อัลกอริธึม Ant สำหรับการค้นหาเส้นทางในแผนที่

ANT ALGORITHM FOR SEARCHING SHORTEST PATH IN MAP

คนึง ลี้กุล

พลเทพ ศรีมุกข์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2550

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง อัลกอริธึม Ant สำหรับการค้นหาเส้นทางในแผนที่

ANT ALGORITHM FOR SEARCHING SHORTEST PATH IN MAP

ผู้จัดทำ

1. นายคนึง ลี้กุล รหัสนักศึกษา 48015328

2. นายพลเทพ ศรีมุกข์ รหัสนักศึกษา 48015352

______________ อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร.อรัญญา วลัยรัชต์)

อัลกอริธึม Ant สำหรับการค้นหาเส้นทางในแผนที่

นายคนึง	ลิ้กุล	48015328
นายพลเทพ	ศรีมุกข์	48015352
ดร.อรัญญา	วลัยรัชต์	อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2550

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นการพัฒนาโปรแกรมการค้นหาเส้นทางในแผนที่โดยใช้ อัลกอริธึม Ant ในการค้นหาเส้นทาง ซึ่ง Ant Algorithm เป็น Artificial Intelligence ตัวหนึ่งในหลายตัวที่มีความสามารถในการค้นหาเส้นทาง โดยการค้นเส้นทางนั้นจะค้นหาจากจุดเริ่มต้นที่ต้องการไปยังจุดหมายที่ต้องการโดยการใช้อัลกอริธึม Ant ช่วยในการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุดเมื่อได้เส้นทางที่สั้นที่สุดแล้วจะนำมาแสดงบนแผนที่ในรูปแบบ 2 มิติ โดยจะมีการเน้นสีบนเส้นทางเพื่อแสดงว่าเส้นทางนั้นเป็นเส้นทางที่สั้นที่สุด

Ant Algorithm for Searching Shortest Path in Map

Mr. Kanung	Leegul	48015328
Mr. Polthep	Srimuk	48015352
Dr. Aranya	Walairacht	Advisor

Academic Year 2007

ABSTRACT

In nature, ants usually wander randomly, and upon finding food return to their nest while laying down pheromone trails. If other ants find such a path (pheromone trail), they are likely not to keep travelling at random, but to instead follow the trail, returning and reinforcing it if they eventually find food. Ant Algorithm is implemented as a team of intelligent agents which simulate the ants behavior, walking around the graph representing the problem to solve using mechanisms of cooperation and adaptation.

This thesis is describe as searching shortest path in map by ant algorithm. Ant algorithm is Artificial Intelligence that has ability search the shortest path. By input start point and goal point. And display result by paint result's path in 2D map.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา ดร.อรัญญา วลัยรัชต์ และ ดร.สมศักดิ์ วลัยรัชต์ ที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำชี้แนะช่วยแก้ปัญหาตลอดจนให้ความรู้และประสบการณ์ที่ดีแก่ข้าพเจ้า

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่ข้าพเจ้า

ขอขอบคุณ เพื่อนๆพี่ในห้องโปรเจคทุกคน ที่คอยช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ และคอยเป็นกำลังใจ และขอขอบคุณ ห้องโปรเจค MML ที่มีบรรยากาศดีๆและเป็นสถานที่ทำปริญญานิพนธ์ตลอดมา

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้กับบิดามารดาซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ได้ประสิทประสาทวิชาความรู้และถ่านทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ข้าพเจ้า

นายพลเทพ ศรีมุกข์
นายคนึง ลิ้กุล

สารบัญ

หน้า

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

สารบัญรูป(ต่อ)

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การตัดสินใจในการเลือกใช้เส้นทางใดในการเดินทาง การตัดสินใจของมนุษย์มีความไม่แน่นอนและมีความเป็นไปได้ที่จะเกิดความผิดพลาด ทำให้ไม่สามารถเลือกใช้เส้นทางที่ดีในการเดินทางได้ ดังนั้นการประยุกต์ใช้งานคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการตัดสินใจในการเลือกเส้นทางจึงเกิดขึ้น และ Ant Algorithm เป็น Artificial Intelligence ตัวหนึ่งที่มีความสามารถในการหาเส้นทางที่สั้นที่สุด จึงมีความน่าสนใจในการศึกษา ค้นคว้าและทดลอง เพื่อดูความเหมาะสมในการนำมาประยุกต์ใช้งานในการหาเส้นทางในการเดินทาง

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษา Ant Algorithm
2. เพื่อศึกษาวิธีการวิเคราะห์ ออกแบบและสร้างระบบที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้
3. เพื่อพัฒนาโปรแกรมที่ใช้ในการหาเส้นทางที่ดีที่สุดในการเดินทางจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง เพื่อการประหยัดเวลาและอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้

1.3 สมมุติฐานของการศึกษา

Ant Algorithm สามารถหาเส้นทางที่สั้นที่สุดในการเดินทางได้ โดยผู้ใช้งานกำหนดจุดเริ่มต้นและจุดหมายปลายทาง

1.4 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย

Ant Algorithm เป็น Artificial Intelligence ที่มีความสามารถในการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุด

1.5 ขอบเขตการวิจัย

ศึกษาและทดลองการประยุกต์ใช้ Ant Algorithm ในงานด้านแผนที่ โดยการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดในการเดินทาง เพื่อหาค่าตัวแปรที่เหมาะสมกับการใช้งาน ซึ่งการทดลองนี้ไม่เกี่ยวข้องกับปัญหาการจราจรหรือข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เช่น จำนวนรถบนเส้นทาง ปัญหารถติด การเกิดอุบัติเหตุ ความเร็วของรถ เป็นต้น

1.6 ขั้นตอนของการศึกษา

1. ศึกษา Ant Algorithm และการทำแผนที่
2. ออกแบบโปรแกรม
3. ทดสอบและปรับปรุงแก้ไขโปรแกรม
4. ทดลองและบันทึกผลเพื่อหาค่าตัวแปรที่เหมาะสม
5. สรุปผล

บทที่ 2

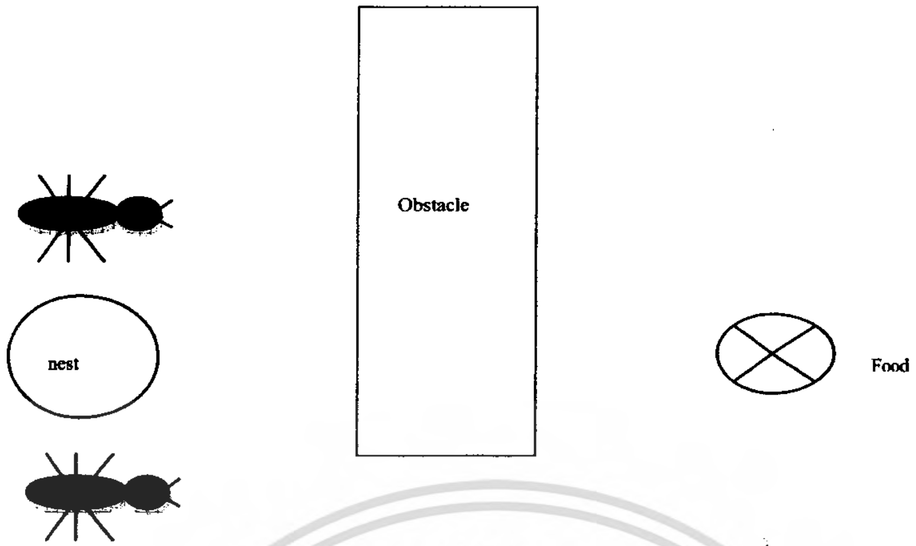
Ant Algorithm

Ant Algorithm หรือ Ant Colony Optimization เป็นการเปรียบเทียบกับพฤติกรรมของมดในธรรมชาติ ซึ่งในธรรมชาติมีวิธีการอีกมากที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ ซึ่ง Ant Algorithm เป็นเพียงส่วนหนึ่งในวิธีการเหล่านั้น และ Ant Algorithm เป็นสิ่งที่น่าสนใจ เนื่องจากสามารถแก้ปัญหาได้ทั้งแบบ static problems และ dynamic problems ยกตัวอย่างเช่น การหาเส้นทางในระบบเครือข่าย เป็นต้น ดังนั้น Ant Algorithm เป็นการศึกษาพฤติกรรมของมดตามธรรมชาติดังต่อไปนี้

2.1 Real Ant

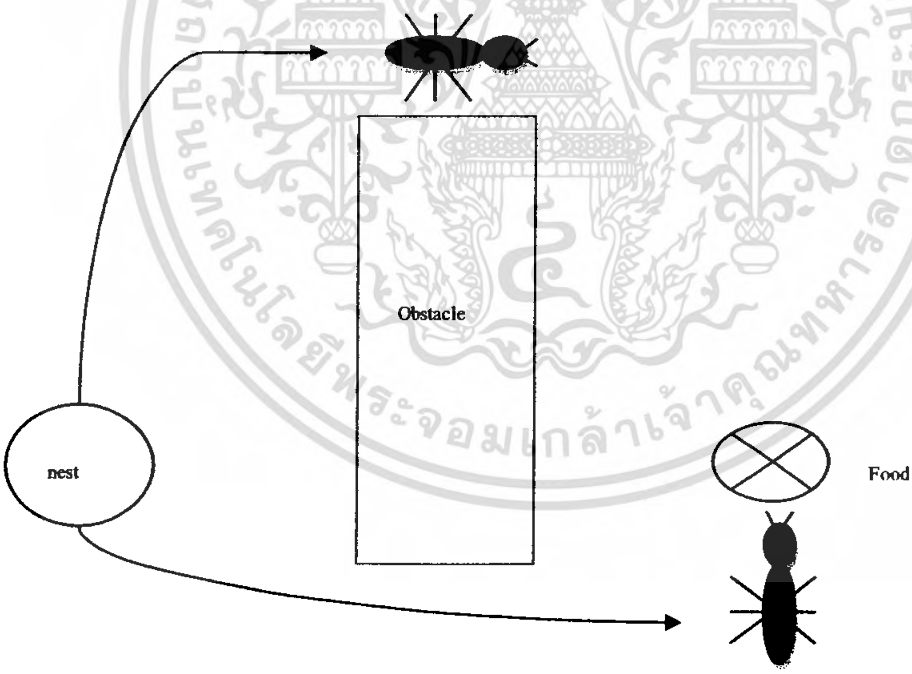
มดนั้นสามารถออกจากรังและเข้าไปในสภาพแวดล้อมที่ซับซ้อน เพื่อค้นหาอาหารและนำอาหารที่ได้กลับไปรังได้อย่างถูกต้อง แม้ว่าจะมีระยะทางไกลจากรังมากก็ตาม เนื่องมาจากขณะที่มดเดินไปตามเส้นทางได้มีการทิ้งสารชนิดหนึ่งไว้ตามเส้นทางที่ผ่านไปด้วย สารชนิดนั้นเรียกว่า ฟีโรโมน (Pheromone) เพื่อใช้เป็นเครื่องหมายในการบอกเส้นทาง จึงทำให้สามารถขนอาหารกลับไปที่รังได้สำเร็จ

ซึ่งการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดในการขนอาหารของมดนั้นจะเป็นไปตามธรรมชาติ โดยเมื่อมดเดินไปตามเส้นทางเพื่อขนอาหาร แต่ละตัวจะทำการปล่อยสารฟีโรโมนทิ้งไว้ตามเส้นทางด้วย เพราะฉะนั้นเส้นทางที่สั้นกว่าจะมีระดับความเข้มของฟีโรโมนมากกว่าเส้นทางที่มีระยะทางไกลและสามารถขนอาหารได้ปริมาณที่มากกว่าถ้าใช้เวลาเท่ากัน และมดตัวอื่นๆ จะทำการเลือกเส้นทางจากความเข้มของระดับฟีโรโมนที่ถูกปล่อยทิ้งเอาไว้ตามเส้นทาง เมื่อระดับฟีโรโมนในเส้นทาง ก มีความเข้มมากกว่าเส้นทาง ข มดก็จะเลือกเส้นทาง ก มากกว่าเส้นทาง ข ด้วย ยกตัวอย่างดังภาพที่ 2.1 จะเห็นได้ว่าที่รังมด (Nest) มีมดอยู่ 2 ตัว และมีสิ่งกีดขวาง (Obstacle) ระหว่างรังและอาหาร



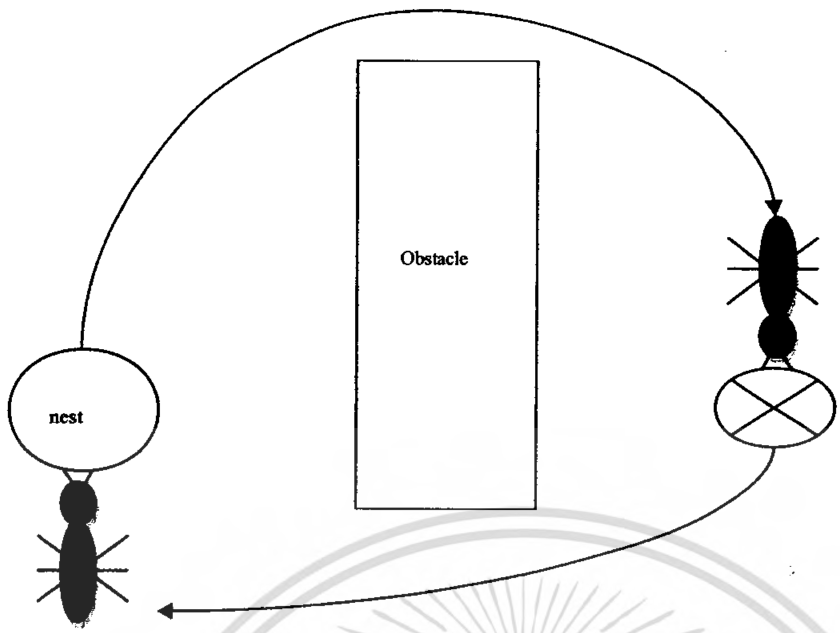
รูปที่ 2.1 แสดงตำแหน่งของรังมดและอาหาร

ในช่วงเวลา T_1 มด ข ไปถึงอาหาร แต่มด ก กำลังอยู่ระหว่างการเดินทางดังรูปที่ 2.2



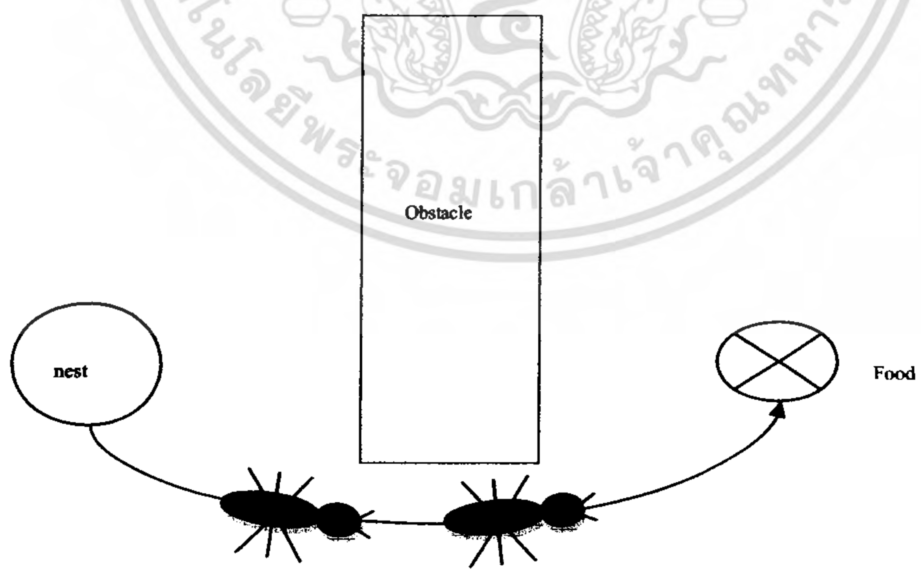
รูปที่ 2.2 แสดงเหตุการณ์ที่ช่วงเวลา T_1

ในช่วงเวลา T_2 มด ก เดินทางไปถึงอาหารและมด ข เดินทางกลับถึงรัง ดังรูปที่ 2.3



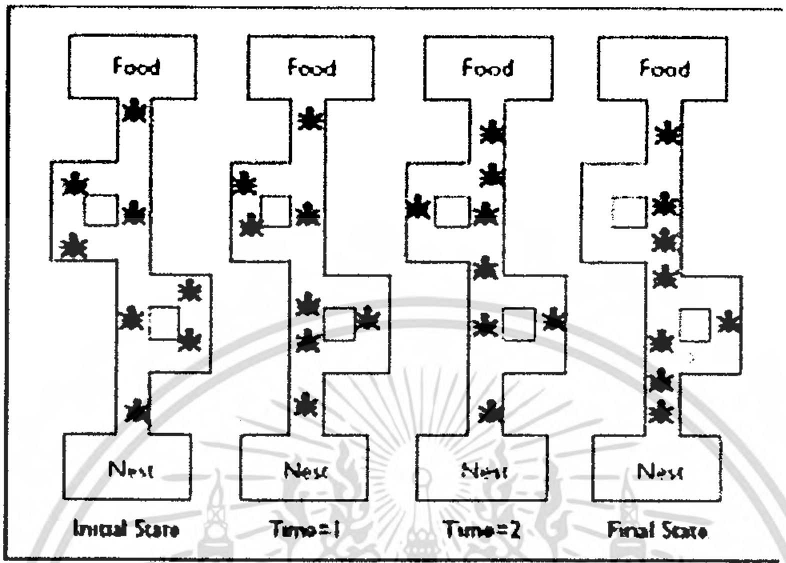
รูปที่ 2.3 แสดงเหตุการณ์ที่ช่วงเวลา T_2

ในช่วงเวลา T_3 มด ข เดินทางไปขนอาหารอีกเป็นรอบที่ 2 และมด ก กำลังขนอาหารกลับรังในรอบที่ 1 ต่อมาในช่วงเวลา T_4 ทั้งมด ก และ ข ต่างกลับมาถึงรัง โดยมด ข ขนอาหาร 2 รอบมากกว่ามด ก ทำให้ระดับความเข้มของสารฟีโรโมนที่มด ข ทิ้งไว้ตามเส้นทางมีมากกว่าเส้นทางของมด ก ทำให้ที่เวลา T_5 ทั้งมด ก เลือกใช้เส้นทางเดียวกับมด ข ในการขนอาหารดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แสดงเหตุการณ์ที่ช่วงเวลา T_5

ซึ่งในกรณีที่มีมดหลายตัวสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.5 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเมื่อเวลาผ่านไปมดจะเลือกใช้เส้นทางที่สั้นที่สุดในการเดินทางเพื่อขนอาหารกลับไปสู่รัง หลักการนี้เป็นต้นแบบในการพัฒนามาเป็น Ant Algorithm



รูปที่ 2.5 แสดงความเปลี่ยนแปลงจำนวนมดในเส้นทางต่างๆ

2.2 Ant Algorithm

เป็น Artificial Intelligence ตัวหนึ่งที่มีความสามารถในการหาเส้นทางที่สั้นที่สุด โดยทำการเลียนแบบพฤติกรรมของมดในธรรมชาติซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

2.2.1 Ant

ใน Ant Algorithm ประกอบด้วย Ant เอเจนท์ (agent) จำนวนมากและเป็นสิ่งสำคัญที่ใช้ในการแก้ปัญหา โดย Ant แต่ละตัวมีกฎง่ายๆ ในการเลือกเส้นทางและเก็บรักษาโหนดที่เดินทางผ่านไปแล้วไว้ใน Tabu list ซึ่งเป็นสิ่งตรวจสอบว่า Ant ไม่ได้เดินวนซ้ำทางเดิม ซึ่งใน Ant Algorithm ไม่อนุญาตให้ Ant ใช้เส้นทางที่เดินผ่านมาแล้ว การเดินทางของ Ant จบลงเมื่อไปถึงจุดหมาย

มดตามธรรมชาติจะทำการปล่อยฟีโรโมนไว้ตามเส้นทางแต่ใน Ant Algorithm จะทำการคำนวณค่าฟีโรโมนในแต่ละเส้นทางเมื่อจบ Ant Tour

2.2.2 Ant Tour

เริ่มส่ง Ant ออกไป จำนวนมดที่ปล่อยออกไปแรกเริ่มจะมีค่าเท่ากับจำนวนเส้นทางของจุดเริ่มต้นซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญมาก เนื่องจากเราต้องการให้แต่ละเส้นทางมีโอกาสเท่ากันในช่วงเริ่มต้นและ Tour จะจบลงเมื่อ Ant ทุกตัวไปถึงจุดหมายหรือหยุดการทำงาน เมื่อ Ant ทุกตัวสิ้นสุดการเดินทางแล้ว จึงเริ่มการคำนวณของ Ant Algorithm ต่อไป ทำให้ในระหว่างที่ Ant Tour ยังไม่เสร็จ

สิ้นจะไม่มีการอัพเดทข้อมูลใดๆเมื่อ Ant ทุกตัวสิ้นสุดการเดินทางแล้ว Ant Algorithmจะทำการคำนวณดังนี้

2.2.2.1 คำนวณหาปริมาณของฟีโรโมน(Pheromone) ที่ปล่อยไว้ในแต่ละเส้นทาง โดยเส้นทางที่สั้นจะมีระดับการปล่อยฟีโรโมนไว้มากกว่าเส้นทางที่ยาวกว่า โดยคำนวณได้จากสมการที่ 2.1

$$Pheromone = \frac{Q}{\mathrm{D}} \tag{2.1}$$

โดย Q เป็นค่าคงตัวที่กำหนดขึ้นเอง โดยมีความสัมพันธ์กับระดับของฟีโรโมนที่ปล่อยไว้ตามเส้นทาง

D เป็นค่าของระยะทาง

2.2.2.2 คำนวณหาระดับของฟีโรโมน(Pheromone Level)ในแต่ละเส้นทางของเอเจนท์แต่ละตัวตามสมการที่ 2.2

$$\mathrm{PheromoneLevel} = \mathrm{InitP} + (P * \rho) \tag{2.2}$$

โดย ρ เป็นค่าคงที่มีค่าระหว่าง 0 และ 1

InitP เป็นค่าเริ่มต้นของฟีโรโมน

P เป็นปริมาณของฟีโรโมนที่หาได้จากสมการที่ 2.1

2.2.2.3 คำนวณหาความเข้มของฟีโรโมน(Pheromone Evaporation)ในแต่ละเส้นทางตามสมการที่ 2.3

$$\mathrm{PheromoneEva} = \mathrm{PL} * (1 - \rho) \tag{2.3}$$

โดย PL คือ ค่าระดับฟีโรโมนจากสมการที่ 2.2

2.2.2.4 คำนวณหาเส้นทางที่ดีที่สุดจากเส้นทางที่มีโดยใช้สมการที่ 2.4 โดยค่าที่ได้ออกมาจะเป็นอัตราส่วนของโอกาสที่เอเจนท์จะเลือกเส้นทางนั้น โดยเส้นทางที่มีค่าความเป็นไปได้(Probability) มากที่สุดหรือใกล้เคียง 1 มากที่สุดจะได้รับเลือกให้เป็นเส้นทางที่ดีที่สุด

$$\mathrm{Probability} = \frac{\mathrm{PE}^{\alpha} * \mathrm{P}^{\beta}}{\sum_{k} \mathrm{PE}^{\alpha} * \mathrm{P}^{\beta}} \tag{2.4}$$

