชั่น ระยะทางที่สั้นที่สุด และฟังก์ชั่น เวลาที่น้อยที่สุด เป็นต้น ซึ่งจะได้เส้นทาง

ตามฟังก์ชั่นที่เลือกไว้ ซึ่งบางครั้งเส้นทางที่ได้จากเครื่องหาพิกัดภูมิศาสตร์บนพื้นโลกด้วยดาวเทียม อาจจะได้เส้นทางที่ได้จากถนนสายหลักเท่านั้น และโปรแกรม Google Maps ก็เป็นอีกโปรแกรมหนึ่งที่ช่วยหาเส้นทางในการเดินทางได้ ผลลัพธ์เส้นทางที่ได้จาก โปรแกรม Google Maps นั้น อาจจะมีมากกว่า 1 เส้นทาง การหาเส้นทางจึงขึ้นกับผู้ใช้ในเรื่องของการคำนวณระยะทางและเวลาในการเดินทาง ซึ่งทั้ง 2 วิธีการข้างต้น ยังไม่สามารถระบุได้ว่าวิธีการใดที่สามารถนำมาเป็นรูปแบบในการเดินทางที่เหมาะสมที่สุด และเพื่อให้เป็นเส้นทางที่เป็นรูปแบบเดียวกันระหว่างผู้จัดการ และพนักงานขายผู้วิจัยจึงได้ศึกษาวิธีการการเดินทางของวิธีการข้างต้น มาเปรียบเทียบกับอัลกอริทึม เพื่อหาเส้นทางที่เหมาะสมในการเดินทาง ซึ่งจะช่วยลดเวลาในการเดินทาง ลดจำนวนวันในการเดินทางไปพบปะลูกค้า ลดค่าใช้จ่ายในการเดินทาง และหาอัลกอริทึมที่เข้ามาช่วยในการจัดการวางแผนการเดินทางของพนักงานขายในกรณีเดินทางไปพบปะลูกค้ามากกว่า 2 บริษัท ซึ่งทำให้เกิดประสิทธิภาพในการเดินทางมากยิ่งขึ้น ดังนั้นวิธีการวิจัยนี้ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

3.2.1 การเก็บข้อมูลที่ได้จากเส้นทางการเดินทางไปยังบริษัทลูกค้า

บริษัทวานิชรุ่งเรืองอินเตอร์เทรด จำกัด (สาขาภาคใต้) มีบริษัทลูกค้าในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา จำนวน 53 บริษัท ผู้วิจัยได้ทำการแบ่งกลุ่มบริษัทลูกค้าออกเป็น 4 กลุ่ม หลักเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มคือ บริษัทที่มีบริเวณใกล้เคียงกันหรือบนถนนเส้นเดียวกันจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน ขั้นตอนถัดไปเป็นการเก็บข้อมูลเส้นทางเบื้องต้นของบริษัทโดยเก็บข้อมูลเส้นทางจากบริษัทวานิชรุ่งเรืองไปยังหนึ่งบริษัทที่อยู่ในแต่ละกลุ่มเมื่อได้ข้อมูลครบแล้วจะทำการเทียบมาตราส่วนไปยังบริษัทอื่นๆ ที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันจนครบทุกบริษัท ในการเดินทางไปเก็บข้อมูลผู้วิจัยได้เดินทางโดยรถยนต์ ความเร็วในการเดินทาง 60 กิโลเมตร/ชั่วโมง ไปบริษัทลูกค้าในแต่ละกลุ่ม ซึ่งทำการเก็บข้อมูลเส้นทางเบื้องต้น ได้แก่ ชื่อบริษัทลูกค้า ชื่อแยก ชื่อถนน ชื่อซอย ระยะทาง เวลา ละติจูด และลองจิจูดบริษัท โดยข้อมูลละติจูด และลองจิจูดบริษัท ได้จากการจับพิกัดของบริษัทนั้นๆโดยใช้เครื่องพิกัดภูมิศาสตร์บนพื้นโลกด้วยดาวเทียม ข้อมูลละติจูด และลองจิจูดของแยกถนนต่างๆ จะได้จากพิกัดบนโปรแกรม Google Maps โดยรูปที่ 3-5 แสดงการแบ่งกลุ่มในการเก็บข้อมูลเส้นทาง ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ทำการสุ่มเลือกบริษัทในแต่ละกลุ่ม และตารางที่ 3-1 แสดงการเก็บข้อมูลสถานที่ ตารางที่ 3-2 แสดงการเก็บข้อมูลระยะทาง และตารางที่ 3-3 แสดงการเก็บข้อมูลเส้นทางการเดินทางของพนักงานในปัจจุบัน เส้นทางที่ได้จากเครื่องหาพิกัดภูมิศาสตร์บนพื้นโลกด้วยดาวเทียม เส้นทางที่ได้จากโปรแกรม Google Maps



รูปที่ 3-5 การแบ่งกลุ่มบริษัทลูกค้า

ตารางที่ 3-1 การเก็บข้อมูลสถานที่

ชื่อ	ละติจูด	ลองจิจูด	ชื่อถนน
บ.วานิชรุ่งเรือง	06.993696	100.485455	โชติวิทยกุล 4
4 แยกราษฎรยินดี	06.998227	100.479605	ศรีภูวนาท
3 แยกคลองเรียน	06.998333	100.484519	ศรีภูวนาท
สุดสาย 3	06.997865	100.471086	ศรีภูวนาท
สุดสาย 2	06.997822	100.471086	ศรีภูวนาท
สุดสาย 1	06.997886	100.470120	ศรีภูวนาท

จากตารางที่ 3-1 ประกอบด้วย ชื่อสถานที่ ละติจูด ลองจิจูด และชื่อถนน นำข้อมูลละติจูด ลองจิจูด ไปพิกัดจุดบนโปรแกรม Google Maps เพื่อแสดงพิกัดจุดที่ตั้งของสถานที่ต่างๆ เช่น บริษัทวานิชรุ่งเรือง มีละติจูด 06.993696 ลองจิจูด 100.485455 ชื่อถนน โชติวิทยกุล 4 เป็นต้น

ตารางที่ 3-2 การเก็บข้อมูลระยะทาง

เริ่มต้น	ปลายทาง	ระยะทาง (กม.)	เวลา (นาที)
บ.วานิชรุ่งเรือง	บ.ซูซูกิ	0.06	0.25
บ.ซูซูกิ	บ.ซัมซุง	0.1	0.25

ตารางที่ 3-2 (ต่อ) การเก็บข้อมูลระยะทาง

เริ่มต้น	ปลายทาง	ระยะทาง (กม.)	เวลา (นาที)
บ.ซัมซุง	3 แยกโกเซี้ย	0.52	1.14
3 แยกโกเซี้ย	3 แยกคลองเรียน 7-11	0.44	1.63
3 แยกคลองเรียน 7-11	4 แยกราษฎรยินดี	0.5	2.25
4 แยกราษฎรยินดี	4 แยกนกแอร์	0.5	2.43

จากตารางที่ 3-2 ประกอบด้วย จุดเริ่มต้น จุดปลายทาง ระยะทาง และเวลาในการเดินทาง เพื่อนำข้อมูลระยะทางและเวลา จากจุดเริ่มต้นไปจุดปลายทาง ไปหาเส้นทางที่มีระยะทางที่สั้นที่สุดหรือเวลาที่ใช้ในการเดินทางน้อยที่สุด โดยผู้วิจัยกำหนดให้ความเร็วในการเดินทาง 60 กิโลเมตร/ชั่วโมง เช่น จุดเริ่มต้น บริษัทวานิชรุ่งเรือง ไปจุดปลายทาง บริษัทซูซูกิ มีความยาวระยะทางเท่ากับ 60 เมตร และเวลาในการเดินทางจากบริษัทวานิชรุ่งเรือง ไปบริษัทซูซูกิเท่ากับ 0.25 นาที เป็นต้น

ตารางที่ 3-3 การเก็บเส้นทางการเดินทางของพนักงานในปัจจุบัน เส้นทางที่ได้จากโปรแกรม Google Maps และเส้นทางที่ได้จากเครื่องหาพิกัดภูมิศาสตร์บนพื้นโลกด้วยดาวเทียม

การเดินทาง	จำนวนเลนส์ถนน	ความเร็ว	ชื่อถนน
บ.วานิชรุ่งเรือง	2	60	โชติวิทยกุล 4
ขับตรง	2	60	โชติวิทยกุล 4
เลี้ยวซ้าย	2	60	-
ขับตรง	2	60	โชติวิทยกุล 3- 4
เลี้ยวขวา	2	60	-
ขับตรง	2	60	โชติวิทยกุล 3
สามแยก ขนส่ง	2	60	โชติวิทยกุล 3

จากตารางที่ 3-3 เป็นการเก็บเส้นทางการเดินทางของพนักงานในปัจจุบัน เส้นทางที่ได้จากโปรแกรม Google Maps และเส้นทางที่ได้จากเครื่องหาพิกัดภูมิศาสตร์บนพื้นโลกด้วยดาวเทียม ซึ่งข้อมูลการเดินทาง จำนวนเลนส์ถนน และชื่อถนนเป็นข้อมูลจริงที่ได้ออกไปเก็บเส้นทางทั้ง 3 วิธีข้างต้น ในส่วนข้อมูลความเร็วในการเดินทางผู้วิจัยกำหนดให้ความเร็วในการ

เดินทาง 60 กิโลเมตร/ชั่วโมง ในการเก็บข้อมูลข้างต้นเพื่อจะนำข้อมูลเส้นทางการเดินทางมาเปรียบเทียบกับเส้นทางได้จากอัลกอริทึมดิสตรา และอัลกอริทึมกรีดี

3.2.2 เปรียบเทียบข้อมูลเส้นทางและอัลกอริทึม

ในงานวิจัยนี้จำเป็นต้องหาวิธีการที่เหมาะสมในการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดหรือเวลาน้อยที่สุดของพนักงานขายเพื่อให้มีเป็นรูปแบบเดียวกันในการเดินทางและมีการวางแผนการเดินทางก่อนออกเดินทางจะทำให้การเดินทางมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น จึงต้องทำการเปรียบเทียบวิธีการการค้นหาโดยผู้วิจัยแบ่งการเปรียบเทียบออกเป็น 2 กรณีดังต่อไปนี้

3.2.2.1 กรณีที่เป็นเส้นทางระหว่าง 2 บริษัท

<u>การเปรียบเทียบข้อมูล</u> จะเป็นการเปรียบเทียบข้อมูลเพื่อจะหาเส้นทางที่ระยะทางสั้นที่สุดหรือเวลาที่น้อยที่สุดระหว่าง 2 บริษัท โดยที่ข้อมูลที่นำมาเปรียบเทียบเป็นข้อมูลจากเครื่องหาพิกัดภูมิศาสตร์บนพื้นโลกด้วยดาวเทียม ข้อมูลการค้นหาเส้นทางจากโปรแกรม Google Maps ข้อมูลเส้นทางของพนักงานขายในปัจจุบัน ข้อมูลเส้นทางที่ได้จากอัลกอริทึมดิสตรา และข้อมูลเส้นทางที่ได้จากอัลกอริทึมกรีดี ซึ่งข้อมูลที่นำมาเปรียบเทียบมีดังนี้

- ข้อมูลจากเครื่องหาพิกัดภูมิศาสตร์บนพื้นโลกด้วยดาวเทียม แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ ข้อมูลเส้นทางที่ได้จากการเลือกฟังก์ชั่นการเดินทาง “ระยะทางที่สั้นที่สุด” และฟังก์ชั่น “เวลาที่น้อยที่สุด”
- ข้อมูลจากโปรแกรม Google Maps เป็นข้อมูลที่ผู้ใช้จะต้องกำหนดจุดเริ่มต้นและจุดปลายทาง โปรแกรม Google Maps จะประมวลผลและแสดงผลลัพธ์เส้นทางการเดินทางซึ่งบางกรณีมีเส้นทางมากกว่า 1 เส้นทาง
- ข้อมูลจากการเดินทางของพนักงานขายในปัจจุบัน เป็นข้อมูลที่พนักงานขายใช้เดินทางในปัจจุบัน เส้นทางการเดินทางนั้นขึ้นกับความชำนาญเส้นทางในแต่ละพื้นที่ของแต่ละบุคคล
- ข้อมูลที่ได้จากอัลกอริทึมดิสตรา เป็นข้อมูลระยะทางที่ได้จากแผนที่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ขนาดอัตราส่วน 1:550,000 มาทดลองประมวลผลกับอัลกอริทึมดิสตรา
- ข้อมูลที่ได้จากอัลกอริทึมกรีดี เป็นข้อมูลระยะทางที่ได้จากแผนที่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ขนาดอัตราส่วน 1:550,000 มาทดลองประมวลผลกับอัลกอริทึมกรีดี

<u>การเปรียบเทียบอัลกอริทึม</u> จะเป็นการเปรียบเทียบอัลกอริทึมเพื่อใช้อ้างอิงในการหาเส้นทางที่มีระยะทางที่สั้นที่สุด หรือเวลาที่น้อยที่สุด ซึ่งอัลกอริทึมที่นำมาเปรียบเทียบจะเป็นอัลกอริทึมที่ใช้ในการหาเส้นทางที่มีระยะทางที่สั้นที่สุดระหว่างจุด 2 จุด ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือก

อัลกอริทึมดิสตรา และอัลกอริทึมกรีดีมาใช้ในการหาระยะทางที่สั้นที่สุดระหว่างบริษัท 2 บริษัท โดยทั้ง 2 อัลกอริทึมจะมีเงื่อนไขโดยต้องระบุจุดเริ่มต้นและจุดปลายทางในการค้นหา

3.2.2.2 กรณีหาเส้นทางที่เหมาะสมมากกว่า 2 บริษัท

<u>การเปรียบเทียบข้อมูล</u> การหาเส้นทางที่เหมาะสมมากกว่า 2 บริษัท จะนำข้อมูลสรุปที่ได้จากกรณีแรกมาใช้เป็นอินพุตของอัลกอริทึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขตและวิธีการแบบ APPROX-TSP-TOUR ผลลัพธ์ที่ได้นั้นจะเป็นการจัดเรียงลำดับในการวางแผนการเดินทางของพนักงานขายไปยังบริษัทต่างๆ ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยข้อมูลที่ได้จากกรณีที่ 1 จะเป็นข้อมูลเส้นทางที่มีระยะสั้นที่สุดระหว่าง 2 บริษัท เมื่อต้องการเดินทางไปบริษัทลูกค้ามากกว่า 2 บริษัท จึงเอาข้อมูล (ข้อมูลที่ได้จากกรณีที่ 1) มาเป็นอินพุตของอัลกอริทึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขต และวิธีการแบบ APPROX-TSP-TOUR ผลลัพธ์ที่ออกมาจะเป็นข้อมูลเส้นทางที่มีระยะทางรวมที่น้อยที่สุด

<u>การเปรียบเทียบอัลกอริทึม</u> การเปรียบเทียบอัลกอริทึมเพื่อหาเส้นทางระยะทางรวมที่สั้นที่สุดกรณีบริษัทมากกว่า 2 บริษัท โดยอัลกอริทึมที่ใช้ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้เลือกอัลกอริทึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขตและวิธีการแบบ APPROX-TSP-TOUR มาใช้ในการค้นหาเส้นทางรวมที่สั้นที่สุดกรณีบริษัทมากกว่า 2 บริษัท โดยทั้ง 2 อัลกอริทึมนี้ มีเงื่อนไขในการค้นหาคือ เดินทางครบทุกจุดและมีเส้นทางระยะทางที่สั้นที่สุด โดยไม่สนใจลำดับในการเดินทาง

3.3 วิธีการประมวลผลและแสดงผล

ในงานวิจัยได้มีวิธีการประมวลและแสดงผล จะแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วน คือ ในการหาเส้นทางที่มีระยะทางที่สั้นที่สุด หรือเวลาที่น้อยที่สุดระหว่างบริษัท 2 บริษัท จะใช้อัลกอริทึมดิสตรา เข้ามาประมวลผล และการหาเส้นทางที่มีระยะทางที่สั้นที่สุดหรือเวลาที่น้อยที่สุดกรณีมีบริษัทมากกว่า 2 บริษัท โดยใช้อัลกอริทึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขต วิธีการที่ได้กล่าวนั้น เป็นวิธีการที่สามารถช่วยในการแก้ปัญหาในการเดินทางของพนักงานขาย เนื่องจากอัลกอริทึมดิสตราสามารถแก้ปัญหาการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดได้ระหว่างจุด 2 จุด และอัลกอริทึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขตมาใช้ในการวางแผนการเดินทางกรณีที่มีจุดมากกว่า 2 จุด ซึ่งสามารถหาผลรวมของเส้นทางที่มีระยะทางที่น้อยที่สุด ซึ่งทั้ง 2 วิธีการมีการประมวลผล ดังต่อไปนี้

3.3.1 การหาเส้นทางที่มีระยะทางที่สั้นที่สุดหรือเวลาที่น้อยที่สุดของพนักงานขายในการเดินทางระหว่างจุด 2 จุด โดยใช้อัลกอริทึมดิสตรา

การหาเส้นทางที่มีระยะทางที่สั้นที่สุดหรือเวลาที่น้อยที่สุดระหว่าง 2 บริษัท โดยใช้อัลกอริทึมดิสตราซึ่งจะต้องกำหนดจุดเริ่มต้นและจุดปลายทาง ผู้จัดการหรือพนักงานขายจะต้อง

เลือกบริษัทปลายทาง เงื่อนไขในการเดินทาง ได้แก่ ระยะทางที่สั้นที่สุดหรือเวลาที่เดินทางน้อยที่สุด อัลกอริทึมดิสตราจะทำการคำนวณผลเส้นทางที่มีระยะทางที่สั้นที่สุดหรือเวลาที่น้อยที่สุดออกมาแสดงผล โดยรูปที่ 3-6 แสดงขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึมดิสตราในการหาเส้นทางที่มีระยะทางที่สั้นที่สุดระหว่างจุด 2 จุด ซึ่งสามารถอธิบายขั้นตอนการทำงานได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดโหนดในการเดินทางเป็นโหนดเริ่มต้น 1 โหนด

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดให้โหนดที่เลือกเป็นสถานะสำรวจแล้ว

ขั้นตอนที่ 3 พิจารณาโหนดที่ติดกับโหนดที่มีสถานะสำรวจแล้ว เลือกโหนดที่มีระยะทางที่น้อยที่สุดจากโหนดทั้งหมดที่ติดกับโหนดที่มีสถานะสำรวจแล้ว

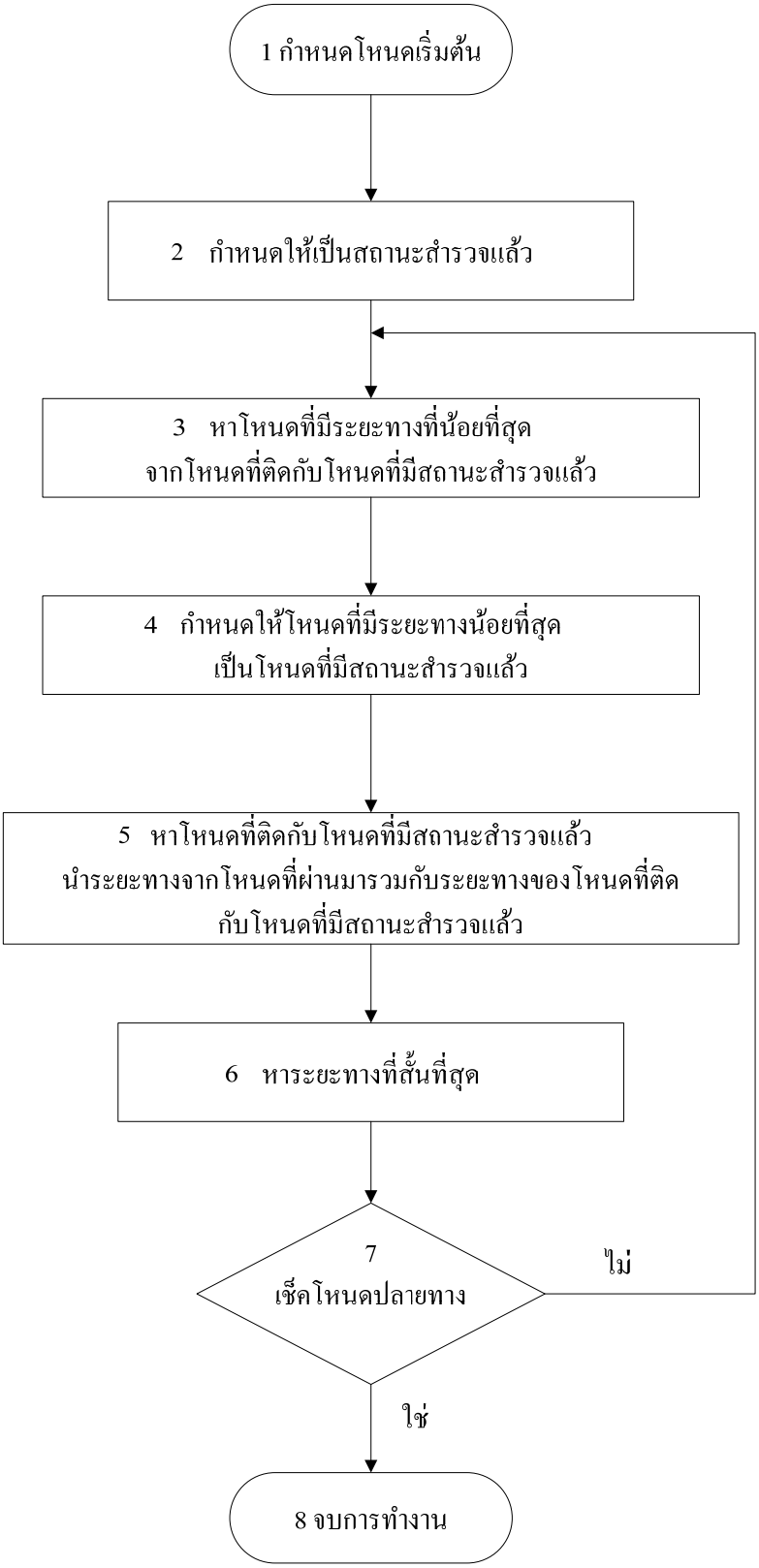
ขั้นตอนที่ 4 กำหนดให้โหนดที่มีระยะทางน้อยที่สุดเป็นโหนดที่มีสถานะสำรวจแล้ว

