สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์
เรื่อง
การแก้ปัญหาการวางแผนย้ายแหล่งทำงานของโมบายล์เอเจนต์ด้วยวิธีการเชิงพลวัติ

(Dynamic Problem Solving for Mobile Agent Migration Planning)

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัย
จาก
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๕๔

3ห 01493305
AQ 00 8 4 8 4 7
28 มี.ค. 2555
301386
เริ่มบริการ
28 พ.ค. 2555

คณะผู้วิจัย

นายกฤษณะ ชินสาร หัวหน้าโครงการวิจัย
นางสาวสุวรรณา รัศมีขวัญ ผู้ร่วมวิจัย
นางสาวสุนิสา ริมเจริญ ผู้ร่วมวิจัย

ศูนย์วิจัย Knowledge and Smart Technology
คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยบูรพา

อภินันทนาการ

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้นำเสนอวิธีการวางแผนย้ายแหล่งทำงานของโมบายล์เอเจนต์ด้วยวิธีการเชิงพลวัติ โดยจุดมุ่งหมายของปัญหาการหาเส้นทางของโมบายล์เอเจนต์ คือ การหาเส้นทางการเคลื่อนที่ที่ทำให้โมบายล์เอเจนต์ทำงานได้สำเร็จตามที่กำหนด โดยใช้ข้อมูลเกี่ยวกับเครือข่ายเป็นปัจจัยในการตัดสินใจเคลื่อนย้ายโหนด เช่น เวลาที่ทำการย้ายการทำงานจากโหนดหนึ่งไปยังอีกโหนดหนึ่ง เวลาหน่วงที่เกิดขึ้น ณ โหนดใด ๆ ความน่าจะเป็นของงานที่จะทำสำเร็จ เป็นต้น และในการวัดประสิทธิภาพของเส้นทางที่เหมาะสมนั้น ใช้การวัดจากผลรวมของเวลาทั้งหมดในการเคลื่อนที่รวมถึงเวลาหน่วงที่เกิดขึ้น โดยมีเป้าหมายคือการใช้เวลาให้น้อยที่สุด ผลการทดลองปรับปรุงขั้นตอนวิธีในการย้ายการทำงานของโมบายล์เอเจนต์ซึ่งทำการทดลองกับเครือข่ายจำลอง 20 โหนด แสดงให้เห็นว่าขั้นตอนวิธีที่นำเสนอสามารถหาเส้นทางที่เหมาะสมในการย้ายการทำงานของโมบายล์เอเจนต์ได้ดี ซึ่งเวลาที่โมบายล์เอเจนต์ใช้ในการทำงานนี้อาจไม่ใช่เวลาที่ดีที่สุดหรือเร็วที่สุด แต่ก็สามารถลดเวลาในการทำงานของโมบายล์เอเจนต์ลงได้ จากการศึกษากระบวนการย้ายการทำงานของโมบายล์เอเจนต์ยังมีอีกหลายปัจจัยที่มีผลต่อการย้ายการทำงาน เช่น ถ้าแต่ละโหนดมีประสิทธิภาพที่แตกต่างกัน อาจมีผลต่อเวลาที่ให้บริการและปริมาณงานที่ประมวลผลได้ ดังนั้นจึงเป็นปัญหาที่น่าสนใจสำหรับโมบายล์เอเจนต์ในการตัดสินใจในการย้ายการทำงาน ซึ่งจะได้ทำการศึกษาต่อไป

Abstract

This research project proposed a dynamic problem solving method for mobile agent migration planning. The objective of mobile agent migration planning is to find a movement path which guide mobile agents to accomplish their tasks. Various network data are taken into account in order to make decision. For example, time taken for moving from one node to another node, time delay in each node, probability of success, etc. For a performance evaluation, a travel time of each feasible path and a delay at each node are summarized. A minimum time is preferable. The experiments are conducted using the modified mobile agent migration planning algorithm to simulate with 20 nodes network. The results show that the proposed method yields a satisfied solution. Although the obtained results might not be optimal, they might save time of mobile agent migration. There are other factors that affect a mobile agent migration such as difference performance among nodes. It is an interesting issue which will be studied in a future work.

สารบัญ

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย 3
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย 3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4
1.5 ระยะเวลาทำการวิจัยและแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย 4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5
2.1 โมบายล์เอเจนต์ 5
2.1.1 โครงสร้างการทำงาน 5
2.2 ขั้นตอนวิธีระบบอาณานิคมมด (Ant Colony Algorithm) 6
2.2.1 กฎการเปลี่ยนสถานะ (State Transition Rule) 6
2.2.2 กฎปรับเปลี่ยนฟีโรโมนเฉพาะที่ (Local Updating Rule) 7
2.2.3 กฎปรับฟีโรโมนวงกว้าง (Global Updating Rule) 7
2.3 ขั้นตอนวิธีต้นไม้การตัดสินใจ (Decision tree Algorithm) 8
2.4 Support Vector Machines (SVM) 9
2.5 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (Information) ที่เกี่ยวข้อง 11
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 12
3.1 กระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูล (Data collection process) 12
3.2 กระบวนการตัดสินใจ (Decision making process) 13
3.2.1 ขั้นตอนวิธีอาณานิคมมด (Ant Colony Algorithm) 14
3.2.2 การทำมิวเตชั่น (Mutation Operation) 15
3.3 กระบวนการย้ายแหล่งทำงาน (Migration process) 15
บทที่ 4 ผลการทดลอง 16
4.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล 16
4.2 กระบวนการตัดสินใจ (Decision making process) 18
4.2.1 ขั้นตอนวิธีอาณานิคมมด (Ant Colony Algorithm) 18
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง 21
5.1 สรุปผลการทดลอง 21
5.2 งานที่ต้องทำต่อไปในปีงบประมาณ พ.ศ. 2555 21

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

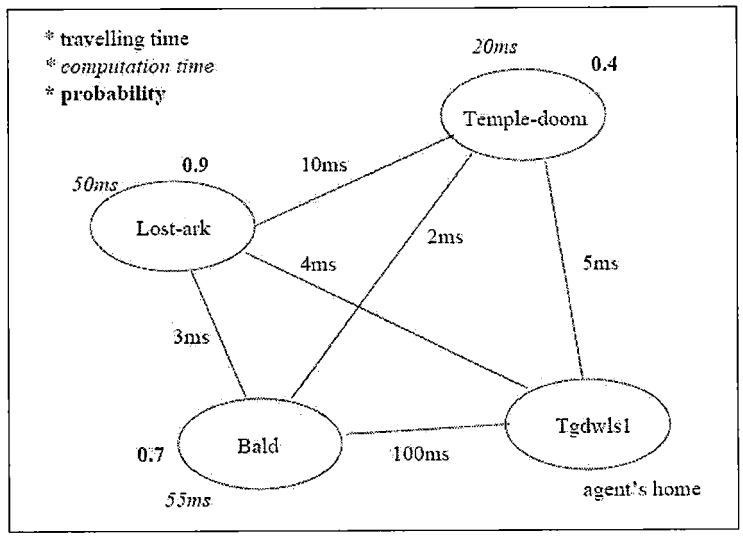
ปัจจุบันการติดต่อสื่อสารบนระบบเครือข่ายมีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายไม่ว่าจะเป็นการติดต่อสื่อสารผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หรือแม้แต่การสื่อสารภายในองค์กรก็ตาม ในการใช้ทรัพยากรต่างๆ ร่วมกันของหน่วยงานหรือองค์กรนั้น คอมพิวเตอร์ทุกเครื่องจะต้องเชื่อมต่อกันเป็นเครือข่ายซึ่งมีอยู่หลายรูปแบบ แต่ที่พบโดยส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นแบบไคลเอนต์/เซิร์ฟเวอร์ (Client / Server) โดยที่เครื่องแม่ข่าย (Server) จะทำการแจกจ่ายหน้าที่การทำงาน การประมวลผล และข้อมูลให้กับคอมพิวเตอร์แม่ข่ายด้วยกันเอง หรือคอมพิวเตอร์ลูกข่าย (Client) ซึ่งโครงสร้างการทำงานที่กล่าวมานี้เป็นลักษณะการประมวลผลแบบรวมศูนย์ (Centralized Processing)

ในการประมวลผลแบบรวมศูนย์ เป็น การประมวลผลโดยใช้คอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ทำหน้าที่ทั้งเพื่อการประมวลผลหลัก การเก็บและเรียกใช้ข้อมูล การควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ถูกดำเนินการด้วยโฮสต์หลักเพียงเครื่องเดียวซึ่งต้องอาศัยคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง และถ้าโฮสต์นั้นต้องรับภาระการทำงานมากขึ้น เช่น มีจำนวนผู้ใช้งานมากขึ้น หรือมีโปรแกรมทำงานพร้อมกันอยู่หลายโปรแกรมทำให้เกิดความล่าช้าในการให้บริการ หรือเกิดปัญหาความคับคั่งของข้อมูลบนเครือข่ายได้ ดังนั้นการประมวลผลแบบกระจาย (Distributed Computing) จึงเป็นรูปแบบที่ถูกนำมาใช้ในการแก้ปัญหาดังกล่าว ซึ่งการประมวลผลแบบกระจายนี้ จะทำการแบ่งหน้าที่ในการประมวลผลให้กับคอมพิวเตอร์ทุกเครื่องที่เชื่อมต่ออยู่ในเครือข่าย จึงสามารถช่วยลดปัญหาของการประมวลผลแบบรวมศูนย์ได้