โดย P เป็นค่าที่ได้จากสมการที่ 2.1 ของแต่ละเส้นทาง

PE เป็นค่าที่ได้จากสมการที่ 2.3 ของแต่ละเส้นทาง

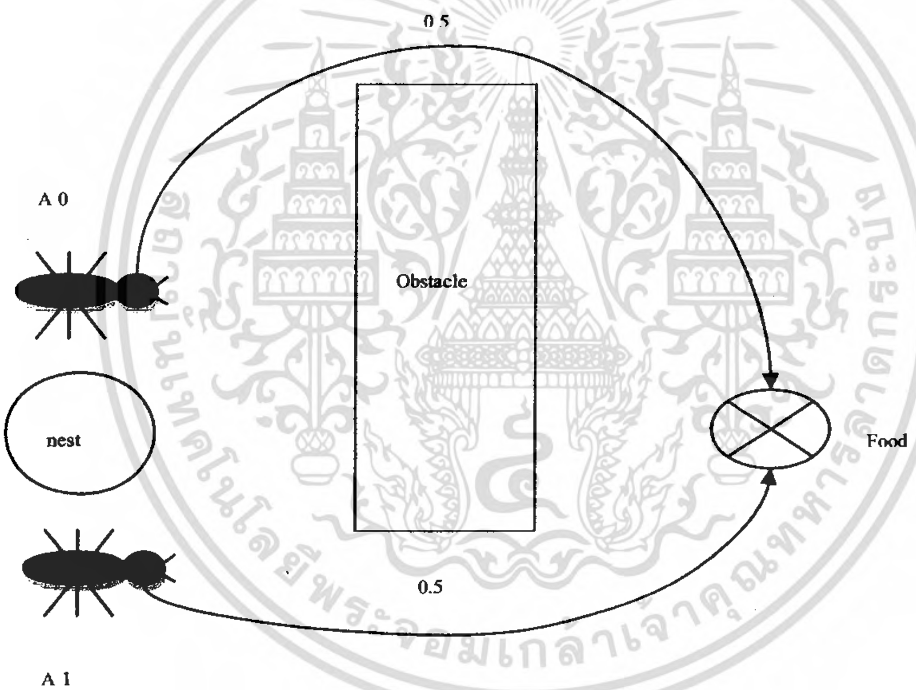
α เป็นค่าความเข้มของฟีโรโมน

β เป็นค่าความสำคัญของฮิวริสทิค(Heuristic)

Ant Algorithm จะเก็บเส้นทางที่มีค่าความเป็นไปได้ (Probability) มากที่สุดไว้ และทำการเริ่ม Ant Tour ใหม่ เมื่อได้ค่าที่ดีที่สุดจะทำการคำนวณ Ant Algorithm เปรียบเทียบระหว่าง 2 เส้นทาง และเก็บเส้นทางที่ดีที่สุดไว้ Ant Algorithm จะทำการสร้าง Ant Tour จนครบตามที่กำหนด และจะส่งเส้นทางที่ดีที่สุดกลับไป

2.2.3 กรณีศึกษา

2.2.3.1 กรณีศึกษาการคำนวณ Ant Algorithm



รูปที่ 2.6 แสดงเส้นทางและความเป็นไปได้

จากรูปที่ 2.6 แสดงให้เห็นว่ามี Ant 2 ตัว คือ A0 และ A1 และมีเส้นทางไปยังอาหารได้ 2 เส้นทางเช่นกัน โดยค่าความเป็นไปได้ของแต่ละเส้นทางเท่ากับ 0.5 เส้นทางของ A0 มีระยะทาง 20 หน่วย เส้นทางของ A1 มีระยะทาง 10 หน่วย และกำหนดค่าดังต่อไปนี้ ρ=0.6, α=3, β=1, Q=10 , InitPheromone=0.1

วิธีทำ คำนวณหาระดับฟีโรโมนในแต่ละเส้นทางโดยใช้สมการที่ 2.1

$$\text{Pheromone A0} = \frac{10}{20} = 0.5$$

$$\text{Pheromone A1} = \frac{10}{10} = 1$$

คำนวณหาปริมาณฟีโรโมนในแต่ละเส้นทางโดยใช้สมการที่ 2.2

$$\text{PheromoneLevel A0} = 0.1 + (0.5 * 0.6) = 0.4$$

$$\text{PheromoneLevel A1} = 0.1 + (1 * 0.6) = 0.7$$

คำนวณหาความเข้มของฟีโรโมนของแต่ละเส้นทาง โดยใช้สมาการที่ 2.3

$$\text{PheromoneEva A0} = 0.4 * (1 - 0.6) = 0.16$$

$$\text{PheromoneEva A1} = 0.7 * (1 - 0.6) = 0.28$$

คำนวณหาค่าความเป็นไปได้ โดยใช้สมการที่ 2.4

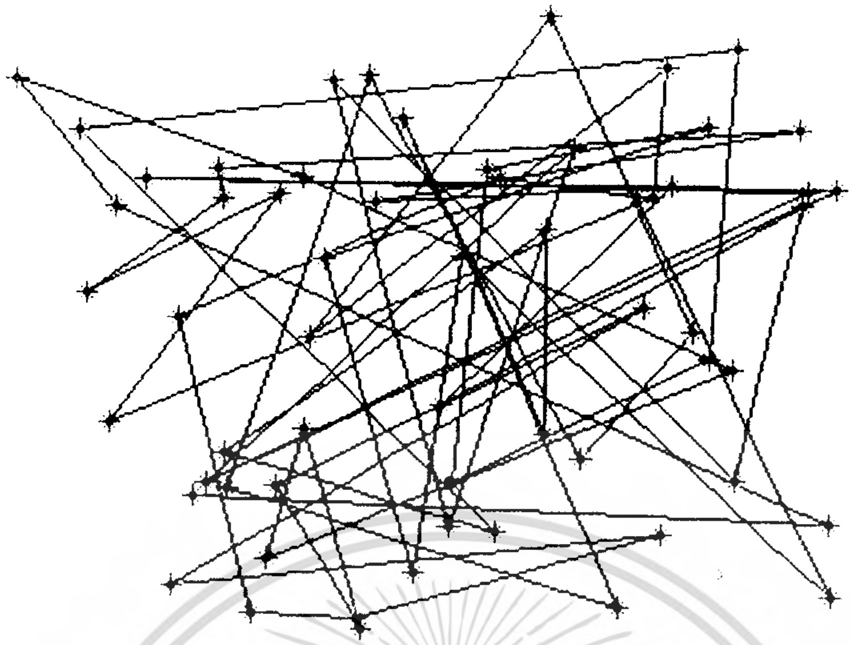
$$\text{Probability A0} = \frac{(0.16)^3 * (0.5)^1}{((0.16)^3 * (0.5)^1)+((0.28)^3 * (1)^1)} = \frac{0.002048}{0.024} = 0.085$$

$$\text{Probability A1} = \frac{(0.28)^3 * (0.1)^1}{((0.16)^3 * (0.5)^1)+((0.28)^3 * (1)^1)} = \frac{0.002048}{0.024} = 0.915$$

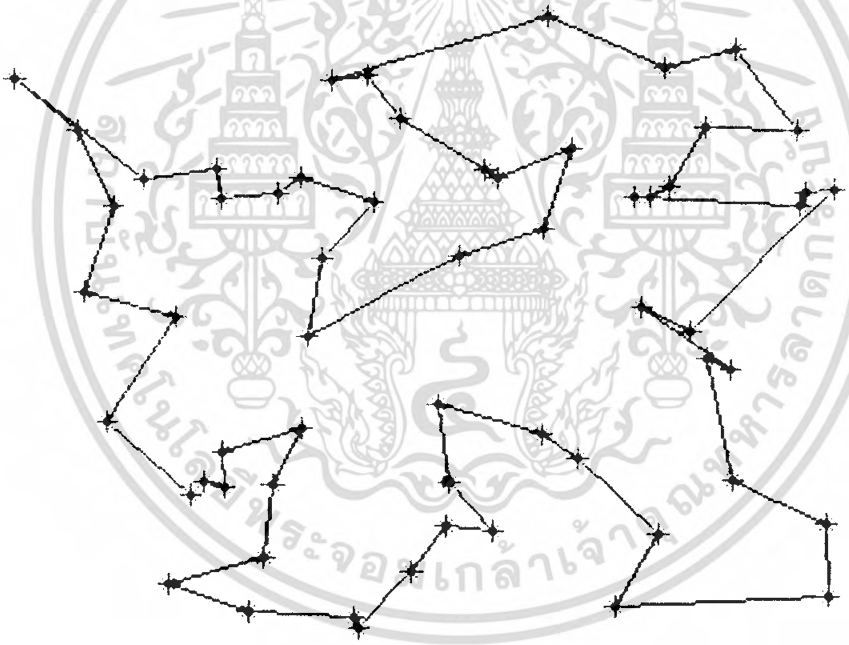
เนื่องจาก Probability A1 > Probability A0 **เพราะฉะนั้น เส้นทาง** A1 **เป็นเส้นทางที่สั้นที่สุด**

2.2.3.2 **กรณีศึกษา** Traveling Salesperson Problem (TSP)

การแก้ปัญหา Traveling Salesperson Problem (TSP)**โดยใช้** Ant Algorithm **ซึ่งจุดแต่ละจุดแทนสัญลักษณ์เมือง และกำหนดให้** Salesperson **ต้องเดินทางไปทุกเมืองแต่ไม่ซ้ำกันโดยให้มีระยะทางในการเดินทางน้อยที่สุด ซึ่งแสดงคำตอบในรูปที่** 2.7 **และ** 2.8



รูปที่ 2.7 แสดงการแก้ปัญหา TSP ของ Ant tour ครั้งที่ 1



รูปที่ 2.8 แสดงการแก้ปัญหา TSP ของ Ant tour ครั้งที่ 1500

2.2.4 การกำหนดค่าของตัวแปร

Marco Dorigo (ผู้คิดค้น Ant Colony Optimization) ได้ประกาศค่าของตัวแปรของ Ant Algorithm ไว้ในบทความ "The Ant System: Optimization by a Colony of Cooperating Agents" [IEEE96] โดยรวมไว้ดังนี้

2.2.4.1 Alpha (α) และ Beta (β)

Alpha (α) และ Beta (β) ค่าของαและβ มีความสัมพันธ์เป็นสัดส่วนระหว่างความเข้มของฟีโรโมนและค่าความสำคัญของฮิวริสทิค (Heuristic) หรือระยะทางของเส้นทางซึ่งสามารถกำหนดค่าได้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงค่าความสัมพันธ์ของ α และ β

α	β
0.5	5.0
1.0	1.0
1.0	2.0
1.0	5.0

2.2.4.2 Rho (ρ)

เป็นค่าสัมประสิทธิ์ที่มีความสัมพันธ์กับฟีโรโมนของ Ant ที่ปล่อยไว้ตามเส้นทาง จากการทดสอบของ Marco Dorigo หากค่าของ Rho มากกว่า 0.5 จะให้ผลลัพธ์ที่น่าพอใจ แต่หากค่า Rho น้อยกว่า 0.5 ผลลัพธ์ที่ได้จะไม่น่าพอใจ

ค่า Rho เป็นตัวแปรสำคัญในการให้ความสำคัญกับค่าของฟีโรโมนที่ Ant ได้ปล่อยไว้บนเส้นทางแต่ละเส้น

2.2.4.3 จำนวน Ant

จำนวน Ant ที่ใช้ในการ simulation มีผลโดยตรงกับประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ยิ่งใช้ Ant จำนวนมากผลลัพธ์ที่ได้จะใกล้เคียงกับผลลัพธ์ที่ดีที่สุด

บทที่ 3

การวิเคราะห์และการออกแบบ

ในบทที่ 3 นี้จะอธิบายเกี่ยวกับการออกแบบโปรแกรมโดยใช้ UML เป็นเครื่องมือในการออกแบบ ซึ่ง UML นั้นเป็นการออกแบบเชิงวัตถุ ซึ่งจะประกอบด้วย Requirement, Use Case Diagram, Sequence Diagram, Class Diagram และ User Interface เป็นต้น

3.1 Requirement

โปรแกรมระบบค้นหาเส้นทางอัตโนมัติเพื่อใช้ในการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุดของจุดหมายปลายทางโดยการกำหนดจุดเริ่มต้นและระบุปลายทางที่ต้องการ

3.1.1 User Requirement

3.1.1.1 Functional

- สามารถบอกเส้นทางที่สั้นที่สุดจากจุดที่กำหนดไปถึงจุดหมายปลายทางที่กำหนดได้ โดยใช้การเน้นสีบนแผนที่
- โปรแกรมสามารถแสดงเส้นทางต่างๆบนแผนที่ได้
- สามารถย่อ/ขยายภาพได้

3.1.1.2 Non functional

- โปรแกรมใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ PC หรือ Note books
- มีคู่มือของโปรแกรม
- โปรแกรมไม่มีการใช้งานกับเครือข่ายหรือ internet
- ระบบไม่เกี่ยวข้องกับการใช้เสียงใดๆ
- รูปแบบ interface ใช้งานง่าย

3.1.2 System Requirement

3.1.2.2 Functional

- โปรแกรมแสดงผลโดยใช้ข้อมูลที่อยู่ในรูปของ Text File
- Algorithm ที่ใช้ในการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุดจะใช้ Ant Algorithm
- เมื่อได้เส้นทางที่ต้องการจะมีการวาดเส้นทาง Highlight โดยใช้การเน้นสี
- สามารถย่อ/ขยายภาพได้

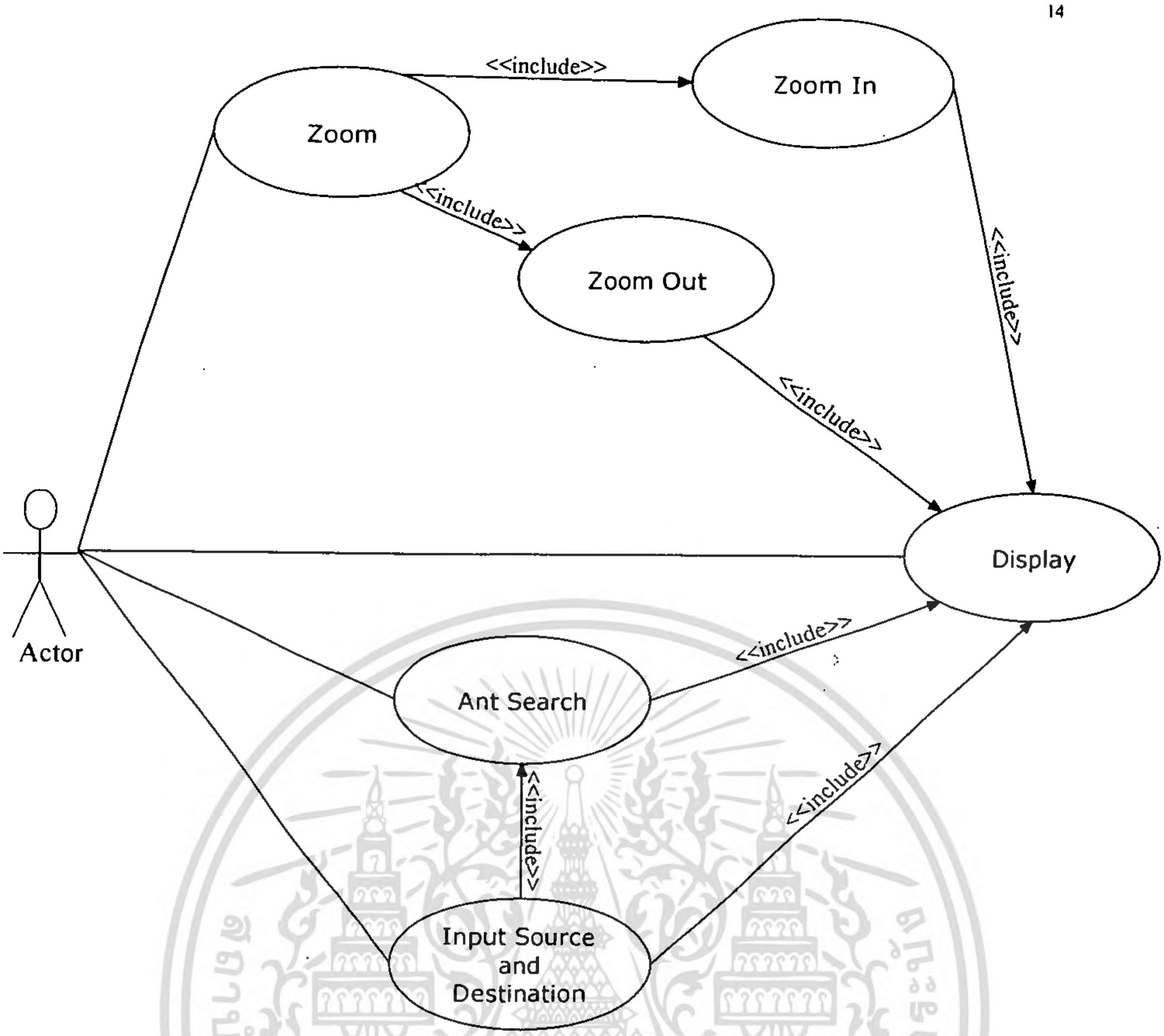
3.1.2.2 Nonfunctional

- interface ออกแบบเป็นมาตรฐานกับ OS
- โปรแกรมใช้กับคอมพิวเตอร์ PC หรือ Note Books
- มี User manual และ Document

3.2 Use Case Diagram

เป็น Diagram ที่แสดงถึงรูปแบบการทำงานของโปรแกรม ซึ่งถูกใช้งานโดย User จากรูปที่ 3.1 ซึ่งจะแสดงให้เห็นว่า User สามารถใช้งานโปรแกรมง่ายๆเช่น Zoom, Ant Search, Input Source and Destination เป็นต้นโดย

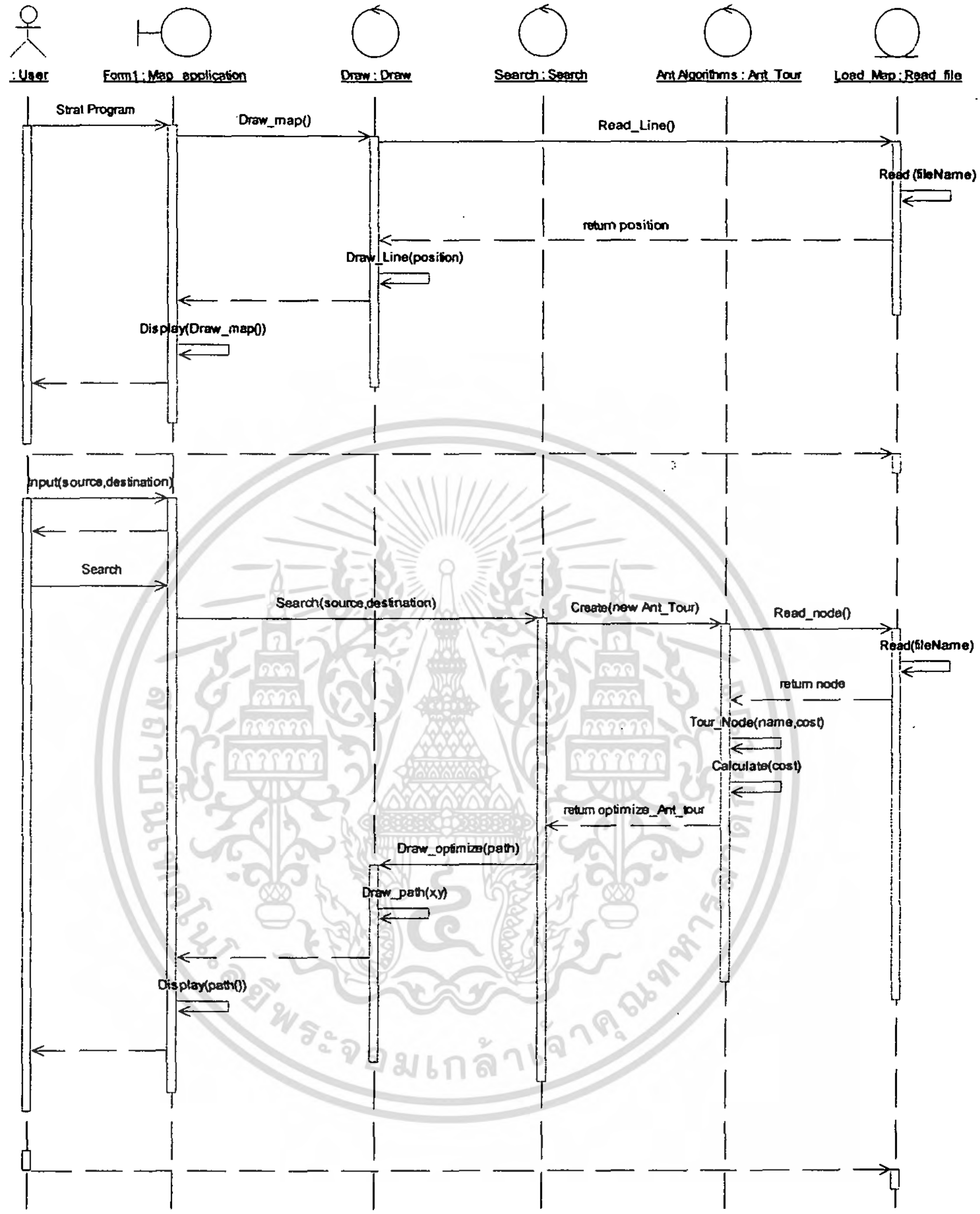
- Zoom เป็นการย่อหรือขยายรูปแผนที่ โดยแบ่งได้ออกเป็น Zoom In, Zoom Out
- Ant Search เป็นการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุด โดยใช้ Ant Algorithm ในการค้นหาเส้นทาง
- Input Source and Destination ผู้ใช้งานสามารถป้อนข้อมูลจุดเริ่มต้นและจุดหมายปลายทางในการค้นหาเส้นทางได้
- Display เป็นการแสดง GUI ของโปรแกรมเพื่อทำการติดต่อสื่อสารกับผู้ใช้งาน



รูปที่ 3.1 Use Case Diagram

3.3 Sequence Diagram

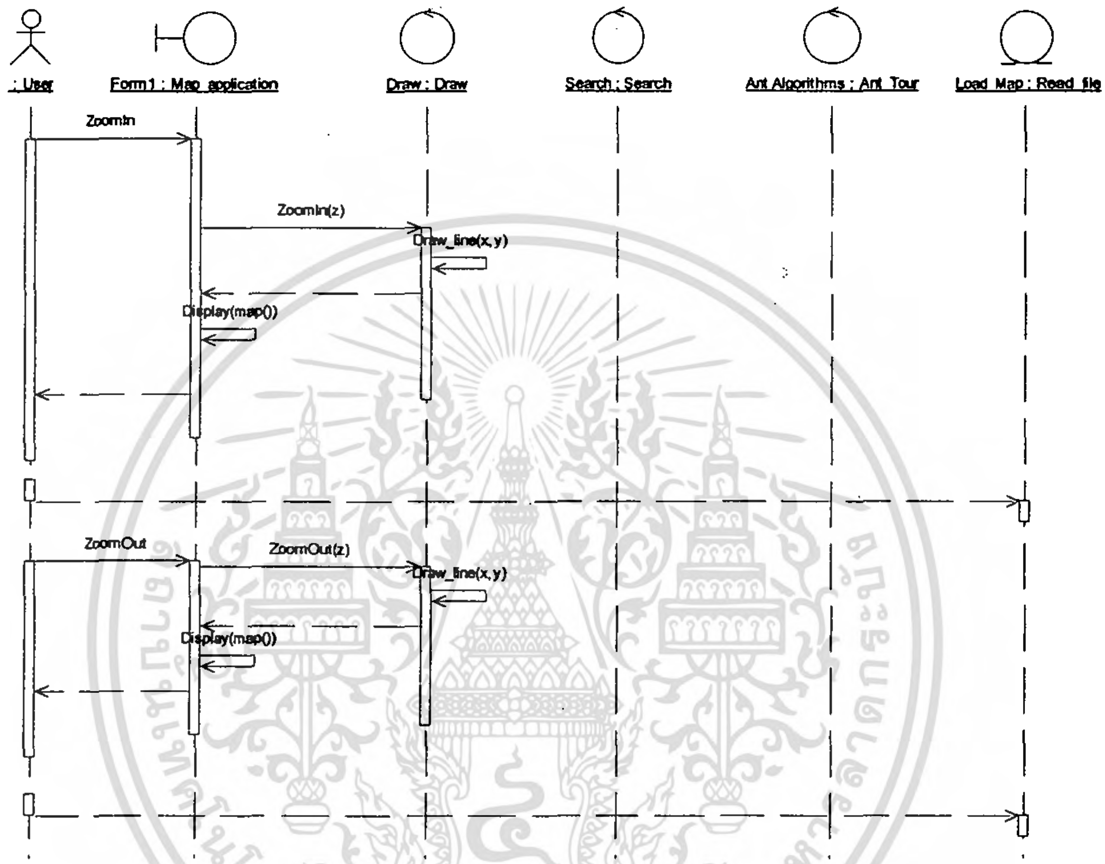
เป็น Diagram ที่แสดงให้เห็นถึงการทำงานของโปรแกรมเมื่อมีการใช้งานหรือเป็นการทำงานตอบสนองต่อคำสั่งของผู้ใช้งาน โดยแสดงรายละเอียดการทำงานของโปรแกรมในส่วนต่างๆ ซึ่งมีการทำงานดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.2 แสดงขั้นตอนการเริ่มโปรแกรมและการค้นหาเส้นทาง