ขั้นตอนที่ 5 พิจารณาโหนดที่ติดกับโหนดที่มีสถานะสำรวจแล้ว นำระยะทางจากโหนดที่ผ่านมารวมกับระยะทางของโหนดที่ติดกับโหนดที่มีสถานะสำรวจแล้ว เป็นระยะทางรวมของโหนดแต่ละโหนดที่ติดกับโหนดที่มีสถานะ

ขั้นตอนที่ 6 เปรียบเทียบหาระยะทางที่สั้นที่สุดจากระยะทางรวมของโหนดแต่ละโหนดที่ติดกับโหนดที่มีสถานะแล้ว เก็บค่าระยะทางและโหนดที่มีระยะทางที่สั้นที่สุดไว้

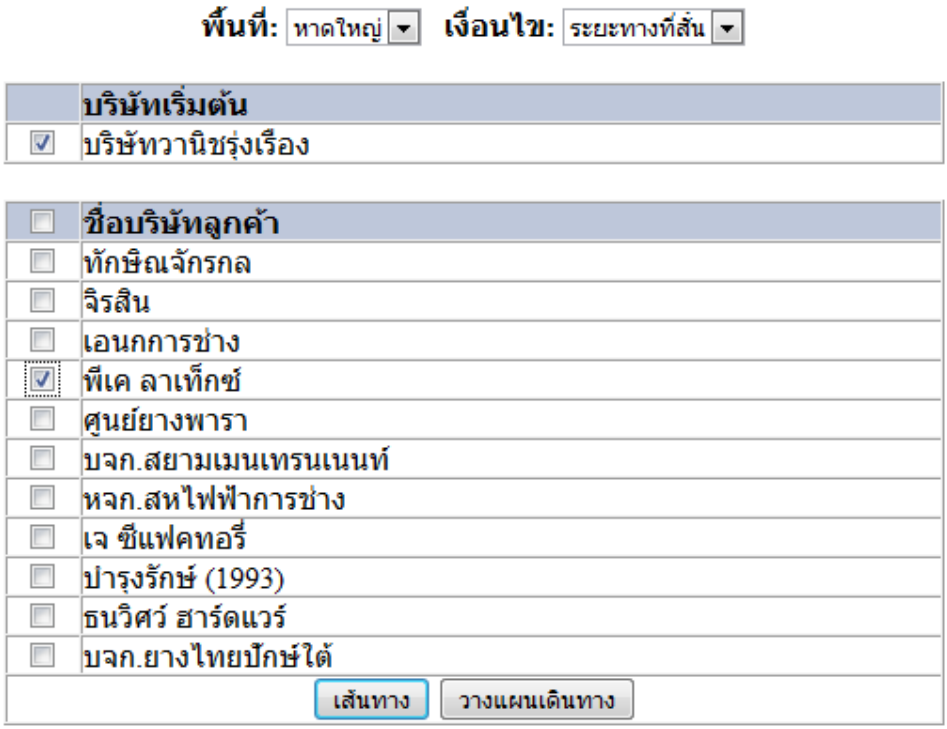
ขั้นตอนที่ 7 เช็คโหนดปลายทาง ว่าโหนดที่มีระยะทางที่สั้นที่สุดจากขั้นตอนที่ 6 เป็นโหนดปลายทางหรือไม่ ถ้าเป็นโหนดปลายทางก็จบการทำงาน ถ้าไม่ใช่โหนดปลายทางก็กลับไปทำยังขั้นตอนที่ 3

ขั้นตอนที่ 8 จบการทำงานเมื่อเช็คได้แล้วว่าโหนดสุดท้ายเป็นโหนดปลายทาง



รูปที่ 3-6 ขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึมดิสตรา

ตัวอย่างเช่น หาเส้นทางที่มีระยะทางที่สั้นที่สุด จากบริษัทวานิชรุ่งเรืองไปบริษัทพีเคลาเท็กซ์ โดยกำหนดให้บริษัทวานิชรุ่งเรืองเป็นจุดเริ่มต้น และบริษัทพีเคลาเท็กซ์เป็นจุดปลายทาง ดังรูปที่ 3-7 แสดงหน้าจอการหาเส้นทาง โดยเลือกเงื่อนไข “ระยะทางที่สั้นที่สุด” และเลือกบริษัทวานิชรุ่งเรืองไปบริษัทพีเคลาเท็กซ์



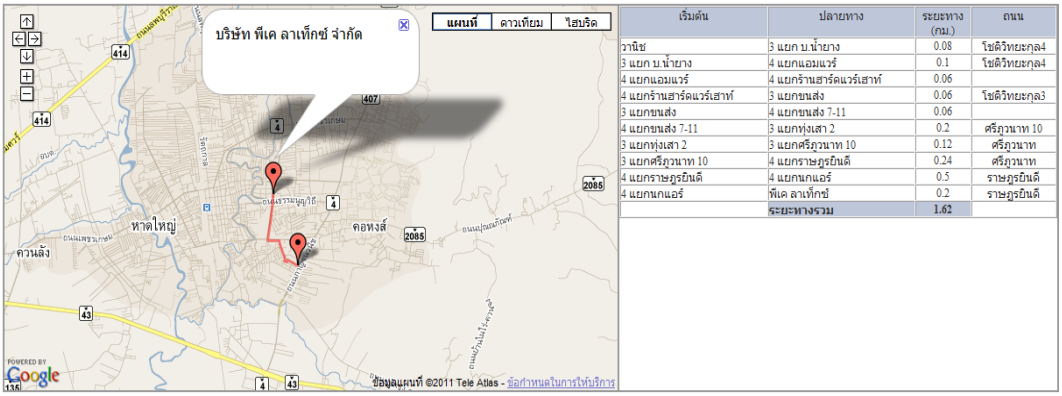
รูปที่ 3-7 หน้าจอเงื่อนไข

ผลลัพธ์ที่ได้จากการเลือกเงื่อนไข “ระยะทางที่สั้นที่สุด” และเลือกบริษัทวานิชรุ่งเรืองเป็นบริษัทเริ่มต้น บริษัทพีเคลาเท็กซ์เป็นบริษัทปลายทาง จะแสดงผลเส้นทางได้ ดังรูปที่ 3-8 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการเลือกเงื่อนไข “ระยะทางที่สั้นที่สุด” ระหว่างบริษัทวานิชรุ่งเรืองและบริษัทพีเคลาเท็กซ์ ซึ่งประกอบด้วย

ภาพด้านซ้ายมือแสดงเส้นทางการเดินทางที่มีระยะทางที่สั้นที่สุดจากบริษัทวานิชรุ่งเรืองไปบริษัทพีเคลาเท็กซ์ มีสัญลักษณ์ หมุด เป็นบริษัท และเส้นทึบ เป็นเส้นทางการเดินทาง

ภาพด้านขวามือเป็นตารางแสดงการเดินทางประกอบด้วยจุดเริ่มต้น ปลายทาง ระยะทางในแต่ละช่วงการเดินทาง (ช่วงการเดินทางคือทางแยกที่สามารถเลือกเส้นทางการเดินทาง

ได้มากกว่า 1 เส้นทาง) และแสดงผลระยะทางรวมในการเดินทาง เช่น จุดเริ่มต้นคือบริษัทวานิช รุ่งเรือง จุดปลายทางคือ 3 แยกบริษัทน้ำยาง มีระยะทาง 80 เมตร เป็นต้น



เริ่มต้น	ปลายทาง	ระยะทาง (กม.)	ถนน
วานิช	3 แยก บ.น้ำยาง	0.08	โชติวิทยะกุล4
3 แยก บ.น้ำยาง	4 แยกแอมแวร์	0.1	โชติวิทยะกุล4
4 แยกแอมแวร์	4 แยกร้านฮาร์ดแวร์เฮาท์	0.06	
4 แยกร้านฮาร์ดแวร์เฮาท์	3 แยกขนส่ง	0.06	โชติวิทยะกุล3
3 แยกขนส่ง	4 แยกขนส่ง 7-11	0.06	
4 แยกขนส่ง 7-11	3 แยกทุ่งเสา 2	0.2	ศรีภูวนาท 10
3 แยกทุ่งเสา 2	3 แยกศรีภูวนาท 10	0.12	ศรีภูวนาท
3 แยกศรีภูวนาท 10	4 แยกราษฎรยินดี	0.24	ศรีภูวนาท
4 แยกราษฎรยินดี	4 แยกนกแอร์	0.5	ราษฎรยินดี
4 แยกนกแอร์	พีเค ลาเท็กซ์	0.2	ราษฎรยินดี
	ระยะทางรวม	1.62	

รูปที่ 3-8 แสดงเส้นทางระหว่าง 2 บริษัท

3.3.2 การหาเส้นทางที่มีระยะทางที่สั้นที่สุดหรือเวลาที่น้อยที่สุดมากกว่า 2 จุด โดยใช้อัลกอริทึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขต

การหาเส้นทางที่มีระยะทางที่สั้นที่สุดหรือเวลาที่น้อยที่สุดกรณีมีบริษัทมากกว่า 2 บริษัท โดยใช้อัลกอริทึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขตมาใช้ในการประมวลผล จะนำข้อมูลที่ได้จากอัลกอริทึมดิสตรา ซึ่งเป็นข้อมูลเส้นทางที่มีระยะสั้นที่สุดระหว่าง 2 บริษัท มาเป็นอินพุตเพื่อหาเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม นำมาใช้ในการวางแผนการเดินทางของพนักงาน เนื่องจากจะได้เส้นทางการเดินทางที่มีระยะทางรวมที่น้อยที่สุด โดยที่สามารถเลือกจุดได้มากกว่า 2 บริษัท เงื่อนไขในการเดินทาง ได้แก่ ระยะทางที่สั้นที่สุดหรือเวลาที่เดินทางน้อยที่สุด ระบบจะทำการดึงข้อมูลที่ได้จากฐานข้อมูล ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากคำนวณโดยอัลกอริทึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขตแล้ว มาแสดงผลลำดับการเดินทางของแต่ละบริษัท รูปที่ 3-9 แสดงขั้นตอนการทำงานของการแตกกิ่งและการจำกัดขอบเขตใช้ในการหาเส้นทางที่มีระยะทางที่สั้นที่สุดกรณีมีจุดมากกว่า 2 จุด ซึ่งสามารถอธิบายขั้นตอนการทำงานได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดโหนดในการเดินทางเป็นโหนดเริ่มต้น 1 โหนด

ขั้นตอนที่ 2 ทำการแตกกิ่งโดยจะแตกกิ่งโหนดที่ติดกับโหนดเริ่มต้น

ขั้นตอนที่ 3 หาขอบเขตล่างของแต่ละกิ่ง โดยการหาระยะทางของแต่ละกิ่งที่แตกในขั้นตอนที่ 2 รวมกับค่าขอบเขตล่างของทุกโหนดที่ไม่ใช่โหนดที่ทำการแตกกิ่ง การหาขอบเขตล่างทำโดยการหาระยะทางที่สั้นที่สุดจากโหนดที่ไม่ใช่โหนดที่ทำการแตกกิ่ง หาจนครบทุกโหนด

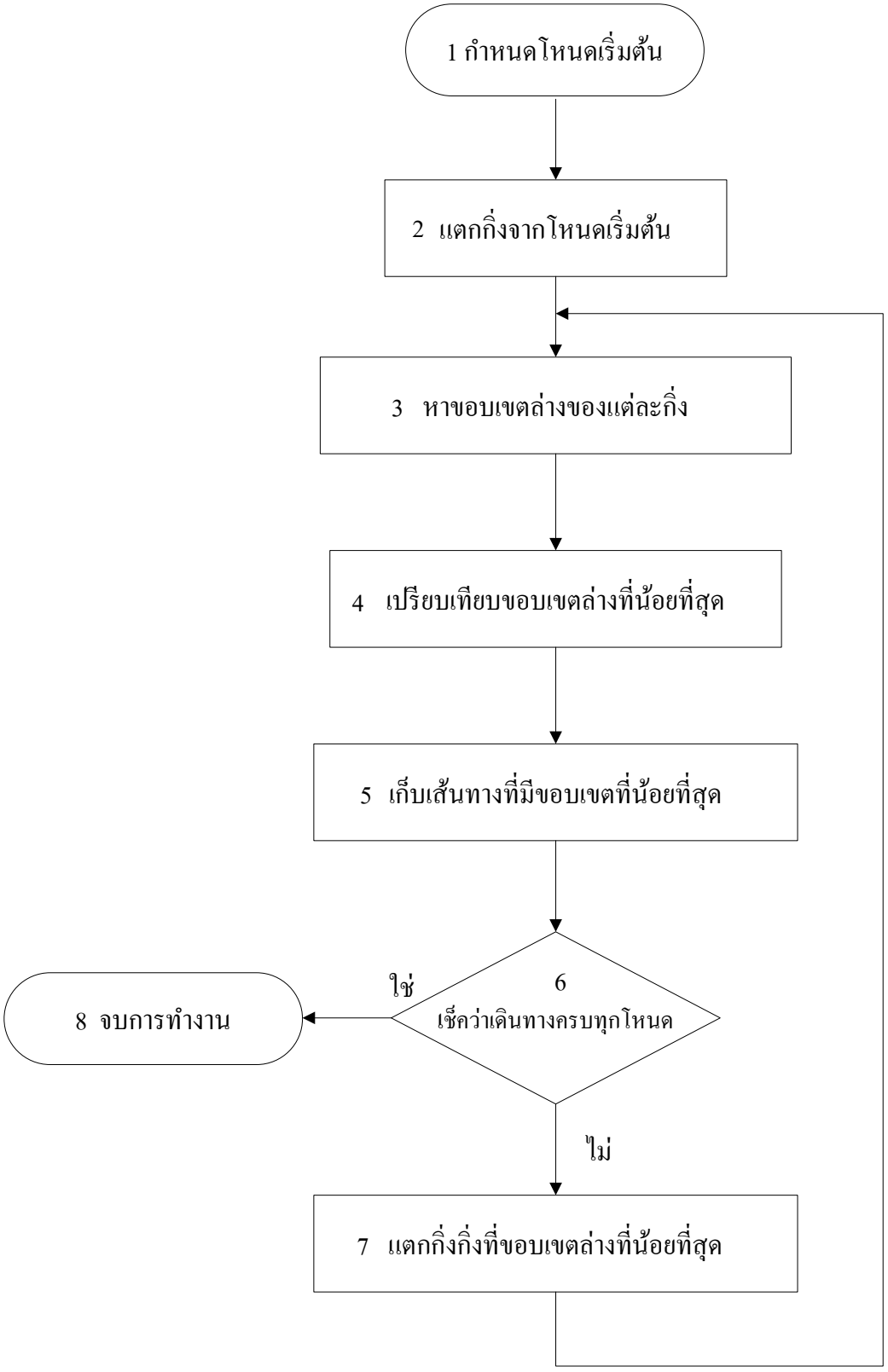
ขั้นตอนที่ 4 เปรียบเทียบหาค่าขอบเขตที่น้อยที่สุดของทุกกิ่ง

ขั้นตอนที่ 5 เก็บเส้นทางที่มีขอบเขตที่น้อยที่สุด

ขั้นตอนที่ 6 เช็คเส้นทางว่าโหนดครบทุกโหนดหรือไม่ ถ้าโหนดไม่ครบตามจำนวน ทำการแตกกิ่งกิ่งที่มีขอบเขตล่างที่น้อยที่สุด และถ้าครบทุกโหนดแล้วจบการทำงาน

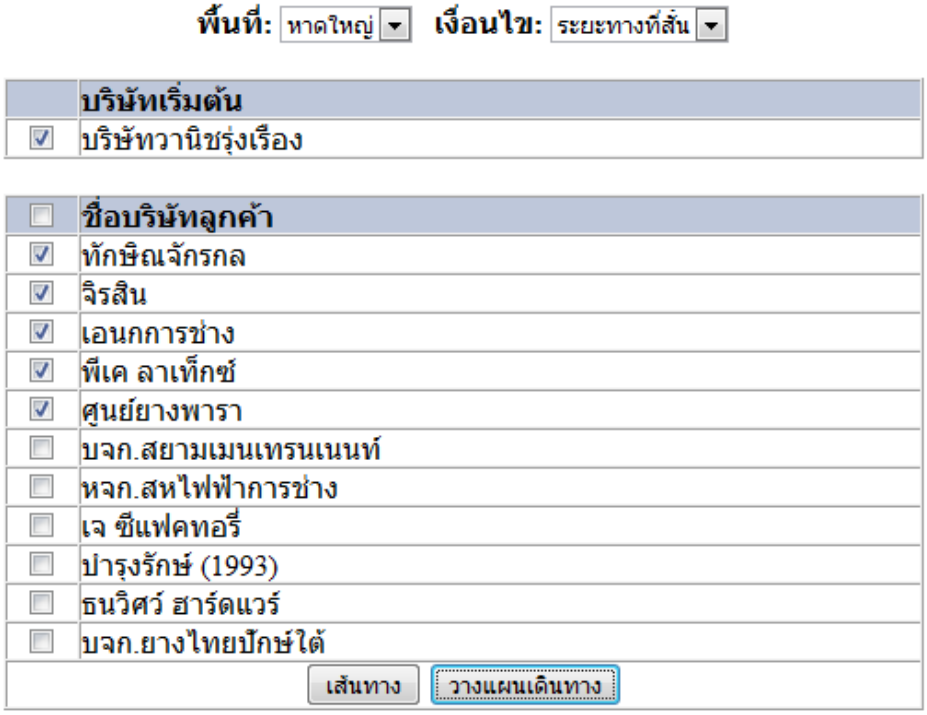
ขั้นตอนที่ 7 ทำการแตกกิ่งกิ่งที่ขอบเขตล่างที่น้อยที่สุด แล้วกลับไปทำขั้นตอนที่ 3

ขั้นตอนที่ 8 จบการทำงานเมื่อเช็คได้แล้วว่าเส้นทางมีโหนดครบทุกโหนดแล้ว



รูปที่ 3-9 ขั้นตอนการทำงานของอัลกอริทึมการแตกกิ่งและการจำกัดขอบเขต

ตัวอย่างเช่น การวางแผนการเดินทางของพนักงานขายในการเดินทางไปบริษัทลูกค้า 5 บริษัท ได้แก่ บริษัทพีเคลาเท็กซ์ บริษัทเอนกการช่าง บริษัททักษิณจักรกล บริษัทจิรสิน ศูนย์วิจัยยางพารา ซึ่งอยู่ในพื้นที่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา และจะต้องเดินทางไปให้ครบทั้ง 5 บริษัทภายในเวลา 1 วัน โดยมีเงื่อนไขในการเดินทางเป็นเส้นทางที่มีระยะทางที่สั้นที่สุด ดังรูปที่ 3-10 แสดงหน้าจอการวางแผนการเดินทาง โดยเลือกเงื่อนไข “ระยะทางที่สั้นที่สุด” เลือกบริษัทปลายทางคือ บริษัทพีเคลาเท็กซ์ บริษัทเอนกการช่าง บริษัททักษิณจักรกล บริษัทจิรสิน ศูนย์วิจัยยางพารา และกดปุ่ม วางแผนเดินทาง