เทคโนโลยีโมบายล์เอเจนต์ (Mobile Agent) เป็นอีกรูปแบบการสื่อสารที่ได้รับความสนใจเป็นอย่างมากในปัจจุบัน เนื่องจากมีรูปแบบการประมวลผลแบบกระจาย โมบายล์เอเจนต์คือ โปรแกรมที่สามารถย้ายการทำงาน (Migration) จากโหนดหนึ่งไปยังอีกโหนดหนึ่ง และยังคงทำงานต่อจากเดิมได้ (Ali et al., 2007) ซึ่งการย้ายการทำงานไปยังโหนดที่มีข้อมูลที่ต้องการ จะช่วยลดแบนด์วิดท์ (Bandwidth) ของเครือข่ายลงได้ เพราะข้อมูลทั้งหมดจะถูกส่งเฉพาะโค้ดและสถานะของโมบายล์เอเจนต์เท่านั้น นอกจากนั้นโมบายล์เอเจนต์ยังสามารถทำงานได้โดยที่ไคลเอนต์ไม่จำเป็นต้องเชื่อมต่ออยู่กับโหนดที่โมบายล์เอเจนต์ย้ายไปทำงาน และยังสามารถกลับมายังไคลเอนต์เดิมได้เมื่อไคลเอนต์เชื่อมต่อเข้าสู่เครือข่ายอีกครั้ง เนื่องจากการทำงานของโมบายล์เอเจนต์ จำเป็นต้องมีการติดต่อกับเครื่องอื่นๆ ที่อยู่ในเครือข่าย ดังนั้นในการออกแบบการทำงานของโมบายล์เอเจนต์ การกำหนดเส้นทางให้กับโมบายล์เอเจนต์ในการประมวลผลไปยังโหนดต่างๆ จึงเป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจากโมบายล์เอเจนต์จะได้ข้อมูลก่อนถูกส่งออกไปประมวลผล ซึ่งในการกำหนดเส้นทางเป็นส่วนหนึ่งของการวางแผนการย้ายการทำงาน โดยการกำหนดเส้นทางจะเป็นการกำหนดแบบคงที่ กล่าวคือโมบายล์เอเจนต์จะย้ายแหล่ง

ทำงานตามที่ถูกกำหนดไว้ล่วงหน้า หากขณะที่โมบายล์เอเจนต์ย้ายแหล่งทำงานเกิดปัญหาเกี่ยวกับเครือข่ายที่ไม่อาจคาดการณ์ได้ล่วงหน้า เช่น ปัญหาเครือข่ายถูกตัดขาด ปัญหาความคับคั่งของการจราจรบนเครือข่าย เป็นต้น ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการทำงานของโมบายล์เอเจนต์ได้ ดังนั้นโมบายล์เอเจนต์จึงจำเป็นต้องมีวิธีการตัดสินใจในการย้ายแหล่งทำงานบนสภาวะแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ซึ่งที่กล่าวมาทั้งหมดจึงเป็นที่มาของการวิจัยในครั้งนี้

ปัญหาที่นำเสนอในการวิจัยครั้งนี้เป็นปัญหาการหาเส้นทางของโมบายล์เอเจนต์ในการวางแผนย้ายแหล่งทำงาน และเป็นปัญหาที่ประยุกต์มาจากแนวคิดของปัญหาการเดินทางของเซลส์แมน (Traveling Salesman Problem : TSP) โดยมีข้อกำหนดว่า เซลส์แมนไม่สามารถเดินย้อนกลับเส้นทางเดิมได้ ซึ่งแตกต่างจากกรณีการกำหนดเส้นทางให้กับโมบายล์เอเจนต์ โมบายล์เอเจนต์สามารถเดินทางย้อนกลับผ่านเส้นทางเดิมได้ โดยการทำงานของโมบายล์เอเจนต์ โมบายล์เอเจนต์จะถูกส่งออกมาจากโหนดเริ่มต้นเพื่อทำงาน หากทำงานไม่สำเร็จจะต้องทำการย้ายแหล่งทำงานไปยังโหนดอื่นจนกว่าจะทำงานสำเร็จ หรือจนกว่าจะย้ายไปครบทุกโหนดจึงจะกลับไปโหนดเริ่มต้น โดยที่แต่ละโหนดจะถูกเข้าถึงเพียงครั้งเดียว โดยจุดมุ่งหมายของปัญหาการหาเส้นทางของโมบายล์เอเจนต์ คือ การหาเส้นทางการเคลื่อนที่ที่ทำให้โมบายล์เอเจนต์ทำงานได้สำเร็จตามที่กำหนด (Moizumi, 1998) ปัญหาดังกล่าวเรียกว่า (Traveling Agent Problem : TAP)



รูปที่ 1-1 ตัวอย่างของปัญหาการวางแผนของโมบายล์เอเจนต์ (Moizumi, 1998)

จากรูปที่ 1-1 แสดงตัวอย่างของการวางแผนของโมบายล์เอเจนต์ในการย้ายการทำงานซึ่งต้องอาศัยข้อมูลหรือปัจจัยต่างๆ จากรูป ประกอบด้วยโหนดการทำงานจำนวน 4 โหนด สมมติว่าโมบายล์เอเจนต์ ถูกส่งออกไปทำงานจากโหนด Tgdwls1 โมบายล์เอเจนต์จะต้องมีการวางแผนในการย้ายการทำงาน โดยอาศัยข้อมูลในการเดินทาง (Traveling times) เวลาในการทำงานในแต่ละโหนด

(Computation time) ความน่าจะเป็นของงานที่สำเร็จ (Probability) ซึ่งเวลาที่ใช้ในการย้ายการทำงานของโมบายล์เอเจนต์ทั้งหมดในการเดินทาง (Tour) เช่น เวลาที่ย้ายการทำงานจาก Tgdwls1, Temple-doom, Lost-ask, Bald ตามลำดับจะเรียกว่าเวลาที่คาดหวังรวม (Total expected time) (Moizumi, 1998) แต่ในการทำงานบนเครือข่ายจริงของโมบายล์เอเจนต์นอกจากปัจจัยดังกล่าวแล้ว ยังมีปัจจัยอื่นที่มีผลต่อการย้ายการทำงานได้ ซึ่งโดยปกติโมบายล์เอเจนต์จะได้รับข้อมูล (Information) ก่อนออกไปทำงาน แต่หากเมื่อออกไปทำงานแล้วเกิดปัญหาเครือข่ายไม่สามารถให้บริการได้ หรือพบปัญหาที่ต้องเปลี่ยนเส้นทางกระทันหันอาจส่งผลกระทบต่อการทำงาน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการวางแผนที่ดีให้กับโมบายล์เอเจนต์

จากที่ได้กล่าวมาทั้งหมดนั้น ผู้วิจัยได้แสดงให้เห็นถึงปัญหาของการหาเส้นทางของโมบายล์-เอเจนต์ โดยข้อมูลที่นำมาพิจารณานั้นเป็นข้อมูลเกี่ยวกับเครือข่าย เช่น เวลาที่ทำการย้ายการทำงานจากโหนดหนึ่งไปยังอีกโหนดหนึ่ง เวลาหน่วงที่เกิดขึ้น ณ โหนดใด ๆ ความน่าจะเป็นของงานที่จะทำสำเร็จ รวมไปถึงถึงปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อการตัดสินใจของโมบายล์เอเจนต์ และในการวัดประสิทธิภาพของเส้นทางที่เหมาะสมนั้น ใช้การวัดจากผลรวมของเวลาทั้งหมดในการเคลื่อนที่รวมถึงเวลาหน่วงที่เกิดขึ้นมีค่าต่ำสุด ซึ่งจะนำไปใช้ในการวางแผนการหาเส้นทางของโมบายล์เอเจนต์ที่เหมาะสม

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาตัววัดสำหรับการตัดสินใจในการย้ายแหล่งทำงานของโมบายล์เอเจนต์
2. เพื่อปรับปรุงขั้นตอนวิธีในการหาเส้นทางของโมบายล์เอเจนต์ในการแก้ปัญหาการวางแผนย้ายแหล่งทำงาน
3. เพื่อให้ผู้ที่สนใจสามารถนำแนวความคิดที่นำเสนอ ไปศึกษาเพื่อทำการพัฒนาหรือประยุกต์ใช้ในงานวิจัยของตนเองต่อไป