จากรูปที่ 3.2 เมื่อสตาร์ทโปรแกรมขึ้นมาก็จะดึงภาพแผนที่ขึ้นมาแสดงบน Application แล้วก็รอให้ User ทำการป้อนข้อมูลต้นทางและปลายทาง หลังจากที่ User ทำการป้อนข้อมูลเสร็จแล้วก็ทำการกดปุ่ม Search เพื่อทำการค้นหาเส้นทาง หลังจากที่ User กดปุ่ม Search แล้ว Class Ant จะทำ

การ Initial ข้อมูลต้นทางและปลายทางให้ Agent Ant จากนั้น Class Search จะทำการงานตาม Algorithm เมื่อได้ผลออกมาจะ Return เส้นทางที่สั้นที่สุดออกมาเพื่อให้ Class Draw ทำการวาดเส้นทางที่ดีที่สุดลงบนแผนที่เพื่อแสดงให้ User ได้รู้ว่าเป็นเส้นทางที่ดีที่สุด



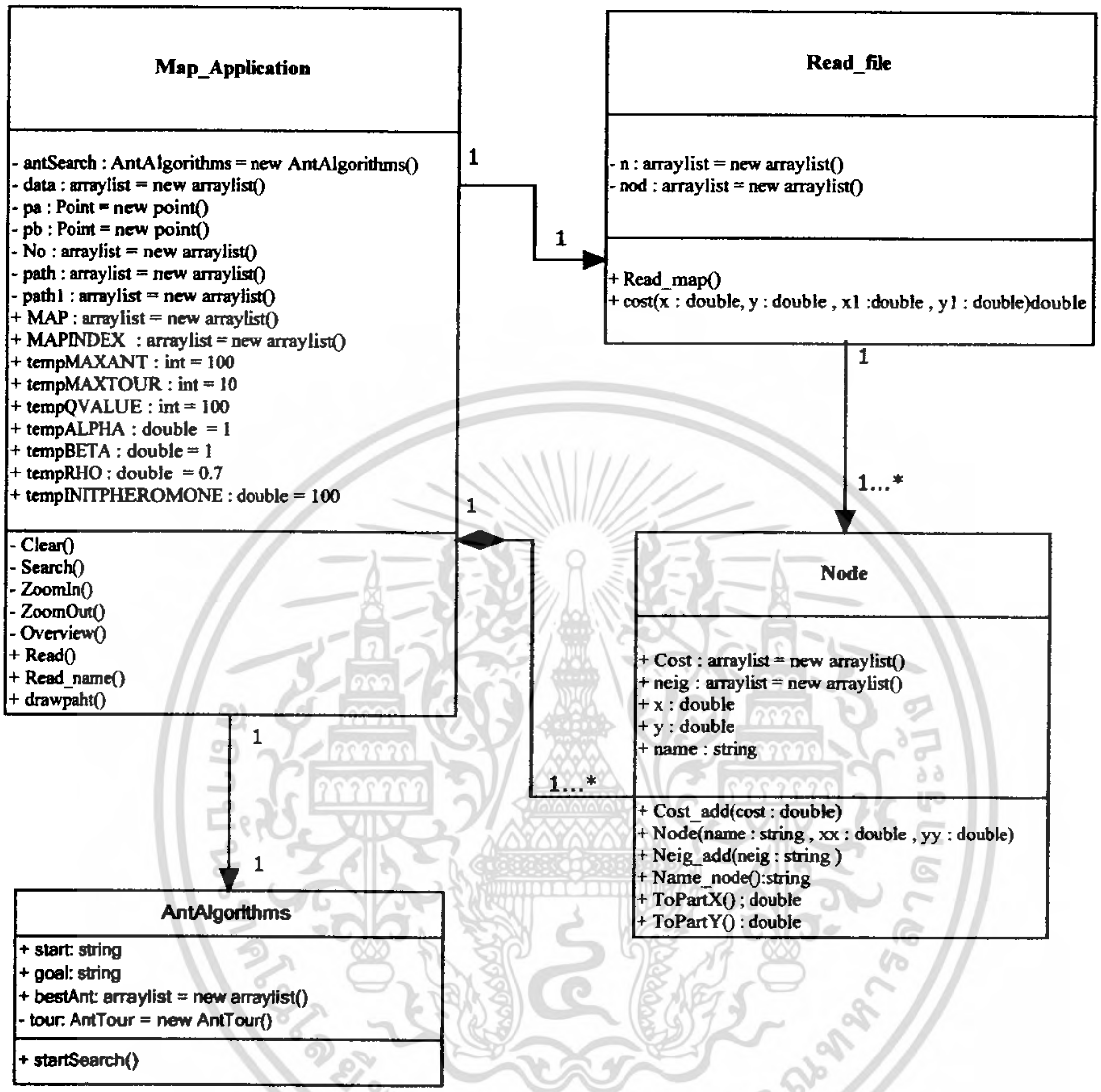
รูปที่ 3.3 แสดงขั้นตอนการ Zoom In และ Zoom Out

จากรูปที่ 3.3 แสดงขั้นตอนการซูมเมื่อ User ได้ทำการกดปุ่ม ZoomIn หรือ ZoomOut ตัวโปรแกรมจะทำการเปลี่ยนมุมมองของภาพแผนที่ให้ใกล้ หรือ ไกลออกไป

3.4 Class Diagram

เป็นการออกแบบ Object แต่ละตัวที่มีในโปรแกรม โดยจะแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์กันระหว่าง Object รวมถึง Method และ Data ในแต่ละ Object ซึ่งในโปรแกรมนี้สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

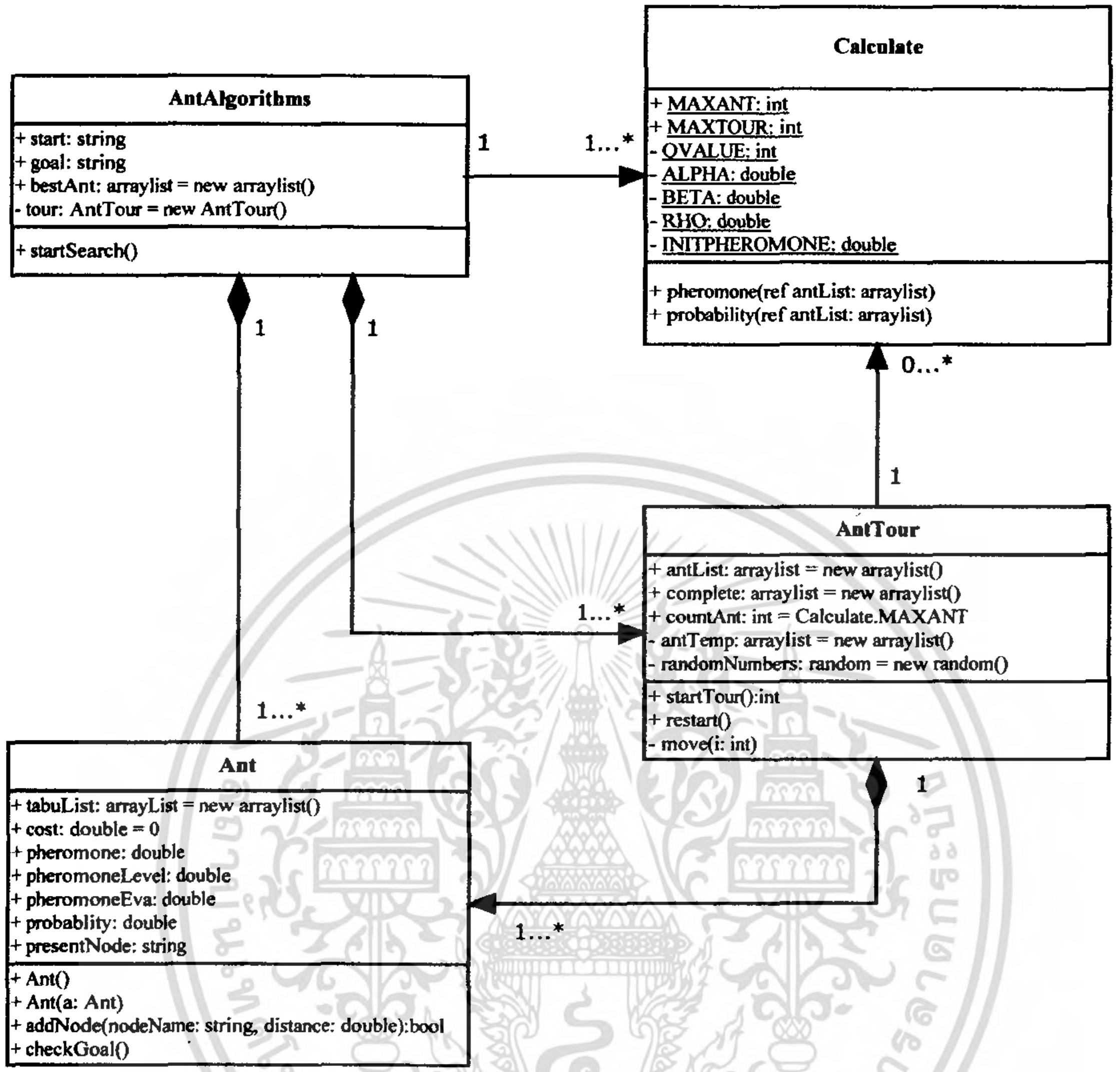
3.4.1 Class Map_Application



รูปที่ 3.4 แสดง Class Map Application

จากรูปที่ 3.4 Class Map_Application จะทำการเรียก Method ของ Class Read_file เพื่ออ่านข้อมูลแผนที่ที่ใช้ในการ Search มาเก็บไว้ โดยที่ Class Read_file จะทำการเรียกใช้ Class Node เพื่อทำการเก็บข้อมูลที่อ่านมาให้อยู่ในรูปที่สามารถใช้ในการ Search ได้ง่ายๆและจะทำการคำนวณค่า Cost ของแต่ละโหนด เพื่อใช้เป็นของมูลอ้างอิงในการค้นหาเส้นทาง เมื่อได้ข้อมูลมาแล้วและมีการกดปุ่ม Search หลังจากนั้น Class Map_Application จะเรียกใช้ Class AntAlgorithms ในการค้นหาเส้นทาง

3.4.2 Class Ant Algorithms

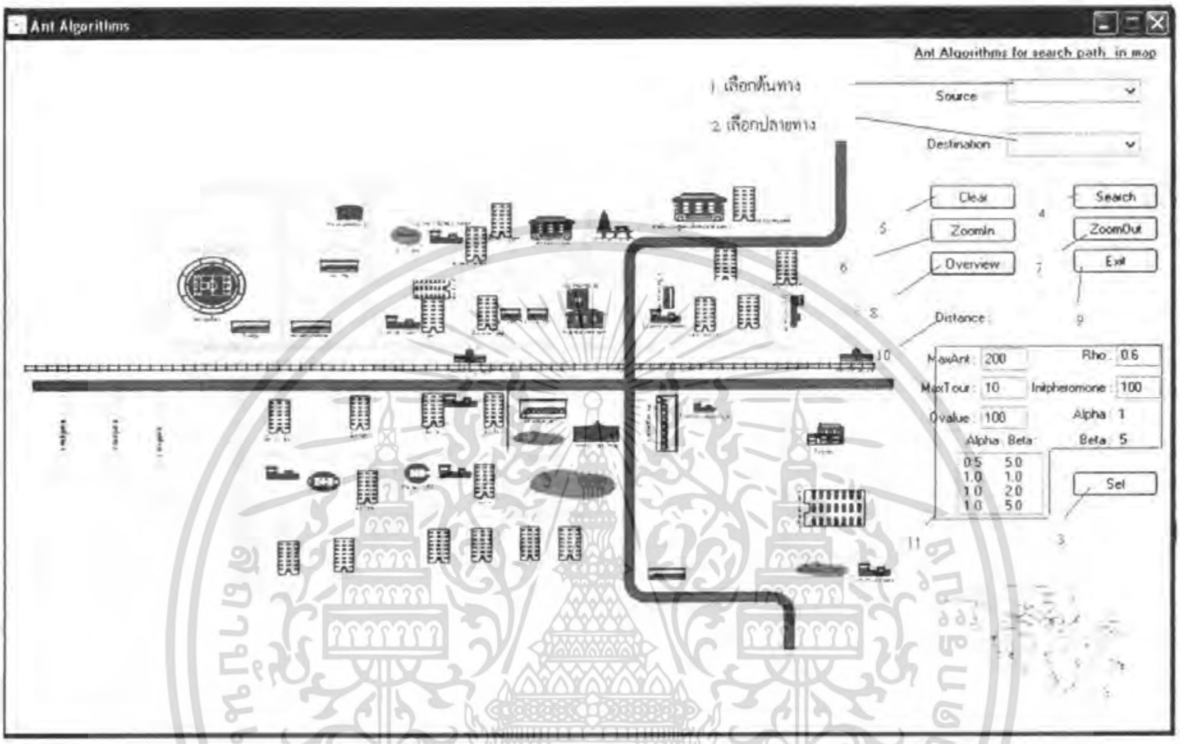


รูปที่ 3.5 แสดง Class Ant Algorithms

Class Ant Algorithms จะประกอบด้วย Object ของ Class Ant และ Class AntTour และทำงานโดยการเรียกใช้ Class AntTour เมื่อ Class AntTour ถูกเรียกใช้จะทำการสร้าง Object ของ Class Ant ขึ้นและทำการค้นหาเส้นทาง จากนั้นจะทำการเรียก Class Calculate เพื่อคำนวณค่าต่างๆ และส่งเส้นทางที่สั้นที่สุดกลับไป Class Ant Algorithms จะทำการเริ่มAntTour อีกครั้งเมื่อได้เส้นทางจะทำการคำนวณค่าฟีโรโมนใหม่โดยเรียกใช้ Class Calculate เมื่อการค้นหาเสร็จแล้วจะทำการส่งค่าเส้นทางที่สั้นที่สุดที่หาพบกลับไป

3.5 User Interface

ในรูปที่ 3.6 เป็นรูป Application ของโปรแกรมที่ออกแบบเป็นส่วนที่ผู้ใช้ใช้ติดต่อกับโปรแกรมโดยมีส่วนประกอบดังนี้



รูปที่ 3.6 แสดงภาพ User Interface

ปุ่มต่างๆ

1. ช่องในการกำหนดข้อมูลต้นทาง
2. ช่องในการกำหนดข้อมูลปลายทาง
3. ปุ่มที่ใช้ในการกำหนดค่าตัวแปรต่างในหมายเลข 11 เป็นค่าที่ใช้ในการค้นหาเส้นทาง
4. ปุ่ม Search ใช้ในการสั่งในโปรแกรมค้นหาเส้นทาง
5. ปุ่มที่ใช้ในการเคลียร์ค่าต่างให้เป็นค่าเริ่มต้นที่มีการกำหนดไว้แล้ว
6. ใช้ในการซูมภาพเข้ามาใกล้
7. ใช้ในการซูมภาพให้ไกลออกไป
8. ใช้ในการดูภาพขนาดปกติ
9. ปุ่มที่ใช้จบการทำงานและก็ออกจากโปรแกรม
10. แสดงค่าระยะทาง

11. เป็นส่วนที่ใช้ในการกำหนดค่าต่างที่ใช้ในการค้นหาเส้นทางซึ่งค่าแต่ละตัวจะมีผลต่อการค้นหาเส้นทาง

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

ในบทที่ 4 นี้จะขอกล่าวในส่วนของการทดลองเพื่อหาค่าของตัวแปรของ Ant Algorithm ที่เหมาะสมกับการใช้ค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุดที่สามารถไปถึงจุดหมายปลายทางได้ และทำการทดสอบใช้ Application ในการหาเส้นทางจากค่าของตัวแปรที่ได้จากการทดลอง

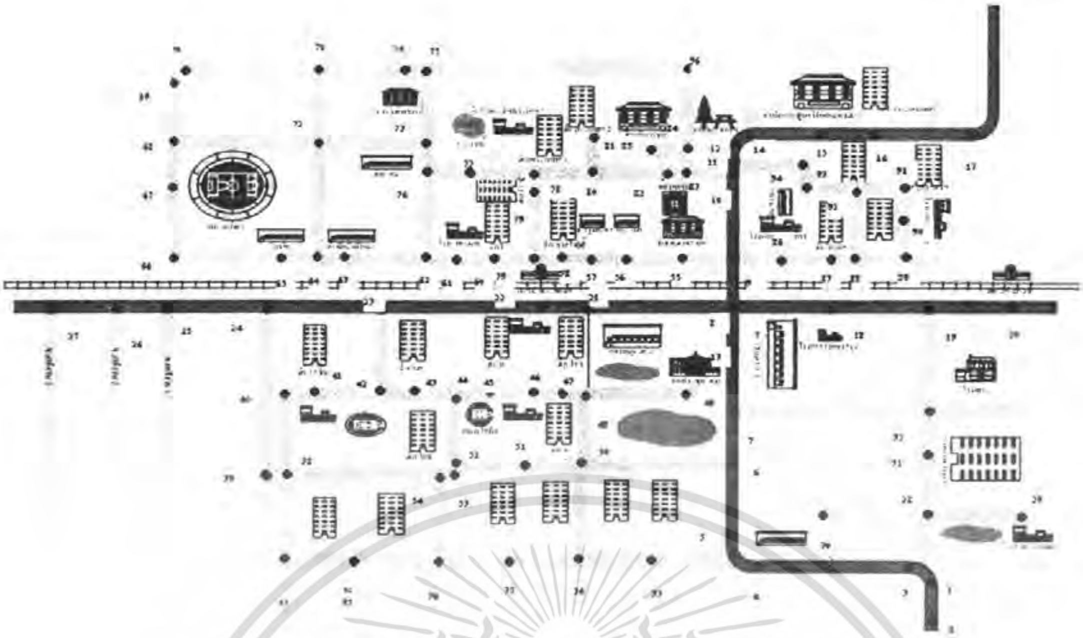
4.1 วิธีทำการทดลอง

เป็นข้อกำหนดที่จะใช้ในการทดลองต่อไปนี้ ซึ่งสามารถแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วนได้แก่การหาค่าตัวแปรที่เหมาะสม และการทดสอบรันโปรแกรมจากค่าตัวแปรที่หาได้

4.1.1 การทดลองและบันทึกผลหาค่าตัวแปรที่เหมาะสม

เป็นการทดลองเป็นหาค่าตัวแปรที่ถูกต้องและเหมาะสมเพื่อนำไปใช้ในการค้นหาเส้นทางในแผนที่โดยใช้ Ant Algorithm ซึ่งตัวแปรต่างๆ มีดังนี้ Max Ant, Max Tour, Alpha, Beta, Rho โดยในการทดลองจะกระทำการต่อไปนี้

- ❖ กำหนดจุดเริ่มต้นและจุดหมายปลายทางไว้ที่จุดใดๆในแผนที่(ดังรูปที่ 4.1)
- ❖ กำหนดค่าตัวแปรอื่นๆยกเว้นตัวแปรที่ต้องการทดลองไว้เป็นตัวแปรควบคุม ซึ่งจะไม่มีการเปลี่ยนค่าตลอดการทดลอง
- ❖ ทำการทดลองและบันทึกผลการทดลอง โดยทำการเปลี่ยนค่าตัวแปรที่ต้องการทดลองและทำการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุด ซึ่งในการบันทึกผลจะทำการเปรียบเทียบค่าระยะทางของเส้นทางที่ได้จากการทดลอง หรือบันทึกค่าอื่นๆที่เกี่ยวข้อง
- ❖ จากนั้นทำการสรุปผลการทดลองเพื่อหาค่าตัวแปรที่เหมาะสมกับ Application



รูปที่ 4.1 แสดงจุดที่กำหนดไว้บนแผนที่

4.1.2 ทดสอบและรันโปรแกรมจากค่าตัวแปรที่หาได้

เป็นการทดสอบ โปรแกรมโดยใช้ค่าของตัวแปรที่ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด ซึ่งได้มาจากกทดลองหาค่าของตัวแปรที่เหมาะสม ซึ่งได้แก่ Max Ant, Max Tour, Alpha, Beta, Rho โดยจะมีการเปลี่ยนจุดเริ่มต้นและจุดหมาย

4.2 การทดลองและบันทึกผลเพื่อหาค่าตัวแปรที่เหมาะสม

การทดลองและบันทึกผลเพื่อหาค่าตัวแปรที่เหมาะสม จากบทที่ 2 ซึ่งเป็นเนื้อหาเกี่ยวกับ Ant Algorithm นั้น ทำให้เราได้ทราบว่า ค่าของตัวแปรต่างๆใน Ant Algorithm มีความไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับข้อมูลและวิธีการที่นำไปใช้ ทำให้ต้องทำการทดลองว่าค่าใดมีความเหมาะสมกับ Application ที่สร้างขึ้น

4.2.1 การทดลองค่า Max Ant

ในบทที่ 2 เราได้ทราบว่า ค่าของ Max Ant มีผลต่อประสิทธิภาพของการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดแต่ไม่ได้มีการกำหนดค่าที่ตายตัวเอาไว้ ดังนั้นการทดลองนี้ทำเพื่อหาค่าของ Max Ant ที่เหมาะสม โดยการกำหนดค่าของ Max Ant เป็นตัวแปรอิสระซึ่งจะทำการเปลี่ยนแปลงและกำหนดค่าตัวแปรอื่นๆเป็นตัวแปรควบคุมดังต่อไปนี้

MAXTOUR = 5 ALPHA = 1 BETA = 1 RHO = 0.7

startPoint = ทางเข้าสถาบันด้านตลาดหัวตะเข้:จุดที่ 1

goalPoint = สมาคมศิษย์เก่า:จุดที่ 74

ในการทดลองเพื่อหาค่า Max Ant ที่เหมาะสมค่าของผลลัพธ์จากการทดสอบที่น่าสนใจได้แก่

- ❖ จำนวนเส้นทางที่ได้ในแต่ละ Ant Tour คือจำนวนเส้นทางที่หาได้ในแต่ละ Tour ซึ่งจะไม่มีเส้นทางใดซ้ำกัน
- ❖ จำนวนเส้นทางรวม คือ ค่าผลรวมของเส้นทางทั้งหมด ที่ได้มาตลอด 5 Ant Tour โดยอาจจะมีเส้นทางที่ซ้ำกันรวมอยู่ด้วย
- ❖ ค่าเฉลี่ยเส้นทาง/Ant Tour เนื่องจากใน Ant Algorithm การเดินทางของ Ant แต่ละตัวเมื่อ Max Ant ถึงข้อจำกัด จะทำการเดินทางแบบ random ทำให้จำนวนเส้นทางที่ค้นหาได้มีจำนวนไม่แน่นอน จึงมีความจำเป็นที่จะต้องหาค่าเฉลี่ยจำนวนเส้นทางที่ค้นพบ
- ❖ ระยะทางที่ดีที่สุด คือค่าของระยะทางที่ Ant Algorithm ตัดสินว่าเป็นเส้นทางที่สั้นที่สุดจากเส้นทางอื่นๆ ที่หามาได้