รูปที่ 3-10 หน้าจอเงื่อนไขวางแผนเดินทาง

ผลลัพธ์ที่ได้จากการเลือกเงื่อนไข “ระยะทางที่สั้นที่สุด” และเลือกบริษัทวานิชรุ่งเรืองเป็นบริษัทเริ่มต้น บริษัทพีเคลาเท็กซ์ บริษัทเอนกการช่าง บริษัททักษิณจักรกล บริษัทจิรสิน ศูนย์วิจัยยางพาราเป็นบริษัทปลายทาง จะแสดงผลการวางแผนการเดินทางได้ ดังรูปที่ 3-11 ซึ่งเป็นการแสดงผลของเส้นทางและลำดับการเดินทางที่เลือกเงื่อนไข “ระยะทางที่สั้นที่สุด” มีการแสดงผลออก 2 ส่วน คือ

ส่วนบนแสดงภาพรวมการเดินของพนักงานขายไปบริษัทลูกค้าในที่นี้มี 5 บริษัท ซึ่งมีสัญลักษณ์ หมุด เป็นบริษัทลูกค้า และเส้นทึบ เป็นเส้นทางการเดินทาง

ส่วนล่างแสดงลำดับการเดินทางไปบริษัทลูกค้า จะเรียงลำดับการเดินทางดังนี้

(1) บริษัทวานิชรุ่งเรือง -> บริษัทพีเคลาเท็กซ์

(2) บริษัทพีเคลาเท็กซ์ -> บริษัทเอนกการช่าง

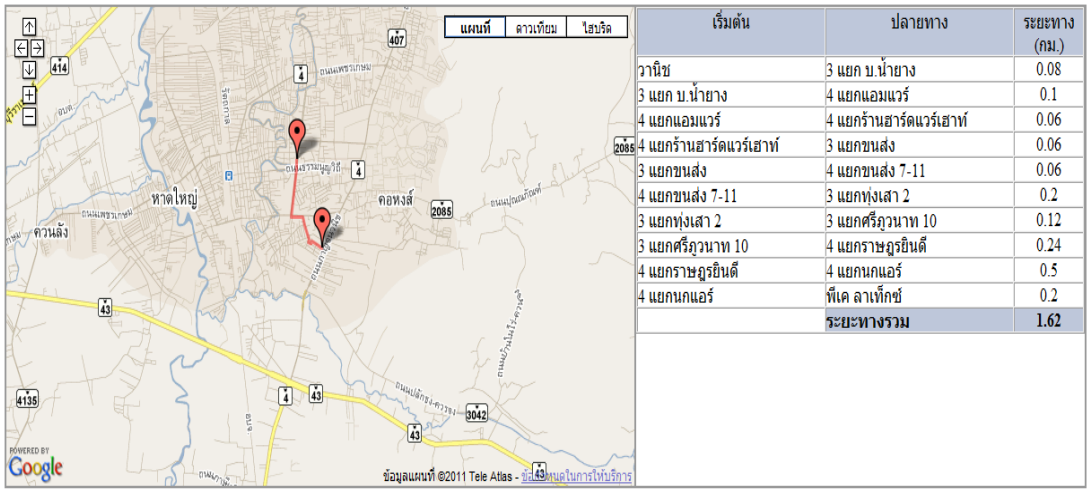
(3) บริษัทเอนกการช่าง -> บริษัททักษิณจักรกล

(4) บริษัททักษิณจักรกล -> บริษัทจิรสิน

(5) บริษัทจิรสิน -> ศูนย์วิจัยยางพารา

รูปที่ 3-11 ผลลัพธ์การวางแผนการเดินทาง เงื่อนไข “ระยะทางที่สั้นที่สุด”

ผลลัพธ์ในการวางแผนการเดินทางของพนักงานขายนอกจากจะแสดงภาพรวมของการเดินทางแล้ว ยังแสดงเส้นทางและรายละเอียดในการเดินทางของระหว่าง 2 บริษัท ดังรูปที่ 3-12 แสดงผลของเส้นทางการเดินทางระหว่าง 2 บริษัท จากการคลิกที่ “ดูแผนที่” ในแต่ละการเดินทางระหว่าง 2 บริษัท ในที่นี้ “คลิกแผนที่” (1) วานิช->พีเค ลาเท็กซ์



เริ่มต้น	ปลายทาง	ระยะทาง (กม.)
วาทิช	3 แยก บ.น้ำยาง	0.08
3 แยก บ.น้ำยาง	4 แยกแอมแวร์	0.1
4 แยกแอมแวร์	4 แยกร้านฮาร์ดแวร์เฮาท์	0.06
4 แยกร้านฮาร์ดแวร์เฮาท์	3 แยกขนส่ง	0.06
3 แยกขนส่ง	4 แยกขนส่ง 7-11	0.06
4 แยกขนส่ง 7-11	3 แยกทุ่งเสา 2	0.2
3 แยกทุ่งเสา 2	3 แยกศรีภูวนาท 10	0.12
3 แยกศรีภูวนาท 10	4 แยกราษฎรยินดี	0.24
4 แยกราษฎรยินดี	4 แยกนกแอร์	0.5
4 แยกนกแอร์	พีเค ลาเท็กซ์	0.2
	ระยะทางรวม	**1.62**

รูปที่ 3-12 ผลลัพธ์การเดินทางเมื่อคลิกที่ “ดูแผนที่”

3.4 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้

1. ฮาร์ดแวร์

- เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง เพื่อใช้ในการพัฒนาระบบ มีรายละเอียดดังนี้

Hard Disk : 60 GB

CPU : 1.0 GHz

RAM : 2 GB

- เครื่องหาพิกัดภูมิศาสตร์บนพื้นโลกด้วยดาวเทียม ตราสินค้า การ์มิน รุ่น Nuvi 205 (T1) 1 เครื่อง

2. ซอฟต์แวร์

- ระบบปฏิบัติการ : Microsoft Windows XP
- ระบบจัดการฐานข้อมล : MySQL
- Web Server : Appserv
- ซอฟต์แวร์สำหรับการพัฒนาระบบ
  - Notepad++ เป็นโปรแกรม text editor ซึ่งสามารถรองรับภาษาคอมพิวเตอร์ได้หลายภาษา เช่น C, C++, Java, C#, XML, HTML, PHP, CSS, Javascript, ASP เป็นต้น มาใช้ในการพัฒนาโปรแกรมระบบนำทางอัจฉริยะ

- Google Maps API เป็น API (Application Program Interface) ที่เกี่ยวกับแผนที่ ซึ่งทาง Google สร้างขึ้นมา ช่วยให้สามารถพัฒนาโปรแกรมเพื่อแทรก Google Maps ใช้ JavaScript และ HTML ในการติดต่อ

3. ภาษาในการพัฒนา

- ภาษา PHP มาใช้ในการพัฒนา Web Application ในส่วนแสดงผลของการค้นหาเส้นทาง โดยใช้ Google Maps API ช่วยในการพัฒนาและนำมาพัฒนาอัลกอริทึมที่ใช้ในการค้นหาเส้นทาง

- ภาษา JavaScript มาใช้ในการพัฒนา Web Application ในส่วนแสดงผลของการแสดงผลลัพธ์เส้นทางที่ได้จากอัลกอริทึม ซึ่งติดต่อกับโปรแกรม Google Maps ในการแสดงผล

บทที่ 4
ผลการดำเนินการวิจัย

4.1 ผลการทดลองการเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลเส้นทางข้อมูลจากเครื่องหาพิกัดภูมิศาสตร์บนพื้นที่โลกด้วยดาวเทียม การค้นหาเส้นทางจากโปรแกรม Google Maps เส้นทางการเดินทางของพนักงานขายในปัจจุบัน โดยจะมีการเก็บข้อมูลจากบริษัทวานิชรุ่งเรืองไปยังบริษัทลูกค้า แบ่งการเก็บข้อมูลดังนี้

- ข้อมูลจากเครื่องหาพิกัดภูมิศาสตร์บนพื้นโลกด้วยดาวเทียมแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ข้อมูลเส้นทางที่ได้จากการเลือกฟังก์ชั่นการเดินทาง “ระยะทางที่สั้นที่สุด” และฟังก์ชั่น “เวลาที่น้อยที่สุด”
- ข้อมูลจากโปรแกรม Google Maps เป็นข้อมูลที่ผู้ใช้จะต้องกำหนดจุดเริ่มต้นและจุดปลายทาง โปรแกรม Google Maps จะประมวลผลและแสดงผลลัพธ์เส้นทางการเดินทาง ซึ่งบางกรณีมีเส้นทางมากกว่า 1 เส้นทาง
- ข้อมูลจากการเดินทางของพนักงานขายในปัจจุบัน เป็นข้อมูลที่พนักงานขายเดินทางในปัจจุบัน เส้นทางการเดินทางได้มาในแต่ละพื้นที่นั้นขึ้นอยู่กับความชำนาญของพนักงานแต่ละคน

ในงานวิจัยนี้ทำการทดลองโดยทดลองเดินทางจากจุดเริ่มต้นคือ บริษัทวานิชรุ่งเรืองไปยังแต่ละบริษัทลูกค้าที่อยู่ในแต่ละกลุ่มบริษัท ซึ่งได้จัดเป็น 4 กลุ่มดังรูปที่ 3-5 นั้น ในการทดลองนี้เลือกบริษัทลูกค้า 4 บริษัทคือ บริษัทจิรสิน บริษัททักษิณจักรกล บริษัทเอนกการช่าง บริษัทณรงค์ซีฟูดส์

กำหนดให้ บริษัทจิรสิน เป็น A, บริษัททักษิณจักรกล เป็น B, บริษัทเอนกการช่าง เป็น C และบริษัทณรงค์ซีฟูดส์ เป็น D โดยให้มีการเดินทางจากบริษัทวานิชรุ่งเรืองไปยังบริษัท A B C และ D จะเก็บข้อมูล 2 ส่วน คือ ระยะทางและเวลาในการเดินทาง ซึ่งการทดลองจะทดลองเดินทางตามเงื่อนไขดังนี้ เดินทางตามเส้นทางที่ได้จาก เครื่องหาพิกัดภูมิศาสตร์บนพื้นโลกด้วยดาวเทียม ที่เลือกฟังก์ชั่น “เวลาที่เร็วที่สุด” ในที่นี้ย่อว่า GPS_เวลา เดินทางตามเส้นทางที่ได้จากเครื่องหาพิกัดภูมิศาสตร์บนพื้นโลกด้วยดาวเทียม ที่เลือกฟังก์ชั่น “ระยะทางที่สั้นที่สุด” ในที่นี้ย่อว่า GPS_ระยะทาง เดินทางตามเส้นทางที่ได้จากโปรแกรม Google maps ในที่นี้ย่อว่า Google Maps และเดินทางตามเส้นทางที่ได้จากการขับรถจริงของพนักงานขาย ในที่นี้ย่อว่า Sales ผลการทดลองดังกล่าวนั้นได้ผลตามตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 เปรียบเทียบเวลาและระยะทางการทดลองเดินทางตามเงื่อนไข

บริษัท	เวลาที่ใช้ (นาที)				ระยะทางที่ใช้ (กิโลเมตร)			
	GPS_เวลา	GPS_ระยะทาง	Google maps	Sales	GPS_เวลา	GPS_ระยะทาง	Google maps	Sales
A	25	**15**	15	15	4.5	**3.9**	3.9	3.9
B	50	**25**	25	25	7.3	**5.2**	5.2	5.2
C	20	**18**	30	-	5	**4.1**	4.1	-
D	25	**20**	20	35	8.4	**7.7**	7.7	12.4

จากตารางที่ 4-1 เมื่อเปรียบข้อมูลด้านเวลา ในการเดินทางจากบริษัทวานิชรุ่งเรืองไปบริษัท A B D และ D ใช้เวลาตามตารางได้ดังนี้

- เครื่องหาพิกัดภูมิศาสตร์บนพื้นโลกด้วยดาวเทียม ที่เลือกฟังก์ชั่น “เวลาที่เร็วที่สุด” ใช้เวลา 25, 50, 20, 25 นาที ตามลำดับ
- เครื่องหาพิกัดภูมิศาสตร์บนพื้นโลกด้วยดาวเทียม ที่เลือกฟังก์ชั่น “ระยะทางที่สั้นที่สุด” ใช้เวลา 15, 25, 18, 20 นาที ตามลำดับ
- โปรแกรม Google maps ใช้เวลา 15, 25, 30, 20 นาที ตามลำดับ
- การขับรถจริงของพนักงานขาย ใช้เวลา 15, 25, -, 35 นาที ตามลำดับ

จะพบว่าเวลาที่ได้จาก เครื่องหาพิกัดภูมิศาสตร์บนพื้นโลกด้วยดาวเทียม ที่เลือกฟังก์ชั่น “ระยะทางที่สั้นที่สุด” ใช้เวลาในการเดินทางน้อยที่สุดในทุกบริษัทลูกค้า

เมื่อพิจารณาด้านระยะทางในการเดินทาง ข้อมูลระยะทางจะพิจารณาข้อมูลจาก 4 แหล่งเช่นเดียวกับการพิจารณาด้านเวลา จากตารางที่ 4-1 ในการเดินทางจากบริษัทวานิชรุ่งเรืองไปบริษัท A B C และ D ใช้ระยะทางตามตารางได้ดังนี้

- เครื่องหาพิกัดภูมิศาสตร์บนพื้นโลกด้วยดาวเทียม ที่เลือกฟังก์ชั่น “เวลาที่เร็วที่สุด” ใช้เวลา 4.5, 7.3, 5, 8.4 นาที ตามลำดับ
- เครื่องหาพิกัดภูมิศาสตร์บนพื้นโลกด้วยดาวเทียม ที่เลือกฟังก์ชั่น “ระยะทางที่สั้นที่สุด” ใช้เวลา 3.9, 5.2, 4.1, 7.7 นาทีตามลำดับ
- โปรแกรม Google maps ใช้เวลา 3.9, 5.2, 4.1, 7.7 นาที ตามลำดับ
- การขับรถจริงของพนักงานขาย ใช้เวลา 3.9, 5.2, -, 12.4 นาที ตามลำดับ

พบว่าระยะทางที่สั้นที่สุดคือระยะทางที่ได้จาก เครื่องหาพิกัดภูมิศาสตร์บนพื้นโลกด้วยดาวเทียม ที่เลือกฟังก์ชั่น “ระยะทางที่สั้นที่สุด” และ Google Maps ในทุกบริษัทลูกค้า

ในงานวิจัยนี้จึงเลือกข้อมูลด้านเวลาและระยะทางจาก เครื่องหาพิกัดภูมิศาสตร์บนพื้นโลกด้วยดาวเทียม ที่เลือกฟังก์ชั่น “ระยะทางที่สั้นที่สุด” เป็นข้อมูลอ้างอิงในการเปรียบเทียบกับการใช้อัลกอริทึมดิสตรา

4.2 ผลการทดลองอัลกอริทึม

ผลการทดลองอัลกอริทึมแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ การหาเส้นทางในการเดินทางระหว่างบริษัท 2 บริษัท และการวางแผนการเดินทางของพนักงานขายกรณีเดินทางมากกว่า 2 บริษัท

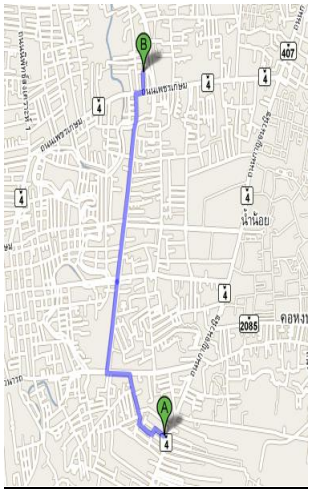
4.2.1 การหาเส้นทางในการเดินทางระหว่างบริษัท 2 บริษัท

การหาเส้นทางในการเดินทางระหว่างบริษัท 2 บริษัท โดยงานวิจัยนี้จะหาเส้นทางระยะทางที่สั้นที่สุดหรือเวลาที่น้อยที่สุด ระหว่างบริษัท 2 บริษัท โดยเริ่มต้นจากบริษัทวานิชรุ่งเรืองจุดปลายทางเป็นบริษัทลูกค้า เพื่อลดระยะทางหรือเวลาในการเดินทางไปบริษัทลูกค้า และเพิ่มประสิทธิภาพในการเดินทางของพนักงานขาย ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาอัลกอริทึมหาเส้นทางมีระยะทางที่สั้นที่สุดหรือเวลาที่น้อยที่สุด โดยสามารถกำหนดจุดเริ่มต้น จุดปลายทางได้ และคาดว่าอัลกอริทึมดิสตราและอัลกอริทึมกรีดี จะเหมาะสมกับเงื่อนไขในการหาเส้นทางที่มีระยะทาง หรือเวลาที่น้อยที่สุดในครั้งนี้ เนื่องจากอัลกอริทึมดิสตราเป็นอัลกอริทึมที่ใช้คำนวณหาเส้นทางที่สั้นที่สุดของกราฟน้ำหนักโดยที่ค่าน้ำหนักเป็นบวก ซึ่งสามารถกำหนดจุดเริ่มต้น จุดปลายทางได้ และอัลกอริทึมกรีดีเป็นอัลกอริทึมที่สามารถหาเส้นทางระยะทางที่สั้นได้ แต่อาจจะไม่ใช่เส้นทางที่มีระยะทางที่สั้นที่สุด เนื่องจากเป็นการหาแบบละโมบ เลือกโหนดที่ดีที่สุดตลอดเวลา สามารถกำหนดจุดเริ่มต้น จุดปลายทางได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้มีการทดลองเปรียบเทียบอัลกอริทึมทั้ง 2 อัลกอริทึม โดยได้นำข้อมูลระยะทางจากแผนที่อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ขนาดอัตราส่วน 1:550,000 มาทดลองกับอัลกอริทึมดิสตรา และอัลกอริทึมกรีดี โดยทำการทดลองจากจุดเริ่มต้น คือ บริษัทวานิชรุ่งเรืองไปยังแต่ละบริษัทลูกค้า

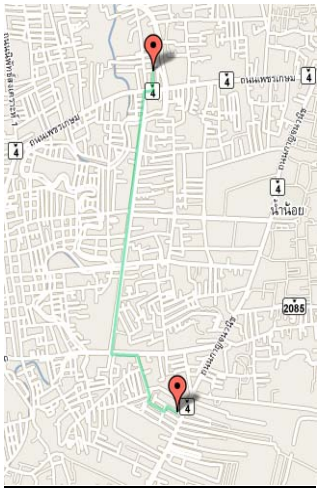
ในที่นี้จะยกตัวอย่างผลการทดลองจากบริษัทวานิชรุ่งเรืองไปยัง 4 บริษัท ตามรูปที่ 4-1 ถึงรูปที่ 4-4 ตัวอย่างรูปที่ 4-1 แสดงตัวอย่าง ผลที่ได้จากการทดลองนำข้อมูลระยะทางจากแผนที่อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ขนาดอัตราส่วน 1:550,000 มาทดลองกับอัลกอริทึมดิสตรา และอัลกอริทึมกรีดี ผลลัพธ์ที่ได้จาก 2 อัลกอริทึมข้างต้น จะนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลเส้นทางที่ผู้วิจัยในหัวข้อ 4.1 ซึ่งผลการทดลองจะได้ว่าเส้นทาง จาก 3 แหล่ง คือ เส้นทางที่ได้จากเครื่องหาพิกัด

ภูมิศาสตร์บนพื้นโลกด้วยดาวเทียม ในฟังก์ชั่น “ระยะทางที่สั้นที่สุด” เส้นทางที่ได้จากอัลกอริทึมดิสตราและเส้นทางที่ได้จากอัลกอริทึมกรีดี ผลที่ได้ คือ เส้นทางจากรูป (ก) เป็นเส้นทางที่ได้จากเครื่องหาพิกัดภูมิศาสตร์บนพื้นโลกด้วยดาวเทียม ในฟังก์ชั่น “ระยะทางที่สั้นที่สุด” และรูปที่ (ข) เป็นเส้นทางที่ได้จากอัลกอริทึมดิสตรา ซึ่งเป็นเส้นทางในการเดินทางเส้นทางเดียวกันกับเส้นทางที่ได้จากเครื่องหาพิกัดภูมิศาสตร์บนพื้นโลกด้วยดาวเทียม ในฟังก์ชั่น “ระยะทางที่สั้นที่สุด” และมีระยะทางน้อยกว่าผลเส้นทางที่ได้จากรูปที่ (ค) ซึ่งเป็นผลเส้นทางที่ได้จากอัลกอริทึมกรีดี