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาและพัฒนาวิธีการหาเส้นทางรวมถึงตัววัดในการตัดสินใจเพื่อใช้ในการวางแผนการย้ายแหล่งทำงานของโมบายล์เอเจนต์ โดยมีขอบเขตดังต่อไปนี้

1. เก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการทำงานของโมบายล์เอเจนต์ เช่น เวลาในการประมวลผล เวลาหน่วง รวมถึงปัจจัยอื่นๆ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาและปรับปรุงขั้นตอนวิธีในการหาเส้นทางการย้ายแหล่งทำงานของโมบายล์เอเจนต์ให้ดีขึ้น
2. ทำการสร้างโมบายล์เอเจนต์ในการหาเส้นทางการย้ายแหล่งทำงานที่เป็นไปได้จากขั้นตอนวิธีเชิงพลวัติ
3. ทดสอบการทำงานของโมบายล์เอเจนต์บนสภาพแวดล้อมที่จำลองขึ้น

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ขั้นตอนวิธีการหาเส้นทางที่เป็นไปได้ เพื่อนำไปใช้ในการวางแผนการย้ายแหล่งทำงานของโมบายล์เอเจนต์ โดยอาศัยเทคนิคในการจัดกลุ่มข้อมูล และการรู้จำ โดยนำข้อมูลและปัจจัยเครือข่ายอื่นมาร่วมในการตัดสินใจหาเส้นทางที่เป็นไปได้
2. สามารถนำแนวคิดไปพัฒนาระบบงานบนเครือข่าย และวางแผนการทำงานเพื่อเป็นการลดค่าใช้จ่ายที่เป็นต้นทุนและเวลาให้น้อยลง และเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน
3. ขั้นตอนวิธีที่นำเสนอจะสามารถใช้เป็นต้นแบบในการศึกษาขั้นสูงต่อไป

1.5 ระยะเวลาทำการวิจัยและแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย

ดำเนินการวิจัยแบบ 2 ปีต่อเนื่อง (ปีงบประมาณ 2554-2555)

แผนการดำเนินงานปีที่ 1 (ปีงบประมาณ 2554-2555)

แผนการดำเนินงานวิจัย	เดือนที่											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
การจัดเตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์และวัสดุวิจัย	⇨											
การศึกษาการทำงานของโมบายล์เอเจนต์ รวมถึงการเก็บรวมรวมข้อมูลที่ใช้	→	→	→	→	→	→						
การจัดทำรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 1							⇨					
วิเคราะห์ ข้อมูล ศึกษาขั้นตอนวิธีในการวางแผนการย้ายแหล่งทำงานของโมบายล์เอเจนต์							→	→	→	→	→	→
การจัดทำรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 2												⇨

แผนการดำเนินงานปีที่ 2 (ปีงบประมาณ 2555-2556)

แผนการดำเนินงานวิจัย	เดือนที่											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาใช้ในการวางแผนย้ายแหล่งทำงานของโมบายล์เอเจนต์	→	→	→	→	→	→						
การจัดทำรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 3							⇨					
พัฒนา ทดสอบ ปรับปรุงแก้ไข							→	→	→	→	→	→
จัดส่งรายงาน												⇨

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 โมบายล์เอเจนต์

นิยาม

เอเจนต์มีคำนิยามไว้หลายความหมายด้วยกัน เช่น

Wooldridge (1997) ได้ให้คำนิยามว่า "เอเจนต์เป็นโปรแกรมที่สมบูรณ์ในตัวเอง โดยรวมเอาการควบคุมการตัดสินใจเกี่ยวกับการกระทำ โดยดูจากวัตถุประสงค์ ซึ่งมีพื้นฐานอยู่บนสิ่งแวดล้อมของตนเอง"

Jennings และ Wooldridge (1995) ได้ให้คำนิยามว่า "เอเจนต์เป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่ถูกห่อหุ้ม ซึ่งเหมาะกับสภาพแวดล้อมบางอย่าง มีความยืดหยุ่น และการกระทำที่เป็นแบบอัตโนมัติต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งได้มาจากการออกแบบ"

2.1.1 โครงสร้างการทำงาน

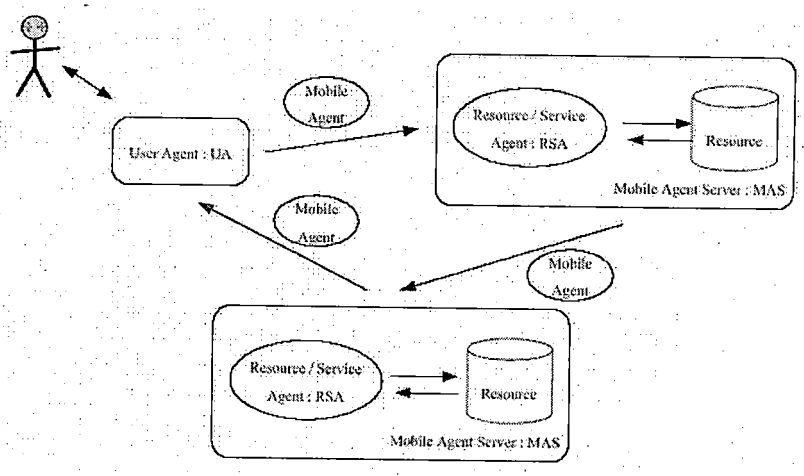
โครงสร้างการทำงานของโมบายล์เอเจนต์โดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังแสดงในรูปที่ 2-1 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

User Agent (UA) ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการติดต่อระหว่างผู้ใช้บริการกับตัวโมบายล์-เอเจนต์ โดยเริ่มต้นการทำงานผู้ใช้บริการจะกำหนดลักษณะของข้อมูล ที่ต้องการให้กับ UA และสร้างตัวโมบายล์เอเจนต์ขึ้นมาเพื่อให้สอดคล้องกับสิ่งที่ผู้ใช้บริการต้องการแล้วส่งโมบายล์เอเจนต์ไปประมวลผลยังเซิร์ฟเวอร์ต่างๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ต้องการ เมื่อเสร็จสิ้นการประมวลผลแล้วโมบายล์-เอเจนต์จะกลับมายัง UA โดย UA จะแปลงข้อมูลที่ได้จากโมบายล์เอเจนต์ให้เป็นรูปแบบที่ผู้ใช้บริการต้องการอีกครั้งหนึ่ง

Mobile Agent Server (MAS) ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการติดต่อระหว่างโมบายล์เอเจนต์และ RSA (Service/Resource Agent) โดยหน้าที่สำคัญคือกำหนดสภาวะแวดล้อมต่างๆ ที่เหมาะสมสำหรับการประมวลผลให้กับโมบายล์เอเจนต์ เพื่อให้โมบายล์เอเจนต์ได้ใช้ทรัพยากรที่มีได้อย่างคุ้มค่าและเพื่อให้สามารถทำงานร่วมกับ RSA ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Service/Resource Agent (RSA) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการเข้าถึงข้อมูลที่ต้องการในการประมวลผลของโมบายล์เอเจนต์ ซึ่งส่วนใหญ่คือฐานข้อมูลนั่นเอง โดยจะทำงานควบคู่กับ MAS

Mobile Agent (MA) โมบายล์เอเจนต์เป็นโค้ดที่ถูกสร้างขึ้นโดยผู้ใช้บริการ เพื่อไปประมวลผลที่เซิร์ฟเวอร์ แล้วส่งข้อมูลที่ได้กลับไปยังผู้ใช้บริการ



รูปที่ 2-1 โครงสร้างการทำงานของโมบายล์เอเจนต์

2.2 ขั้นตอนวิธีระบบอาณานิคมมด *(Ant Colony Algorithm)*

เป็นขั้นตอนวิธีการค้นหาซึ่งมีรากฐานมาจากการศึกษาพฤติกรรมกลุ่มของมด (Dorigo et al., 1997; Bonabeau et al., 1999) ขั้นตอนวิธีนี้เหมาะกับการแก้ปัญหาการหาค่าเหมาะที่สุดเชิงการจัด ซึ่งเป็นปัญหาที่มีลักษณะเดียวกับปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย หรือ ทีเอสพี โดยมดจะเลือกเดินทางจากเมืองหนึ่งไปยังเมืองถัดไป โดยใช้ข้อมูลระยะทาง และปริมาณฟีโรโมนที่ถูกทิ้งไว้บนเส้นทางระหว่างเมืองต่างๆ ฟีโรโมนเป็นสารชนิดหนึ่งที่ถูกทิ้งไว้บนเส้นทางโดยมดตัวอื่นซึ่งเคยเดิน ผ่านเส้นทางนั้นมาก่อน

ขั้นตอนวิธีนี้ประกอบไปด้วยสามส่วนหลักด้วยกันคือ กฎการเปลี่ยนสถานะ กฎการปรับฟีโรโมนเฉพาะที่ และกฎการปรับฟีโรโมนวงกว้าง ดังนี้