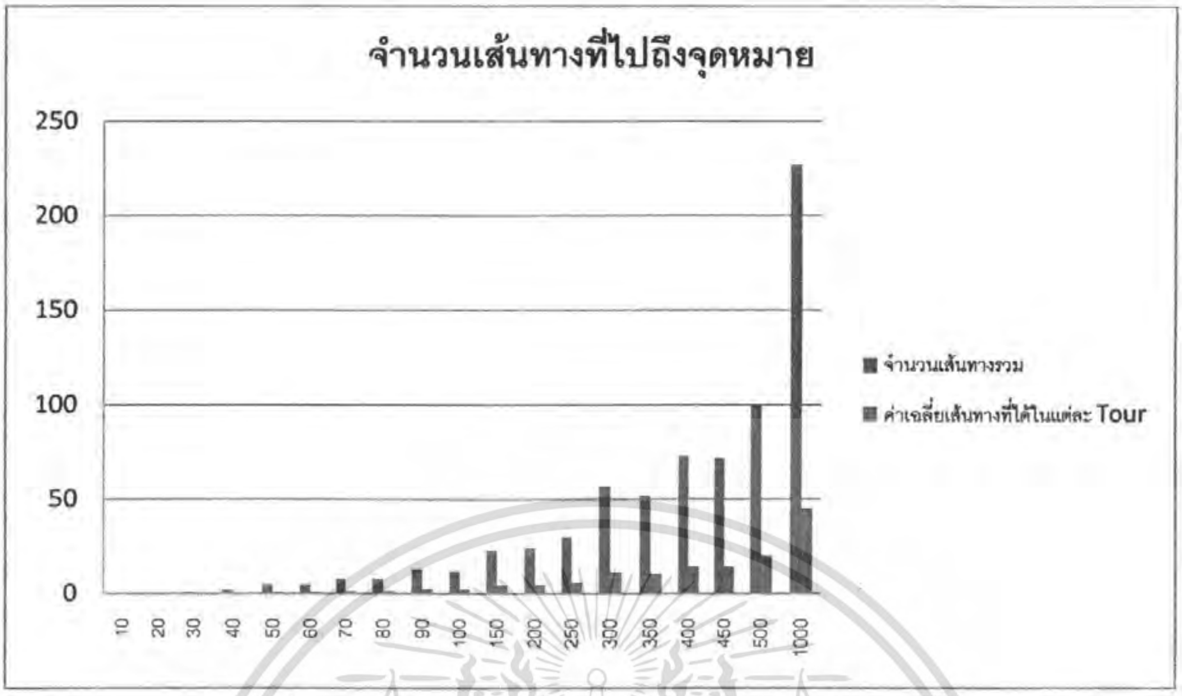
Max Ant เป็นตัวแปรอิสระซึ่งจะทำการเปลี่ยนแปลงค่า โดยเริ่มต้นเป็นการเปลี่ยนแปลงครั้งละ 10 แต่เนื่องจากเห็นค่าความแตกต่างได้น้อยจึงเปลี่ยนเป็นครั้งละ 50 ตามลำดับจนกระทั่งค่าระยะทางที่ดีที่สุดที่ได้ออกมามีความเสถียร โดยมีสมมติฐานว่าที่ค่าผลลัพธ์ของเส้นทางที่ดีที่สุดไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากเมื่อได้เส้นทางที่สั้นที่สุดแล้วค่าระยะทางของเส้นทางก็จะคงที่ จึงทำการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่า Max Ant โดยมีการกำหนดค่าไว้ที่ 1000, 5000 และ 10000 ตามลำดับ ซึ่งจะนำผลการทดลองที่ได้ไปสร้างเป็นกราฟได้แก่ กราฟแสดงจำนวนเส้นทางที่พบ(รูปที่ 4.2) และกราฟแสดงระยะทางของเส้นทางที่สั้นที่สุด(รูปที่ 4.3)

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองค่า Max Ant ครั้งที่ 1

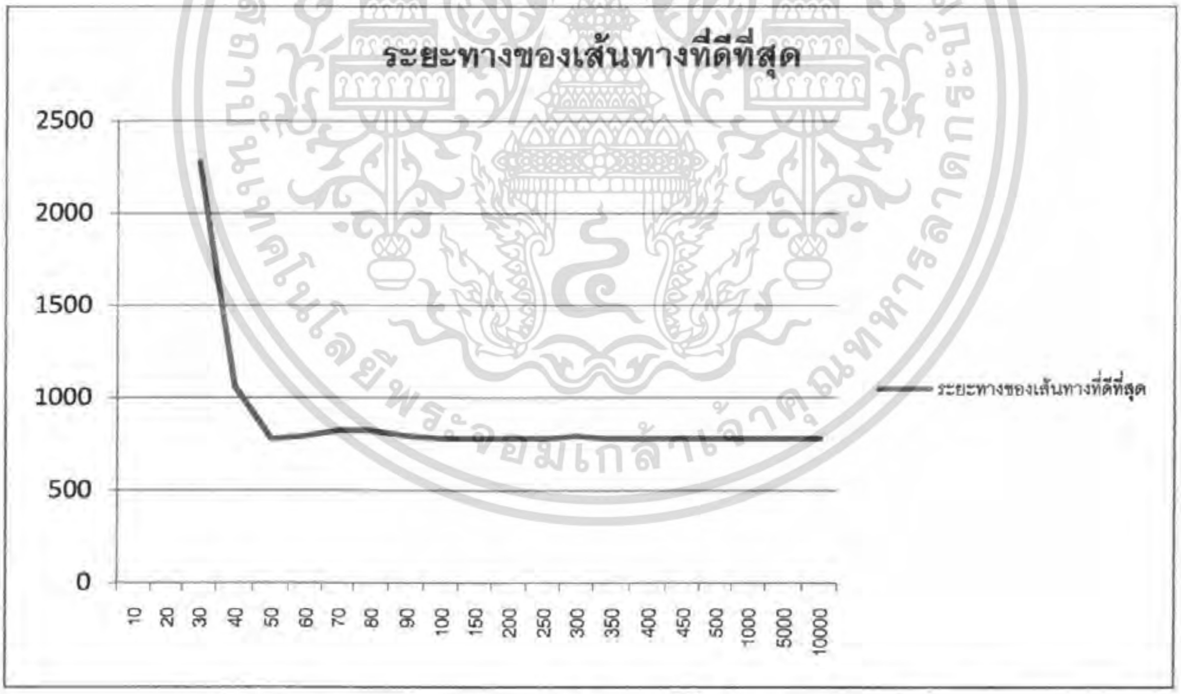
Max Ant	จำนวนเส้นทางที่ได้ในแต่ละ Ant Tour					จำนวนเส้นทางรวม	ค่าเฉลี่ยเส้นทาง/Ant Tour	ระยะทางที่ดีที่สุด
	1	2	3	4	5			
10	0	0	0	0	0	0	0	-
20	0	0	0	0	0	0	0	-
30	0	1	0	0	0	1	0.2	2276

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองค่า Max Ant ครั้งที่ 1(ต่อ)

Max Ant	จำนวนเส้นทางที่ได้ในแต่ละ Ant Tour					จำนวนเส้นทางรวม	ค่าเฉลี่ยเส้นทาง/Ant Tour	ระยะทางที่ดีที่สุด
	1	2	3	4	5			
40	0	1	0	0	1	2	0.4	1061
50	0	2	2	1	0	5	1	781
60	2	1	1	1	0	5	1	795
70	1	3	1	1	2	8	1.6	826
80	2	2	2	1	1	8	1.6	826
90	3	1	4	3	2	13	2.6	795
100	2	3	3	1	3	12	2.4	783
150	3	9	3	3	5	23	4.6	781
200	4	5	8	4	3	24	4.8	781
250	6	5	7	5	7	30	6	781
300	13	11	7	13	13	57	11.4	795
350	11	8	12	10	11	52	10.4	781
400	15	14	13	17	14	73	14.6	781
450	14	14	13	19	12	72	14.4	781
500	24	17	19	13	17	100	20	781
1000	52	42	51	39	43	227	45.4	781
5000	313	313	332	308	315	1581	316.2	781
10000	892	887	881	894	880	4434	886.8	781



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงจำนวนเส้นทางที่พบจากตารางที่ 4.1



รูปที่ 4.3 กราฟแสดงระยะทางของเส้นทางที่สั้นที่สุดจากตารางที่ 4.1

จากการทดลองในตารางที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าค่าจำวนวนเส้นทางที่พบจะแปรผันไปตามจำนวน Max Ant แต่ค่าระยะทางที่ได้เมื่อถึงจุดๆหนึ่งจะมีค่าคงที่เมื่อ Max Ant มีค่าเท่ากับ 200 เพื่อทดสอบว่าผลการทดลองที่ได้รับมีความถูกต้อง จึงทำการทดลองอีกครั้งโดยค่าของตัวแปรอื่นๆมีค่าคงเดิม

แต่เปลี่ยน startPoint และ goalPoint เพื่อยืนยันว่าผลลัพธ์ที่ได้มาเป็นค่าที่สามารถใช้ได้กับทุกจุดบนแผนที่ ซึ่งจะเปลี่ยนเป็นค่าดังต่อไปนี้

startPoint = จุดที่ 37

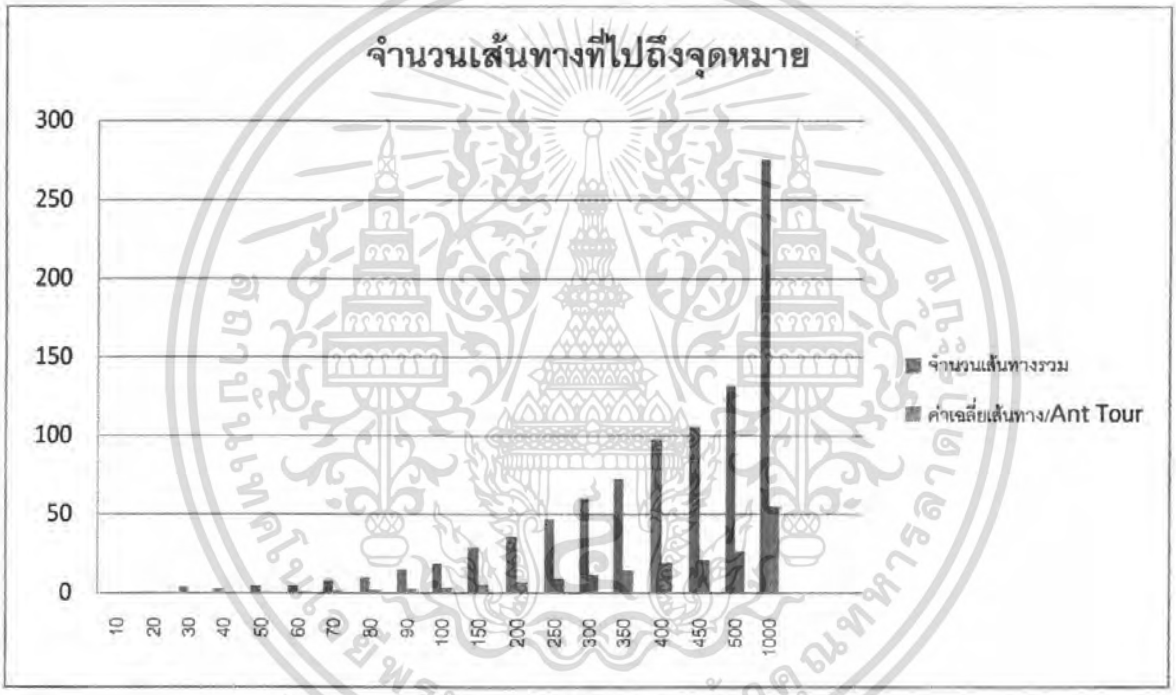
goalPoint = ตึกสาระสนเทศ:จุดที่ 16

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองค่า Max Ant ครั้งที่ 2

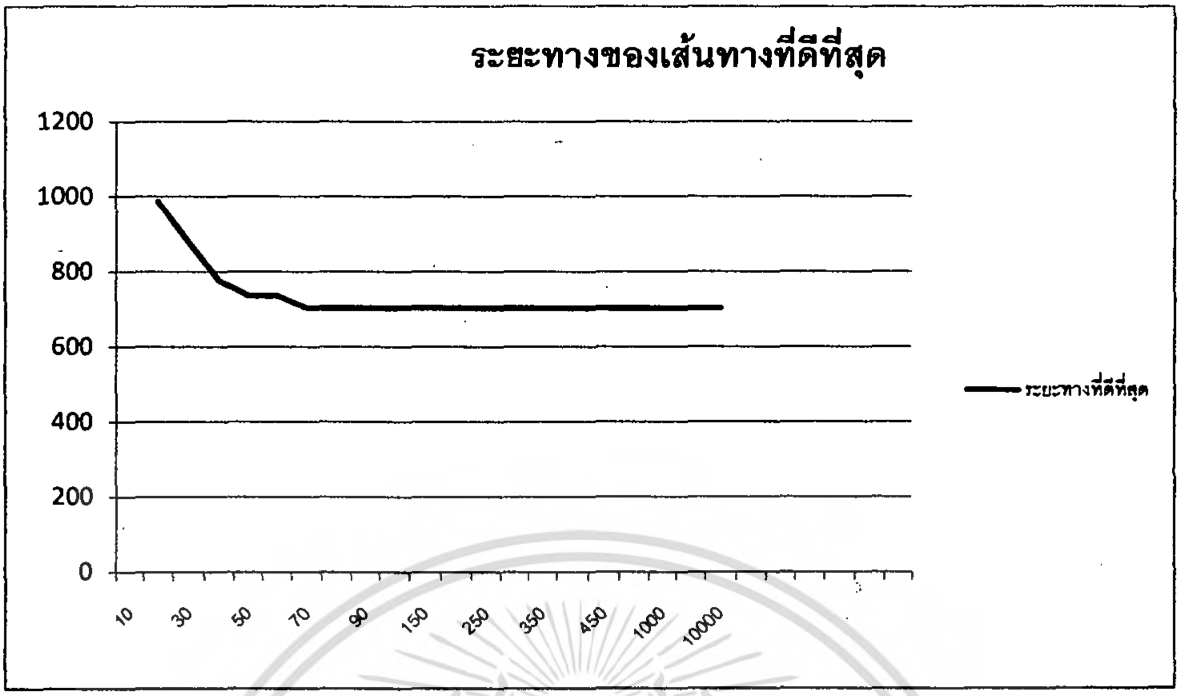
Max Ant	จำนวนเส้นทางที่ได้ในแต่ละ Ant Tour					จำนวนเส้นทางรวม	ค่าเฉลี่ยเส้นทาง/Ant Tour	ระยะทางที่ดีที่สุด
	1	2	3	4	5			
10	0	0	0	0	0	0	0	-
20	0	1	0	0	0	1	0.2	988
30	2	0	0	1	1	4	0.8	877
40	1	0	0	2	0	3	0.6	776
50	1	2	0	0	2	5	1	736
60	0	1	1	0	3	5	1	737
70	1	1	2	3	1	8	1.6	703
80	1	1	4	1	3	10	2	704
90	3	3	2	3	4	15	3	704
100	4	3	3	3	6	19	3.8	704
150	1	6	5	7	4	29	5.8	704
200	6	7	7	13	3	36	7.2	703
250	7	9	14	9	8	47	9.4	704
300	13	7	13	10	17	60	12	703
350	14	18	10	18	13	73	14.6	703
400	23	17	17	18	23	98	19.6	703
450	15	23	23	25	20	106	21.2	703
500	23	22	32	27	28	132	26.4	703
1000	59	60	54	44	59	276	55.2	703

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองค่า Max Ant(ต่อ)

Max Ant	จำนวนเส้นทางที่ได้ในแต่ละ Ant Tour					จำนวนเส้นทางรวม	ค่าเฉลี่ยเส้นทาง/Ant Tour	ระยะทางที่ดีที่สุด
	1	2	3	4	5			
5000	287	264	284	266	283	1384	276.8	703
10000	520	509	518	537	517	2601	520.2	703



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงจำนวนเส้นทางที่พบจากตารางที่ 4.2



รูปที่ 4.5 กราฟแสดงระยะทางของเส้นทางที่สั้นที่สุดจากตารางที่ 4.2

จากตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.4 แสดงให้เห็นว่าค่าของ Max Ant แปรผันโดยตรงกับจำนวนเส้นทางที่ไปถึงจุดหมาย ซึ่งตรงกันกับตารางที่ 4.1 และจากรูปที่ 4.5 ค่าระยะทางของเส้นทางที่สั้นที่สุดเมื่อถึงจุดๆหนึ่งค่าที่ได้จะคงที่เช่นเดียวกันกับ ตารางที่ 4.1 แต่ค่า Max Ant ที่จุดคงที่ของตารางที่ 4.1 มีค่ามากกว่าตารางที่ 4.2 ดังนั้นในการใช้งานจึงจำเป็นต้องเลือกค่าที่มากกว่าเพื่อได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในการค้นหาเส้นทางที่จุดใดๆ จึงเลือกใช้งาน Max Ant ของตารางที่ 4.1

4.2.2 การทดลองค่า Max Tour

ค่าของ Max Tour คือ ค่าของจำนวนสูงสุดที่จะทำการรัน Ant Tour โดยการรัน Ant Tour นั้นมีผลต่อประสิทธิภาพของของเส้นทางที่ได้รับด้วยเช่นกัน เนื่องมาจากเป็นการเพิ่มโอกาสให้ Ant หาเส้นทางที่ไปถึงยังจุดหมายปลายทางได้มากขึ้น ในการทดลองนี้มีความจำเป็นจะต้องกำหนดค่า Max Ant ให้อยู่ในสภาวะไม่เสถียร เพื่อหาค่า Max Tour ที่เหมาะสม จึงมีการกำหนดค่าดังต่อไปนี้

MAXANT = 50 ALPHA = 1 BETA = 1 RHO = 0.7

startPoint = ทางเข้าสถาบันด้านตลาดหัวตะเข้:จุดที่ 1

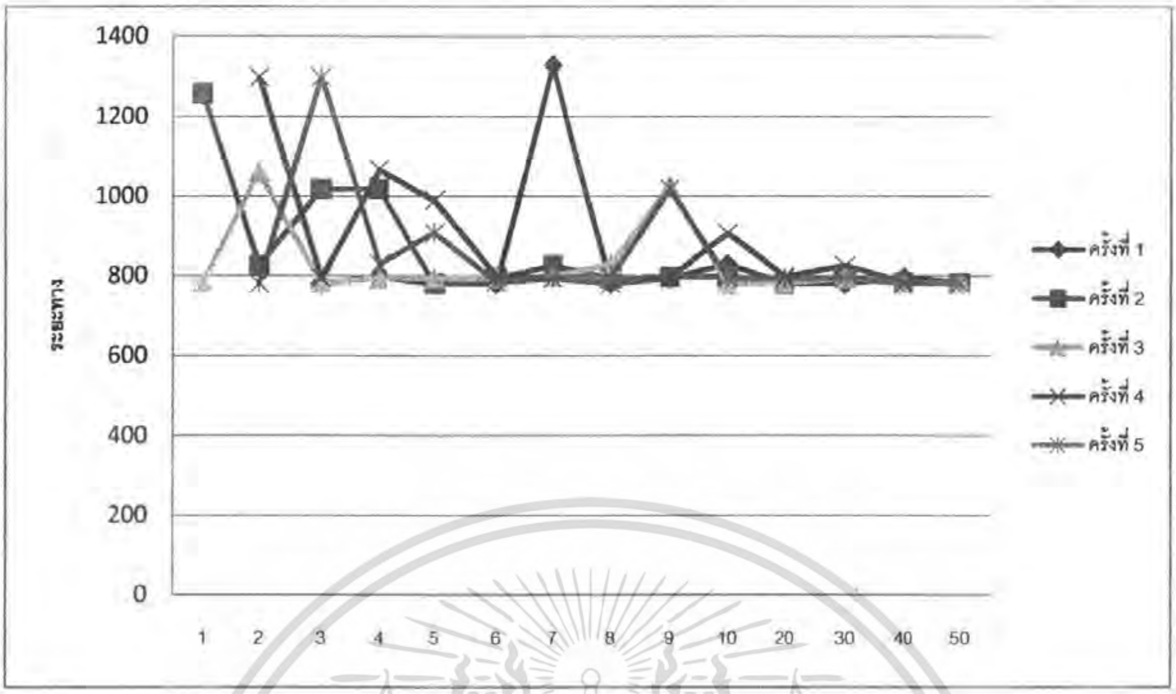
goalPoint = สมาคมศิษย์เก่า:จุดที่ 74

จากตารางที่ 4.3 ค่าของ Max Tour จะเพิ่มทีละ1 แต่เนื่องจากความแตกต่างยังมีน้อยเมื่อถึงจุดๆหนึ่งจะทำการเพิ่มค่าครั้งละ 10 เพื่อให้เห็นความแตกต่างและแสดงผลเป็นกราฟในรูปที่ 4.6 โดยค่า

ผลลัพธ์ที่มีความสำคัญได้แก่ จำนวนเส้นทางรวมและระยะทางที่ดีที่สุด และทำการทดลองทั้งหมด 5 ครั้ง เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องมากที่สุด

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองค่า Ant Tour

Max Tour	จำนวนเส้นทางรวม/ระยะทางที่ดีที่สุด				
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5
1	1/1255	3/1258	3/784	-	-
2	-	4/826	4/1061	1/1299	3/781
3	2/781	3/1018	3/783	6/795	2/1299
4	6/798	2/1018	5/795	2/1067	4/829
5	6/781	4/781	7/795	6/990	5/908
6	3/781	4/795	6/795	3/798	8/784
7	6/1329	8/826	7/798	6/795	5/795
8	8/781	9/795	6/829	11/781	6/798
9	8/795	10/797	7/1026	14/795	8/1018
10	5/829	8/798	12/781	13/907	12/795
20	20/781	27/781	20/783	12/798	19/795
30	23/781	27/795	34/795	38/826	29/795
40	42/797	33/784	51/781	36/784	32/781
50	53/784	44/781	48/781	54/781	56/781



รูปที่ 4.6 แสดงระยะทางที่ได้จาก Ant Tour

จากผลลัพธ์ที่แสดงในตารางที่ 4.3 และแสดงในกราฟรูปที่ 4.6 จะเห็นได้ว่าค่าของระยะทาง ยังไม่ตรงกันนักในช่วงแรก เมื่อค่า Max Tour เพิ่มขึ้นทำให้ Ant Algorithm สามารถหาเส้นทางได้มากขึ้นทำให้เส้นทางที่ดีที่สุดที่หาได้ใกล้เคียงกับเส้นทางที่สั้นที่สุดมากเท่านั้น จนกระทั่งคงที่เมื่อค่า Max Tour เท่ากับ 20 ดังนั้นค่าMax Tour ตั้งแต่ 20 ขึ้นไปจึงเป็นค่าที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้งานใน Application