จากรูปที่ 4-2 ถึงรูปที่ 4-4 แสดงตัวอย่าง ผลที่ได้จากการทดลองนำข้อมูลระยะทางจากแผนที่อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ขนาดอัตราส่วน 1:550,000 มาทดลองกับอัลกอริทึมดิสตราและอัลกอริทึมกรีดี ผลลัพธ์ที่ได้จาก 2 อัลกอริทึมข้างต้น จะนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลเส้นทางที่ผู้วิจัยในหัวข้อ 4.1 ซึ่งผลการทดลองจะได้ว่าเส้นทาง จาก 3 แหล่งคือ เส้นทางที่ได้จากเครื่องหาพิกัดภูมิศาสตร์บนพื้นโลกด้วยดาวเทียม ในฟังก์ชั่น “ระยะทางที่สั้นที่สุด” เส้นทางที่ได้จากอัลกอริทึมดิสตรา และเส้นทางที่ได้จากอัลกอริทึมกรีดีจะได้ผลการทดลองเหมือนกัน คือเส้นทางที่ได้จากเครื่องหาพิกัดภูมิศาสตร์บนพื้นโลกด้วยดาวเทียม ในฟังก์ชั่น “ระยะทางที่สั้นที่สุด” และเส้นทางที่ได้จากอัลกอริทึมดิสตรามีเส้นทางในการเดินทางเส้นทางเดียวกันและมีระยะทางน้อยกว่าผลเส้นทางที่ได้จากอัลกอริทึมกรีดี



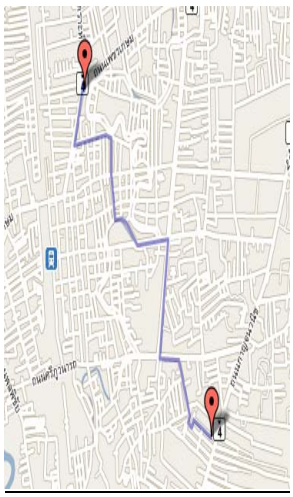
(ก) เส้นทางที่ใช้เครื่องหาพิกัดภูมิศาสตร์บนพื้นโลกด้วยดาวเทียม ในฟังก์ชั่นการทำงาน “ระยะทางที่สั้นที่สุด”



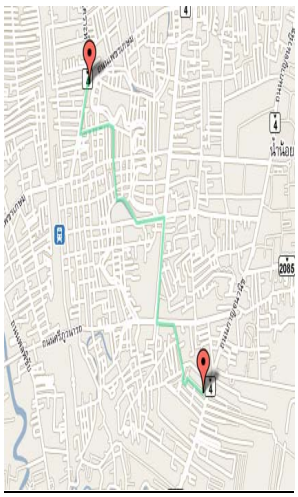
(ข) เส้นทางที่ใช้อัลกอริทึมดิสตรา

(ค) เส้นทางที่ใช้อัลกอริทึมกรีดี

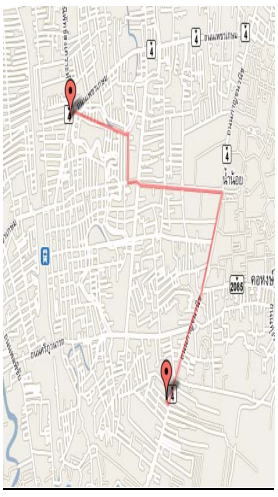
รูปที่ 4-1 ตัวอย่างผลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งเป็นเส้นทางจากบริษัทวานิชรุ่งเรืองไปยังบริษัทจิรสิน



(ก) เส้นทางที่ใช้เครื่องหาพิกัดภูมิศาสตร์บนพื้นโลกด้วยดาวเทียม ในฟังก์ชั่นการทำงาน “ระยะทางที่สั้นที่สุด”

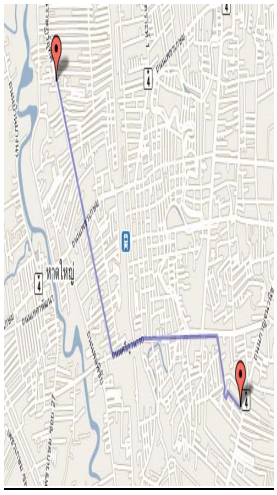


(ข) เส้นทางที่ใช้อัลกอริทึมดิสตรา

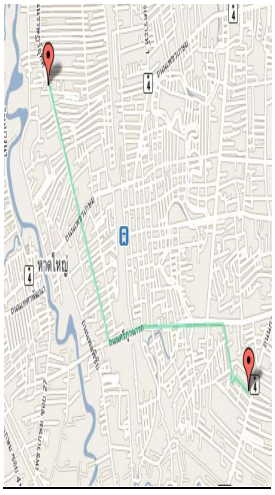


(ค) เส้นทางที่ใช้อัลกอริทึมกรีดี

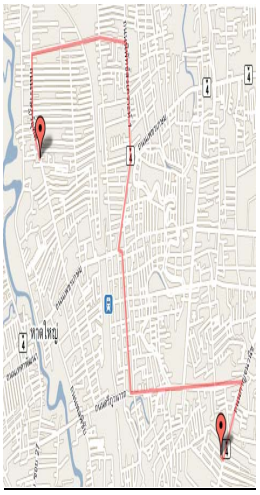
รูปที่ 4-2 ตัวอย่างผลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งเป็นเส้นทางจาก
บริษัทวานิชรุ่งเรืองไปยังบริษัทอเนกการช่าง



(ก) เส้นทางที่ใช้เครื่องหาพิกัดภูมิศาสตร์บนพื้นโลกด้วยดาวเทียม ในฟังก์ชั่นการทำงาน “ระยะทางที่สั้นที่สุด”

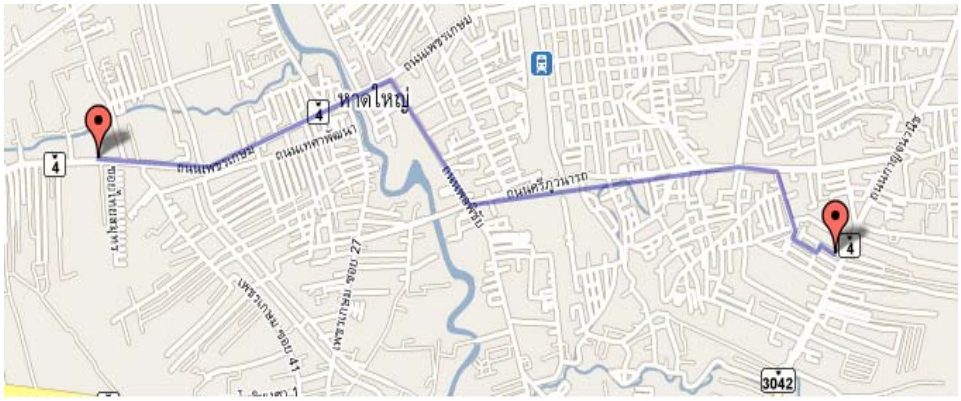


(ข) เส้นทางที่ใช้อัลกอริทึมดิสตรา

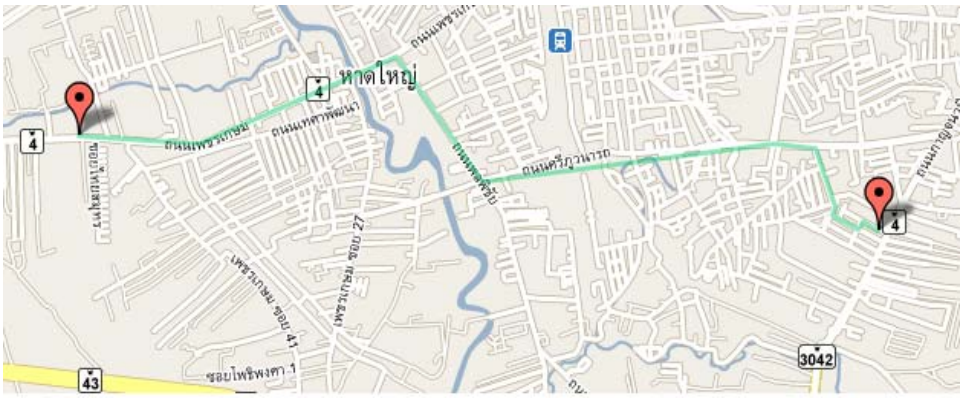


(ค) เส้นทางที่ใช้อัลกอริทึมกรีดี

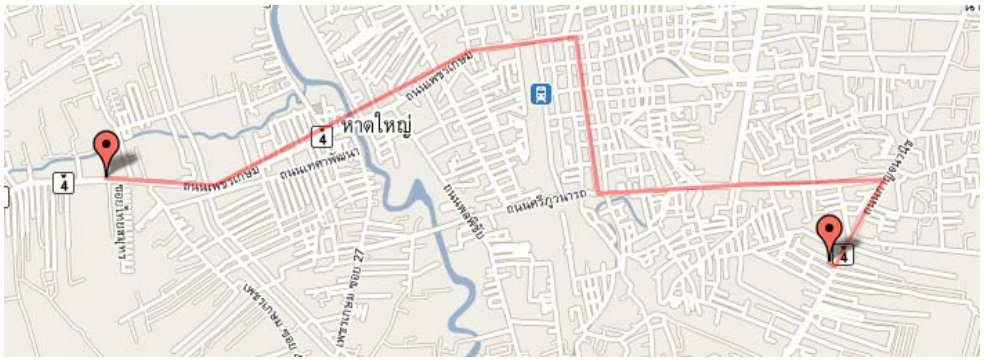
รูปที่ 4-3 ตัวอย่างผลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งเป็นเส้นทางจาก
บริษัทวานิชรุ่งเรืองไปยังบริษัททักษิณจักรกล



(ก) เส้นทางที่ใช้เครื่องหาพิกัดภูมิศาสตร์บนพื้นโลกด้วยดาวเทียม
ในฟังก์ชั่นการทำงาน “ระยะทางที่สั้นที่สุด”



(ข) เส้นทางที่ใช้อัลกอริทึมดิสตรา



(ค) เส้นทางที่ใช้อัลกอริทึมกรีดี

รูปที่ 4-4 ตัวอย่างผลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งเป็นเส้นทางจาก
บริษัทวานิชรุ่งเรืองไปยังบริษัทณรงค์ซีฟูดส์

จากการนำอัลกอริทึมดิสตรา และอัลกอริทึมกรีดีมาใช้ปัญหาในการค้นหาเส้นทางที่มีระยะทางสั้นที่สุด หรือเวลาที่น้อยที่สุดระหว่างบริษัท 2 บริษัทโดยระบุจุดเริ่มต้น และจุดปลายทาง ผลลัพธ์จะได้ว่า อัลกอริทึมดิสตราสามารถหาเส้นทางที่มีระยะทางสั้นที่สุด และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับเส้นทางที่ได้จากเส้นทางที่ใช้เครื่องหาพิกัดภูมิศาสตร์บนพื้นโลกด้วยดาวเทียม ฟังก์ชั่นการทำงาน “ระยะทางที่สั้นที่สุด” จะได้เส้นทางที่เหมือนกัน ส่วนอัลกอริทึมกรีดีหาเส้นทางที่ไม่ใช่เส้นทางที่สั้นที่สุดเพราะจากทำการทดลองจะได้ว่า เส้นทางที่ได้จากอัลกอริทึมกรีดี จะมีเส้นทางที่ไม่ตรงกับ เส้นทางที่ได้จากอัลกอริทึมดิสตราซึ่งเป็นเส้นทางที่สั้นที่สุด ดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 เปรียบเทียบเส้นทางที่ได้ทดลองด้วยอัลกอริทึม

อัลกอริทึมดิสตรา	อัลกอริทึมกรีดี
เส้นทางที่เหมือนกับเส้นทางที่ใช้เครื่องหาพิกัดภูมิศาสตร์บนพื้นโลกด้วยดาวเทียม ในฟังก์ชั่นการทำงาน “ระยะทางที่สั้นที่สุด”	เส้นทางที่เหมือนกับเส้นทางที่ใช้เครื่องหาพิกัดภูมิศาสตร์บนพื้นโลกด้วยดาวเทียม ในฟังก์ชั่นการทำงาน “เวลาที่เร็วที่สุด”
ได้เส้นทางที่มีระยะทางที่สั้นที่สุด	อาจจะไม่ได้เส้นทางที่มีระยะทางที่สั้นที่สุด เพราะจากทำการทดลองจะได้ว่า เส้นทางที่ได้จาก อัลกอริทึมกรีดี จะมีเส้นทางที่ไม่ตรงกับเส้นทางที่ได้จากอัลกอริทึมดิสตราซึ่งเป็นเส้นทางที่สั้นที่สุด

จากตารางที่ 4-2 เป็นตารางเปรียบเทียบเส้นทางที่ได้ทดลองด้วยอัลกอริทึมดิสตรา และอัลกอริทึมกรีดี จะเห็นได้ว่าเส้นทางที่มีระยะทางที่ได้จากอัลกอริทึมดิสตรามีระยะทางน้อยกว่าอัลกอริทึมกรีดีและเป็นเส้นทางเหมือนกับเส้นทางที่ใช้เส้นทางที่ใช้เครื่องหาพิกัดภูมิศาสตร์บนพื้นโลกด้วยดาวเทียม ในฟังก์ชั่นการทำงาน “ระยะทางที่สั้นที่สุด”

ผลการทดลองจากตารางเปรียบเทียบเส้นทางที่ได้ทดลองด้วยอัลกอริทึม จะได้ว่าเส้นทางที่ได้จากการทดลองด้วย อัลกอริทึมดิสตรานั้นจะได้เส้นทางเหมือนกับ เส้นทางที่ได้จากเครื่องหาพิกัดภูมิศาสตร์บนพื้นโลกด้วยดาวเทียม โดยเลือกฟังก์ชั่น “ระยะทางที่สั้นที่สุด” ซึ่งในการทดลองแบบแรกนั้น เส้นทางที่ได้จากเครื่องหาพิกัดภูมิศาสตร์บนพื้นโลกด้วยดาวเทียม โดยเลือกฟังก์ชั่น “ระยะทางที่สั้นที่สุด” จะเป็นเส้นทางที่เหมาะสมสำหรับการเดินทาง และเส้นทางที่ได้จากการทดลองด้วยอัลกอริทึมกรีดี อาจจะไม่ได้เป็นเส้นทางที่มีระยะทางที่สั้นที่สุด เพราะว่าอัลกอริทึมกรีดี มีขั้นตอนการค้นหาแบบการเลือกโหนดที่ดีที่สุดตลอดเวลา ซึ่งที่นี้ คือ โหนดที่มี

ระยะทางที่สั้นตลอดเวลา ถ้าเส้นทางที่เลือกที่มีโหนดที่มีระยะทางที่สั้นตลอดเวลา นั้นเป็นระยะทางที่มีเส้นทางรวมที่สั้นที่สุดก็อาจจะเป็นเส้นทางที่มีระยะทางที่สั้นที่สุด แต่ถ้าเส้นทางที่เลือกที่มีโหนดที่มีระยะทางที่สั้นตลอดเวลา มีทางแยกหรือซอยที่มีระยะทางสั้นแล้วระยะทางรวมของทางแยกหรือซอยมีระยะทางมากกว่าเส้นทางอื่น ก็จะทำให้เส้นทางรวมเส้นนั้นไม่ได้เป็นเส้นทางที่มีระยะทางรวมที่สั้นที่สุด ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงเลือกอัลกอริทึมดิสตรามาใช้ในการเส้นทางที่มีระยะทางที่สั้นที่สุด หรือเวลาน้อยที่สุดระหว่างบริษัท 2 บริษัท

4.2.2 การวางแผนการเดินทางของพนักงานขาย

ในงานวิจัยนี้ได้มีการนำเสนอการวางแผนการเดินทางของพนักงานขายกรณีต้องเดินทางไปบริษัทลูกค้ามากกว่า 2 บริษัท และจะต้องเดินทางไปให้ครบทุกบริษัทที่ได้วางแผนไว้ เพื่อให้การเดินทางมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น จึงจะหาเส้นทางในการเดินทางที่มีระยะทางรวมที่น้อยที่สุด โดยลูกค้าของบริษัทวานิชรุ่งเรือง ในพื้นที่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา มีจำนวน 53 บริษัท ซึ่งเป็นจำนวนที่ไม่มาก ทางผู้วิจัยจึงได้ศึกษาอัลกอริทึมที่จะนำมาใช้ในการวางแผนการเดินทาง และคาดว่า อัลกอริทึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขต และ APPROX-TSP-TOUR จะเหมาะสมกับเงื่อนไขในงานวิจัยนี้เนื่องจาก อัลกอริทึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขตเป็นอัลกอริทึมใช้ในการหาคำตอบแบบเหมาะสมที่สุด ได้เป็นเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดเหมาะกับการใช้แก้ปัญหาที่มีขนาดเล็ก เนื่องจากใช้เวลาในการคำนวณและเนื้อที่ใช้หน่วยความจำที่มากและ APPROX-TSP-TOUR เป็นวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหาในการเดินทางให้ครบทุกจุด แต่คำตอบที่ได้นั้นจะไม่รับรองได้ว่า เป็นคำตอบที่เหมาะสมที่สุด แต่คำตอบที่ได้จะไม่เกิน 2 เท่าของคำตอบที่เหมาะสมที่สุด ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีการทดลองเปรียบเทียบอัลกอริทึมทั้ง 2 อัลกอริทึม โดยได้ทำการทดลองด้วยข้อมูลการเดินทางไปบริษัทลูกค้าจำนวน 5 บริษัท 7 บริษัท และ 9 บริษัท ดังนี้

1. กรณีศึกษากำหนดให้เดินทางไปบริษัทลูกค้าจำนวน 5 บริษัท ได้แก่

ศูนย์ยางพารา บริษัทจิรสิน บริษัทเอนกการช่าง บริษัททักษิณจักรกลการเกษตร และบริษัทพีเคลาเท็กซ์

กำหนดให้ บริษัทวานิชรุ่งเรือง เป็น A, บริษัททักษิณจักรกลการเกษตร เป็น B, บริษัทจิรสิน เป็น C, บริษัทเอนกการช่าง เป็น D, บริษัทพีเคลาเท็กซ์ เป็น E, ศูนย์ยางพาราเป็น F

เมื่อทำการทดลอง พบว่า อัลกอริทึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขตมีเส้นทาง A, E, D, B, C, F รวมระยะทาง 12.3 กิโลเมตร หากใช้ APPROX-TSP-TOUR มีเส้นทาง A, E, D, C, F, B ระยะทางรวม 12.4 กิโลเมตร เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลระยะทางแล้ว จะเห็นได้ว่า ข้อมูลระยะทางที่ได้จากอัลกอริทึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขตมีระยะทางน้อยกว่า ซึ่งสามารถเปรียบเทียบผลการทดลองได้ดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 เปรียบเทียบเส้นทางที่ได้ทดลองด้วยอัลกอริทึม การเดินทางไปบริษัทลูกค้าจำนวน 5 บริษัท

วิธีการ	การเรียงลำดับ	ระยะทาง (กิโลเมตร)
อัลกอริทึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขต	A, E, D, B, C, F	12.3
APPROX-TSP-TOUR	A, E, D, C, F, B	12.4

2. กรณีศึกษากำหนดให้เดินทางไปบริษัทลูกค้าจำนวน 7 บริษัท ได้แก่

ศูนย์ยางพารา บริษัทจิรสิน บริษัทเอนกการช่าง บริษัททักษิณจักรกลการเกษตร บริษัทพีเคลาเท็กซ์ บริษัทยางไทยปักษ์ใต้ และบริษัทสยามเมนเทรนเนนท์

กำหนดให้ บริษัทวานิชรุ่งเรือง เป็น A, บริษัททักษิณจักรกลการเกษตร เป็น B, บริษัทจิรสิน เป็น C, บริษัทเอนกการช่าง เป็น D, บริษัทพีเคลาเท็กซ์ เป็น E, ศูนย์ยางพาราเป็น F, บริษัทยางไทยปักษ์ใต้ เป็น G และบริษัทสยามเมนเทรนเนนท์ เป็น H

เมื่อทำการทดลอง พบว่า อัลกอริทึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขตมีเส้นทาง A, E, G, B, D, C, H, F รวมระยะทาง 14.8 กิโลเมตร หากใช้ APPROX-TSP-TOUR มีเส้นทาง A, G, E, C, D, B, H, F ระยะทางรวม 17.36 กิโลเมตร เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลระยะทางแล้ว จะเห็นได้ว่าข้อมูลระยะทางที่ได้จากอัลกอริทึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขตมีระยะทางน้อยกว่า ซึ่งสามารถเปรียบเทียบผลการทดลองได้ดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 เปรียบเทียบเส้นทางที่ได้ทดลองด้วยอัลกอริทึม การเดินทางไปบริษัทลูกค้าจำนวน 7 บริษัท