2.2.1 กฎการเปลี่ยนสถานะ (State Transition Rule)

มดจะมีการเดินทางหรือเปลี่ยนสถานะจากเมืองหนึ่งไปอีกเมืองหนึ่ง โดยอาศัยกฎการเปลี่ยนสถานะ กฎนี้ประกอบไปด้วยสองทางเลือกที่เป็นไปได้ นั่นคือ การเลือกสำรวจเพื่อหาผลเฉลยที่เป็นไปได้ใหม่ (exploration) หรือการเลือกผลเฉลยโดยอาศัยความรู้เดิมที่มีอยู่ก่อนแล้ว (exploitation) ให้มด k อยู่ที่ เมือง r เลือกที่จะเปลี่ยนสถานะไปอยู่ที่เมือง s โดย

$$s = \begin{cases} \arg\max_{u \in J_k(r)} \left\{ [\tau(r,u)] \cdot [\eta(r,u)]^{\beta} \right\} & \text{if } q \le q_0 \\ S & \text{if } q > q_0 \end{cases} \quad \ldots(1)$$

เมื่อ q_0 เป็นตัวเลขสุ่มที่มีการกระจายสม่ำเสมอในช่วงศูนย์ถึงหนึ่ง และเป็นความน่าจะเป็นที่จะเลือกจากความรู้เดิมที่มีอยู่ ($0 \le q_0 \le 1$) β เป็นเลขยกกำลังสำหรับคำนวณผลคูณระหว่างฟีโรโมน

กับความใกล้ $\tau(r,u)$ แสดงถึงปริมาณฟีโรโมนบนเส้นทางเดินระหว่างเมือง r และ u ส่วน $J_k(r)$ เป็นเซตของเมืองที่มด k ยังไม่เคยเดินทางไปมาก่อน โดยปัจจุบันมดอยู่ที่เมือง r และ s คือเมืองที่จะถูกเลือก ถ้ามด k ตัดสินใจที่จะทำการสำรวจ ความน่าจะเป็นที่มด k ซึ่งอยู่ที่เมือง r จะเลือกเดินทางไปยังเมือง S ซึ่ง $p_k(r,S)$ ถูกกำหนดโดย

$$p_k(r,S) = \begin{cases} \dfrac{[\tau(r,S)]\cdot[\eta(r,S)]^\beta}{\sum_{u\in J_k(r)}[\tau(r,u)]\cdot[\eta(r,u)]^\beta} & if\ S \in J_k(r) \\ 0 & other \end{cases} \quad ...(2)$$

จากสมการที่ (1) ถ้ามดเลือกที่จะใช้ความรู้เดิมที่ได้รับมาจากมดตัวอื่นๆ มด จะเลือกเดินทางโดยกำหนดจากเส้นทางที่ให้ผลคูณระหว่างฟีโรโมนกับความใกล้ที่มากที่สุด ในกรณีที่มดเลือกที่จะสำรวจเส้นทางใหม่ จากสมการที่ (2) เส้นทางที่มีผลคูณระหว่างฟีโรโมนกับความใกล้มากเท่าไร ก็มีโอกาสที่จะถูกเลือกมากขึ้นเท่านั้น หลังจากที่มดทำการเปลี่ยนสถานะ มดจะทิ้งฟีโรโมนจำนวนหนึ่งบนเส้นทางที่เดินผ่าน

2.2.2 กฎปรับเปลี่ยนฟีโรโมนเฉพาะที่ (Local Updating Rule)

หลังจากที่มดได้เดินทางจากเมือง r ไปยังเมือง s ระดับฟีโรโมนบนเส้นทางระหว่างเมือง r และ s จะถูกปรับโดยสมการ

$$\tau(r,s) \leftarrow (1-\rho)\cdot\tau(r,s) + \rho\cdot\Delta\tau(r,s) \quad ...(3)$$

เมื่อ ρ คือ อัตราการปรับฟีโรโมนเฉพาะที่ ($0 \le \rho \le 1$) และ $\Delta\tau(r,s) = \tau_0$ เป็นแฟคเตอร์การปรับฟีโรโมน

2.2.3 กฎปรับฟีโรโมนวงกว้าง (Global Updating Rule)

เมื่อมดทุกตัวในอาณานิคมได้เดินทางครบรอบโดยผ่านครบทุกเมืองแล้ว เส้นทางที่เดินทางได้สั้นที่สุดจะได้รับปริมาณฟีโรโมนเพิ่มเติมอีก ซึ่งกำหนดจากกฎการปรับฟีโรโมนวงกว้างดังสมการ

$$\tau(r,s) \leftarrow (1-\alpha)\cdot\tau(r,s) + \alpha\cdot\Delta\tau(r,s) \quad ...(4)$$

กฎการปรับฟีโรโมนทั้งแบบเฉพาะที่และวงกว้าง ซึ่งจะมีความคล้ายคลึงกัน แต่มีข้อแตกต่างเพียงอย่างเดียวคือ ภายหลังจากที่ฟีโรโมนของเส้นทางทุกเส้นที่ให้การเดินทางที่สั้นที่สุดมีการระเหยไปจำนวนหนึ่งเส้นทางเหล่านี้จะได้รับฟีโรโมนเพิ่มขึ้นอีกตามส่วนกลับของความยาวของเส้นทางที่ดีที่สุดจากทุกเส้นทาง

2.3 ขั้นตอนวิธีต้นไม้การตัดสินใจ *(Decision tree Algorithm)*

Decision trees เป็นชื่อเรียกทั่วไปของโมเดลที่สร้างในรูปแบบโครงสร้างต้นไม้ โดยมีขั้นตอนวิธีหลายแบบที่นำมาสร้างเป็น Decision tree ได้ โดยแต่ละขั้นตอนวิธีจะมีโครงสร้างต้นไม้ที่แตกต่างกัน โมเดลขั้นตอนในการสร้าง Decision tree เพื่อใช้จำแนกข้อมูล มีดังนี้

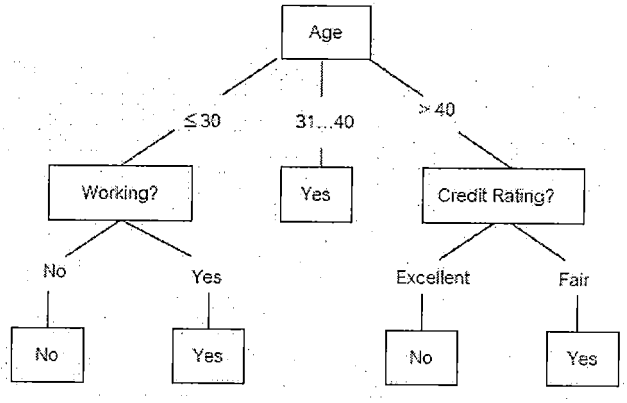
1. เลือกปัจจัยที่ทำหน้าที่เป็น Root node
2. จาก Root node สร้างเส้นทางเชื่อมไปยังโหนดลูก จำนวนเส้นทางเชื่อมจะเท่ากับจำนวนค่าที่เป็นไปได้ทั้งหมดของปัจจัยที่เป็น Root node
3. ถ้าโหนดลูกเป็นกลุ่มของข้อมูลที่อยู่ในคลาสเดียวกันทั้งหมดให้หยุดการสร้าง tree แต่ถ้าโหนดลูกมีข้อมูลของหลายคลาสปะปนกันอยู่ ต้องสร้าง Subtree เพื่อจำแนกข้อมูลต่อไป โดยเลือกปัจจัยมาทำหน้าที่เป็น Root node ของ Subtree และทำซ้ำในขั้นตอนที่ 2

ตารางที่ 2-1 ตัวอย่างข้อมูลในการสร้าง Decision tree

Age	Income	Working	Credit Rating	Product Y
≤ 30	High	No	Fair	No
≤ 30	High	No	Excellent	No
31 ... 40	High	No	Fair	Yes
> 40	Medium	No	Fair	Yes
> 40	Low	Yes	Fair	Yes
> 40	Low	Yes	Excellent	No
31 ... 40	Low	Yes	Excellent	Yes
≤ 30	Medium	No	Fair	No
≤ 30	Low	Yes	Fair	Yes
> 40	Medium	Yes	Fair	Yes
≤ 30	Medium	Yes	Excellent	Yes
31 ... 40	Medium	No	Excellent	Yes
31 ... 40	High	Yes	Fair	Yes
> 40	Medium	No	Excellent	No

จากตารางมี Class labels (Product Y) กำหนดไว้ 2 ค่า คือ Yes, No และ สิ่งที่นำมาพิจารณาคือ อายุ รายได้ การทำงาน และเครดิต โดย

- อายุ แบ่งออกไว้ 3 ค่า คือ อายุน้อยกว่า 30 อายุระหว่าง 31 ถึง 40 และอายุ 40 ปีขึ้นไป
- รายได้ แบ่งออกได้ 3 ค่า คือ High, Medium และ Low
- การทำงาน แบ่งออกได้ 2 ค่า คือ Yes, No
- เครดิต แบ่งออกได้ 2 ค่า คือ Fair, Excellent