4.2.3 การทดลองค่า Alpha และ Beta

ค่า Alpha และค่า Beta เป็นค่าที่ใช้ใน Ant Algorithm เพื่อคำนวณหาค่าความเป็นไปได้ที่จะเป็นเส้นทางที่สั้นที่สุด ซึ่งทั้ง 2 ตัวแปรมีความสำพันธ์กันดังนั้นจึงจะเป็นที่จะต้องทำการทดลองพร้อมๆกันและมีการกำหนดค่าของ Alpha และ Beta เป็นมาตรฐานไว้ทั้งหมด 4 คู่ด้วยกันซึ่งเราจะทำการทดลองทั้งหมด 10 ครั้ง เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องโดยมีการกำหนดค่าตัวแปรอื่นๆ ดังต่อไปนี้

MAXANT = 100 MAXTOUR = 10 RHO = 0.7

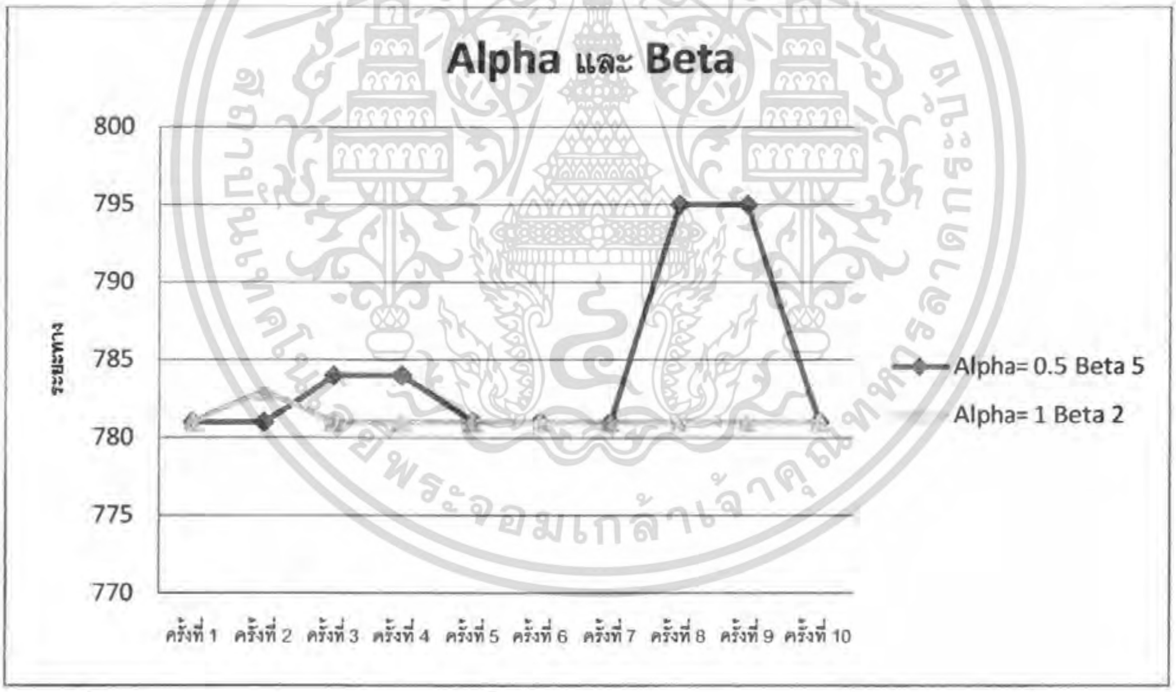
startPoint = ทางเข้าสถาบันด้านตลาดหัวตะเข้:จุดที่ 1

goalPoint = สมาคมศิษย์เก่า:จุดที่ 74

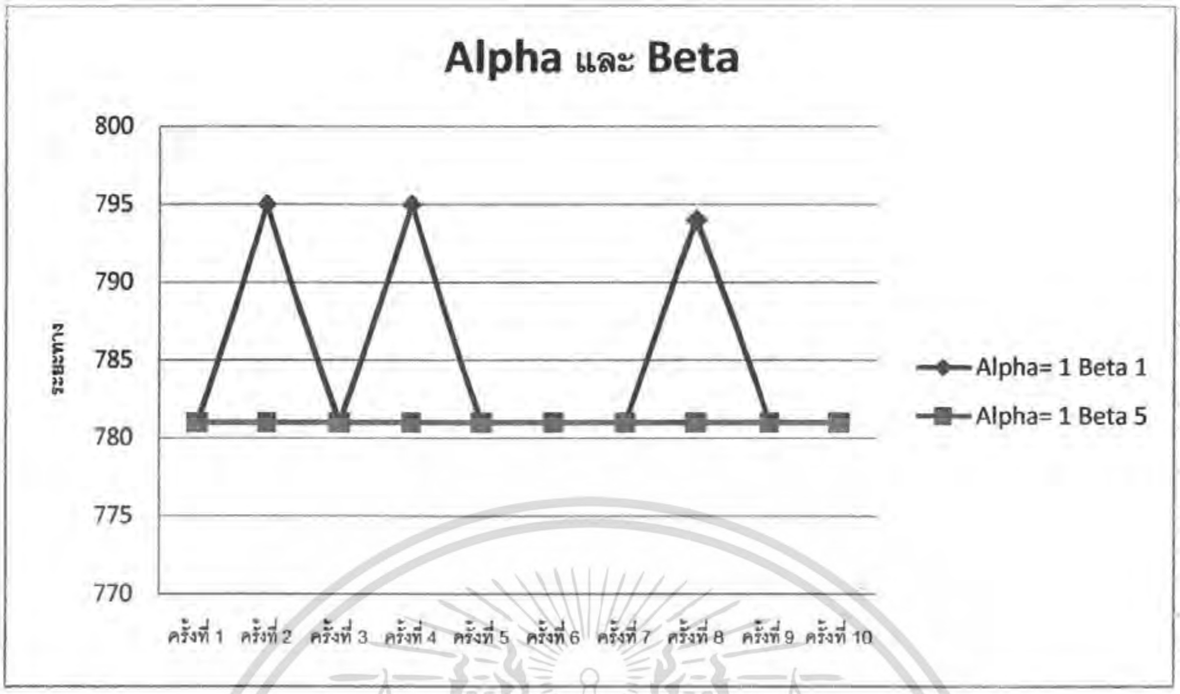
ในการทดลองนี้ ค่าผลลัพธ์ที่ต้องการ มีเพียงค่าระยะทางของเส้นทางที่ดีที่สุดเท่านั้น เนื่องจากเส้นทางที่ดีที่สุดจะมีค่าความเป็นไปได้มาก ซึ่งจะแสดงในตารางที่ 4.4และกราฟรูปที่ 4.7 และ 4.8

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการทดลองค่า Alpha และ Beta ครั้งที่ 1

Alpha	Beta	ระยะทางของเส้นทางที่ดีที่สุด									
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	ครั้งที่4	ครั้งที่5	ครั้งที่6	ครั้งที่7	ครั้งที่8	ครั้งที่9	ครั้งที่10
0.5	5	781	781	784	784	781	781	781	795	795	781
1	1	781	795	781	795	781	781	781	794	781	781
1	2	781	783	781	781	781	781	781	781	781	781
1	5	781	781	781	781	781	781	781	781	781	781



รูปที่ 4.7 แสดงระยะทางของเส้นทางที่สั้นที่สุดของค่าAlpha=0.5Beta=5และ Alpha=1Beta=2



รูปที่ 4.8 แสดงระยะทางของเส้นทางที่สั้นที่สุดของค่าAlpha=1Beta=1และ Alpha=1Beta=5

จากผลการทดลองทำให้แสดงให้เห็นว่าชุดค่าของตัวแปร Alpha และ Beta ที่ที่ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดและเหมาะสมสำหรับ Application นี้คือ ค่า Alpha = 1 และ Beta = 5 แต่เพื่อถูกต้อง จึงทำการทดลองอีกครั้งโดยเปลี่ยน startPoint และ goalPoint แต่ค่าตัวแปรอื่นๆคงเดิมดังนี้

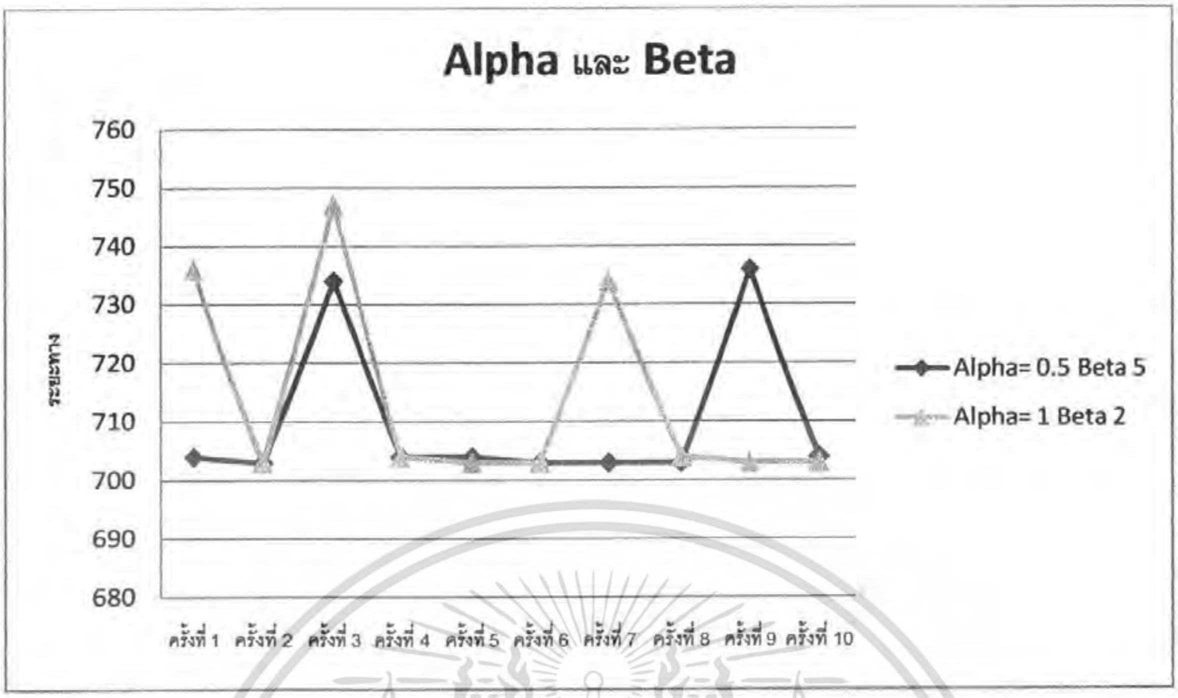
startPoint = จุดที่ 37

goalPoint = ตึกสาระสนเทศ:จุดที่ 16

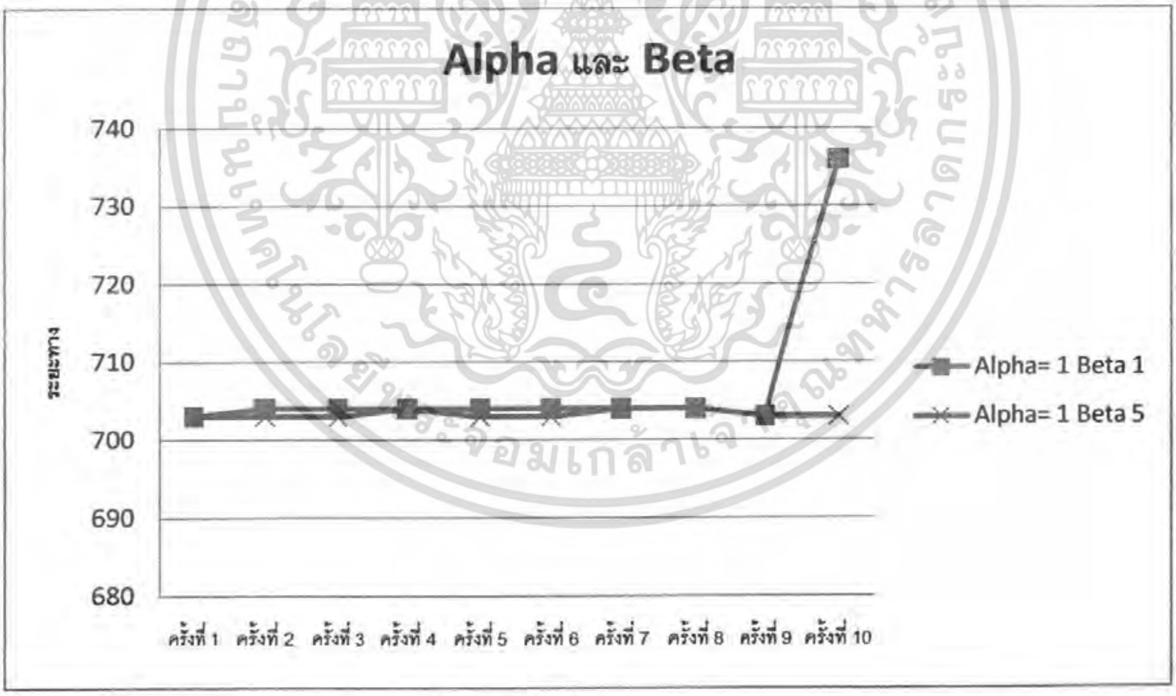
ทำการบันทึกผลการทดลองที่ตารางที่ 4.5 และแสดงผลผ่านกราฟรูปที่ 4.9 และ 4.10

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการทดลองค่า Alpha และ Beta ครั้งที่ 2

Alpha	Beta	ระยะทางของเส้นทางที่ดีที่สุด									
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	ครั้งที่4	ครั้งที่5	ครั้งที่6	ครั้งที่7	ครั้งที่8	ครั้งที่9	ครั้งที่10
0.5	5	704	703	704	704	704	703	703	703	736	704
1	1	703	704	704	704	704	704	704	704	703	736
1	2	736	703	747	704	703	703	704	704	703	703
1	5	703	703	703	704	704	703	703	703	703	704



รูปที่ 4.9 แสดงระยะทางของเส้นทางที่สั้นที่สุด Alpha=0.5Beta=5และ Alpha=1Beta=2



รูปที่ 4.10 แสดงระยะทางของเส้นทางที่สั้นที่สุด Alpha=1Beta=1และ Alpha=1Beta=5

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.5 จะเห็นได้ว่าค่า Alpha และ Beta ที่ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดคือ ค่า Alpha = 1 และBeta = 5 ซึ่งตรงกับผลการทดลองในตารางที่ 4.4 แม้จะเปลี่ยนจุดเริ่มต้นและ

ปลายทางแล้วก็ตาม ทำให้เชื่อได้ว่า ค่าค่า Alpha = 1 และBeta = 5 เป็นค่าที่เหมาะสมกับ Application นี้มากกว่าค่าชุดอื่นๆ

4.2.4 การทดลองค่า Rho

Rho เป็นเป็นตัวแปรที่สำคัญตัวหนึ่งที่ใช้ในการคำนวณหาค่าฟีโรโมนบนเส้นทาง เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณหาความเป็นไปได้ที่เส้นทางนั้นๆจะเป็นเส้นทางที่ดีที่สุด ในการรัน Ant Tour รอบนั้นๆ ดังนั้นจึงตั้งสมมติฐานได้ว่าเมื่อค่าฟีโรโมนมีค่ามากทำให้ค่าความเป็นไปได้มีค่ามากและเส้นทางใดๆที่มีค่าความเป็นไปได้มากที่สุดจะเป็นเส้นทางที่สั้นที่สุด ทำให้ระยะทางของเส้นทางที่ดี่ที่สุดเป็นผลลัพธ์ที่มีความสำคัญโดยการกำหนดค่าตัวแปรอื่นๆ ดังต่อไปนี้

MAXANT = 100 MAXTOUR = 10 ALPHA = 1 BETA = 5

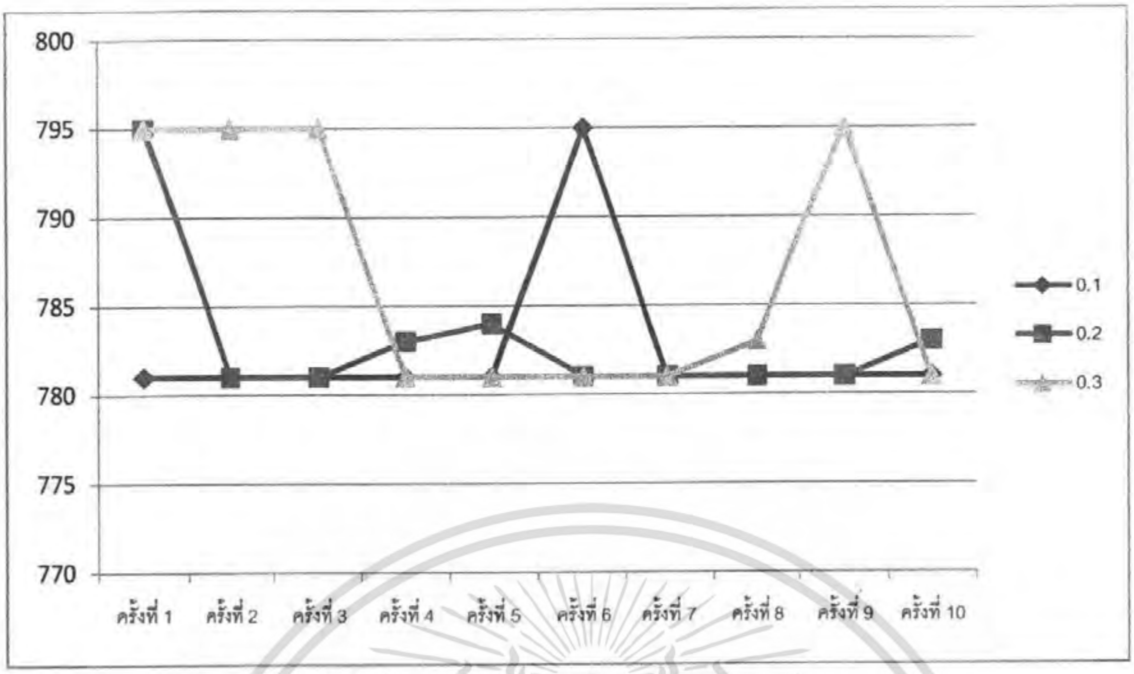
startPoint = ทางเข้าสถาบันด้านตลาดหัวตะเข้:จุดที่ 1

goalPoint = สมาคมศิษย์เก่า:จุดที่ 74

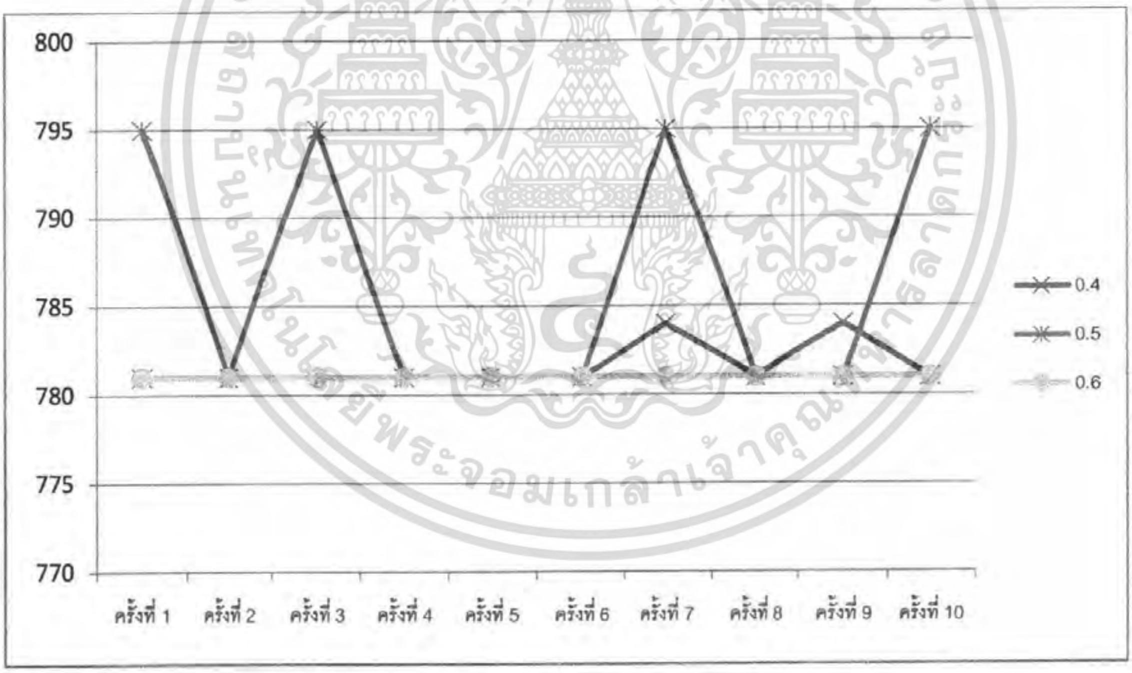
การบันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.6 และแสดงในกราฟรูปที่ 4.11-13 ซึ่งในการทดลองนี้จะทำการทดลองค่า Rho ตั้งแต่ 0.1-0.9 เนื่องจากค่า Rho เป็นค่าที่อยู่ระหว่า 0-1 และเพื่อผลลัพธ์ที่ถูกต้องจึงต้องทำการทดลอง 10 ครั้ง

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองค่า Rho

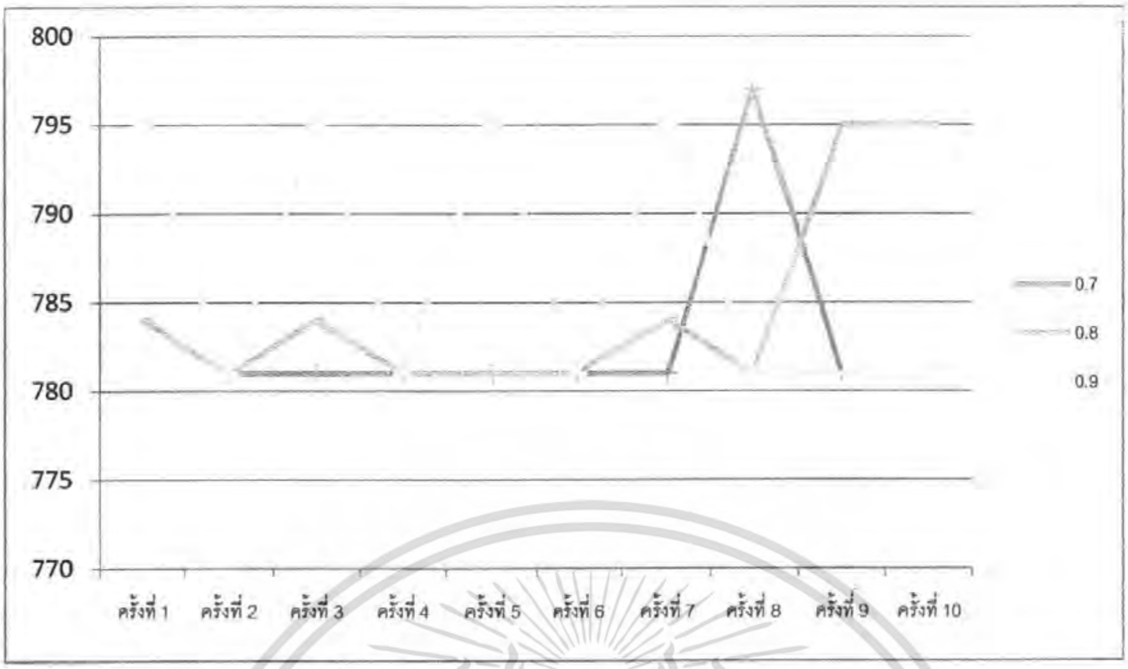
Rho	ระยะทางของเส้นทางที่ดีที่สุด									
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	ครั้งที่4	ครั้งที่5	ครั้งที่6	ครั้งที่7	ครั้งที่8	ครั้งที่9	ครั้งที่10
0.1	781	781	781	781	781	795	781	781	781	781
0.2	795	781	781	783	784	781	781	781	781	783
0.3	795	795	795	781	781	781	781	783	795	781
0.4	781	781	795	781	781	781	784	781	784	781
0.5	795	781	795	781	781	781	795	781	781	795
0.6	781	781	781	781	781	781	781	781	781	781
0.7	795	781	781	781	781	781	781	797	781	781
0.8	784	781	784	781	781	781	784	781	795	795
0.9	795	781	795	781	795	781	795	781	781	781