วิธีการ	การเรียงลำดับ	ระยะทาง (กิโลเมตร)
อัลกอริทึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขต	A, E, G, B, D, C, H, F	14.8
APPROX-TSP-TOUR	A, G, E, C, D, B, H, F	17.36

3. กรณีศึกษากำหนดให้เดินทางไปบริษัทลูกค้าจำนวน 9 บริษัท ได้แก่

ศูนย์ยางพารา บริษัทจิรสิน บริษัทเอนกการช่าง บริษัททักษิณจักรกลการเกษตร บริษัทพีเคลาเท็กซ์ บริษัทยางไทยปักษ์ใต้ บริษัทสยามเมนเทรนเนนท์ บริษัทธนวิศว์ และบริษัทบำรุงรักษ์ 1993

กำหนดให้ บริษัทวานิชรุ่งเรือง เป็น A, บริษัททักษิณจักรกลการเกษตร เป็น B, บริษัทจิรสิน เป็น C, บริษัทเอนกการช่าง เป็น D, บริษัทพีเคลาเท็กซ์ เป็น E, ศูนย์ยางพาราเป็น F, บริษัทยางไทยปักษ์ใต้ เป็น G, บริษัทสยามเมนเทรนเนนท์ เป็น H, บริษัทธนวิศว์ เป็น I และบริษัทบำรุงรักษ์ 1993 เป็น J

เมื่อทำการทดลอง พบว่า อัลกอริทึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขตมีเส้นทาง A, B, D, I, G, E, J, C, H, F รวมระยะทาง 19.26 กิโลเมตร หากใช้ APPROX-TSP-TOUR มีเส้นทาง A, B, D, I, J, E, G, C, H, F ระยะทางรวม 20.76 กิโลเมตร เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลระยะทางแล้ว จะเห็นได้ว่า ข้อมูลระยะทางที่ได้จากอัลกอริทึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขต มีระยะทางน้อยกว่าซึ่งสามารถเปรียบเทียบผลการทดลองได้ดังตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 เปรียบเทียบเส้นทางที่ได้ทดลองด้วยอัลกอริทึม การเดินทางไปบริษัทลูกค้าจำนวน 9 บริษัท

วิธีการ	การเรียงลำดับ	ระยะทาง (กิโลเมตร)
อัลกอริทึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขต	A, B, D, I, G, E, J, C, H, F	19.26
APPROX-TSP-TOUR	A, B, D, I, J, E, G, C, H, F	20.76

จากการทดลองนำข้อมูลที่ได้จากอัลกอริทึมดิสตรามาเป็นอินพุตให้กับ อัลกอริทึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขตและ APPROX-TSP-TOUR เดินทางไปยังบริษัทลูกค้าจำนวน 5 บริษัท 7 บริษัท และ 9 บริษัท พบว่าระยะทางที่ได้จากอัลกอริทึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขตมีระยะทางน้อยกว่า APPROX-TSP-TOUR ทุกกรณี ดังนั้นจึงเลือกอัลกอริทึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขตเป็นอัลกอริทึมในการวางแผนการเดินกรณีเดินทางไปบริษัทลูกค้ามากกว่า 2 บริษัท

4.3 ผลการทดลองที่ได้จากการประยุกต์อัลกอริทึมดิสตราร่วมกับการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขตในการวางแผนการเดินทางของพนักงานขาย

การทดลองประยุกต์อัลกอริทึมดิสตราร่วมกับการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขตในการวางแผนการเดินทางของพนักงานขายโดยจะทำการเปรียบเทียบในเรื่องของระยะทาง ค่าใช้จ่ายในการเดินทาง และจำนวนบริษัทลูกค้าที่ไปพบปะ

รถยนต์ของบริษัทวานิชรุ่งเรือง ที่พนักงานขายใช้ในการเดินทางไปบริษัทลูกค้า มีอัตราการวิ่ง 14 กิโลเมตร/ ลิตร กรณีเวลา 1 วัน (อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา) ปัจจุบันพนักงานขายสามารถเดินทางไปบริษัทลูกค้าจำนวน 5-10 บริษัท ผู้วิจัยได้ทำการทดลองการเดินทางตามการทดสอบทั้ง 3 ส่วนที่ได้กล่าวข้างต้นในการทดลองด้วยข้อมูลการเดินทางไปบริษัทลูกค้าจำนวน 5 บริษัท 7 บริษัท และ 9 บริษัท

โดยแบ่งการทดลองการเดินทางเป็น 3 ประเภท คือ

- ทดลองการเดินทางตามการวางแผนการเดินทางของพนักงานขายโดยใช้เส้นทางที่พนักงานขายใช้ในปัจจุบัน (ในที่นี้ย่อว่า Sales)
- ทดลองการเดินทางตามการวางแผนการเดินทางของพนักงานขายโดยใช้เส้นทางที่ได้ประมวลผลโดยอัลกอริทึมดิสตรา (ในที่นี้ย่อว่า DTA)
- ทดลองการเดินทางตามการวางแผนการเดินทางที่ได้จากอัลกอริทึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขตโดยใช้เส้นทางที่ได้ประมวลผลโดยอัลกอริทึมดิสตรา (ในที่นี้ย่อว่า DTA+ BBA)

4.3.1 การเปรียบเทียบระยะทาง

การทดลองได้ทำการทดลองเปรียบเทียบระยะทาง โดยจะทดลองโดยการเดินทางไปบริษัทลูกค้าจำนวน 5 บริษัท 7 บริษัท และ 9 บริษัท โดยมีแบ่งวิธีการเดินทางออกเป็น 3 ประเภทข้างต้น เพื่อเปรียบเทียบว่าวิธีการใดเดินทางใช้ระยะทางที่น้อยที่สุด ผลการทดลองการเดินทางดังนี้

1. กรณีศึกษากำหนดให้เดินทางไปบริษัทลูกค้าจำนวน 5 บริษัท ได้แก่

ศูนย์ยางพารา บริษัทจิรสิน บริษัทเอนกการช่าง บริษัททักษิณจักรกลการเกษตร และบริษัทพีเคลาเท็กซ์

กำหนดให้ บริษัทวานิชรุ่งเรือง เป็น A, ศูนย์ยางพารา เป็น B, บริษัทจิรสิน เป็น C, บริษัทเอนกการช่าง เป็น D, บริษัททักษิณจักรกลการเกษตร เป็น E, บริษัทพีเคลาเท็กซ์ เป็น F

โดยการเดินทางจะเริ่มต้นที่บริษัทวานิชรุ่งเรืองและเดินทางไปบริษัทลูกค้าที่ได้กำหนดไว้จนครบทุกบริษัท ผลการทดลองที่ได้กล่าวนั้นจะได้ผลตามตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-6 ผลการวางแผนการเดินทาง กรณีบริษัทลูกค้า 5 บริษัท

วิธีการ	เส้นทาง	ระยะทาง (กิโลเมตร)	น้ำมัน (ลิตร)
Sales	A, B, C, D, E, F	14.22	1.02
DTA	A, B, C, D, E, F	12.83	0.92
DTA+BBA	**A, E, D, B, C, F**	**12.3**	**0.87**

จากตารางที่ 4-6 เมื่อเปรียบเทียบในด้านระยะทาง ในการเดินทางตามการวางแผนการเดินทางในแต่ละประเภท สามารถอธิบายได้ดังนี้

- การวางแผนการเดินทางของพนักงานขายโดยใช้เส้นทางที่พนักงานขายใช้ในปัจจุบัน มีการเดินทางโดยเริ่มต้นจากบริษัทวานิชรุ่งเรืองไปบริษัททักษิณจักรกลการเกษตร บริษัทจิรสิน บริษัทเอนกการช่าง บริษัทพีเคลาเท็กซ์ และศูนย์ยางพารา ตามลำดับ ใช้ระยะทางรวม 14.22 กิโลเมตร
- การเดินทางตามการวางแผนการเดินทางของพนักงานขายโดยใช้เส้นทางที่ได้ประมวลผลโดยอัลกอริทึมดิสตรา มีการเดินทางโดยเริ่มต้นจากบริษัทวานิชรุ่งเรืองไปบริษัททักษิณจักรกลการเกษตร บริษัทจิรสิน บริษัทเอนกการช่าง บริษัทพีเคลาเท็กซ์ และศูนย์ยางพารา ตามลำดับ ใช้ระยะทางรวม 12.83 กิโลเมตร
- การเดินทางตามการวางแผนการเดินทางที่ได้จากอัลกอริทึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขตโดยใช้เส้นทางที่ได้ประมวลผลโดยอัลกอริทึมดิสตรา มีการเดินทางโดยเริ่มต้นจากบริษัทวานิชรุ่งเรืองไปบริษัทพีเคลาเท็กซ์ บริษัทเอนกการช่าง บริษัททักษิณจักรกลการเกษตร บริษัทจิรสิน และศูนย์ยางพารา ตามลำดับ ใช้ระยะทางรวม **12.3** กิโลเมตร

จะเห็นได้ว่าในการเดินทางตามการวางแผนการเดินทางที่ได้จากอัลกอริทึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขตโดยใช้เส้นทางที่ได้ประมวลผลโดยอัลกอริทึมดิสตรา จะได้เส้นทางในการเดินทางที่มีระยะทางรวมที่น้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเส้นทางที่พนักงานใช้ในปัจจุบัน และเส้นทางที่ได้จากอัลกอริทึมดิสตราเพียงอย่างเดียว และมีระยะทางรวมลดลงจากระยะทางที่พนักงานขายใช้ในปัจจุบันได้ 1.92 กม. ใช้น้ำมันลดลง 0.15 ลิตร คิดการใช้น้ำมันลดลง 14.7 %

2. กรณีศึกษากำหนดให้เดินทางไปบริษัทลูกค้าจำนวน 7 บริษัท ได้แก่

ศูนย์ยางพารา บริษัทจิรสิน บริษัทเอนกการช่าง บริษัททักษิณจักรกลการเกษตร บริษัทพีเคลาเท็กซ์ บริษัทยางไทยปักษ์ใต้ และบริษัทสยามเมนเทรนเนนท์

กำหนดให้ บริษัทวานิชรุ่งเรือง เป็น A, บริษัททักษิณจักรกลการเกษตร เป็น B, บริษัทจิรสิน เป็น C, บริษัทเอนกการช่าง เป็น D, บริษัทพีเคลาเท็กซ์ เป็น E, ศูนย์ยางพาราเป็น F, บริษัทยางไทยปักษ์ใต้ เป็น G, บริษัทสยามเมนเทรนเนนท์ เป็น H

โดยการเดินทางจะเริ่มต้นที่บริษัทวานิชรุ่งเรือง และเดินทางไปบริษัทลูกค้าที่ได้กำหนดไว้จนครบทุกบริษัท ผลการทดลองที่ได้กล่าวนั้นจะได้ผลตามตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-7 ผลการวางแผนการเดินทาง กรณีบริษัทลูกค้า 7 บริษัท

วิธีการ	เส้นทาง	ระยะทาง (กิโลเมตร)	น้ำมัน (ลิตร)
Sales	A, G, E, C, D, B, H, F	19.14	1.3
DTA	A, G, E, C, D, B, H, F	17.36	1.24
DTA+BBA	**A, E, G, B, D, C, H, F**	**14.8**	**1.05**

จากตารางที่ 4-7 เมื่อเปรียบเทียบในด้านระยะทาง ในการเดินทางตามการวางแผนการเดินทางในแต่ละประเภท สามารถอธิบายได้ดังนี้

- การวางแผนการเดินทางของพนักงานขายโดยใช้เส้นทางที่พนักงานขายใช้ในปัจจุบัน มีการเดินทางโดยเริ่มต้นจากบริษัทวานิชรุ่งเรืองไปบริษัทยางไทยปักษ์ใต้ บริษัทพีเคลาเท็กซ์ บริษัทจิรสิน บริษัทเอนกการช่าง บริษัททักษิณจักรกลการเกษตร บริษัทสยามเมนเทรนเนนท์ และศูนย์ยางพารา ตามลำดับ ใช้ระยะทางรวม 19.14 กิโลเมตร
- การเดินทางตามการวางแผนการเดินทางของพนักงานขายโดยใช้เส้นทางที่ได้ประมวลผลโดยอัลกอริทึมดิสตรา มีการเดินทางโดยเริ่มต้นจากบริษัทวานิชรุ่งเรืองไปบริษัทยางไทยปักษ์ใต้ บริษัทพีเคลาเท็กซ์ บริษัทจิรสิน บริษัทเอนกการช่าง บริษัททักษิณจักรกลการเกษตร สยามเมนเทรนเนนท์ และศูนย์ยางพารา ตามลำดับ ใช้ระยะทางรวม 17.36 กิโลเมตร
- การเดินทางตามการวางแผนการเดินทางที่ได้จากอัลกอริทึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขตโดยใช้เส้นทางที่ได้ประมวลผลโดยอัลกอริทึมดิสตรา มีการเดินทางโดยเริ่มต้นจากบริษัทวานิชรุ่งเรืองไปบริษัทพีเคลาเท็กซ์ บริษัทยางไทยปักษ์ใต้ บริษัททักษิณจักรกลการเกษตร บริษัทเอนกการช่าง บริษัทจิรสิน, บริษัทสยามเมนเทรนเนนท์ และศูนย์ยางพารา ตามลำดับ ใช้ระยะทางรวม 14.8 กิโลเมตร

จะเห็นได้ว่าในการเดินทางตามการวางแผนการเดินทางที่ได้จากอัลกอริทึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขตโดยใช้เส้นทางที่ได้ประมวลผลโดยอัลกอริทึมดิสตรา จะได้เส้นทางในการเดินทางที่มีระยะทางรวมที่น้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเส้นทางที่พนักงานใช้ในปัจจุบันและเส้นทางที่ได้จากอัลกอริทึมดิสตราเพียงอย่างเดียว และมีระยะทางรวมลดลงจากระยะทางที่พนักงานขายใช้ในปัจจุบันได้ 4.34 กม. ใช้น้ำมันลดลง 0.25 ลิตร คิดการใช้น้ำมันลดลง 19.23. %

3. กรณีศึกษากำหนดให้เดินทางไปบริษัทลูกค้าจำนวน 9 บริษัท ได้แก่

ศูนย์ยางพารา บริษัทจิรสิน บริษัทเอนกการช่าง บริษัททักษิณจักรกลการเกษตร บริษัทพีเคลาเท็กซ์ บริษัทยางไทยปักษ์ใต้ บริษัทสยามเมนเทรนเนนท์ บริษัทบำรุงรักษ์ 1993 และบริษัทธนวิศว์

กำหนดให้ บริษัทวานิชรุ่งเรือง เป็น A, บริษัททักษิณจักรกลการเกษตร เป็น B, บริษัทจิรสิน เป็น C, บริษัทเอนกการช่าง เป็น D, บริษัทพีเคลาเท็กซ์ เป็น E, ศูนย์ยางพาราเป็น F, บริษัทยางไทยปักษ์ใต้ เป็น G, บริษัทสยามเมนเทรนเนนท์ เป็น H, บริษัทธนวิศว์ เป็น I และบริษัทบำรุงรักษ์ 1993 เป็น J

โดยการเดินทางจะเริ่มต้นที่บริษัทวานิชรุ่งเรืองและเดินทางไปบริษัทลูกค้าที่ได้กำหนดไว้จนครบทุกบริษัท ผลการทดลองที่ได้กล่าวนั้นจะได้ผลตามตารางที่ 4-8

ตารางที่ 4.8 ผลการวางแผนการเดินทาง กรณีบริษัทลูกค้า 9 บริษัท

วิธีการ	เส้นทาง	ระยะทาง (กิโลเมตร)	น้ำมัน (ลิตร)
Sales	A, E, J, I, D, B, C, H, G	24.63	1.75
DTA	A, E, J, I, D, B, C, H, G	22.58	1.61
DTA+BBA	**A, B, D, G, E, J, C, H, F**	**19.26**	**1.37**

จากตารางที่ 4-8 เมื่อเปรียบเทียบในด้านระยะทาง ในการเดินทางตามการวางแผนการเดินทางในแต่ละประเภท สามารถอธิบายได้ดังนี้

- การวางแผนการเดินทางของพนักงานขายโดยใช้เส้นทางที่พนักงานขายใช้ในปัจจุบัน มีการเดินทางโดยเริ่มต้นจากบริษัทวานิชรุ่งเรืองไปบริษัทพีเคลาเท็กซ์ บริษัทบำรุงรักษ์ 1993 บริษัทธนวิศว์ บริษัทเอนกการช่าง บริษัททักษิณจักรกลการเกษตร บริษัทจิรสิน บริษัทสยามเมนเทรนเนนท์ และศูนย์ยางพารา ตามลำดับ ใช้ระยะทางรวม 24.63 กิโลเมตร
- การเดินทางตามการวางแผนการเดินทางของพนักงานขายโดยใช้เส้นทางที่ได้ประมวลผลโดยอัลกอริทึมดิสตรา มีการเดินทางโดยเริ่มต้นจากบริษัทวานิชรุ่งเรืองไปบริษัทพีเคลาเท็กซ์ บริษัทบำรุงรักษ์ 1993 บริษัทธนวิศว์ บริษัทเอนกการช่าง บริษัททักษิณจักรกลการเกษตร บริษัทจิรสิน บริษัทสยามเมนเทรนเนนท์ และศูนย์ยางพารา ตามลำดับ ใช้ระยะทางรวม 22.58 กิโลเมตร
- การเดินทางตามการวางแผนการเดินทางที่ได้จากอัลกอริทึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขตโดยใช้เส้นทางที่ได้ประมวลผลโดยอัลกอริทึมดิสตรา มีการเดินทางโดยเริ่มต้นจากบริษัทวานิชรุ่งเรืองไปบริษัททักษิณจักรกลการเกษตร บริษัทเอนกการช่าง บริษัทยางไทยปักษ์ใต้ บริษัทพีเคลาเท็กซ์ บริษัทบำรุงรักษ์ 1993 บริษัทจิรสิน บริษัทสยามเมนเทรนเนนท์ และศูนย์ยางพารา ตามลำดับ ใช้ระยะทางรวม 19.26 กิโลเมตร

จะเห็นได้ว่าในการเดินทางตามการวางแผนการเดินทางที่ได้จากอัลกอริทึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขตโดยใช้เส้นทางที่ได้ประมวลผลโดยอัลกอริทึมดิสตรา จะได้เส้นทางใน

การเดินทางที่มีระยะทางรวมที่น้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเส้นทางที่พนักงานใช้ในปัจจุบัน และเส้นทางที่ได้จากอัลกอริทึมดิสตราเพียงอย่างเดียว และมีระยะทางรวมลดลงจากระยะทางที่พนักงานขายใช้ในปัจจุบันได้ 5.37 กม. ใช้น้ำมันลดลง 0.38. ลิตร คิดการใช้น้ำมันลดลง 21.71 %

จากผลการทดลองด้านระยะทางทั้ง 3 ตัวอย่างข้างต้นจะเห็นได้ว่า เมื่อมีการเดินทางตามการวางแผนการเดินทางที่ได้จากอัลกอริทึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขต โดยใช้เส้นทางที่ได้ประมวลผลโดยอัลกอริทึมดิสตรา สามารถลดระยะทางและน้ำมันได้ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเส้นทางที่พนักงานขายใช้ในปัจจุบัน และเส้นทางที่ได้จากอัลกอริทึมดิสตรา

4.3.2 การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการเดินทาง

จากการได้ทดลองอัลกอริทึมอัลกอริทึมดิสตราร่วมกับการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขตสามารถระยะทางในการเดินทางสั้นลง และใช้น้ำมันลดลง ดังตัวอย่างที่ได้กล่าวมาจากตารางที่ 4-6 ถึง 4-8 ในกรณีเดินทางไปบริษัทลูกค้าจำนวน 5 บริษัท 7 บริษัท และ 9 บริษัท ในเวลา 1 วัน ดังนั้น เมื่อใช้น้ำมันลดลง ค่าใช้จ่ายในการเดินทางในส่วนของน้ำมันก็จะลดลงด้วย