รูปที่ 2-2 ตัวอย่าง Decision Tree for "Product Y"

จากตัวอย่างข้างต้น การใช้อายุเป็นตัวแบ่งเริ่มต้น แล้วตามด้วยการทำงาน หรือ เครดิต การใช้ตัวแบ่งแตกต่างกันไป ก็จะได้โครงสร้างที่แตกต่างกันด้วย ทำให้เกิดขั้นตอนวิธีต่างๆ กันไป

2.4 Support Vector Machines (SVM)

Support Vector Machine หรือ SVM จุดมุ่งหมายที่สำคัญของแนวคิด SVM คือการหาเส้นแบ่ง Hyperplane ซึ่งใช้แบ่งข้อมูลออกเป็นคลาสเพื่อให้ ได้ผลลัพธ์ที่ดี โดยพิจารณาจากสมการเส้นตรง Hyper plane และ SVM จะทำการค้นหาจุดของข้อมูลที่ อยู่ใกล้เส้นแบ่ง Hyper plane ซึ่งจุดนั้นเรียกว่า "Support Vector" มีหลักการดังนี้

1. นำข้อมูลคำนวณหาค่า y ซึ่งค่า $y \in \{-1,1\}$ จากสมการ

$$y = w^T x + b \qquad ...(5)$$

2. คำนวณหาเส้นแบ่ง ซึ่งเรียกว่าเส้น Optimal Hyperplane จากสมการ

$$w^T x + b = 0 \qquad ...(6)$$

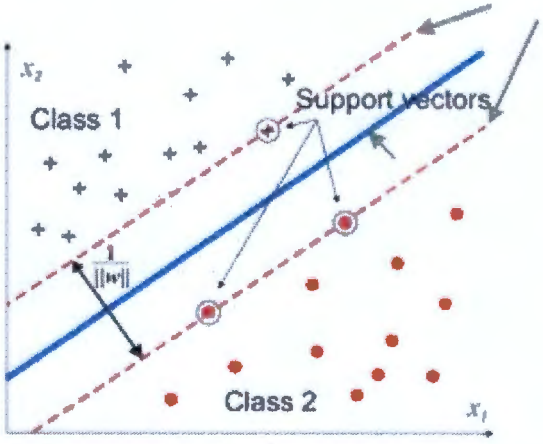
3. ระยะทาง (d) หรือ maximum margin จากเส้นขอบ ณ จุด x_i ไปยัง hyperplane แสดงดังสมการ

$$d = \frac{|w^T x_i + b|}{\|w\|} \quad ...(7)$$

เมื่อ w คือ เวกเตอร์น้ำหนัก (Weight Vector)

x_i คือ Input

b คือ ค่าคงที่ที่กำหนดขึ้นเพื่อให้เหมาะสมกับการจัดกลุ่ม



รูปที่ 2-3 การแบ่งกลุ่มข้อมูลโดย Support Vector Machines

4. เลือกจุดที่อยู่ใกล้เส้นตรง Optimal Hyperplane ทั้งเหนือเส้นซึ่งเรียกว่า "ขอบล่าง" ซึ่งเป็น ขอบล่างสุดของ class ข้อมูลที่อยู่เหนือเส้นตรง Optimal Hyperplane และใต้เส้นเรียกว่า "ขอบบน" ซึ่งเป็นขอบบนสุดของ class ข้อมูลที่อยู่ใต้เส้นตรง Optimal Hyperplane เพื่อหาระยะทางระหว่างเส้นขอบทั้งสองโดยจะเลือกเอาค่าระยะทางที่ห่างจากเส้นตรง Optimal Hyperplane ที่น้อยสุดเป็นตัวเลือกในการจัดกลุ่มเอกสาร

2.5 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (*Information*) ที่เกี่ยวข้อง

Ali และคณะ (2007) ได้นำเสนองานวิจัยเรื่อง Optimizing Mobile Agents Migration Based on Decision Tree Learning โดยศึกษาการเคลื่อนที่ของโมบายล์เอเจนต์บนพื้นฐานของต้นไม้การตัดสินใจ (Decision tree) ภายใต้ข้อมูลการจราจรบนเครือข่าย (Network traffic) ที่เกิดขึ้น ซึ่งทำการวิเคราะห์โดยการจัดกลุ่มข้อมูลการจราจรบนเครือข่ายโดยการใช้ Naïve bayes และการประยุกต์ใช้ขั้นตอนวิธีในการเรียนรู้ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision tree learning algorithm) ในการตัดสินใจของโมบายล์เอเจนต์ในการเคลื่อนที่เพื่อให้ได้เส้นทางที่ดีที่สุดจากโหนดหนึ่งไปยังโหนดหนึ่ง พบว่าเมื่อถ้าจำนวนของโหนดและ เอเจนต์มีขนาดเล็ก ประสิทธิภาพในการทำงานของแบบ OSFP ดีกว่าวิธีที่นำเสนอ แต่เมื่อจำนวนของโหนดและเอเจนต์เพิ่มมากขึ้น ประสิทธิภาพในการทำงานของวิธีที่นำเสนอ ดีกว่าแบบ OSFP

Ma และคณะ (2008) ได้นำเสนองานวิจัยเรื่อง Solution to Traveling Agent Problem Based on Improved Ant Colony Algorithm โดยได้นำแนวคิดมาจากมาจาก Basic Ant Algorithm ซึ่งเป็นขั้นตอนวิธีที่เลียนแบบมาจากพฤติกรรมการออกหาอาหารของมด ซึ่งได้ปรับปรุงให้ดีขึ้นเพื่อแก้ปัญหาการเดินทางของเอเจนต์ ซึ่งได้กำหนดกฎในการปรับปรุงฟีโรโมน และจากพฤติกรรมของมดที่นำมาใช้ในการหาเส้นทางของโมบายล์เอเจนต์ เมื่อเวลาผ่านไประยะหนึ่งการสะสมของฟีโรโมนจะมีปริมาณมากในเส้นทางเดียว ดังนั้นจึงนำมาสู่สภาวะการหยุดนิ่ง ทำให้เกิด ปัญหาค่าต่ำสุดเฉพาะที่ (Local minimum) ขึ้น ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงได้นำ Mutation Operator มาใช้ในเพื่อแก้ปัญหานี้ด้วย

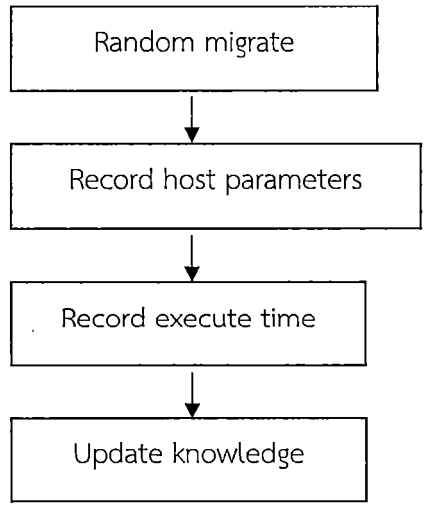
Zhang และคณะ (2007) ได้นำเสนองานวิจัยเรื่อง An Improved Migration Strategy of Mobile Agent โดยได้นำเอา Support Vector Machine (SVM) มาใช้ในการปรับปรุงกลยุทธ์ในการย้ายการทำงานของโมบายล์เอเจนต์ ซึ่งโดยทั่วไปในการตัดสินใจย้ายการทำงานของโมบายล์เอเจนต์โดยส่วนใหญ่จะพิจารณาปัจจัยทางด้านซอฟต์แวร์ แต่งานวิจัยนี้ได้นำเอาปัจจัยทางด้านฮาร์ดแวร์มาร่วมในการพิจารณาด้วย ซึ่งวิธีการที่นำเสนอจะเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำงานของโมบายล์เอเจนต์ตามโฮสต์ต่างๆ ซึ่งข้อมูลรวมไปถึงพารามิเตอร์ทางด้านฮาร์ดแวร์ และเวลาในการทำงานของโมบายล์เอเจนต์ด้วย และปัญหาที่พบเป็นแบบ multi-classification pattern recognition problem และใช้ SVM ในการแก้ปัญหาและเลือกโฮสต์ในการทำงานให้กับโมบายล์เอเจนต์

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

ในการพัฒนาการทำงานบนระบบเครือข่ายเป็นการยากที่จะทำการพัฒนาบนระบบเครือข่ายสภาพแวดล้อมจริง อันเนื่องจากข้อจำกัดในเรื่องของความสิ้นเปลืองในการใช้ทรัพยากร และเวลาในการทำงาน ดังนั้นการจำลองสภาพแวดล้อมในการทำงานของเครือข่ายจึงถูกนำมาใช้ในการทดลองครั้งนี้ ซึ่งในปัจจุบันโปรแกรมที่สามารถนำมาใช้มีหลายโปรแกรม เช่น OMNeT++, IBM Aglets, NS2 และขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยมีดังต่อไปนี้