รูปที่ 4.11 แสดงผลการทดลองค่า Rho = 0.1-0.3



รูปที่ 4.12 แสดงผลการทดลองค่า Rho = 0.4-0.6



รูปที่ 4.13 แสดงผลการทดลองค่า Rho = 0.7-0.9

จากผลการทดลองในตารางที่ 4.6 แสดงให้เห็นว่าให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดเมื่อค่า Rho = 0.6 โดยเปรียบเทียบกับค่า Rho อื่นๆซึ่งตรงกับการวิจัยของ Marco Dorigo ที่กล่าวว่า "หากค่าของ Rho มากกว่า 0.5 จะให้ผลลัพธ์ที่น่าพอใจ แต่หากค่า Rho น้อยกว่า 0.5 ผลลัพธ์ที่ได้จะไม่น่าพอใจ"ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ค่า Rho = 0.6 เป็นค่าที่เหมาะสมสำหรับ Application นี้

4.2.5 วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองที่ผ่านมาทำให้ได้ค่าตัวแปรที่เหมาะสมในการใช้งานสำหรับการค้นหาเส้นทางในแผนที่ และให้ผลลัพธ์เป็นที่น่าพึงพอใจ ซึ่งจะมีค่าดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าตัวแปรที่เหมาะสมในการใช้งาน

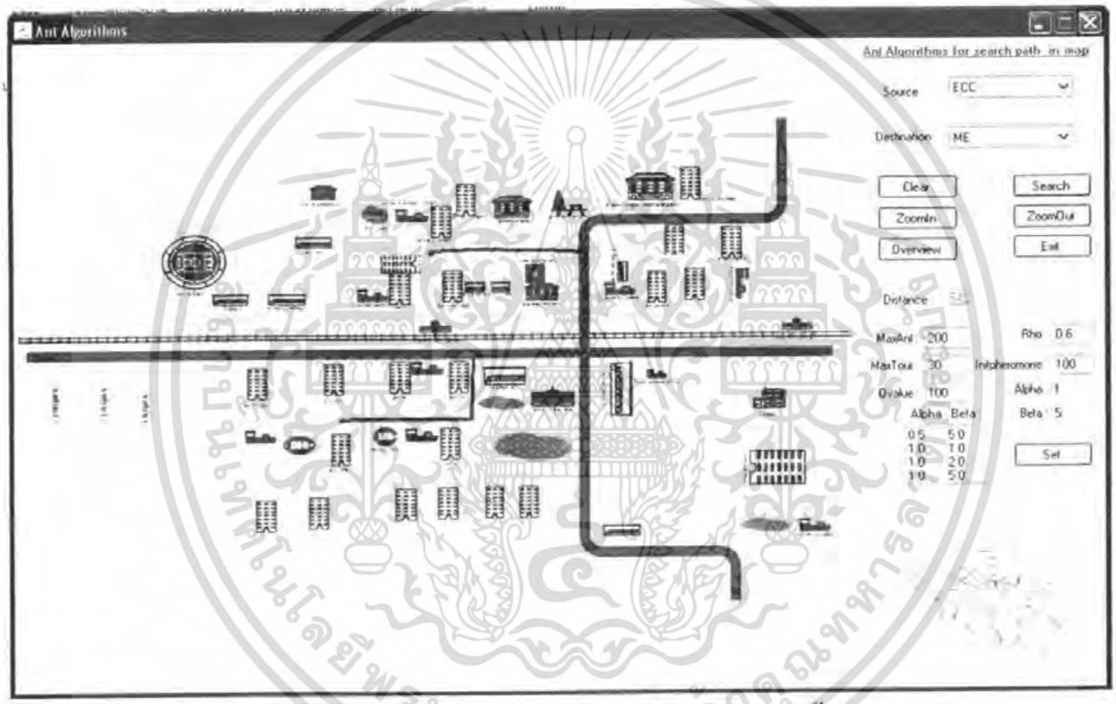
ตัวแปร	ค่าที่เหมาะสม
Max Ant	200 ขึ้นไป
Max Tour	30 ขึ้นไป
Alpha	1
Beta	5
Rho	0.6

4.3 ทดสอบและรันโปรแกรมจากค่าตัวแปรที่หาได้

เมื่อได้ค่าตัวแปรที่ต้องการครบแล้วในส่วนนี้จะทำการค้นหาเส้นทางในแผนที่โดยใช้ Ant Algorithm โดยตัวอย่างอื่นๆเช่นการเปลี่ยนแปลงค่าต่างๆในการคำนวณและการกำหนดจุดเริ่มต้นและปลายทางต่างๆ สามารถหาดูได้ที่ ภาคผนวก ค

ครั้งที่ 1 กำหนดให้

- Source = ตึก ECC
- Destination = ตึก ME

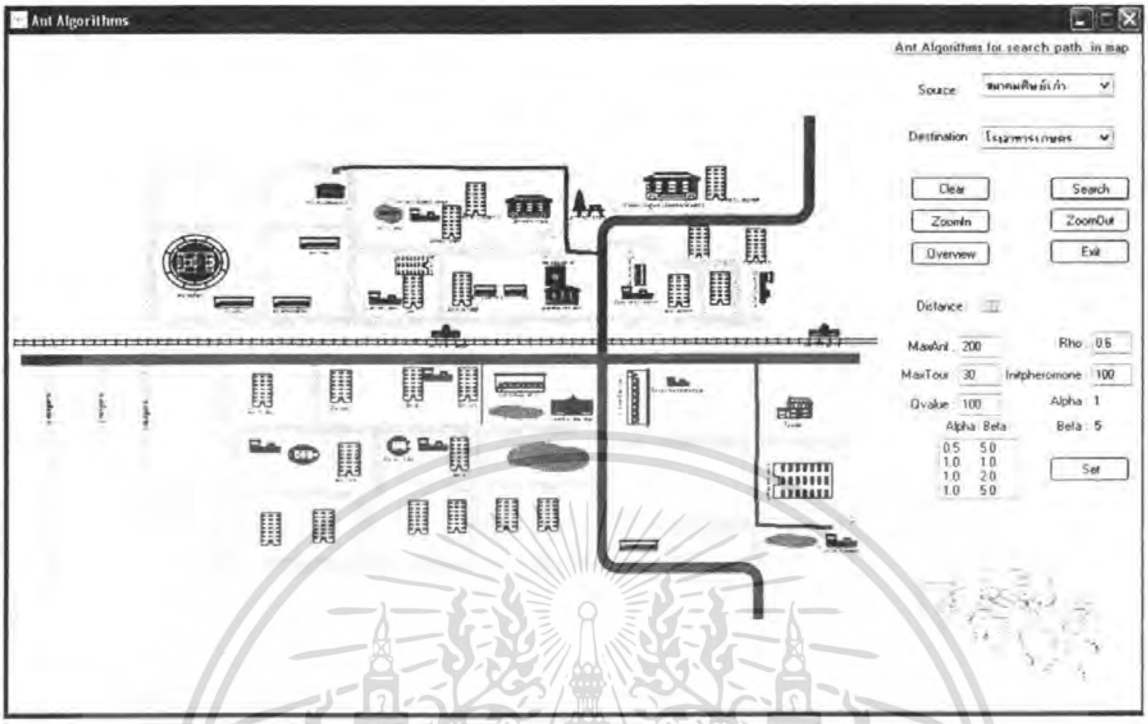


รูปที่ 4.14 แสดงผลการทดสอบและรันโปรแกรมครั้งที่ 1

จากรูปที่ 4.14 จะเห็นว่าได้กำหนดต้นทางเป็น ECC (จุดสีแดง) และปลายทางเป็น ME(จุดสีเหลือง) และใช้ MaxAnt = 200,MaxTour = 30,Qvalue = 100, Rho = 0.6 ,Initpheromone = 100, Alpha = 1 และ Beta = 5 จะได้ผลจากการ Search เป็นเส้นทางดังแสดงในรูปที่ 4.14 ซึ่งผลที่ได้เป็นเส้นทางที่เหมาะสมแล้ว

ครั้งที่ 2 กำหนดให้

- Source = สมาคมศิษย์เก่า
- Destination = โรงอาหารเกษตร



รูปที่ 4.15 แสดงผลการทดสอบและรันโปรแกรมครั้งที่ 2

จากรูปที่ 4.15 ได้ทำการกำหนดต้นทางเป็น สมาคมศิษย์เก่า (จุดสีแดง) และปลายทางเป็น โรงอาหารเกษตร (จุดสีเหลือง) และมีการกำหนดค่าต่างๆคือ MaxAnt = 200 , MaxTour = 30, Qvalue = 100, Rho = 0.6 , Initpheromone = 100 , Alpha = 1 และ Beta = 5 หลังจากการค้นหาเส้นทางแล้วจะได้ผลดังแสดงในรูปที่ 4.15 ซึ่งเป็นเส้นทางที่เหมาะสมแล้ว

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองในการทดสอบโปรแกรมในครั้งที่ 1 และ 2 ซึ่งใช้ค่าตัวแปรต่างๆตามตารางที่ 4.7 ได้รับผลการทดลองที่น่าพอใจ กล่าวคือ ได้รับเส้นทางที่สั้นที่สุดจากการค้นหา ทำให้เชื่อได้ว่าค่าตัวแปรต่างๆตามตารางที่ 4.7 นั้นมีความเหมาะสมในการใช้งาน

บทที่ 5
สรุปผลการวิเคราะห์และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิเคราะห์

จากการศึกษาและทดลองทำให้เห็นว่า การค้นหาเส้นทางบนแผนที่โดยใช้ Ant Algorithm นั้น สามารถหาเส้นทางที่สั้นที่สุดหรือมีค่าใกล้เคียงกับเส้นทางที่สั้นที่สุดได้ และ Ant Algorithm ยังแก้ปัญหาการวนซ้ำของเส้นทางโดยการใช้งาน Tabulist ที่จะเป็นตัวเก็บเส้นทางที่เคยผ่านมาแล้วไว้และทำการตรวจเช็คเสมอ หากมีการวนซ้ำทางเดิมเส้นทางนั้นๆจะถูกลบทิ้งไปทันที เนื่องจาก Ant Algorithm จะมีการตัดสินใจว่าเส้นทางใดเป็นเส้นทางที่สั้นที่สุดจากกำคำนวณ ค่าฟีโรโมน ค่าความเป็นไปได้ ฯลฯ ทำให้ตัวแปรต่างๆ ที่ใช้ในการคำนวณมีความสำคัญเป็นอย่างมาก และจำเป็นจะต้องกำหนดค่าของตัวแปรให้เหมาะสมสำหรับการใช้งานในแต่ละ Application ซึ่งจะแตกต่างกันออกไปตามขนาดและวิธีใช้งานทำให้มีความยากลำบากในการกำหนดค่าตัวแปรต่างๆ ซึ่งค่าที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานในแต่ละ Application นั้นจะได้มาจากการทดลอง เนื่องจากหากค่าที่กำหนดไว้ไม่เหมาะสมอาจทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ไม่สมบูรณ์ ขาดความเสถียร ซึ่งตัวแปรที่สำคัญมากที่จะทำให้ Ant Algorithm ให้ผลลัพธ์ที่ดีคือ ค่า “Max Ant” และค่า “Max Tour” เนื่องจากเป็นตัวแปรสำคัญในการเก็บรวบรวมข้อมูลของเส้นทางเพื่อนำมาทำการตัดสินใจเลือกเส้นทางใดเส้นทางหนึ่งจากเส้นทางที่รวบรวมมา

ปัญหาที่พบในการศึกษาและทดลองการค้นหาเส้นทางบนแผนที่โดยใช้ Ant Algorithm

1. ค่าของตัวแปรที่เหมาะสมไม่แน่นอนและเปลี่ยนแปลงตามข้อมูลของแผนที่ ทำให้ยากต่อการระบุให้ชัดเจนว่าค่าใดเป็นค่าที่ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดสำหรับสำหรับการค้นหาเส้นทางในแผนที่

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ทำการเชื่อมต่อกับ GPS เพื่อตรวจสอบตำแหน่งปัจจุบันโดยอาจใช้เป็นใช้เป็นค่า input แทนการรับค่าจุดเริ่มต้นโดยยังสามารถเลือกจุดเริ่มต้นที่อื่นๆได้ หรือใช้แสดงตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งานเพื่อป้องกันการหลงทาง ฯลฯ

2. ควรมีการเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับ Algorithm อื่นๆ เช่น A* เป็นต้น เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพ
3. ในการเก็บเส้นทางที่ดีที่สุดสามารถทำการแก้ไข เพื่อเก็บเส้นทางมากกว่า 1 เส้นทางได้ เพื่อเป็นทางเลือกกับผู้ใช้งาน
4. แก้ไขให้สามารถค้นหาเส้นทางโดยมีหลายจุดหมายปลายทางได้ เพื่อความสะดวกในการเดินทาง เช่น ต้องการไปห้างสรรพสินค้าและที่ว่าการอำเภอในการเดินทางครั้งเดียว

5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อ

1. ในการพัฒนาโปรแกรมให้ใช้ระบบ Multi Tread เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของโปรแกรม

2. ควรใช้แผนที่หรือรูปภาพของแผนที่ที่มีความ Complex

บรรณานุกรม

Dorigo, M. Vittorio, M. and Alberto, C. 1996. "Ant System: Optimization by a Colony of Cooperating Agents", IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics–Part B, 26 (1): 29–41

Dorigo M., Di Caro G. and Gambardella L. 1999. "Ant algorithms for discrete optimization", Artif. Life, 5(2): 137–172.

Jones, T.M. 2003. AI Application Programming: Charles River Media

Lawrence, B. 2006. Artificial intelligence network load balancing using Ant Colony Optimisation. [online]

Available : http://www.codeproject.com/useritems/Ant_Colony_Optimisation.asp

Sinclair, C.M. 2006. Ant Colony Optimisation. [online]

Available : http://uk.geocities.com/markcsinclair/aco.html

ภาคผนวก ก.

แผนที่

ชื่อสถานที่และชื่อจุดบนแผนที่

ตารางที่ ก.1 แสดงชื่อสถานที่เปรียบเทียบกับจุดบนแผนที่

ชื่อสถานที่	Point	ชื่อสถานที่	Point
ECC	78	หอประชุมใหญ่	49
ME	43	ห้องสมุดวิศวะ	48
L	60	ห้องสมุดกลาง	13
ตึกอธิการบดี	85	อาคารเจ้าคุณทหารฯ	31
ตึกไฟฟ้า	58	ตึกวิทยาศาสตร์	87
สนามกีฬา	67	ตึกครุศาสตร์	91
โรงยิม	65	ลานพระจอม	12
สมาคมศิษย์เก่า	74	สำนักวิจัย	15
หอพักนักศึกษา	63	ตึกสาระสนเทศ	16
โรงอาหารL	61	ซ.เกกีงาม1	25
ธ.ไทยพาณิชย์	9	ซ.เกกีงาม2	26
ธ.กรุงไทย	56	ซ.เกกีงาม3	27
ธ.กรุงศรีอยุธยา	57	คณะสถาปัตย์	33
ห้องพยาบาล	83	โรงอาหารตึกA	46
ตึก 12ชั้น	41	โรงอาหารตึกB	46
โยธา	44	โรงอาหารตึกL	61
สนามโภคัย	45	โรงอาหารตึกวิทยาฯ	86
ตึก A	47	โรงอาหารตึกครุฯ	90

ตารางที่ ก.1 แสดงชื่อสถานที่เปรียบเทียบกับจุดบนแผนที่(ต่อ)

ชื่อสถานที่	Point	ชื่อสถานที่	Point
ตึก B	45	โรงอาหารห้องสมุดกลาง	18
ตึกโทร	47	โรงอาหารเกษตร	29
โรงอาหารตึกพระเทพฯ	78	สระว่ายน้ำ	77
ตึกพระเทพฯ1	78	โรงเพาะ	32
ตึกพระเทพฯ2	81		

ตำแหน่งของจุดบนแผนที่

ตารางที่ ก.2 แสดงตำแหน่ง(x,y)บนแผนที่เปรียบเทียบกับจุดบนแผนที่

Point	Position_X	Position_Y	Point	Position_X	Position_Y
1	690	524	26	84	294
2	690	496	27	38	293
3	674	483	28	688	445
4	564	484	29	759	447
5	545	474	30	609	445
6	544	408	31	687	401
7	544	369	32	688	368
8	542	292	33	483	479
9	544	256	34	428	477
10	544	195	35	379	480
11	544	185	36	322	480
12	544	172	37	208	478
13	543	326	38	210	416
14	557	164	39	194	417
15	605	165	40	207	357
16	649	164	41	231	355
17	717	167	42	280	355
18	613	294	43	305	356

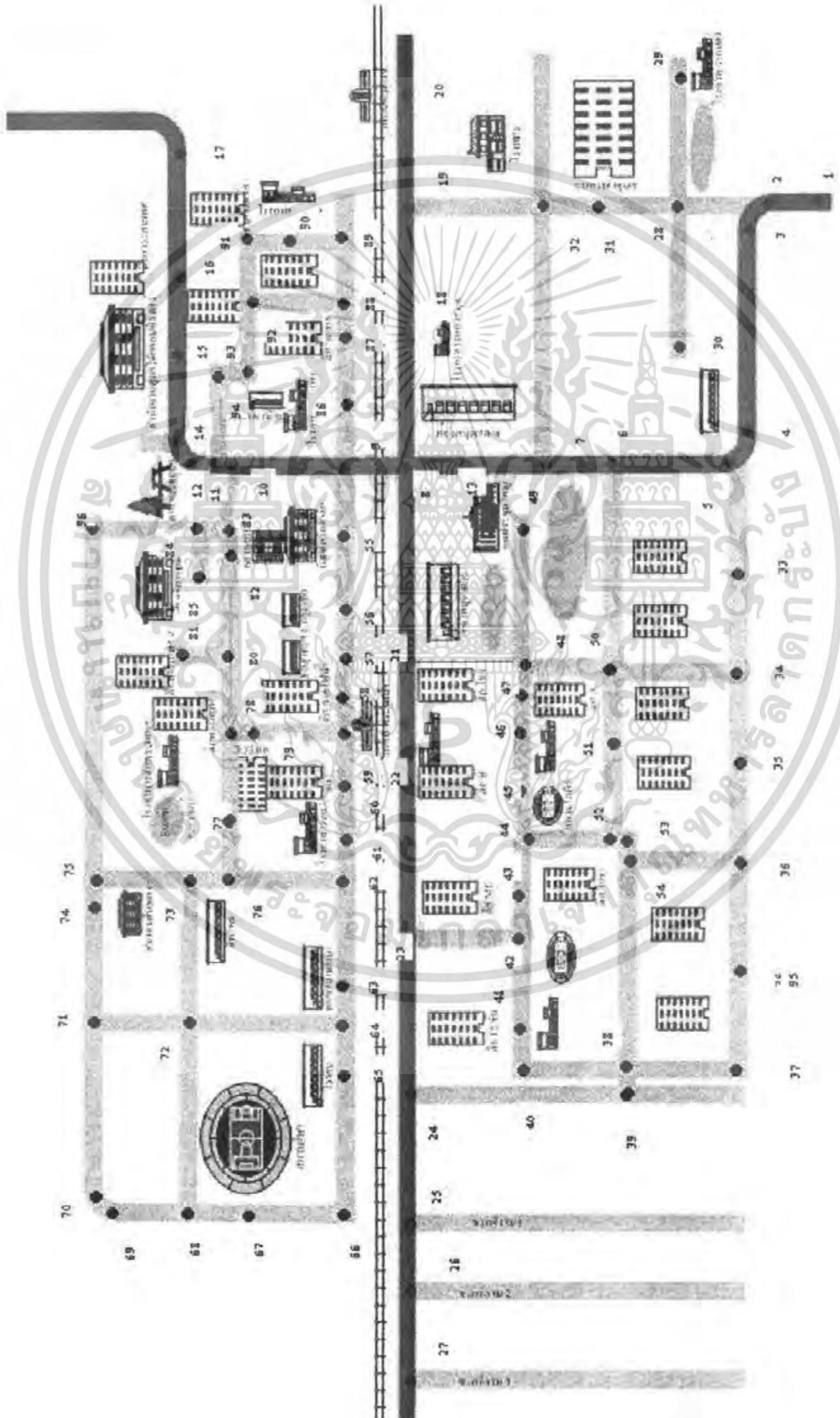
ตารางที่ ก.2 แสดงตำแหน่ง(x,y)บนแผนที่เปรียบเทียบกับจุดบนแผนที่(ต่อ)

Point	Position_X	Position_Y	Point	Position_X	Position_Y
19	687	293	44	337	355
20	754	294	45	362	355
21	436	294	46	395	355
22	400	292	47	417	355
23	282	294	48	434	355
24	195	293	49	507	355
25	122	294	50	430	407
51	389	408	68	129	170
52	336	407	69	127	127
53	335	417	70	136	118
54	325	418	71	235	117
55	505	256	72	234	170
56	465	256	73	314	171
57	437	256	74	298	117
58	415	255	75	314	115
59	395	256	86	578	256
60	366	255	87	615	258
61	336	257	88	634	255
62	313	255	89	671	254
63	255	257	90	669	228
64	232	255	91	670	205
65	205	256	92	635	207
66	128	256	93	596	203
67	127	205	94	593	186
95	263	480	96	509	116

จากตารางข้างต้น ตารางชื่อสถานที่และชื่อจุดบนแผนที่ เป็นตารางที่แสดงชื่อของจุดบนแผนที่ที่ใช้เป็นข้อมูลในการค้นหาเส้นทาง และ ตารางตำแหน่งของจุดบนแผนที่ เป็นตารางที่แสดงจุดต่างๆที่ใช้ในการค้นหาเส้นทางต่างๆ ซึ่งจุดตำแหน่งต่างๆได้มาจากการกำหนดโดยมีการอ้างอิงมา

จากแผนที่จริงแต่ค่าของตำแหน่งไม่ได้อ้างอิงมาจากแหล่งข้อมูลใดๆเป็นจุดที่ได้มาจากการกำหนด ขึ้นมาจากภาพแผนที่ที่ได้มาซึ่งได้มาจากการกำหนดจุดดังรูปภาพข้างล่าง

รูปแผนที่และตำแหน่งจุด



รูปที่ ก.1 แสดงรูปแผนที่และตำแหน่งจุด

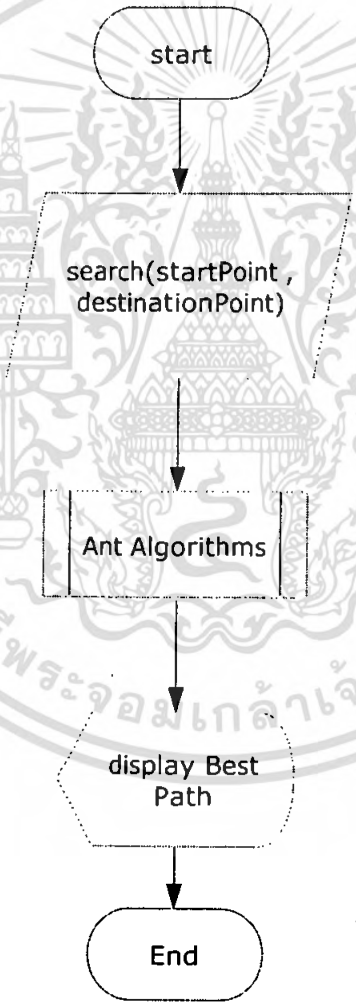
ภาคผนวก ข.