4.3.3 การเปรียบเทียบจำนวนบริษัทลูกค้า

การทดลองได้ทำการทดลองเปรียบเทียบจำนวนบริษัทลูกค้า ซึ่งผู้วิจัยได้ทดลองในเรื่องของเวลาในการเดินทางไปบริษัทลูกค้าในจำนวนที่เท่ากันโดยจะทดลองโดยการเดินทางไปบริษัทลูกค้าจำนวน 5 บริษัท 7 บริษัท และ 9 บริษัท โดยมีแบ่งวิธีการเดินทางออกเป็น 3 ประเภทข้างต้น เพื่อเปรียบเทียบว่าวิธีการใดเดินทางใช้เวลาที่น้อยที่สุด เพราะเมื่อสามารถลดเวลาในการเดินทางก็จะสามารถเพิ่มปริมาณบริษัทลูกค้าได้มากขึ้น ผลการทดลองการเดินทางดังนี้

1. กรณีศึกษากำหนดให้เดินทางไปบริษัทลูกค้าจำนวน 5 บริษัท ได้แก่

ศูนย์ยางพารา บริษัทจิรสิน บริษัทเอนกการช่าง บริษัททักษิณจักรกลการเกษตร บริษัทพีเคลาเท็กซ์

กำหนดให้ บริษัทวานิชรุ่งเรือง เป็น A, ศูนย์ยางพารา เป็น B, บริษัทจิรสิน เป็น C, บริษัทเอนกการช่าง เป็น D, บริษัททักษิณจักรกลการเกษตร เป็น E, บริษัทพีเคลาเท็กซ์ เป็น F

โดยการเดินทางจะเริ่มต้นที่บริษัทวานิชรุ่งเรืองและเดินทางไปบริษัทลูกค้าที่ได้กำหนดไว้จนครบทุกบริษัท ผลการทดลองที่ได้กล่าวนั้นจะได้ผลตามตารางที่ 4-9

ตารางที่ 4-9 ผลเวลาที่ได้จากการวางแผนการเดินทาง กรณีบริษัทลูกค้า 5 บริษัท

วิธีการ	เส้นทาง	เวลา (นาที)
Sales	A, B, C, D, E, F	165
DTA	A, B, C, D, E, F	150
DTA+BBA	**A, E, D, B, C, F**	**128**

จากตารางที่ 4-9 เมื่อเปรียบเทียบในด้านเวลา ในการเดินทางตามการวางแผนการเดินทางในแต่ละประเภท สามารถอธิบายได้ดังนี้

- การวางแผนการเดินทางของพนักงานขายโดยใช้เส้นทางที่พนักงานขายใช้ในปัจจุบัน มีการเดินทางโดยเริ่มต้นจากบริษัทวานิชรุ่งเรืองไปบริษัททักษิณจักรกลการเกษตร บริษัทจิรสิน บริษัทเอนกการช่าง บริษัทพีเคลาเท็กซ์ และศูนย์ยางพารา ตามลำดับ ใช้เวลารวม 165 นาที

- การเดินทางตามการวางแผนการเดินทางของพนักงานขายโดยใช้เส้นทางที่ได้ประมวลผลโดยอัลกอริทึมดิสตรา มีการเดินทางโดยเริ่มต้นจากบริษัทวานิชรุ่งเรืองไปบริษัททักษิณจักรกลการเกษตร บริษัทจิรสิน บริษัทเอนกการช่าง บริษัทพีเคลาเท็กซ์ และศูนย์ยางพารา ตามลำดับ ใช้เวลารวม 150 นาที

- การเดินทางตามการวางแผนการเดินทางที่ได้จากอัลกอริทึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขตโดยใช้เส้นทางที่ได้ประมวลผลโดยอัลกอริทึมดิสตรา มีการเดินทางโดยเริ่มต้นจากบริษัทวานิชรุ่งเรืองไปบริษัทพีเคลาเท็กซ์ บริษัทเอนกการช่าง บริษัททักษิณจักรกลการเกษตร, บริษัทจิรสิน และศูนย์ยางพารา ตามลำดับ ใช้เวลารวม 128 นาที

จะเห็นได้ว่าในการเดินทางตามการวางแผนการเดินทางที่ได้จากอัลกอริทึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขตโดยใช้เส้นทางที่ได้ประมวลผลโดยอัลกอริทึมดิสตรา จะได้เส้นทางในการเดินทางที่มีเวลาในการเดินทางที่น้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเส้นทางที่พนักงานใช้ในปัจจุบัน เส้นทางที่ได้จากอัลกอริทึมดิสตราเพียงอย่างเดียว และใช้เวลารวมลดลงจากเวลาที่พนักงานขายใช้ในปัจจุบันได้ 37 นาที

2. กรณีศึกษากำหนดให้เดินทางไปบริษัทลูกค้าจำนวน 7 บริษัท ได้แก่

ศูนย์ยางพารา บริษัทจิรสิน บริษัทเอนกการช่าง บริษัททักษิณจักรกลการเกษตร บริษัทพีเคลาเท็กซ์ บริษัทยางไทยปักษ์ใต้ และบริษัทสยามเมนเทรนเนนท์

กำหนดให้ บริษัทวานิชรุ่งเรือง เป็น A, บริษัททักษิณจักรกลการเกษตร เป็น B, บริษัทจิรสิน เป็น C, บริษัทเอนกการช่าง เป็น D, บริษัทพีเคลาเท็กซ์ เป็น E, ศูนย์ยางพาราเป็น F, บริษัทยางไทยปักษ์ใต้ เป็น G, บริษัทสยามเมนเทรนเนนท์ เป็น H

โดยการเดินทางจะเริ่มต้นที่บริษัทวานิชรุ่งเรืองและเดินทางไปบริษัทลูกค้าที่ได้กำหนดไว้จนครบทุกบริษัท ผลการทดลองที่ได้กล่าวนั้นจะได้ผลตามตารางที่ 4-10

ตารางที่ 4.10 ผลเวลาที่ได้จากการวางแผนการเดินทาง กรณีบริษัทลูกค้า 7 บริษัท

วิธีการ	เส้นทาง	เวลา (นาที)
Sales	A, G, E, C, D, B, H, F	187
DTA	A, G, E, C, D, B, H, F	170
DTA+BBA	**A, E, G, B, D, C, H, F**	**152**

จากตารางที่ 4-10 เมื่อเปรียบเทียบในด้านเวลา ในการเดินทางตามการวางแผนการเดินทางในแต่ละประเภท สามารถอธิบายได้ดังนี้

- การวางแผนการเดินทางของพนักงานขายโดยใช้เส้นทางที่พนักงานขายใช้ในปัจจุบัน มีการเดินทางโดยเริ่มต้นจากบริษัทวานิชรุ่งเรืองไปบริษัทยางไทยปักษ์ใต้ บริษัทพีเคลาเท็กซ์ บริษัทจิรสิน บริษัทเอนกการช่าง บริษัททักษิณจักรกลการเกษตร บริษัทสยามเมนเทรนเนนท์ และศูนย์ยางพารา ตามลำดับ ใช้เวลารวม 187 นาที
- การเดินทางตามการวางแผนการเดินทางของพนักงานขายโดยใช้เส้นทางที่ได้ประมวลผลโดยอัลกอริทึมดิสตรา มีการเดินทางโดยเริ่มต้นจากบริษัทวานิชรุ่งเรืองไปบริษัทยางไทยปักษ์ใต้ บริษัทพีเคลาเท็กซ์ บริษัทจิรสิน บริษัทเอนกการช่าง บริษัททักษิณจักรกลการเกษตร บริษัทสยามเมนเทรนเนนท์ และศูนย์ยางพารา ตามลำดับ ใช้เวลารวม 170 นาที
- การเดินทางตามการวางแผนการเดินทางที่ได้จากอัลกอริทึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขตโดยใช้เส้นทางที่ได้ประมวลผลโดยอัลกอริทึมดิสตรา มีการเดินทางโดยเริ่มต้นจากบริษัทวานิชรุ่งเรืองไปบริษัทพีเคลาเท็กซ์ บริษัทยางไทยปักษ์ใต้ บริษัททักษิณจักรกลการเกษตร บริษัทเอนกการช่าง บริษัทจิรสิน บริษัทสยามเมนเทรนเนนท์ และศูนย์ยางพารา ตามลำดับ ใช้เวลารวม 152 นาที

จะเห็นได้ว่าในการเดินทางตามการวางแผนการเดินทางที่ได้จากอัลกอริทึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขตโดยใช้เส้นทางที่ได้ประมวลผลโดยอัลกอริทึมดิสตรา จะได้เส้นทางในการเดินทางที่มีเวลาในการเดินทางที่น้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับเส้นทางที่พนักงานใช้ใน

ปัจจุบัน เส้นทางที่ได้จากอัลกอริทึมดิสตราเพียงอย่างเดียวและใช้เวลารวมลดลงจากเวลาที่พนักงานขายใช้ในปัจจุบันได้ 35 นาที

3. กรณีศึกษากำหนดให้เดินทางไปบริษัทลูกค้าจำนวน 9 บริษัท ได้แก่

ศูนย์ยางพารา บริษัทจิรสิน บริษัทเอนกการช่าง บริษัททักษิณจักรกลการเกษตร บริษัทพีเคลาเท็กซ์ บริษัทยางไทยปักษ์ใต้ บริษัทสยามเมนเทรนเนนท์ บริษัทบำรุงรักษ์ 1993 และบริษัทธนวิศว์

กำหนดให้ บริษัทวานิชรุ่งเรือง เป็น A, บริษัททักษิณจักรกลการเกษตร เป็น B, บริษัทจิรสิน เป็น C, บริษัทเอนกการช่าง เป็น D, บริษัทพีเคลาเท็กซ์ เป็น E, ศูนย์ยางพาราเป็น F, บริษัทยางไทยปักษ์ใต้ เป็น G, บริษัทสยามเมนเทรนเนนท์ เป็น H, บริษัทธนวิศว์ เป็น I และบริษัทบำรุงรักษ์ 1993 เป็น J

โดยการเดินทางจะเริ่มต้นที่บริษัทวานิชรุ่งเรืองและเดินทางไปบริษัทลูกค้าที่ได้กำหนดไว้จนครบทุกบริษัท ผลการทดลองที่ได้กล่าวนั้นจะได้ผลตามตารางที่ 4-11

ตารางที่ 4.11 ผลเวลาที่ได้จากการวางแผนการเดินทาง กรณีบริษัทลูกค้า 9 บริษัท

วิธีการ	เส้นทาง	เวลา (นาที)
Sales	A, E, J, I, D, B, C, H, G	204
DTA	A, E, J, I, D, B, C, H, G	184
DTA+BBA	**A, B, D, G, E, J, C, H, F**	**167**

จากตารางที่ 4-11 เมื่อเปรียบเทียบในด้านเวลา ในการเดินทางตามการวางแผนการเดินทางในแต่ละประเภท สามารถอธิบายได้ดังนี้

- การวางแผนการเดินทางของพนักงานขายโดยใช้เส้นทางที่พนักงานขายใช้ในปัจจุบัน มีการเดินทางโดยเริ่มต้นจากบริษัทวานิชรุ่งเรืองไปบริษัทพีเคลาเท็กซ์ บริษัทบำรุงรักษ์ 1993 บริษัทธนวิศว์ บริษัทเอนกการช่าง บริษัททักษิณจักรกลการเกษตร บริษัทจิรสิน บริษัทสยามเมนเทรนเนนท์ และศูนย์ยางพารา ตามลำดับ ใช้เวลารวม 204 นาที
- การเดินทางตามการวางแผนการเดินทางของพนักงานขายโดยใช้เส้นทางที่ได้ประมวลผลโดยอัลกอริทึมดิสตรา มีการเดินทางโดยเริ่มต้นจากบริษัทวานิชรุ่งเรืองไปบริษัทพีเคลาเท็กซ์ บริษัทบำรุงรักษ์ 1993 บริษัทธนวิศว์ บริษัทเอนกการช่าง บริษัททักษิณจักรกลการเกษตร บริษัทจิรสิน บริษัทสยามเมนเทรนเนนท์ และศูนย์ยางพารา ตามลำดับ ใช้เวลารวม 184 นาที

- การเดินทางตามการวางแผนการเดินทางที่ได้จากอัลกอริทึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขตโดยใช้เส้นทางที่ได้ประมวลผลโดยอัลกอริทึมดิสตรา มีการเดินทางโดยเริ่มต้นจากบริษัทวานิชรุ่งเรืองไปบริษัททักษิณจักรกลการเกษตร บริษัทเอนกการช่าง บริษัทบริษัทยางไทยปักษ์ใต้, บริษัทพีเคลาเท็กซ์ บริษัทบำรุงรักษ์ 1993 บริษัทจิรสิน บริษัทสยามเมนเทรนเนนท์ และศูนย์ยางพารา ตามลำดับ ใช้เวลารวม 167 นาที

จะเห็นได้ว่าในการเดินทางตามการวางแผนการเดินทางที่ได้จากอัลกอริทึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขตโดยใช้เส้นทางที่ได้ประมวลผลโดยอัลกอริทึมดิสตรา จะได้เส้นทางในการเดินทางที่มีเวลาในการเดินทางที่น้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเส้นทางที่พนักงานใช้ในปัจจุบันและเส้นทางที่ได้จากอัลกอริทึมดิสตราเพียงอย่างเดียวและใช้เวลารวมลดลงจากเวลาที่พนักงานขายใช้ในปัจจุบันได้ 37 นาที

จากผลการทดลองด้านเวลาในการเดินทางทั้ง 3 ตัวอย่างข้างต้นจะเห็นได้ว่า เมื่อเดินทางตามการวางแผนการเดินทางที่ได้จากอัลกอริทึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขตโดยใช้เส้นทางที่ได้ประมวลผลโดยอัลกอริทึมดิสตรา สามารถลดเวลาในการเดินทางได้ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเส้นทางที่พนักงานขายใช้ในปัจจุบันและเส้นทางที่ได้จากอัลกอริทึมดิสตรา เมื่อสามารถลดเวลาในการเดินทางได้ ทำให้พนักงานขายสามารถจะเพิ่มจำนวนบริษัทลูกค้าในการพบปะในแต่ละวันได้มากขึ้นด้วย

จากการทดลองประยุกต์อัลกอริทึมดิสตราร่วมกับการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขตในการวางแผนการเดินทางของพนักงานขายเพื่อเปรียบเทียบในเรื่องของระยะทาง ค่าใช้จ่ายในการเดินทางและจำนวนบริษัทลูกค้าที่ไปพบปะนั้นจะเห็นได้ว่า สามารถลดระยะทาง ลดค่าใช้จ่ายในการเดินทางในส่วนของค่าน้ำมันได้ และลดเวลาในการเดินทางจึงสามารถเพิ่มจำนวนบริษัทลูกค้าที่ไปพบปะได้ เมื่อเปรียบเทียบกับช่วงเวลาเดิมที่พนักงานขายเดินทางในปัจจุบัน

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ในปัจจุบันการวางแผนการเดินทางเพื่อไปบริษัทลูกค้าของพนักงานขายบริษัทวานิชรุ่งเรืองอินเตอร์เทรด จำกัด (สาขาภาคใต้) เป็นการวางแผนการเดินทางเฉพาะบุคคล ใช้ความชำนาญเส้นทางในการเดินทางเป็นหลัก ซึ่งพนักงานขายแต่ละคนมีความชำนาญไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของแต่ละคน ถ้าพนักงานขายไม่มีประสบการณ์ความชำนาญเส้นทางและไม่มีการวางแผนที่ดี ในการเดินทางไปพื้นที่ที่รับผิดชอบจะมีผลกระทบในเวลาที่ใช้ในการเดินทางในแต่ละวัน เนื่องจากชั่วโมงการทำงานของพนักงานขายจะต้องทำงานให้ได้ 7 ชั่วโมง (9.00 - 17.00 น.) ถ้าใช้เวลาในการเดินทางนานเกินไป ก็จะไม่สามารถไปพบปะกับลูกค้าตามโรงงานอุตสาหกรรมที่กำหนดไว้ได้ และมีผลกระทบเรื่องค่าใช้จ่าย ในส่วนของค่าน้ำมันซึ่งจะสิ้นเปลืองไปกับเดินทางที่ไม่มีประสิทธิภาพ ดังนั้นเพื่อลดปัญหาในการวางแผนการเดินทางของพนักงาน จึงได้จัดทำระบบที่ช่วยวางแผนการเดินทางของพนักงานขาย ซึ่งจะส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการเดินทางลดลง และจะได้เส้นทางในการเดินทางที่เป็นรูปแบบเดียวกันระหว่างพนักงานและผู้จัดการ ทำให้มีประสิทธิภาพการเดินทางไปพบปะลูกค้ามากยิ่งขึ้น การศึกษาและปรับปรุงเส้นทางการเดินทาง ในการเดินทางไปพบปะลูกค้าของบริษัทจะศึกษาหลักทฤษฎีเทคนิควิธีการต่างๆ ที่เป็นเครื่องมือ ซึ่งในการศึกษาเทคนิคต่างๆ จะสนใจในเรื่องของการหาเส้นทางให้มีระยะทางรวมที่สั้นที่สุด เพราะระยะทางจะเป็นตัวแปรหลักที่มีผลต่อค่าใช้จ่ายในการเดินทางมากที่สุด และอาจจะมีเงื่อนไขในเรื่องของเวลา จำนวนของวันในการเดินทาง จำนวนโรงงานอุตสาหกรรมเป็นตัวแปรประกอบเสริม

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการได้ศึกษาวิธีการต่างๆในการวางแผนการเดินทางของพนักงานขายไปบริษัทลูกค้าเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการเดินทางนั้น สามารถสรุปวิธีการได้เป็น 2 วิธีคือ

- การหาเส้นทางที่สั้นที่สุดหรือเวลาที่น้อยที่สุด ระหว่าง 2 บริษัท
- การวางแผนการเดินทางของพนักงานขายกรณีที่ต้องเดินทางมากกว่า 2 บริษัท

ผู้วิจัยได้นำอัลกอริทึม 2 อัลกอริทึมมาใช้ร่วมกัน คือ อัลกอริทึมดิสตรา เพื่อหาเส้นทางที่สั้นที่สุดหรือเวลาที่น้อยที่สุดระหว่าง 2 บริษัท และเมื่อได้เส้นทางที่มีระยะทางที่สั้นที่สุดหรือน้อยที่สุดของแต่ละบริษัทแล้ว ผู้วิจัยได้นำอัลกอริทึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขตเข้ามาใช้ในการวางแผนการเดินทางกรณีเดินทางไปบริษัทลูกค้ามากกว่า 2 บริษัท โดยใช้ข้อมูลจากอัลกอริทึมดิสตรา (ข้อมูลระยะทางที่สั้นที่สุดหรือเวลาที่น้อยที่สุดระหว่าง 2 บริษัท) เป็นอินพุตเพื่อหาระยะทางรวมที่สั้นที่สุด ของการเดินทางไปยังบริษัทลูกค้าตามจำนวนที่ได้กำหนดไว้ โดยระบบได้นำ 2 อัลกอริทึมข้างต้นมาประยุกต์สามารถทำงานได้ดังนี้

1. สามารถหาเส้นทางที่สั้นที่สุดหรือเวลาที่น้อยที่สุด ระหว่าง 2 บริษัท โดยเลือกเงื่อนไขในการเดินทางได้ เลือกบริษัทปลายทาง ระบบจะแสดงผลเป็นเส้นทางการเดินทางระหว่าง 2 บริษัท และรายละเอียดในการเดินทาง
2. สามารถวางแผนการเดินทางของพนักงานขายกรณีที่ต้องเดินทางมากกว่า 2 บริษัท โดยเลือกเงื่อนไขในการเดินทางได้ เลือกบริษัทปลายทาง ระบบจะแสดงผลเป็นภาพรวมเส้นทางการเดินทางระหว่างบริษัทต่างๆ และรายละเอียดในการวางแผนการเดินทาง สามารถแสดงผลเส้นทางระหว่าง 2 บริษัท และรายละเอียดในการเดินทาง

5.2 ประโยชน์ที่ได้จากงานวิจัย

จากงานวิจัยพบว่าการประยุกต์อัลกอริทึมดิสตราร่วมกับอัลกอริทึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขตในการวางแผนของพนักงาน ซึ่งเป็นประโยชน์กับผู้จัดการสาขาและพนักงานขายที่จะใช้ในการวางแผนการเดินทางก่อนออกเดินทาง เนื่องจากพนักงานขายต้องทำแผนการเดินทางก่อนออกเดินทางให้ผู้จัดการตรวจสอบ และทำเรื่องขอเบิกค่าใช้จ่ายก่อนออกเดินทางทุกครั้ง ดังนั้นระบบจะประโยชน์กับผู้จัดการและพนักงานขาย อธิบายได้ดังนี้

- ผู้จัดการ สามารถตรวจสอบการวางแผนการเดินทางของพนักงานขาย ก่อนออกเดินทางได้อย่างสะดวกและสามารถคำนวณค่าใช้จ่ายในการเดินทางของพนักงานขายได้ เนื่องจากรู้เส้นทางการเดินทางของพนักงานขายและที่ตั้งของบริษัทลูกค้า