3.1 กระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูล *(Data collection process)*

เป็นกระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูลจากประสบการณ์การทำงานของโมบายล์เอเจนต์ โดยจะทำการสุ่มโหนดให้โมบายล์เอเจนต์ออกไปทำงาน และเก็บข้อมูลที่ได้จากการทำงานเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการวิเคราะห์ และใช้เป็นข้อมูลประกอบการวางแผนการย้ายแหล่งทำงานของโมบายล์เอเจนต์ ตัวอย่างข้อมูลที่ทำการเก็บรวบรวม เช่น ข้อมูลทางด้านฮาร์ดแวร์ เวลาในการทำงาน เวลาหน่วง ดังแสดงในรูปที่ 3-1



รูปที่ 3-1 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

ในการเก็บข้อมูลนี้ได้ทำการออกแบบเอเจนต์ตามลักษณะการทำงานเป็น 3 เอเจนต์ ดังนี้

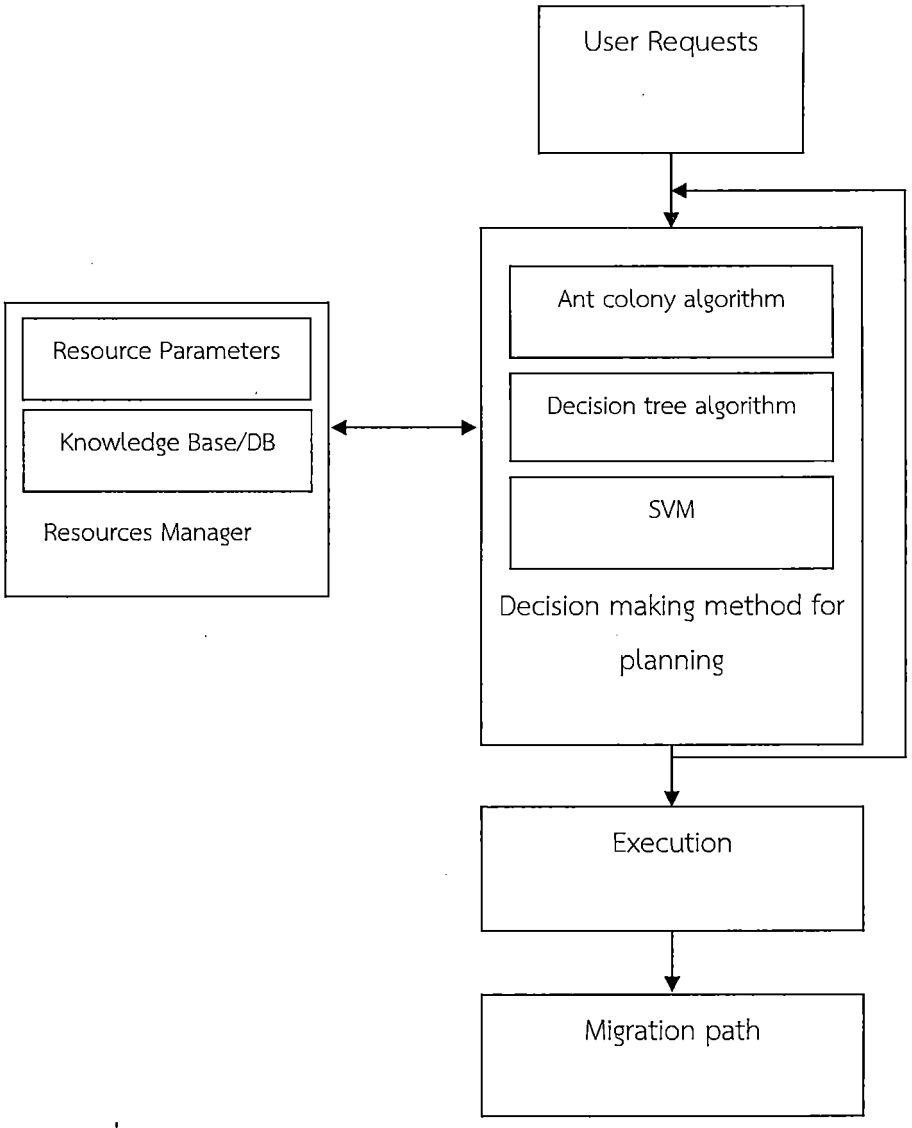
1. **AgentService** : ที่เซิร์ฟเวอร์โหนด (server node), AgentService จะทำการอ่านค่าข้อมูลเกี่ยวกับโหนดที่เอเจนต์ต้องใช้ในการทำงาน เช่น ที่อยู่ของโหนด เส้นทาง จำนวนรอบในการทำงาน จากนั้นจะมอบข้อมูลเหล่านี้ให้กับ AgentForward ซึ่งจะถูกสร้างขึ้นมาในขั้นตอนนี้ เพื่อใช้ในการทำงานต่อไป
2. **AgentForward** : หลังจาก AgentForward ได้รับข้อมูลจาก AgentService แล้วจะถูกส่งออกไปทำงานตามโหนด (remote nodes) ต่างๆ เมื่อ AgentForward เดินทางมาถึงโหนดจะทำการสร้าง AgentGetnfo ขึ้นมาเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับโฮสต์ของโหนดนั้นๆ ให้กับ AgentForward จากนั้น AgentForward จะย้ายตัวเองไปยังโหนดต่อไปและทำตามขั้นตอนเดิมจนกว่าจะเดินทางครบทุกโหนดในเส้นทางที่กำหนด และจะกลับไปที่เซิร์ฟเวอร์โหนดและปรับปรุงข้อมูลใน knowledge library
3. **AgentGetInfo:** ทำหน้าที่เก็บรวบรวมข้อมูลบนโหนดที่ AgentForward ทำงาน

3.2 กระบวนการตัดสินใจ (Decision making process)

เป็นกระบวนการเลือกวิธีในการวางแผนการย้ายแหล่งทำงานของโมบายล์เอเจนต์ ซึ่งรูปที่ 3-2 แสดงการทำงานของโมบายล์เอเจนต์ในการวางแผนย้ายแหล่งทำงาน โดยอธิบายเป็นขั้นตอนได้ดังนี้ เริ่มต้นผู้ใช้จะกำหนดความต้องการในการใช้งานให้กับโมบายล์เอเจนต์ จากนั้นโมบายล์เอเจนต์จะทำการกำหนดแผนการย้ายแหล่งทำงานเพื่อให้ได้ผลตามที่ผู้ใช้ต้องการ โดยอาศัยข้อมูลจาก Resources manager มาทำการตัดสินใจร่วมกับตัววัดสำหรับการตัดสินใจที่ทำการศึกษาในงานวิจัยนี้ รวมถึงวิธีการที่ใช้ในการวางแผนที่ปรับปรุงขึ้น โดยในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการวางแผนบนพื้นฐานของขั้นตอนวิธีอาณานิคมมด (Ant Colony Algorithm) ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision tree) และซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine : SVM)

006.3
ก2810

301386



รูปที่ 3-2 การทำงานของโมบายล์เอเจนต์ในการวางแผนย้ายแหล่งทำงาน

3.2.1 ขั้นตอนวิธีอาณานิคมมด (Ant Colony Algorithm)

ขั้นตอนวิธีอาณานิคมมด (Ant Colony Algorithm) ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการหาเส้นทางของโมบายล์เอเจนต์ในงานวิจัยนี้ โดยมีรากฐานมาจากการศึกษาพฤติกรรมการออกหาอาหารของมด โดยมีกฎในการทำงาน 3 กฎดังนี้

1) กฎในการเปลี่ยนสถานะ

เลือกโหนดในการประมวลผลโดยมดหรือโมบายล์เอเจนต์จะทำการเลือกโหนดที่จะย้ายการทำงาน โดยเป้าหมายคือต้องใช้เวลาในการทำงานต่ำ โดยจะเลือกจากกฎในการเปลี่ยนสถานะ ซึ่งได้ทำ

การปรับปรุงให้สอดคล้องกับการทำงานของโมบายล์เอเจนต์ โดยใช้หลักการความน่าจะเป็น (Probability)

2) กฎในการปรับปรุงฟีโรโมนในท้องถิ่น

เนื่องจากมดเมื่อทำการเดินทางจากรังไปยังแหล่งอาหารจะมีการทิ้งร่องรอยโดยการปล่อยสารเคมีหรือที่เรียกว่าฟีโรโมนตามเส้นทางที่ผ่าน มดตัวที่ตามมาจะเดินตามทางที่มีฟีโรโมนสูงนั่นหมายถึงจะเป็นเส้นทางที่สั้นที่สุด ดังนั้นเมื่อผ่านเส้นทางใดก็จะทำการปรับปรุงฟีโรโมนบนเส้นทางนั้น