หลักการทำงานของ Ant Algorithm

Flowchart

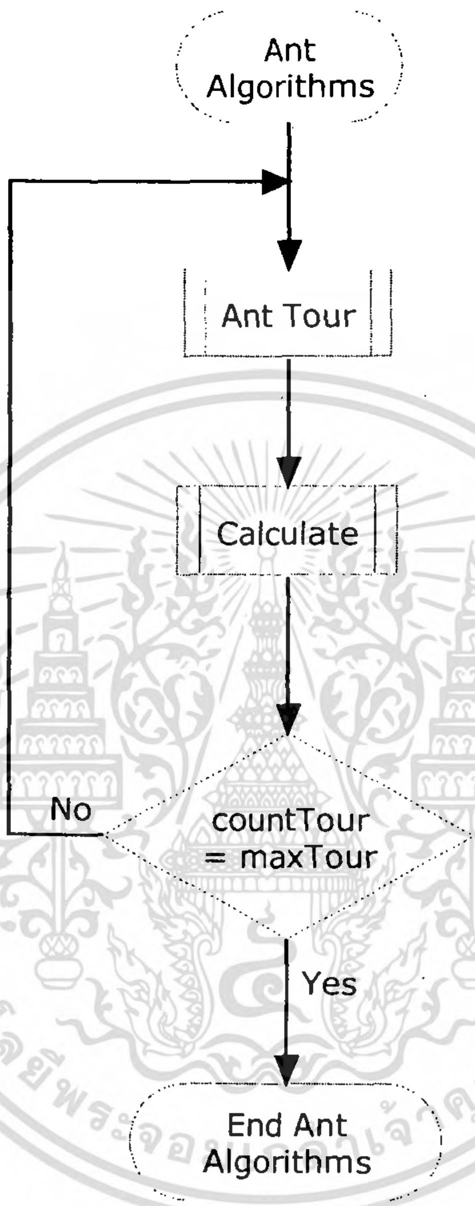
เป็นการอธิบายหลักการทำงานต่างๆของ Ant Algorithm ด้วย Flowchart เพื่อความเข้าใจได้ง่ายยิ่งขึ้น

Search Flowchart



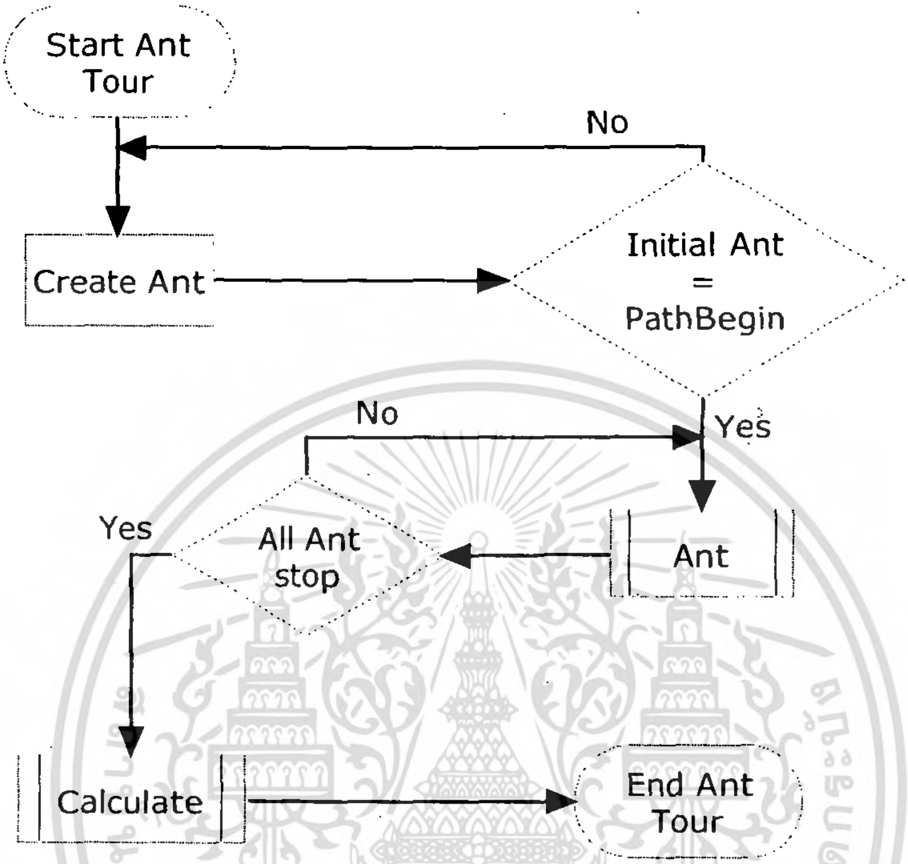
รูปที่ ข.1 Search Flowchart

Ant Algorithm Flowchart



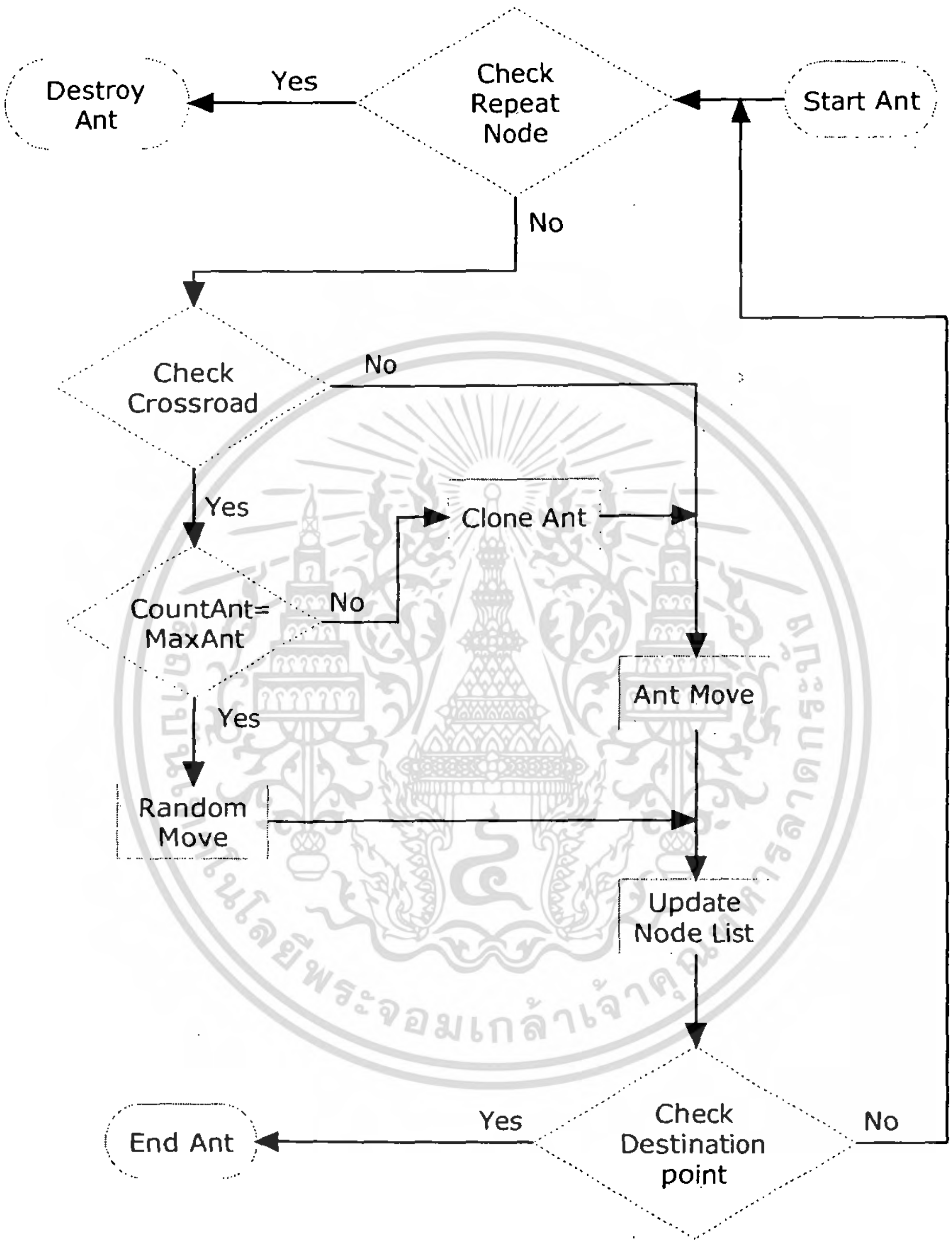
รูปที่ ข.2 Ant Algorithm Flowchart

Ant Tour Flowchart



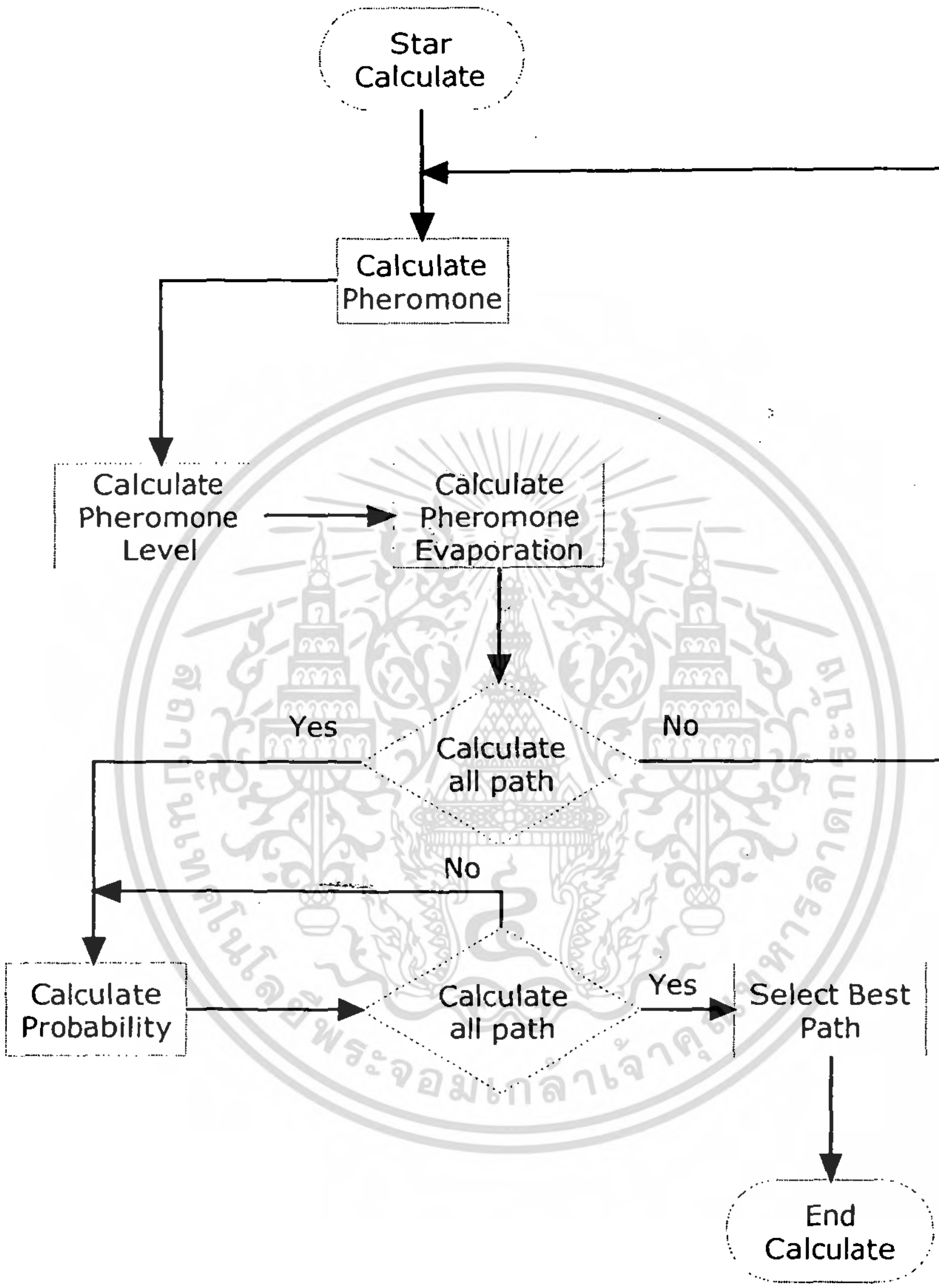
รูปที่ ข.3 Ant Tour Flowchart

Ant Flowchart



รูปที่ ข.4 Ant Flowchart

Calculate Flowchart



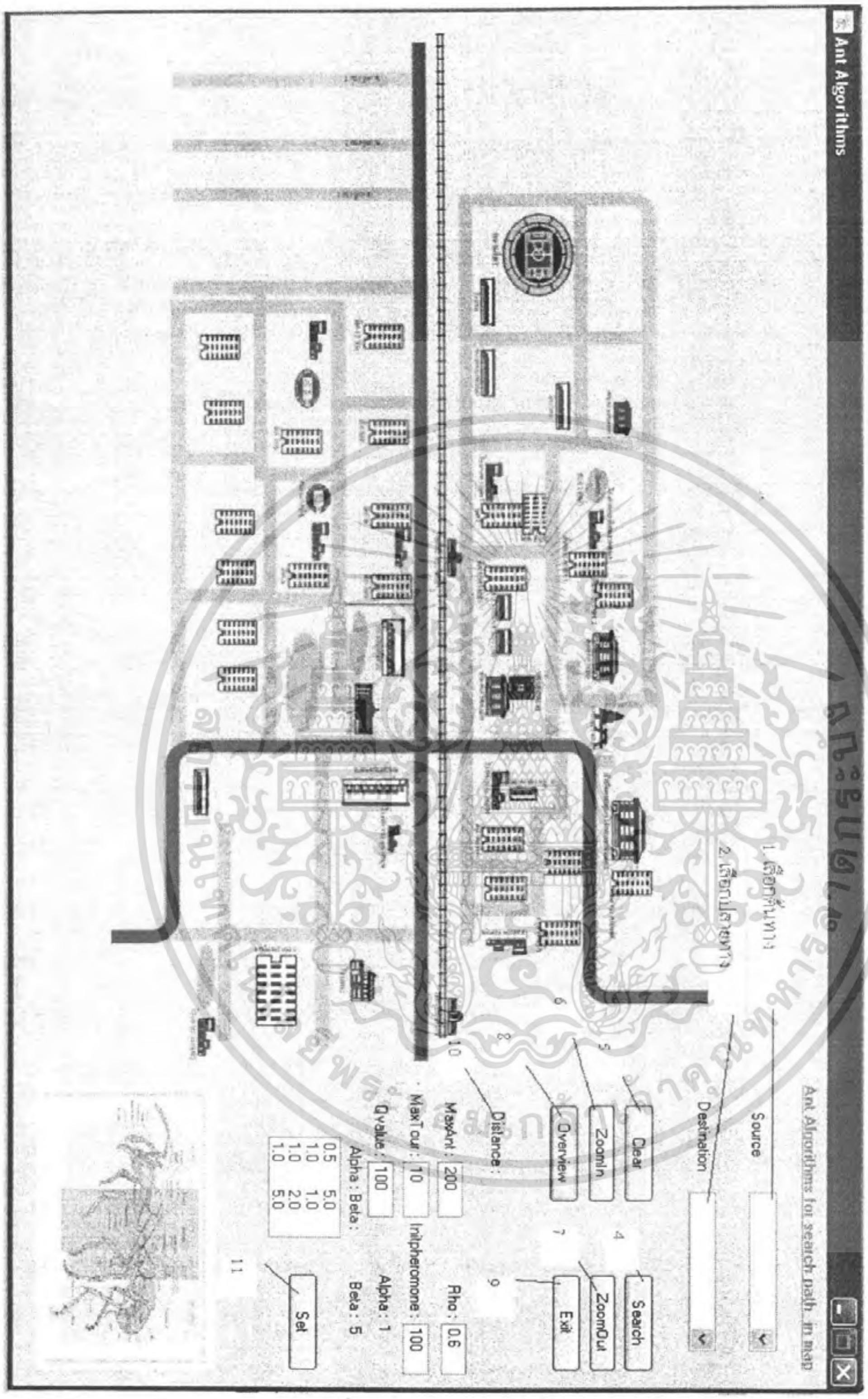
รูปที่ ข.5 Calculate Flowchart

ภาคผนวก ค.

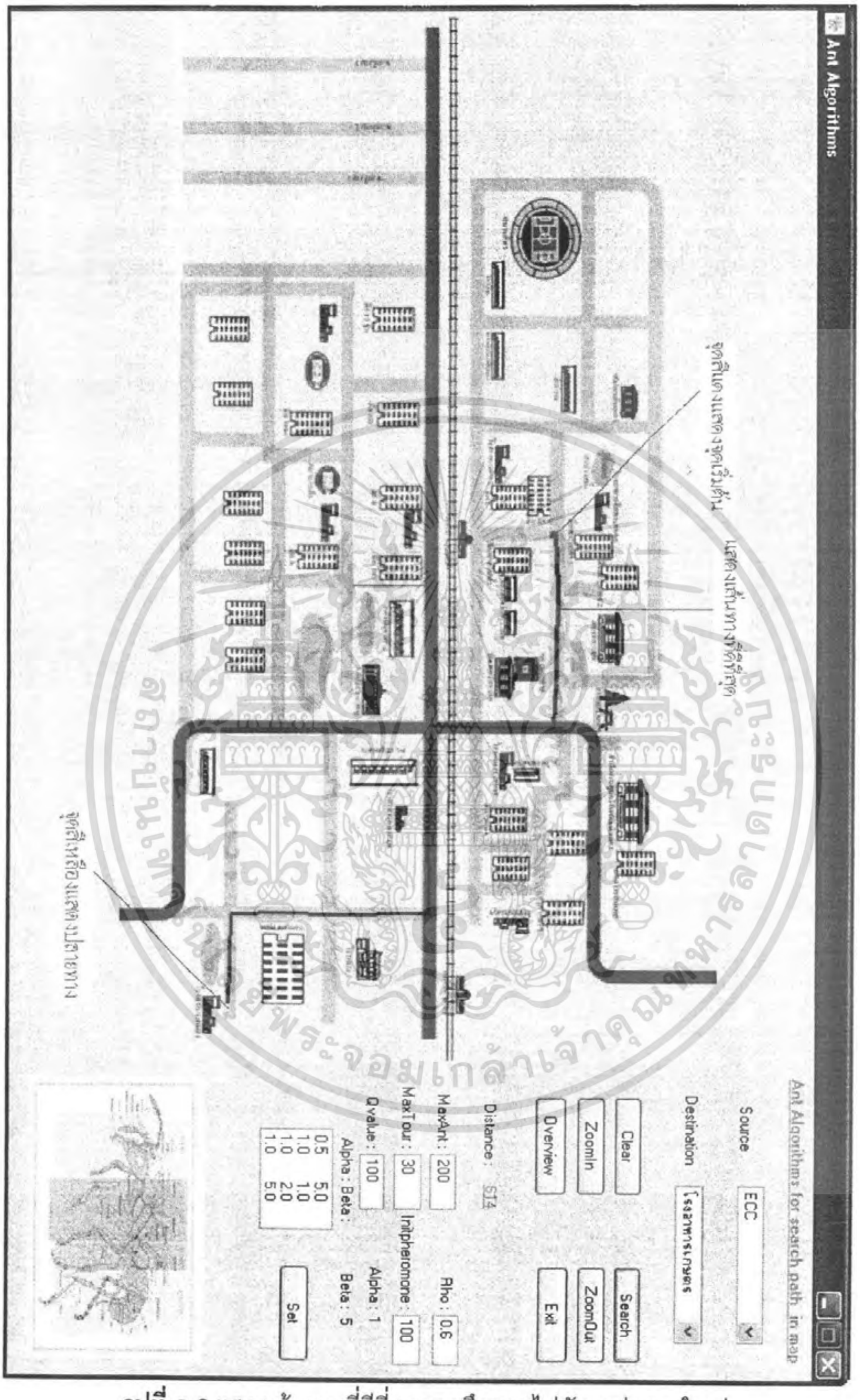
การใช้โปรแกรมและตัวอย่างการค้นหาเส้นทาง

การใช้โปรแกรม

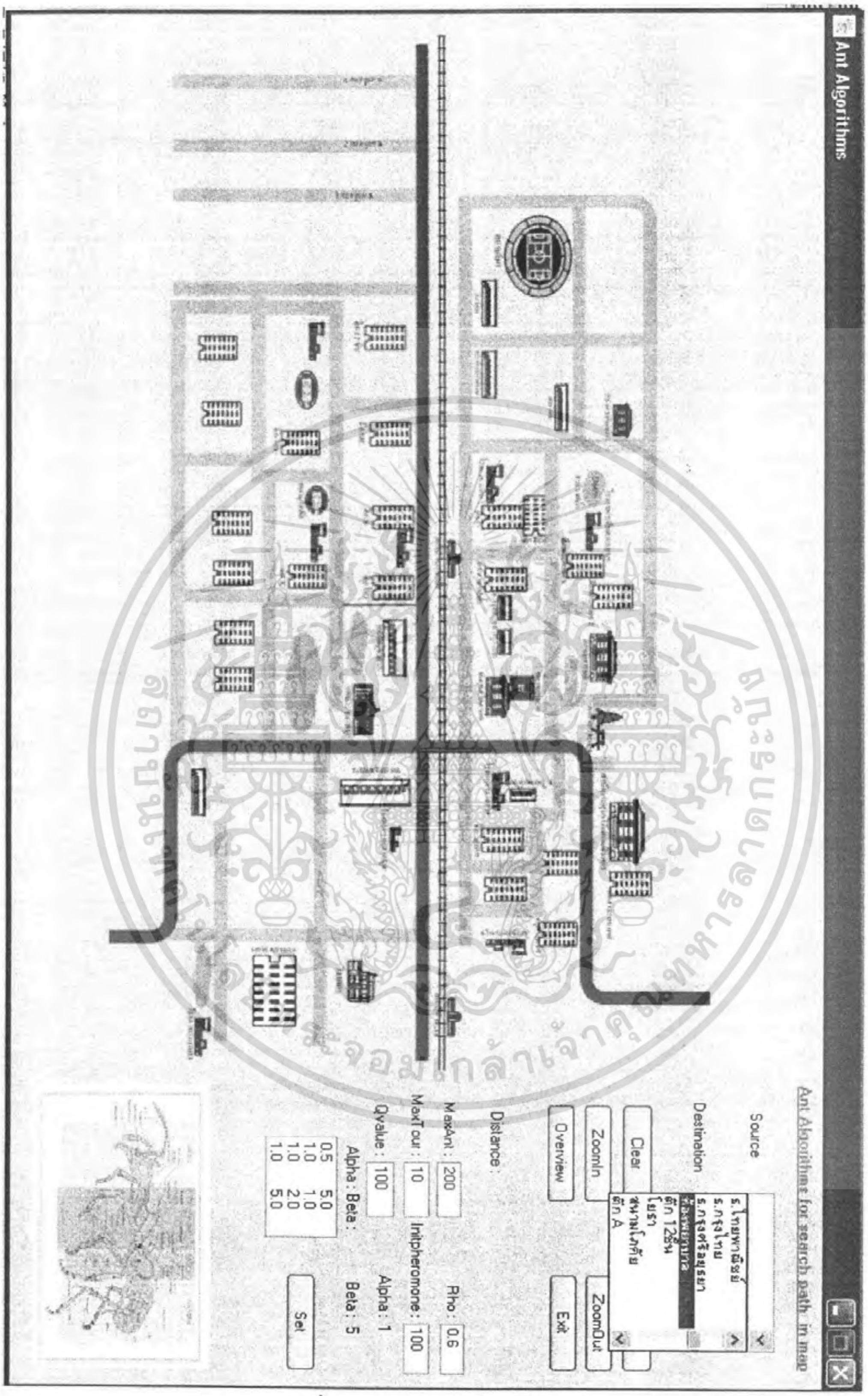
1. รันโปรแกรมขึ้นมา
2. ที่ช่อง Source ให้เลือกต้นทาง
3. ที่ช่อง Destination ให้เลือกปลายทาง
4. กดปุ่ม Search ที่หมายเลข 4 ในรูปที่ ค.1 หลังจากนั้นจะแสดงเส้นทางการ Search ดังรูปที่ 2 และแสดงค่า Distance ที่หมายเลข 10 ในรูปที่ 1
5. การแสดงเส้นทางจะให้จุดสีแดงเป็นต้นทางและจุดสีเหลืองเป็นปลายทาง
6. สามารถเปลี่ยนค่าต่างๆเช่น Max Ant , Max Tour , Rho , Alpha ,Beta, InitPheromone, Qvalue โดยการป้อนค่าลงไปในช่องแทนค่าเก่า ส่วนค่าของ Alpha และ Beta นั้นต้องเลือกจาก ListBox เพราะว่าเป็นค่าที่มีการกำหนดเป็นเอกลักษณ์เฉพาะ จากนั้นให้กด ปุ่ม Set ที่หมายเลข 11
7. หากต้องการเคลียร์ค่าทั้งหมดให้เป็นค่าเริ่มต้นให้กดปุ่ม Clear ที่หมายเลข 5
8. สามารถ ซูมเข้า ซูมออก หรือ ดูแบบทั่วไป โดยกดปุ่ม ZoomIn , ZoomOut ant OverView
9. หากต้องการจบโปรแกรม ให้กดปุ่ม Exit ที่หมายเลข 9