- พนักงานขาย สามารถวางแผนเส้นทางการเดินทางก่อนออกเดินทางได้สะดวกมากขึ้น สามารถศึกษาเส้นทางก่อนออกเดินทางและเป็นประโยชน์กับพนักงานขายคนใหม่ที่ไม่มีความชำนาญในการไปบริษัทลูก เนื่องจากระบบจะบอกที่ตั้งและเส้นทางในการเดินทางไปบริษัทลูกค้า ทำให้สะดวกในการเดินทาง ไม่เสียเวลาในการหาบริษัทลูกค้าและเส้นทางการเดินทางและไม่มีผลกระทบต่อบริษัทเมื่อพนักงานขายคนเก่าลาออก

ผลที่ได้จากการใช้การประยุกต์อัลกอริทึมดิสตราร่วมกับอัลกอริทึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขตในการวางแผนของพนักงานช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการวางแผนการเดินทางของพนักงานขาย สามารถลดเวลาในการเดินทาง ลดค่าใช้จ่ายในส่วนของค่าน้ำมัน ได้เส้นทางที่เป็นรูปแบบเดียวกันระหว่างผู้จัดการกับพนักงานขายและไม่มีผลกระทบต่อบริษัท เมื่อพนักงานขายคนเก่าลาออกเนื่องจากพนักงานใหม่สามารถศึกษาข้อมูลการเดินทางได้ จากระบบการวางแผนการเดินของพนักงานได้

5.3 อุปสรรคและปัญหาในการดำเนินการวิจัย

อุปสรรคและปัญหาในการดำเนินการวิจัย สรุปได้ดังนี้ คือ การเก็บระยะทางเส้นทางบริษัทลูกค้า จะมีปัญหาจากสภาพปัญหาการจราจร สภาพสภาวะอากาศ และเส้นทางบนโปรแกรม Google Maps สามารถอธิบายปัญหาได้ดังนี้

1. สภาพปัญหาการจราจร เนื่องจากในการเก็บข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยนั้นไม่สามารถควบคุมสภาพการจราจรในแต่ละช่วงเวลาได้ ซึ่งอาจจะมีผลกระทบกับเวลาในการเดินทางได้

2. สภาพสภาวะอากาศ เนื่องจากในการเก็บข้อมูลไม่ได้มีปัจจัยในเรื่องของสภาพสภาวะอากาศ ทำให้ข้อมูลที่เก็บมานั้นอาจจะมีผลไม่คลาดเคลื่อน เนื่องจากสภาวะอากาศเปลี่ยนแปลงไป เช่น ถ้าฝนตก แม้ว่าจะใช้เส้นทางการเดินทางที่สั้นที่สุดแล้ว ก็อาจจะเดินทางไปบริษัทลูกค้านานกว่าที่กำหนดไว้

3. เส้นทางบนโปรแกรม Google Maps เนื่องจากการเก็บข้อมูลที่ได้จากโปรแกรม Google maps นั้นเป็นข้อมูลที่ไม่ได้มีการปรับปรุงข้อมูลทำให้ข้อมูลในการเดินทาง

อาจจะมีความคลาดเคลื่อน เช่นเส้นทางใน Google maps ถนน ซอก ซอย อาจจะขาดหายไปจากโปรแกรม

ดังนั้นจากปัญหาที่เกี่ยวไว้ข้างต้น อาจจะมีผลกระทบต่อข้อมูลการเดินทางที่ทางผู้วิจัยได้เก็บมาเป็นตัวอย่างในการวิจัย แต่ข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลนั้น ก็เป็นประโยชน์ต่อระบบที่ทำให้การเดินทางของพนักงานมีประสิทธิภาพได้มากขึ้น

5.4 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยหาวิธีการที่จะช่วยการวางแผนการเดินทางของพนักงานไปบริษัทลูกค้าซึ่งเป็นต้นแบบในการวางแผนการเดินทาง ดังนั้นงานวิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. นำระบบต้นแบบไปทดลองใช้งานจริง เพื่อวัดประสิทธิภาพในการวางแผนการเดินทางของพนักงานขาย
2. จัดทำการประเมินระบบต้นแบบเพื่อให้ได้ข้อเสนอแนะแล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงระบบให้ได้ตามความต้องการของผู้ใช้ (ผู้จัดการและพนักงานขาย)
3. นำระบบเบื้องต้นไปพัฒนาต่อในอนาคตเพื่อสามารถรองรับกับการใช้เดินทางของพนักงานขายในพื้นที่ภาคใต้ซึ่งต้องเดินทางไปบริษัทลูกค้าหลายจังหวัดและใช้เวลาในการเดินทางมากกว่า 1 วันและประยุกต์กับทุกสาขาของบริษัทวานิชรุ่งเรืองทั่วประเทศไทย
4. ในโลกแห่งความเป็นจริง ปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อระยะทางที่สั้นที่สุดและเวลาน้อยที่สุด คือ “ที่จอดรถ” และการจราจรบนท้องถนน ดังนั้นถ้าระบบสามารถจะหาที่จอดรถที่ใกล้ที่สุดได้นั้น จะทำให้ระบบมีความสมบูรณ์มากขึ้น
5. ปัญหาของอัลกอริทึมกรีดี อัลกอริทึมกรีดีมีข้อด้อยคือจะหาเส้นทางที่ดีที่สุดที่พบในขณะนั้น และก็ไม่กลับไปเช็คเส้นทางก่อนหน้านั้นแล้ว จึงไม่แน่ใจว่าสิ่งที่ได้ดีที่สุดเสมอไป
6. นำอัลกอริทึมดิสตราไปทดสอบกับข้อมูลแผนที่ หาเส้นทางระยะทางที่สั้นที่สุด นำมาเปรียบเทียบกับเส้นทางที่ได้จากเครื่องหาพิกัดภูมิศาสตร์บนพื้นที่โลกด้วยดาวเทียมฟังก์ชั่น “ระยะทางที่สั้นที่สุด” ในรุ่นตราสินค้าต่างๆ เพื่อทดสอบว่า เครื่องหาพิกัดภูมิศาสตร์บนพื้นที่โลกด้วยดาวเทียม ใช้หลักการของอัลกอริทึมดิสตราในการหาเส้นทางระยะทางที่สั้นที่สุดหรือไม่

บรรณานุกรม

[1] ศักดา ไชยเลิส. 2547. “การหาเส้นทางเดินรถที่สั้นที่สุดภายในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[2] กฤษฎา วราทร. 2545. “การหาเส้นทางที่เหมาะสมในภูมิประเทศ โดยใช้ปัญญาประดิษฐ์สารสนเทศภูมิศาสตร์.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง.

[3] จตุพร วงศ์ไชย,ไตรภพ ยศราช . “ระบบช่วยหาเส้นทางการไขเหรียญงานโทรศัพท์สาธารณะกรณีศึกษาบริษัท บริษัททีทีแอนด์ที จำกัด(มหาชน) เขตภาคเหนือตอนบน” ECTI-CARD 2009, พฤษภาคม 2552. หน้า 297-300.

[4] ศรินทิพย์ รุ่งโรจน์ธีระ. 2547. “การปรับปรุงประสิทธิภาพของวิธีการแตกกิ่งและกำหนดขอบเขตของ Ignall และ Scharage เพื่อแก้ปัญหาการจัดลำดับงานแบบโฟล์วช็อป.” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการบัณฑิตวิทยาลัย, เกษตรศาสตร์.

[5] อรวรรณ ตันศิริเจริญกุล. 2534. “การใช้ฮิวริสติกแก้ปัญหาเส้นทางเดินรถในการเก็บขนขยะมูลฝอยในพื้นที่เขตบางเขน.” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการบัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์.

[6] “การค้นหาข้อมูล,” ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2548. (Online). Available: http://202.28.94.55/web/320417/2548/work1/g25/technoreport1.html. [Available online December, 2009]

[7] Little, J. D. C., K. G. Murty, D.W.Sweeney, and C.Karel. (1963). “An Algorithm for the traveling Salesman Problem.” Operations Research, 11, 972-989.

[8] Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest, Introduction to Algorithms, Second Edition, 2001

[9] ณัฐพงษ์ วารีประเสริฐ,สุธี พงศาสกุลชัย, โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม (Data Strures and Algorithms), กรุงเทพมหานคร:เคทีพี. 2552

[10] รศ.ดร.อนงนาฏ ศรีวิหค,ศิริกร จันทร์นวล,พบสิทธิ์ กมลเวชช,ดร.สุขุมาล กิติสิน, โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึม : แถวลำดับ รายการ สแตก คิว กราฟ ต้นไม้ อัลกอริทึมการเรียงลำดับการค้นหา การวิเคราะห์อัลกอริทึม, ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: มูลนิธิสอวน. 2548

[11] Gen, M. and R. Cheng. (1997). “Genetic algorithms and engineering design”. John Wiley & Sons,United Stated of America.

[12] Google. “แผนที่และเส้นทาง” . http://maps.google.com/support/bin&guide=21670&topic=21673. [Available online August, 2009]

[13] สมศักดิ์ โชคชัยชุติกุล, อินไซท์ PHP 5 เนื้อหาครบถ้วนใช้ได้ทั้ง PHP 4 และ 5 กรุงเทพมหานคร:โปรวิชั่น. 2547

[14] ชัยยา นุรักษ์เข. 2541. “การหาเส้นทางเดินรถขนส่งขนมในเขตกรุงเทพฯและปริมณฑลกรณีศึกษา: ห้าง โอ.ซี.ซัพพลาย.” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

[15] Google. “ทำความรู้จักกับ Google แผนที่”. http://maps.google.com/support/bin=guide.cs&guide=21670&topic=21671&answer=144349. [Available online August, 2009]

[16] สุธาสินี คุปตะบุตร. 2546. “ระบบวิเคราะห์เส้นทางเดินรถโดยสารประจำทาง.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

[17] Morris,John “Dijkstra's Algorithm”. http://www.cs.auckland.ac.nz/software/AlgAnim/dijkstra.html. [Available online March, 2010]

[18] Morris,John “Operation of Dijkstra's Algorithm”. http://www.cs.auckland.ac.nz/software/AlgAnim/dij-op.html. [Available online March, 2010]

[19] Morris,John “Graphs”. http://www.cs.auckland.ac.nz/software/AlgAnim/mst.html. [Available online March,2010]

ภาคผนวก

บทความทางวิชาการที่นำเสนอใน

การประชุมวิชาการด้านการบริหารและการจัดการระดับชาติ ครั้งที่ 3

The 3 nd Nation Conference on Administration and Management (NCAM2011)

20 พฤษภาคม 2554 จ.สงขลา

คณะวิทยาการจัดการ
การประชุมวิชาการด้านการบริหาร
และการจัดการระดับชาติ ครั้งที่ 3
The 3nd National Conference on
Administration and Management
วันศุกร์ที่ 20 พฤษภาคม 2554
ณ ศูนย์ประชุมนานาชาติฉลองสิริราชสมบัติครบ 60 ปี
คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
http://ncam2011.mgt.psu.ac.th
Tel: 0-7428-7840

ระบบนำทางอัจฉริยะ กรณีศึกษา บริษัทวานิชรุ่งเรืองอินเตอร์เทรด จำกัด (สาขาภาคใต้)

Intelligent Guide Path System: VANICH RUNGRUANG INTERTRADE CO., LTD. (Southern Branch)

วิภาดา เพชรรัตน์ (Wipada Petrat)[1] ทวีศักดิ์ เรืองพีระกุล (Taweesak Reungpeerakul)[2]

[1]หลักสูตรมหาบัณฑิตการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

[2]ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

[1]pwipada@hotmail.com, [2]rtaweesak@coe.psu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้ได้นำเสนอรูปแบบระบบที่ช่วยวางแผนการ เดินทางไปพบลูกค้าของพนักงานในบริษัท โดยระบบจะหาเส้นทางที่เหมาะสมกับเงื่อนไขของการเดินทางซึ่งมีสองอัลกอริทึ่มเป็นส่วนสำคัญในการวิเคราะห์ทำให้ได้เส้นทางที่เหมาะสมและเป็นรูปแบบเดียวกันระหว่างผู้จัดการกับพนักงานขาย จะส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการเดินทางลดลงและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยประยุกต์ใช้อัลกอริทึ่มดิสตรา (Dijkstra's Algorithm) สำหรับการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดหรือเวลาที่น้อยที่สุดระหว่างจุด 2 จุด และใช้อัลกอริทึ่มการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขต (Branch and Bound Algorithm) สำหรับการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดและเวลาที่น้อยที่สุดระหว่างจุดหลายจุด เมื่อนำสองอัลกอริทึ่มมาใช้แก้ปัญหาในการวางแผนการเดินทางของพนักงานขายแล้ว สามารถแนะนำเส้นทางที่เหมาะสมในการเดินทาง เพื่อความรวดเร็วในการเดินทางและลดค่าใช้จ่ายในการเดินทางได้

คำสำคัญ: อัลกอริทึ่มดิสตรา (Dijkstra's Algorithm), อัลกอริทึ่มการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขต (Branch and Bound Algorithm), แผนการเดินทางของพนักงานขาย

ระบบนำทางอัจฉริยะ
กรณีศึกษา บริษัทวานิชรุ่งเรืองอินเตอร์เทรด จำกัด (สาขาภาคใต้)

Intelligent Guide Path System:
VANICH RUNGRUANGINTERTRADE CO., LTD. (Southern Branch)

วิภาดา เพชรรัตน์ (Wipada Petrat)[1] ทวีศักดิ์ เรืองพีระกุล (Taweesak Reungpeerakul)[2]

[1] หลักสูตรมหาบัณฑิตการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
[2] ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
[1] pwipada@hotmail.com, [2] rtaweesak@coe.psu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้ได้นำเสนอรูปแบบระบบที่ช่วยวางแผนการเดินทางไปพบลูกค้าของพนักงานในบริษัท โดยระบบจะหาเส้นทางที่เหมาะสมกับเงื่อนไขของการเดินทางซึ่งมีสองอัลกอริธึมเป็นส่วนสำคัญในการวิเคราะห์ ทำให้ได้เส้นทางที่เหมาะสมและเป็นรูปแบบเดียวกันระหว่างผู้จัดการกับพนักงานขาย จะส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการเดินทางลดลงและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยประยุกต์ใช้อัลกอริธึมดิสตรา (Dijkstra's Algorithm) สำหรับการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดหรือเวลาที่น้อยที่สุดระหว่างจุด 2 จุด และใช้อัลกอริธึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขต (Branch and Bound Algorithm) สำหรับการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดและเวลาที่น้อยที่สุดระหว่างจุดหลายจุด เมื่อนำสองอัลกอริธึมมาใช้แก้ปัญหาในการวางแผนการเดินทางของพนักงานขายแล้ว สามารถแนะนำเส้นทางที่เหมาะสมในการเดินทาง เพื่อความรวดเร็วในการเดินทางและลดค่าใช้จ่ายในการเดินทางได้

คำสำคัญ: อัลกอริธึมดิสตรา (Dijkstra's Algorithm), อัลกอริธึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขต (Branch and Bound Algorithm), แผนการเดินทางของพนักงานขาย

Abstract

This article presents the travel planning system for sale representatives in order to visit their customers. The system will find the suitable travel routes determined by two algorithms for analyzing. The manager and sale representatives will have the same travelling plan. It reduces the travel cost as well as increase the efficiency of the visiting plan. The Dijkstra's Algorithm has been applied to find the shortest distance or the shortest time usage between 2 points. The Branch and Bound Algorithm has been combined with the first algorithm in order to determine the minimum distance or time consume among various points. The results show that algorithms can be applied in the travel planning system and provide a good solution based on the minimum distance and the time consume. This leads to reduce the overall of the travel expenses.

Keyword: Dijkstra's Algorithm, Branch and Bound Algorithm, Travel Planning system for Salesman

1. บทนำ

บริษัทวานิชรุ่งเรืองอินเตอร์เทรดจำกัด สาขาภาคใต้ มีพื้นที่ภายใต้การดูแล 14 จังหวัด แบ่งออกเป็น 2 พื้นที่ (หลัก) คือ ภาคใต้ตอนบน (กระบี่ พังงา ชุมพร นครศรีธรรมราช ภูเก็ต ระนอง สุราษฎร์ธานี) และ ภาคใต้ตอนล่าง (ตรัง นราธิวาส ปัตตานี พัทลุง ยะลา สงขลา สตูล) ซึ่งในแต่ละเดือนพนักงานขายจะต้องเดินทางไปยังบริษัทลูกค้าในพื้นที่ที่ต้องรับผิดชอบ ปัจจุบันบริษัทให้ความสำคัญในการเดินทางและการวางแผนใน

การเดินทางไปพบปะกับลูกค้า เนื่องจากถ้าไม่มีการวางหรือมีการเดินทางแผนการเดินทางที่ไม่ดีทำให้ได้เส้นทางในการเดินทางที่ไม่มีประสิทธิภาพ ส่งผลให้มีค่าใช้จ่ายในการเดินทางสูง โดยเฉพาะค่าน้ำมันและเสียเวลาในการเดินทางบางครั้งไม่สามารถไปพบปะลูกค้าได้ตามแผนที่วางไว้และเมื่อพนักงานขายคนใหม่เข้ามาทำงานก็จะต้องเสียเวลาในการศึกษาเส้นทางกว่าจะชำนาญเส้นทางการเดินทาง

งานวิจัยนี้ได้มีจุดประสงค์การนำเสนอแนวทางการวางแผนการเดินทางของพนักงานขาย โดยประยุกต์อัลกอริธึมดิสตรามาใช้ในการหาเส้นทางที่มีระยะทางสั้นที่สุดหรือเวลาที่น้อยที่สุดระหว่างจุด 2 จุดและใช้อัลกอริธึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขตมาใช้ในการหาเส้นทางรวมที่มีระยะทางที่สั้นที่สุดหรือเวลาที่น้อยที่สุดระหว่างจุดหลายจุด ซึ่งเมื่อนำสองอัลกอริธึมมาใช้แก้ปัญหาในการวางแผนการเดินทางของพนักงานขายสามารถแนะนำเส้นทางที่เหมาะสมซึ่งลดระยะทางในการเดินทางไปบริษัทลูกค้า โดยสามารถลดการใช้น้ำมันลงเพราะฉะนั้นจะทำให้สามารถลดค่าใช้ค่าในเรื่องของค่าน้ำมันลงด้วยและลดเวลาในการเดินทาง ช่วยทำให้มีเวลาในการพบปะลูกค้าได้เพิ่มมากขึ้นและช่วยลดปัญหาในการศึกษาเส้นทางของพนักงานใหม่เมื่อพนักงานคนเก่าลาออก ซึ่งเป็นประโยชน์กับบริษัทเป็นอย่างมาก

งานวิจัยฉบับนี้ประกอบด้วย 5 ส่วนดังนี้ ส่วนที่ 1 คือบทนำ ส่วนที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ส่วนที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย ส่วนที่ 4 ผลการดำเนินงาน ส่วนที่ 5 สรุป

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเรื่องการหาเส้นทางเดินรถที่สั้นที่สุดภายในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ [1] ได้กล่าวถึงใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยจะมีการค้นหาเส้นทาง จากจุดเริ่มต้นของการเดินทางไปสู่ปลายทางที่สั้นที่สุด (ระหว่างจุด 2 จุด) และแสดงแผนที่ภายในมหาวิทยาลัยที่มีทั้งข้อมูลของสถานที่เบื้องต้น อาคารต่างๆ ซึ่งได้นำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการนำเสนอ ในการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุดใช้อัลกอริธึมดิสตรา มาใช้ในการคำนวณ สำหรับนักศึกษาใหม่หรือผู้ปกครองที่ต้องหาเส้นทางและช่วยในการวางแผนการเดินทางหรือใช้เส้นทางล่วงหน้าในการเดินทาง

งานวิจัยเรื่อง การหาเส้นทางที่เหมาะสมในภูมิประเทศโดยใช้ปัญญาประดิษฐ์ [2] ได้กล่าวถึงการหาเส้นทางที่เหมาะสมในภูมิประเทศของยานพาหนะทางทหาร โดยในการหาเส้นทางนั้นจะมีปัจจัยที่ใช้ในการหาเส้นทางที่เหมาะสม ได้แก่ คุณสมบัติเฉพาะของยานพาหนะ ความลาดชันของภูมิประเทศ พืชพันธุ์ไม้ที่ปกคลุม ความสามารถในการรับน้ำหนักของดินและน้ำหนักกดของยานพาหนะ เข้ามาประกอบในการพิจารณาโดยงานวิจัยนี้ใช้อัลกอริธึมดิสตราร่วมกับฮิวริสติก (Heuristic) ในการหาเส้นทางที่เหมาะสมซึ่งใช้อัลกอริธึมดิสตรามาคำนวณในด้านของเวลาซึ่งจะได้เส้นทางที่ใช้เวลาในการเคลื่อนที่น้อยที่สุดและใช้ฮิวริสติกมาช่วยในการกำกับทิศทางของกระบวนการค้นหา