3) กฎในการปรับปรุงฟีโรโมนในวงกว้าง

เมื่อมดแต่ละตัวเดินทางครบรอบแล้ว จะต้องมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลเวลาที่ได้ของมดแต่ละตัวในเส้นทางที่ไป ดังนั้นจะพบว่ามีทั้งเส้นทางที่ดีและเส้นทางที่ไม่ดีจึงจำเป็นต้องทำให้เส้นทางเหล่านั้นมีความแตกต่างกันอย่างเด่นชัดขึ้น

3.2.2 การทำมิวเตชั่น (Mutation Operation)

ในการทำงานของขั้นตอนวิธีที่ประยุกต์มาจากพฤติกรรมการหาอาหารของมดนั้น เมื่อเวลาผ่านไประยะหนึ่งเส้นทางที่ถูกเลือกจะถูกลดลงเนื่องจากมดจะเดินตามเส้นทางที่มีฟีโรโมนหนาแน่น ทำให้โอกาสในการค้นหาคำตอบอื่นลดน้อยลง ดังนั้นการทำมิวเตชั่นจึงเป็นขั้นตอนที่ช่วยให้มีการค้นหาคำตอบอื่นซึ่งอาจดีกว่าคำตอบที่พบในปัจจุบัน

3.3 กระบวนการย้ายแหล่งทำงาน (Migration process)

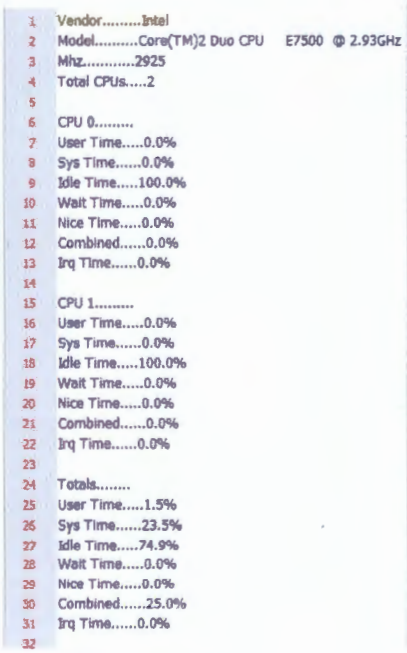
เมื่อโมบายล์เอเจนต์ได้วิธีการในการวางแผนการย้ายแหล่งทำงานแล้ว จะทำการประมวลผลและทำงานตามแผนต่อไป และหากพบว่าเหตุการณ์หรือสภาพแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมโมบายล์เอเจนต์สามารถปรับวิธีการย้ายแหล่งทำงานเป็นแบบอื่นที่เหมาะกับสภาพแวดล้อม ณ ขณะนั้นได้

บทที่ 4 ผลการทดลอง

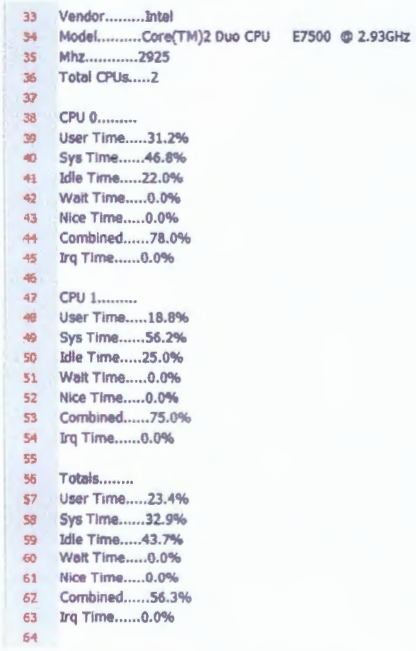
ในบทนี้ จะกล่าวถึงผลการทดลองเบื้องต้นที่ได้ศึกษามา โดยผลการทดลองที่นำเสนอจะประกอบด้วย ผลการทดลองจากขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล และ ขั้นตอนการตัดสินใจโดยใช้ทฤษฎีอาณาจักรของมด

4.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

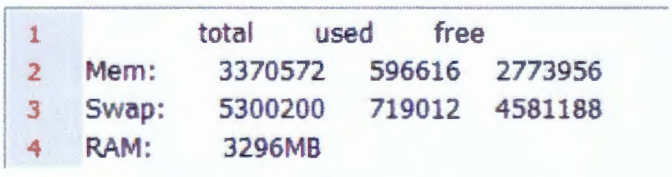
จากที่ได้กล่าวมาในบทที่ 3 ผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ เพื่อนำมาประกอบการตัดสินใจในการย้ายการทำงานของโมบายล์เอเจนต์ ยกตัวอย่างในบทนี้ มีเครื่องคอมพิวเตอร์สองเครื่องที่เรากำลังติดต่ออยู่ ซึ่งมีสถานะและข้อมูลที่น่าสนใจเกี่ยวกับแต่ละเครื่อง ดังนี้



(ก-1)

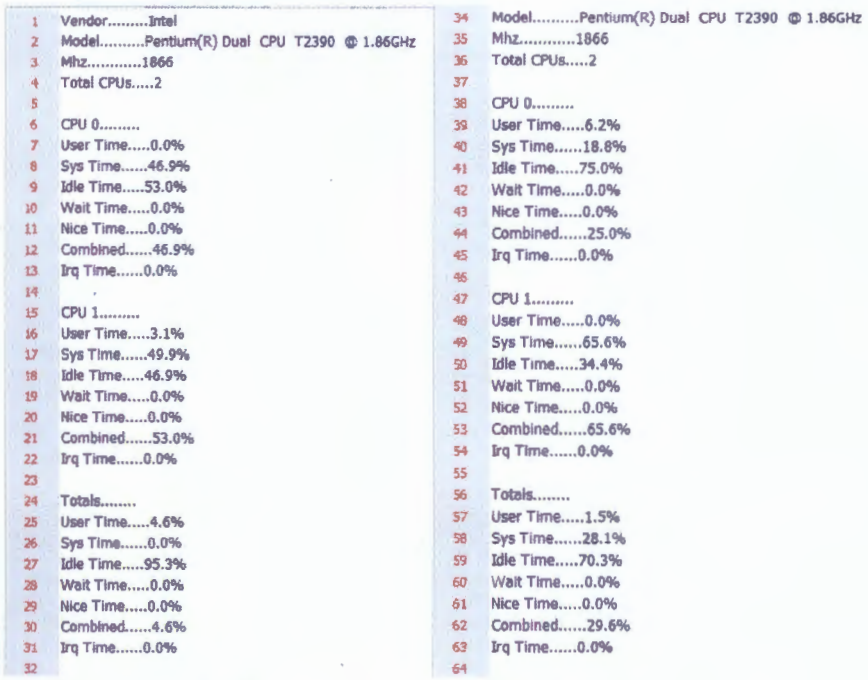


(ก-2)



(ก-3)

รูปที่ 4-1 (ก) CPU Information ของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ 1



```
Vendor.....Intel
Model.....Pentium(R) Dual  CPU  T2390  @ 1.86GHz
Mhz.....1866
Total CPUs.....2

CPU 0.....
User Time.....0.0%
Sys Time.....46.9%
Idle Time.....53.0%
Wait Time.....0.0%
Nice Time.....0.0%
Combined.....46.9%
Irq Time.....0.0%

CPU 1.....
User Time.....3.1%
Sys Time.....49.9%
Idle Time.....46.9%
Wait Time.....0.0%
Nice Time.....0.0%
Combined.....53.0%
Irq Time.....0.0%

Totals.....
User Time.....4.6%
Sys Time.....0.0%
Idle Time.....95.3%
Wait Time.....0.0%
Nice Time.....0.0%
Combined.....4.6%
Irq Time.....0.0%
```

(ข-1)

```
Model.....Pentium(R) Dual  CPU  T2390  @ 1.86GHz
Mhz.....1866
Total CPUs.....2

CPU 0.....
User Time.....6.2%
Sys Time.....18.8%
Idle Time.....75.0%
Wait Time.....0.0%
Nice Time.....0.0%
Combined.....25.0%
Irq Time.....0.0%

CPU 1.....
User Time.....0.0%
Sys Time.....65.6%
Idle Time.....34.4%
Wait Time.....0.0%
Nice Time.....0.0%
Combined.....65.6%
Irq Time.....0.0%

Totals.....
User Time.....1.5%
Sys Time.....28.1%
Idle Time.....70.3%
Wait Time.....0.0%
Nice Time.....0.0%
Combined.....29.6%
Irq Time.....0.0%
```

(ข-2)

```
        total       used       free
Mem:    2087276     882108     1205168
Swap:   4025680     861800     3163880
RAM:    2040MB
```

(ข-3)

รูปที่ 4-1 (ข) CPU Information ของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ 2

ข้อดีของการเฝ้ามอง (Advantage of monitoring and collection)