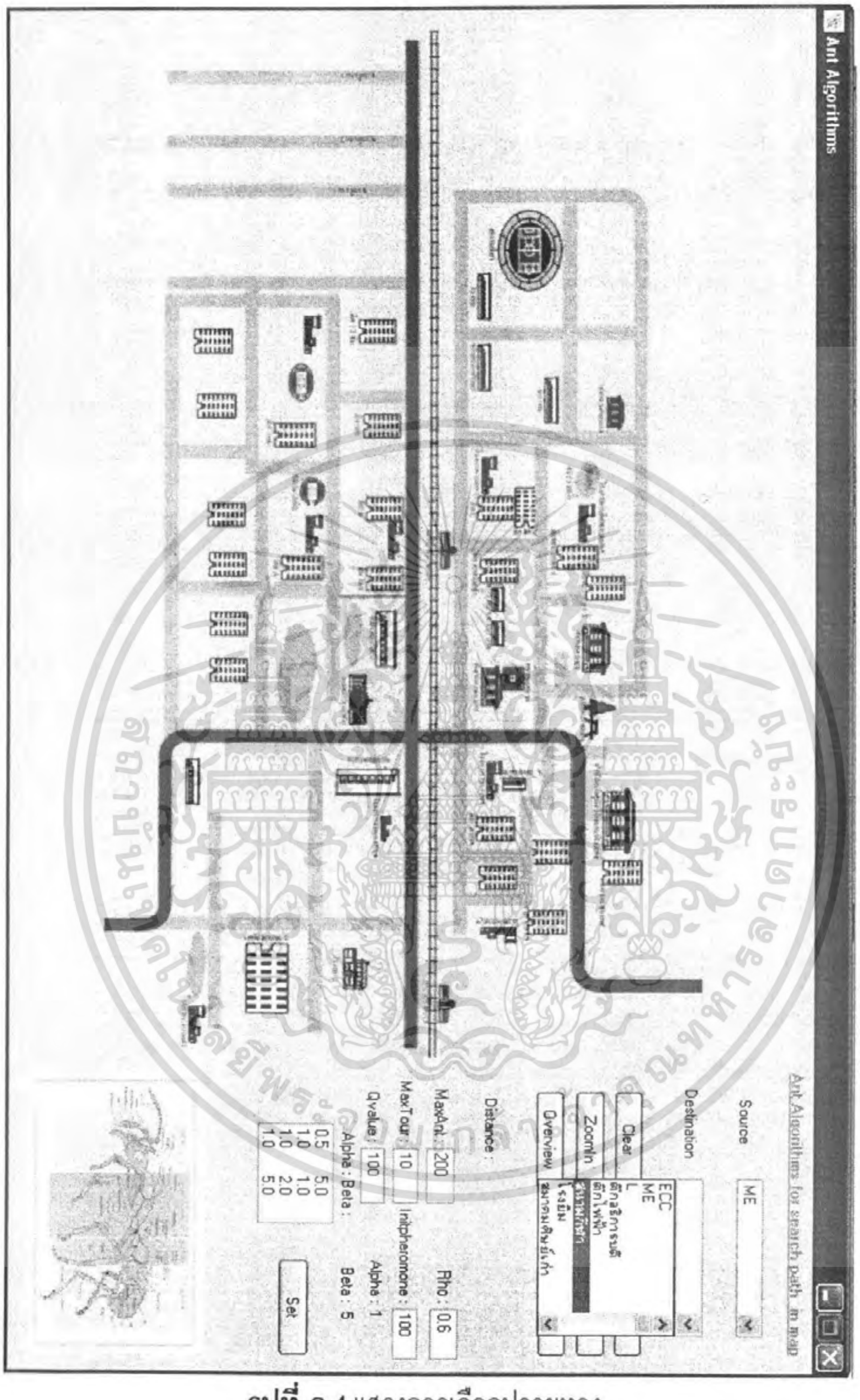
รูปที่ ค.1 แสดงรายละเอียด Interface



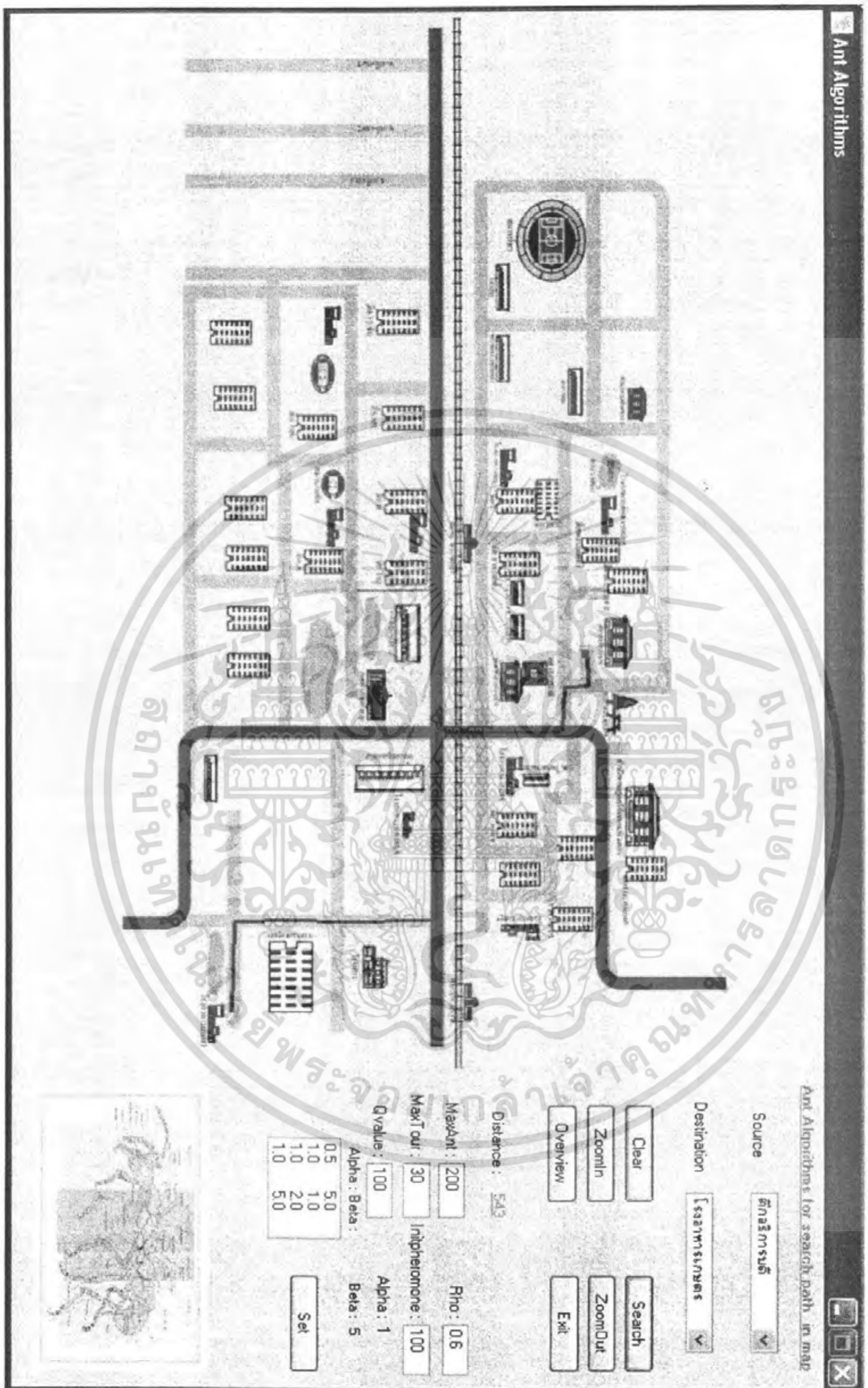
รูปที่ ค.2 แสดงเส้นทางที่ดีที่สุดจากตึกECCไปยังหอประชุมใหญ่



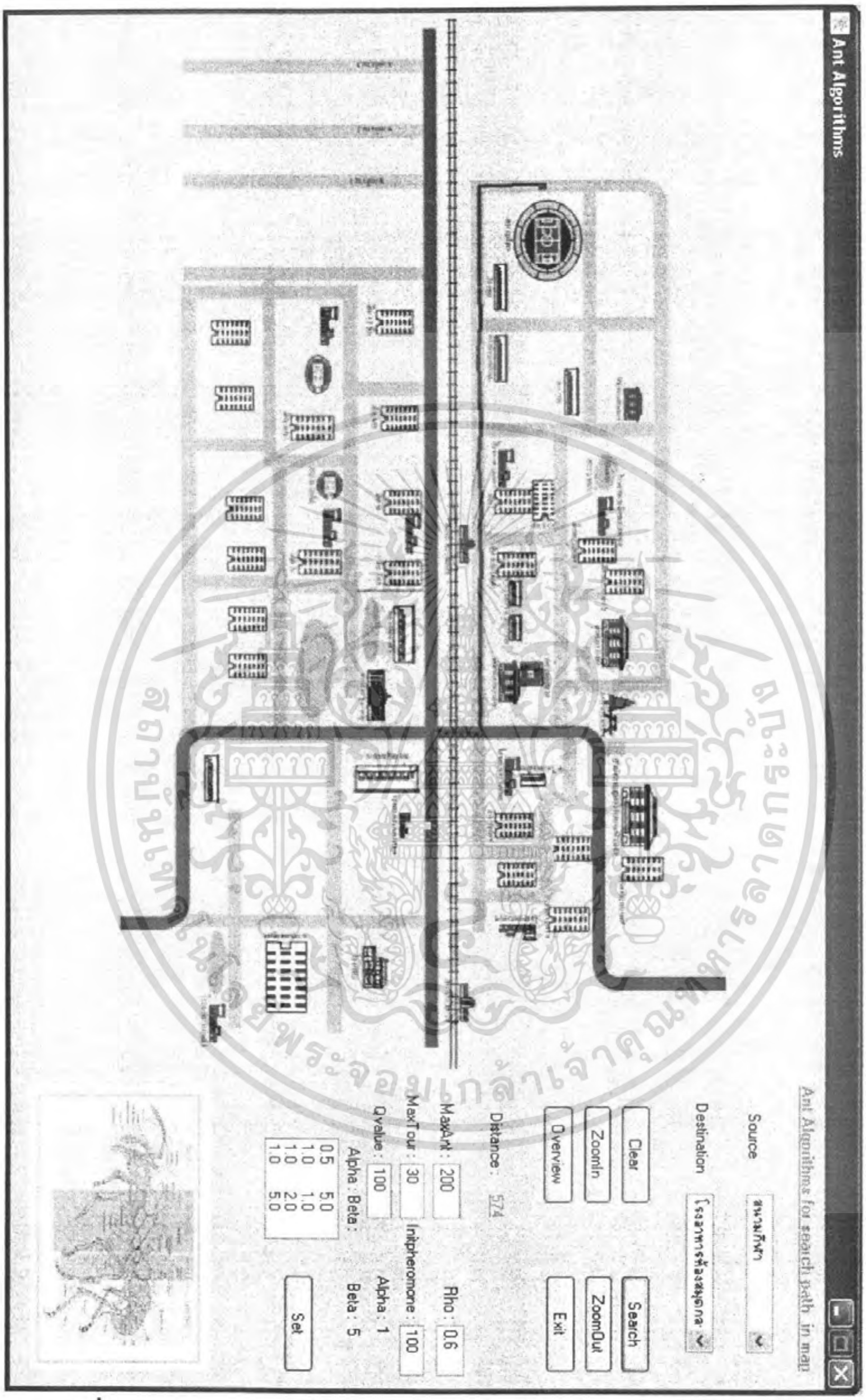
รูปที่ ค.3 แสดงการเลือกต้นทาง



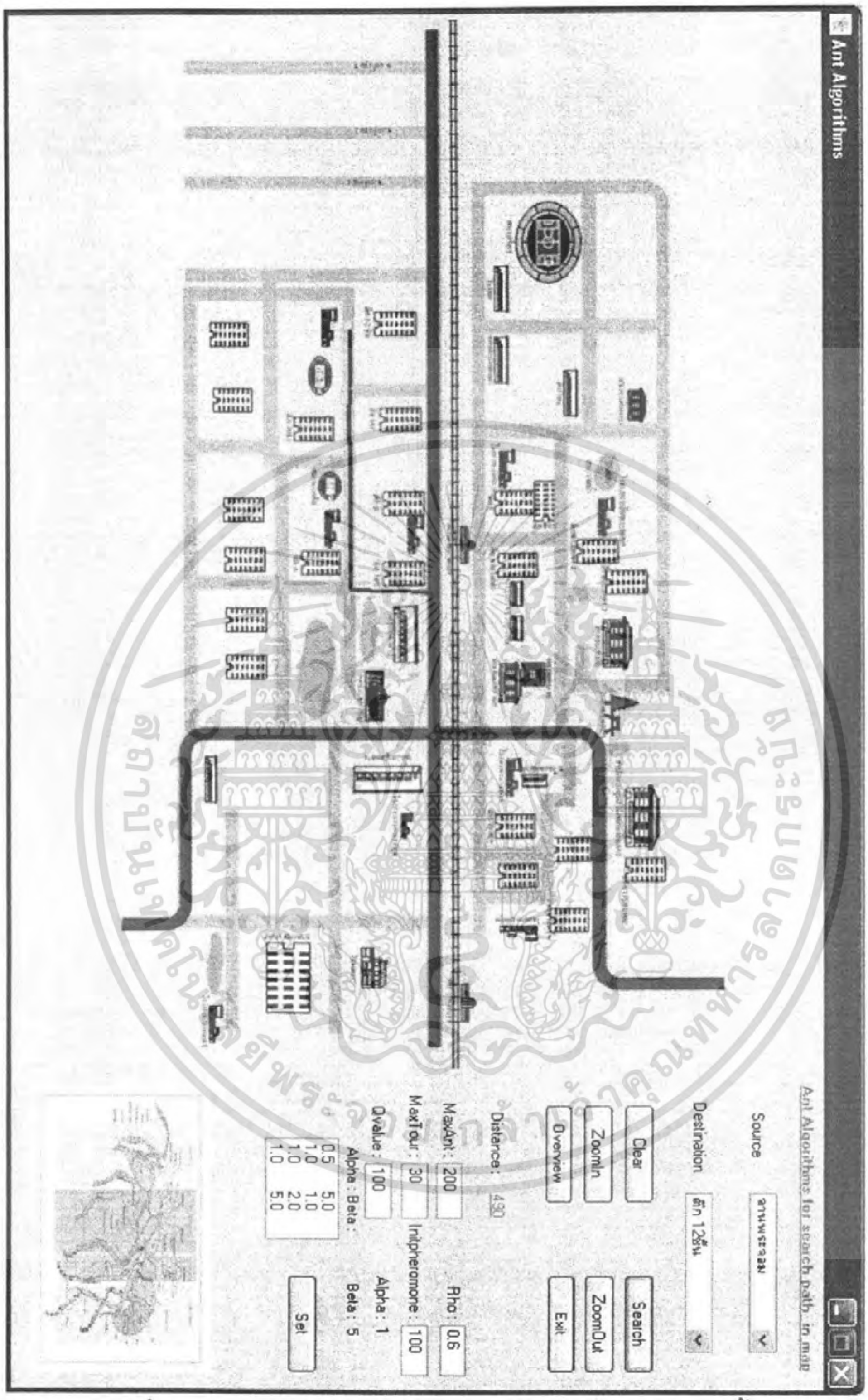
รูปที่ ค.4 แสดงการเลือกปลายทาง



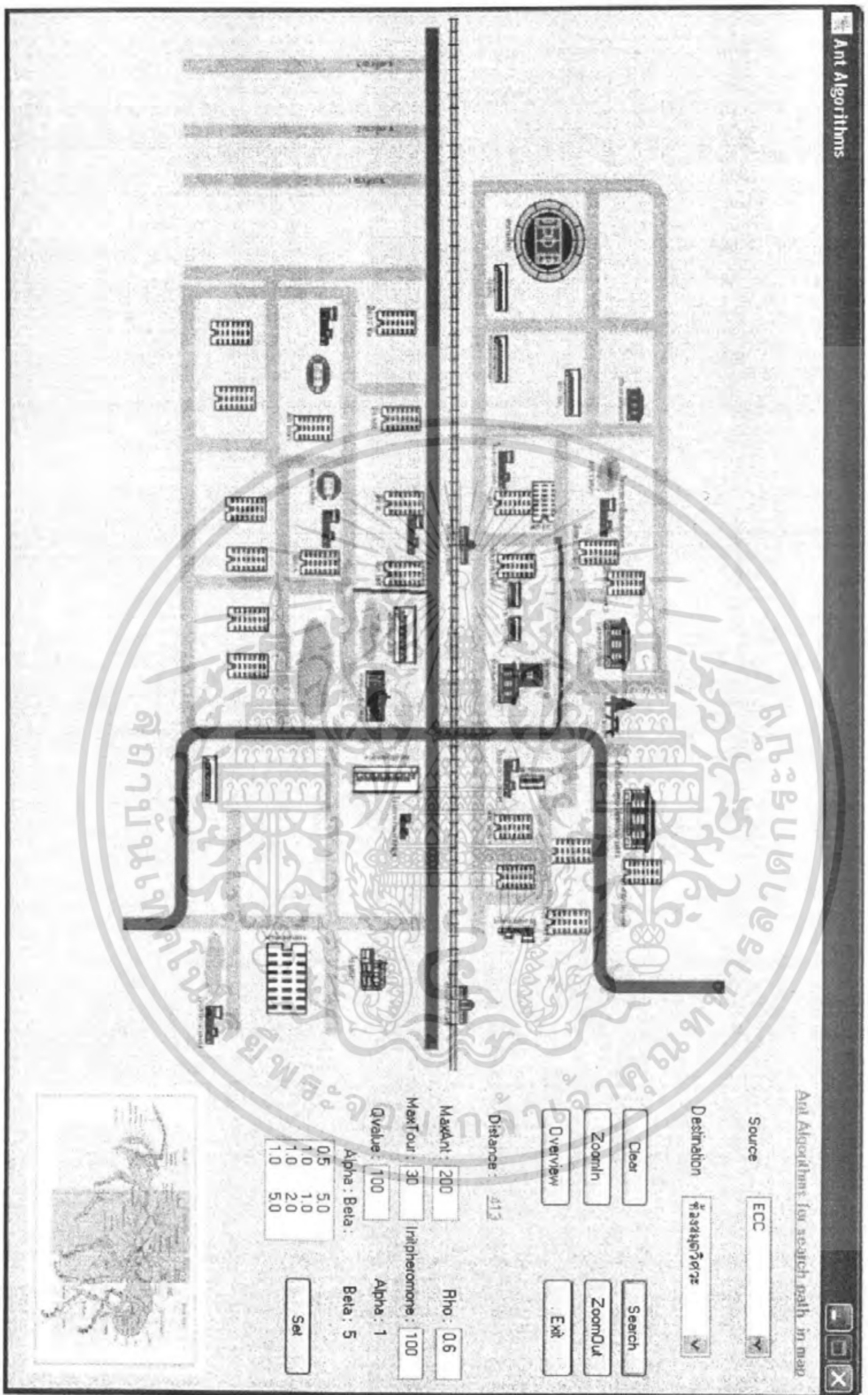
รูปที่ ค.5 แสดงเส้นทางจากตึกอธิการบดีไปยังโรงอาหารเกษตร



รูปที่ ค.6 แสดงการค้นหาเส้นทางจากสนามกีฬาไปยังโรงอาหารห้องสมุดกลาง



รูปที่ ค.7 แสดงการค้นหาเส้นทางจากลานพระจอมไปยังตึก 12 ชั้น



รูปที่ ค.8 แสดงการค้นหาเส้นทางจากตึก ECCไปยังห้องสมุดวิศวะ

ตัวอย่างการค้นหาด้วย Ant Algorithm

ECC : ME Start Ant Tour: 0

78

78 Clone Ant and move Ant to

77

79

80

แสดงให้เห็นว่าจุดเริ่มต้น ที่ตึก ECC และจุดหมายปลายทางอยู่ที่ตึก ME และเป็นการเริ่ม Ant Tour ครั้งแรก และจากจุดที่ 78(ตึก ECC) Ant ได้ทำการแตกตัวและเดินไปยังจุดที่ 77, 79 และ 80 ซึ่งเป็นจุดที่อยู่ติดกับจุดที่ 78

78 80 Clone Ant and move Ant to

81

82

78 80 81 Ant Death:

Ant ที่จุด 80 ได้เดินทางไปยังจุดที่ 81 และจากจุดที่ 81 นั้นไม่สามารถเดินไปยังจุดอื่นๆได้ เนื่องจากมีการวนซ้ำเส้นทางเดิม ทำให้ Ant ตัวนี้ถูกทำลายทิ้ง

78 80 82 83 10 11 94 93 92 88 87 86 9 Clone and move to ;select more than 1 but not all

8

55

จาก Log File ส่วนนี้แสดงให้เห็นว่าจำนวน Ant มีค่าใกล้เคียงกับค่า Max Ant ที่กำหนดไว้แล้วทำให้ Ant ไม่สามารถไปทุกเส้นทางที่มีได้จึงต้องทำการ สุ่มเลือกเพียงบางเส้นทางเท่านั้น

78 80 82 83 10 11 94 93 92 91 90 89 88 move to

87

จาก Log File ส่วนนี้แสดงว่าจำนวน Ant เท่ากับ Max Ant แล้วและ Ant สุ่มเลือกไปได้ครั้งละ 1 เส้นทางเท่านั้น

Ant get Destination:

78 80 82 83 10 9 8 21 22 23 42 43

78 79 59 58 57 56 55 9 8 21 22 23 42 43

78 80 82 83 10 9 8 21 48 47 46 45 44 43

78 79 59 58 57 56 55 9 8 13 7 6 5 4 33 34 50 51 52 53 54 46 45 44 43

คือเส้นทางที่ Ant เดินทางจากจุดเริ่มต้นไปยังปลายทางได้โดยไม่มีการวนซ้ำที่เดิม ซึ่งจะเห็นได้ว่าทุกเส้นทางมีความแตกต่างกันจากนั้นจะทำการคำนวณค่าฟีโรโมนต่างๆเพื่อเลือกเส้นทางที่สั้นที่สุดจากเส้นทางเหล่านี้ จากนั้นจะทำการเริ่ม Ant Tour ใหม่อีกครั้ง