งานวิจัยเรื่องการใช้ฮิวริสติกแก้ปัญหาเส้นทางเดินรถในการเก็บขนขยะมูลฝอยในพื้นที่เขตบางเขน [3] ได้กล่าวการเดินทางของรถจัดเก็บขยะมูลฝอย มีจำนวนจุดเก็บขยะมาก ซึ่งเป็นปัญหาที่มีขนาดใหญ่ ทำให้มีการนำวิธีการต่างๆมาใช้รวมกัน ได้แก่ วิธีการกวาด (Sweep Approach) วิธีการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขต (Branch and Bound Algorithm) และปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถของพนักงานขาย (TSP) เพื่อหาคำตอบที่ใกล้คำตอบที่เหมาะสมที่สุดเท่านั้น

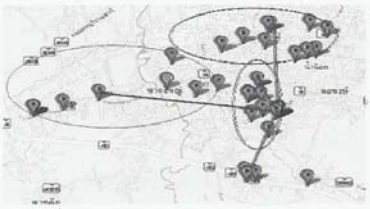
จากงานวิจัยที่ได้ศึกษามาข้างต้นการค้นหาเส้นทางที่เหมาะสมในการเดินทางนั้นระหว่างจุด 2 จุดนั้นจะใช้อัลกอริธึมดิสตรา ซึ่งทางผู้จัดได้นำอัลกอริธึมดิสตรามาเปรียบเทียบเส้นทางที่ได้จากเครื่องหาพิกัดภูมิศาสตร์บนพื้นโลกด้วยดาวเทียม (GPS) การค้นหาเส้นทางจากโปรแกรม Google Maps เพื่อหาระยะทางที่เหมาะสมในการเดินทางระหว่างจุด 2 จุด มาเปรียบเทียบกันเพื่อหาเส้นทางที่เป็นรูปแบบของบริษัทในการเดินทางอีกทั้งงานวิจัยนี้ได้นำอัลกอริธึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขต มาใช้วิเคราะห์แผนการเดินทางที่พนักงานจะต้องพบลูกค้ามากกว่า 2 แห่งในหนึ่งวัน

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

การวางแผนการเดินทางของพนักงานในงานวิจัยนี้จะต้องทำการเก็บข้อมูลเส้นทางต่างๆมาเปรียบเทียบโดยอัลกอริธึมต่างๆ ทั้งแบบระหว่างจุด 2 จุด และหลายจุด เพื่อให้ได้เส้นทางที่เหมาะสมในการเดินทางของพนักงานขาย งานวิจัยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังต่อไปนี้

3.1 เก็บข้อมูล

บริษัทวานิชรุ่งเรืองมีบริษัทลูกค้าใน อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา จำนวน 53 บริษัท ผู้วิจัยได้ทำการแบ่งกลุ่มบริษัทลูกค้าออกเป็น 4 กลุ่ม หลักเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มคือ บริษัทที่มีบริเวณใกล้เคียงกันหรือบนถนนเส้นเดียวกันจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน ขั้นตอนถัดไปเป็นการเก็บข้อมูลเส้นทางเบื้องต้นของบริษัทโดยเก็บข้อมูลเส้นทางจากบริษัทวานิชรุ่งเรืองไปยังหนึ่งบริษัทที่อยู่ในแต่ละกลุ่มเมื่อได้ข้อมูลครบแล้วจะทำการเทียบมาตราส่วนไปยังบริษัทอื่นๆที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันจนครบทุกบริษัท การเก็บข้อมูลเส้นทางเบื้องต้นนั้นเป็นการเก็บ ชื่อแยก ชื่อถนน ชื่อซอย ระยะทาง เวลา ละติจูดบริษัทและลองจิจูดบริษัท



รูปที่ 1 : แสดงการแบ่งกลุ่มบริษัทลูกค้า

3.2 เปรียบเทียบข้อมูลเส้นทางและอัลกอริธึม

การทดลองหาเส้นทางเบื้องต้น ผู้วิจัยได้ทำการทดลองใน 2 กรณี คือ

- **กรณีที่เป็นเส้นทางระหว่าง 2 บริษัท** โดยการเปรียบเทียบข้อมูลจากเครื่องหาพิกัดภูมิศาสตร์บนพื้นโลกด้วยดาวเทียม การค้นหาเส้นทางจากโปรแกรม Google Maps และจากอัลกอริธึมดิสตรา เพื่อจะหาเส้นทางที่ระยะทางสั้นที่สุดหรือเวลาที่น้อยที่สุด โดยอัลกอริธึมดิสตราเป็นอัลกอริธึมที่ใช้ในการคำนวณหาเส้นทางที่สั้นที่สุดระหว่าง 2 โหนดใดๆ ในกราฟโดยที่ค่าน้ำหนักของทุกโหนดต้องเป็นค่าบวก ในการหาเส้นทางจะกำหนดโหนดเริ่มต้น หาโหนดใกล้เคียงที่มีค่าน้ำหนักหรือระยะทางที่สั้นที่สุด จะได้เป็นโหนดถัดไปในการเชื่อมกับโหนดที่ผ่านมา คำนวณจนกระทั่งได้โหนดที่ต้องการ หลักการของการค้นหาทำได้ดังนี้

1. เลือกโหนดเริ่มต้นมาหนึ่งโหนด
2. ให้โหนดที่เลือกมานี้เป็นสถานะสำรวจแล้ว
3. พิจารณาโหนดที่อยู่ติดกับโหนดที่เลือกในสถานะสำรวจแล้ว แล้วเลือกโหนดที่มีค่าน้ำหนักหรือระยะทางที่สั้นที่สุด เป็นโหนดที่มีการสำรวจแล้ว
4. พิจารณาโหนดที่อยู่ติดกับโหนดที่เลือกในสถานะสำรวจแล้ว เลือกโหนดที่มีค่าน้ำหนักหรือระยะทางที่สั้นที่สุด โดยที่นำค่าน้ำหนักหรือระยะทางโหนดที่ผ่านมาแล้วเปรียบเทียบค่าน้ำหนักหรือระยะทางของโหนดที่ติดกับโหนดที่มีสถานะสำรวจแล้ว หาค่าน้ำหนักหรือระยะทางที่สั้นที่สุด เลือกโหนดนั้นเป็นโหนดที่มีการสำรวจ
5. ทำการสำรวจไปเรื่อยๆ จนกว่าจะได้โหนดที่ต้องการหรือครบทุกโหนด

- **กรณีหาเส้นทางที่เหมาะสมมากกว่า 2 บริษัท** โดยนำข้อมูลสรุปที่ได้จากกรณีแรกมาใช้เป็นอินพุตของอัลกอริธึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขตและวิธีการแบบ APPROX-TSP-PROBLEM เพื่อจัดเรียงลำดับในการวางแผนการเดินทางของพนักงานขายไปบริษัทต่างๆให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด

3.3 ผลการเปรียบเทียบ

ผลการเปรียบเทียบแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือการหาเส้นทางในการเดินทางและการวางแผนการเดินทางของพนักงานขาย

1.การหาเส้นทางในการเดินทาง

ก่อนที่จะเปรียบเทียบข้อมูลจากเครื่องหาพิกัดภูมิศาสตร์บนพื้นที่โลกด้วยดาวเทียม (GPS) การค้นหาเส้นทางจากโปรแกรม Google Maps และจากอัลกอริธึมดิสตรานั้นจำเป็นต้องหาวิธีที่ใช้เวลาในการเดินทางระหว่าง 2 บริษัทน้อยที่สุดหรือมีระยะทางน้อยที่สุด เมื่อสามารถหาวิธีที่ดีที่สุดได้แล้ว วิธีนั้นจะ

นำมาอ้างอิงเพื่อเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการประยุกต์ใช้อัลกอริธึมดิสตรา

เมื่อพิจารณาด้านเวลาที่ใช้เดินทาง ข้อมูลเวลาที่สามารถนำมาพิจารณามี 4 แหล่ง คือ 1) จาก GPS ที่เลือกฟังก์ชั่น "เวลาที่เร็วที่สุด" ในที่นี้ย่อว่า GPS_เวลา 2) จาก GPS ที่เลือกฟังก์ชั่น "ระยะทางที่สั้นที่สุด" (GPS_ระยะทาง) 3) จากโปรแกรม Google Maps และ 4) จากการขับรถจริงของพนักงานขาย (Sales) ในงานวิจัยนี้ทำการทดลองโดยทดลองเดินทางจากจุดเริ่มต้นคือบริษัทวานิชรุ่งเรืองไปยังแต่ละบริษัทลูกค้าคือ จิรสิน ทักษิณจักรกล อเนกการช่าง ฉรงค์ชีฟูดส์

นิยามให้ บริษัทจิรสิน เป็น A, บริษัททักษิณจักรกล เป็น B, บริษัทอเนกการช่าง เป็น C, บริษัทฉรงค์ชีฟูดส์ เป็น D

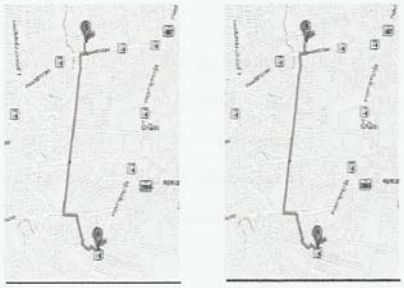
ตารางที่ 1 : แสดงเวลาและระยะทางการทดลองเดินทางตามเงื่อนไข

บริษัท	เวลาที่ใช้ (นาที)				ระยะทางที่ใช้ (กิโลเมตร)			
	GPS_เวลา	GPS_ระยะทาง	Google maps	Sales	GPS_เวลา	GPS_ระยะทาง	Google maps	Sales
A	25	**15**	15	15	4.5	**3.9**	3.9	3.9
B	50	**25**	25	25	7.3	**5.2**	5.2	5.2
C	20	**18**	30	-	5	**4.1**	4.1	-
D	25	**20**	20	35	8.4	**7.7**	7.7	12.4

จากตารางที่ 1 เมื่อเปรียบข้อมูลด้านเวลา จะพบว่าเวลาที่ได้จาก GPS_ระยะทาง ใช้เวลาในการเดินทางน้อยที่สุดในทุกบริษัทลูกค้า

เมื่อพิจารณาด้านระยะทางในการเดินทาง ข้อมูลระยะทางจะพิจารณาข้อมูลจาก 4 แหล่งเช่นเดียวกับการพิจารณาด้านเวลา จากตารางที่ 1 พบว่าระยะทางที่สั้นที่สุดคือระยะทางที่ได้จาก GPS_ระยะทางและ Google Maps ในงานวิจัยนี้จึงเลือกข้อมูลด้านเวลาและระยะทางจาก GPS_ระยะทาง เป็นข้อมูลอ้างอิงในการเปรียบเทียบกับการใช้อัลกอริธึมดิสตรา

ขั้นตอนถัดไปเป็นการนำแผนที่อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ขนาดอัตราส่วน 1:550,000 มาทดลองกับอัลกอริธึมดิสตรา โดยทำการทดลองจากจุดเริ่มต้น คือบริษัทวานิชรุ่งเรืองไปยังแต่ละบริษัทลูกค้าทั้ง 53 บริษัท ผลลัพธ์ที่ได้คือ ระยะทางที่สั้นที่สุดจาก GPS_ระยะทาง เป็นระยะทางเดียวกันกับระยะทางที่สั้นที่สุดจากอัลกอริธึมดิสตรา รูปที่ 2 แสดงตัวอย่างผลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งเป็นเส้นทางจาก บริษัทวานิชรุ่งเรือง ไปยังบริษัทจิรสิน



(ก) เส้นทางที่ใช้เครื่อง GPS ฟังก์ชั่นการทำงาน "ระยะทางที่สั้นที่สุด"

(ข) เส้นทางที่ใช้อัลกอริธึมดิสตรา

รูปที่ 2 : เปรียบเทียบเส้นทางที่ได้จากฟังก์ชั่นการทำงาน "ระยะทางที่สั้นที่สุด" กับการใช้อัลกอริธึมดิสตรา

2.การวางแผนการเดินทางของพนักงานขาย

ในการเดินทางของพนักงานขายนั้น จะต้องออกเดินทางไปยังบริษัทลูกค้ามากกว่า 2 แห่งในแต่ละ 1 วัน โดยที่พนักงานขายจะเริ่มออกจากบริษัทวานิชรุ่งเรืองและเลือกบริษัทลูกค้าแล้วต้องเดินทางให้ครบจำนวน โดยไม่สนใจลำดับการเดินทางบริษัทลูกค้า ซึ่งในการวางแผนการเดินทางของพนักงานขายนั้นจะต้องได้เส้นทางที่มีระยะทางรวมในกันเดินทางที่น้อยที่สุด โดยอัลกอริธึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขตและ APPROX-TSP-PROBLEM นั้นเป็นอัลกอริธึมที่สามารถหาเส้นทางที่มีระยะทางรวมที่น้อยที่สุดกรณีที่มีจุดหลายจุดและเดินทางครบทุกจุด ดังนั้นทำการทดลองกับทั้งสองอัลกอริธึมนำผลลัพธ์ที่ได้มาเปรียบเทียบ เพื่อให้ได้วิธีการที่ดีที่สุดในการวางแผนการเดินทางของพนักงานขาย

ตัวอย่าง บริษัทลูกค้า 5 บริษัท คือ A, B, C, D, E, F โดยจุดเริ่มต้นคือ A และต้องเดินทางให้ครบทั้ง 5 บริษัท โดยไม่สนใจลำดับของ B-F

ผลการทดลอง จะได้ว่า เส้นทางที่ได้จากการแตกกิ่งและการจำกัดขอบเขตมีระยะทางรวมเท่ากับ 12.3 ซึ่งน้อยกว่าเส้นทางที่ได้จาก APPROX-TSP-PROBLEM เท่ากับ 12.4 ดังนั้นในงานวิจัยจึงเลือกอัลกอริธึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขตมาใช้ในการวางแผนการเดินทางของพนักงานขาย ตารางที่ 2 แสดงผลเปรียบเทียบการเรียงลำดับการเดินทางและระยะทางจาก A-F

ตารางที่ 2 : แสดงผลเปรียบเทียบการเรียงลำดับ

วิธีการ	การเรียงลำดับ	ระยะทาง
Branch And Bound Algorithm	A,E,D,B,C,F	12.3
APPROX-TSP-PROBLEM	A,E,D,C,F,B	12.4

4. ผลการดำเนินงาน

การทดสอบการใช้งาน ระบบการวางแผนการเดินทางนั้น จะทำการทดสอบการทำงานของอัลกอริธึมเพื่อให้ได้ผลการทดลอง

4.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

เมื่อทำการวางแผนการเดินทาง เริ่มจากเลือกบริษัทลูกค้าแล้วเลือกเงื่อนไขในการเดินทาง (ระยะทางที่สั้นที่สุด หรือ เวลาที่น้อยที่สุด) แล้วระบบจะทำการประมวลผลเพื่อค้นทางเส้นทางโดยในการเดินทางนั้น โดยจะนำระยะทางหรือเวลามาประมวลผลโดยผ่านอัลกอริธึมดิสตราจะมีระยะทางที่สั้นที่สุดหรือเวลาที่น้อย จากบริษัทหนึ่งไปยังบริษัทหนึ่ง เมื่อได้ผลระยะทางที่สั้นที่สุดหรือเวลาที่น้อยที่สุดแล้ว ก็จะใช้อัลกอริธึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขตเพื่อจัดเรียงลำดับการเดินทางของพนักงานขายไปยังบริษัทต่างๆในแต่ละการเดินทาง แม้ว่าอัลกอริธึมการแตกกิ่งและจำกัดขอบเขต จะใช้เวลาในการคำนวณและหน่วยความจำที่มาก ทางผู้วิจัยก็ได้ทำการแก้ปัญหาโดยการทำการประมวลผลข้อมูลเก็บไว้ในฐานข้อมูล ผู้ใช้สามารถดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลได้โดยไม่ต้องเสียเวลาประมวลผลข้อมูลใหม่

4.2 ผลการทดสอบ

1. ผลการทดสอบข้อมูลระยะทางที่สั้นที่สุดหรือเวลาที่น้อยที่สุด จากบริษัทหนึ่งไปอีกบริษัทหนึ่ง (ระหว่างจุด 2 จุด) ประมวลผลโดยอัลกอริธึมดิสตรา จะได้เส้นทางที่มีระยะทางที่สั้นที่สุดหรือเวลาที่น้อยที่สุด ตามรูปที่ 3 เป็นการแสดงผลของเส้นทางที่เลือกเงื่อนไข "ระยะทางที่สั้นที่สุด" ระหว่างบริษัทวานิชและบริษัทพีเคลาเท็กซ์ ซึ่งจะได้เส้นทางที่มีระยะทางสั้นที่สุด

รูปที่ 3 : แสดงผลเส้นทางที่สั้นที่สุดและรายละเอียดในการเดินทางจากวานิช->พีเคลาเท็กซ์ ระยะทางเท่ากับ 1.62 กม.

2. ผลการทดสอบการหาเส้นทางที่มีระยะทางรวมที่สั้นที่สุด กรณีบริษัทหนึ่งเดินทางไปมากกว่า 2 บริษัท (ระหว่างจุดหลายจุด) โดยการนำข้อมูลที่ได้จากอัลกอริธึมดิสตรา มาเป็นอินพุตของอัลกอริธึมการแตกกิ่งและการจำกัดขอบเขตจะได้เส้นทางที่มีระยะทางรวมที่สั้นที่สุด

ตัวอย่าง พนักงานขายต้องไปบริษัทลูกค้า 5 บริษัท เวลา 1 วัน จะได้ผลการเดินทางดังรูปที่ 4 ซึ่งเป็นการแสดงผลของเส้นทางและลำดับการเดินทางที่เลือกเงื่อนไข "ระยะทางที่สั้นที่สุด" พื้นที่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

ซึ่งเป็นการจัดเรียงลำดับในการเดินทางเพื่อให้มีระยะทางรวมที่น้อยที่สุดเข้ามาช่วยในการแนะนำเส้นทางและการเดินทางที่เหมาะสมสำหรับพนักงานขาย ทำให้การเดินทางไปบริษัทลูกค้ามีความสะดวก รวดเร็ว สามารถลดค่าใช้จ่ายในการเดินทางจริง และจะได้เส้นทางในการเดินทางที่เป็นรูปแบบเดียวกันระหว่างผู้จัดการกับพนักงานขาย ทำให้มีประสิทธิภาพการเดินทางไปพบปะลูกค้ามากยิ่งขึ้นและช่วยลดปัญหาในการศึกษาเส้นทางของพนักงานใหม่เมื่อพนักงานคนเก่าลาออก ซึ่งเป็นประโยชน์กับบริษัทเป็นอย่างมากและในอนาคตสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับการเดินทางของพนักงานขายที่ออกเดินทางไปต่างจังหวัดจำนวนวันหลายๆวัน

6. เอกสารอ้างอิง

[1] ศักดา ไชยเลิส.การหาเส้นทางเดินรถที่สั้นที่สุดภายในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต.มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2547

[2] พันโทกฤษฎา วราทร.การหาเส้นทางที่เหมาะสมในภูมิประเทศ โดยใช้ปัญญาประดิษฐ์สารสนเทศภูมิศาสตร์.วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต.สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า คุณทหารลาดกระบัง,2545.

[3] อรวรรณ ตันศิริเจริญกุล.การใช้ฮิวริสติกแก้ปัญหาเส้นทางเดินรถในการเก็บขนขยะมูลฝอยในพื้นที่เขตบางเขน.,วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์,2534

[4] Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest, Introduction to Algorithms, Second Edition.2001.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นางสาววิภาดา เพชรรัตน์

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5110121081

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมคอมพิวเตอร์)	มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์	2549

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

วิภาดา เพชรรัตน์, ทวีศักดิ์ เรืองพีระกุล. 2554. “ระบบนำทางอัจฉริยะ กรณีศึกษา บริษัทวานิชรุ่งเรืองอินเตอร์เทรด จำกัด (สาขาภาคใต้)” การประชุมวิชาการด้านบริหารและการจัดการระดับชาติ ครั้งที่ 3 (NCAM2011), สงขลา, ประเทศไทย, 20 พฤษภาคม 2554.