1. เอเจนต์สามารถตรวจสอบโหนดที่สามารถทำงานได้หรือไม่สามารถเชื่อมต่อได้
2. ใช้ในการพิจารณาโหนดในการทำงานจากข้อมูลต่างๆ ที่ได้ทำการสำรวจไว้ให้เหมาะกับงานที่โมบายล์เอเจนต์ได้รับมอบหมาย เช่น ถ้างานขนาดเล็กอาจจะไม่ต้องพิจารณาอะไรมาก แต่ถ้าเป็นงานที่มีขนาดใหญ่ เช่น งานเกี่ยวกับกราฟิก (การเรนเดอร์ภาพ, 3D animation) อาจต้องพิจารณาหลายปัจจัย อาทิ ภาระงานของซีพียู หรือขนาดของหน่วยความจำ ซึ่งอาจส่งผลต่อประสิทธิภาพของการทำงาน

สรุปได้ว่า สภาวะแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับระบบโมบายล์เอเจนต์นอกเหนือจากเครือข่ายคอมพิวเตอร์แล้วยังประกอบด้วยสภาวะแวดล้อมทางด้านฮาร์ดแวร์ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาเช่นกัน เช่น เวลาว่างของซีพียู (idle time), หน่วยความจำ (memory) ดังนั้นการตรวจตรา (monitoring) เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการปรับตัวของโมบายล์เอเจนต์

4.2 กระบวนการตัดสินใจ *(Decision making process)*

4.2.1 ขั้นตอนวิธีอาณานิคมมด (Ant Colony Algorithm)

ในการทดลองได้กำหนดโหนดในการทำงานจำนวน 20 โหนด และโมบายล์เอเจนต์จำนวน 5 เอเจนต์ โดยรูปที่ 4-2 แสดงให้เห็นขั้นตอนการย้ายการทำงานของโมบายล์เอเจนต์ในแต่ละรอบการทำงาน จะเห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของเวลาในการทำงานที่ลดลง ซึ่งสอดคล้องกับหลักการทำงานของการออกหาอาหารของมด

ข้อกำหนดในการทดลอง

1. ให้เดินทางเยี่ยมทุกโหนด และไม่ย้อนกลับเส้นทางเดิม
2. ข้อมูล traffic, CPU ที่ใช้เป็นข้อมูลล่าสุด เหมือนกับว่าก่อนที่เราจะให้เส้นทางจะมีเอเจนต์ตัวหนึ่งออกไปสำรวจมาให้ก่อน
3. MA ออกเดินทางตามแผนจากข้อมูลบน Agent Server ในแผนการเดินทางหรือเส้นทางให้กับโมบายล์เอเจนต์

ที่ Agent Server โมบายล์เอเจนต์หรือแทนด้วยมดแต่ละตัวจะได้รับเส้นทางในการทำงาน โดยในที่นี้แต่ละรอบการทำงานจะทำการคำนวณหาเส้นทางโดยใช้ขั้นตอนวิธีอาณานิคมมด เอเจนต์ทั้ง 5 ตัวจะได้รับเส้นทางที่แตกต่างกันและ ในแต่ละรอบมดหรือเอเจนต์แต่ละตัวจะทำการปรับปรุงค่าพารามิเตอร์บนเส้นทางที่ตนเองผ่าน จนเมื่อครบทุกโหนดบนเส้นทางแล้วจะนำเวลา (Time) ที่ใช้ทั้งหมดมาทำการเปรียบเทียบกับเวลาของโมบายล์เอเจนต์ตัวอื่นๆ หากเวลาของเส้นทางไหนดีสุดจะถูกกำหนดให้เป็นเส้นทางดีสุดของกลุ่ม และทำการปรับปรุงค่าพารามิเตอร์ให้กับเส้นทางนั้น เพื่อนำไปใช้ในการกำหนดเส้นทางในรอบถัดไป เช่นเดียวกันในการกำหนดเส้นทางในรอบถัดไปจะใช้ข้อมูลที่ถูกปรับปรุงในรอบที่ผ่านมาจากเส้นทางที่โมบายล์เอเจนต์เคยได้รับ การแลกเปลี่ยนข้อมูลกันนี้ทำให้สามารถหาเส้นทางที่ให้เวลาดีสุดได้เร็วขึ้น แต่ถ้าทำการหาเส้นทางที่เป็นไปได้ทั้งหมดจะสามารถหาได้ถึง 2^20 เส้นทาง ซึ่งใช้เวลาค่อนข้างนานและความซับซ้อนสูง

ในรูปที่ 4-2 แสดงให้เห็นถึงกระบวนการในการย้ายการทำงานของโมบายล์เอเจนต์ โดยเส้นทางที่แสดงคือเส้นทางที่ดีสุดของแต่ละรอบซึ่งมีเส้นทางที่แตกต่างกัน โดยใช้เวลาในการทำงานแต่ละรอบไม่เท่ากัน กล่าวคือ เวลาที่มดทั้ง 5 ตัว ออกไปทำงานใน 20 โหนดแล้วทำงานเสร็จสิ้น ดังนี้

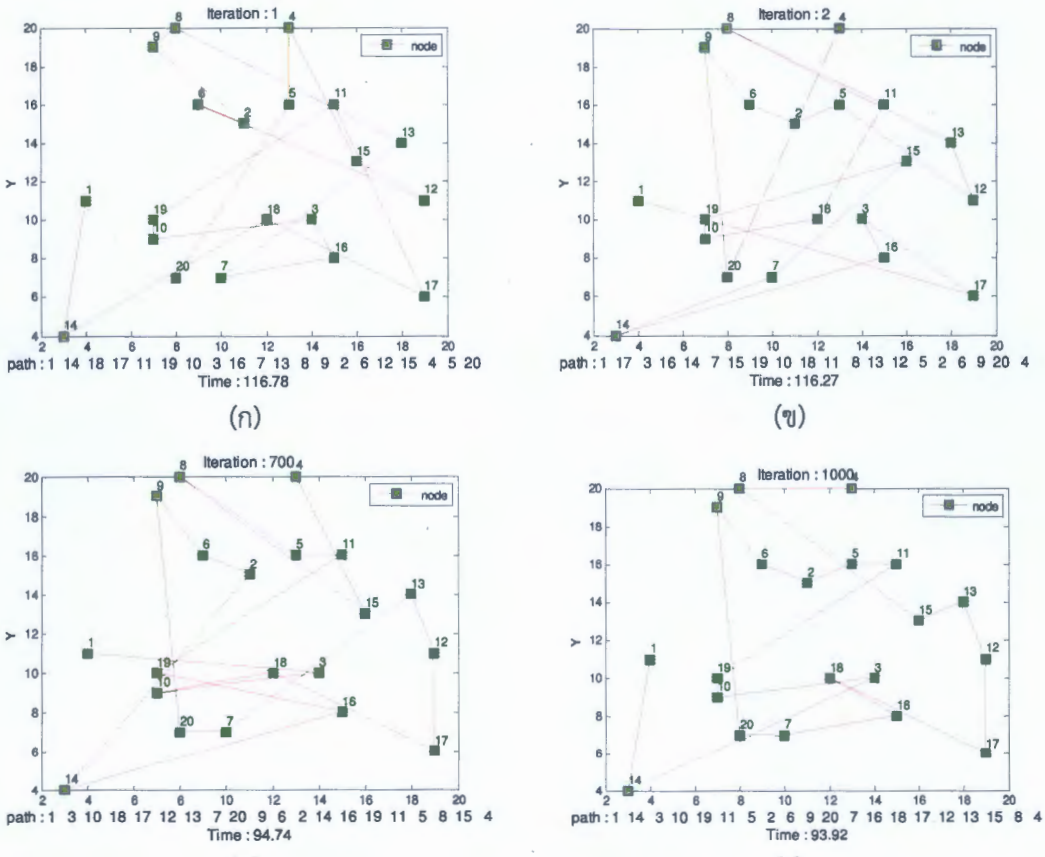
- (ก) ในรอบที่ 1 ใช้เวลาทั้งสิ้น 116.78 มิลลิวินาที
- (ข) ในรอบที่ 2 ใช้เวลาทั้งสิ้น 116.27 มิลลิวินาที
- (ค) ในรอบที่ 700 ใช้เวลาทั้งสิ้น 94.74 มิลลิวินาที และ

– (ง) ในรอบที่ 1000 โดยใช้เวลาทั้งสิ้น 93.93 มิลลิวินาที

และในการทดลองนี้กำหนดจำนวนรอบไว้ที่ 1000 รอบ ก็จะถือว่าเวลาและเส้นทางที่ได้จากการทำงานของมดเหมาะสมที่สุดแล้วเส้นทางที่คำนวณได้จะไม่เปลี่ยน โดยลำดับการทำงานของโหนดต่าง ๆ จะเป็น ดังนี้ (รูปที่ 4-2 (ง))

1→14→3→10→19→11→5→2→6→9→20...

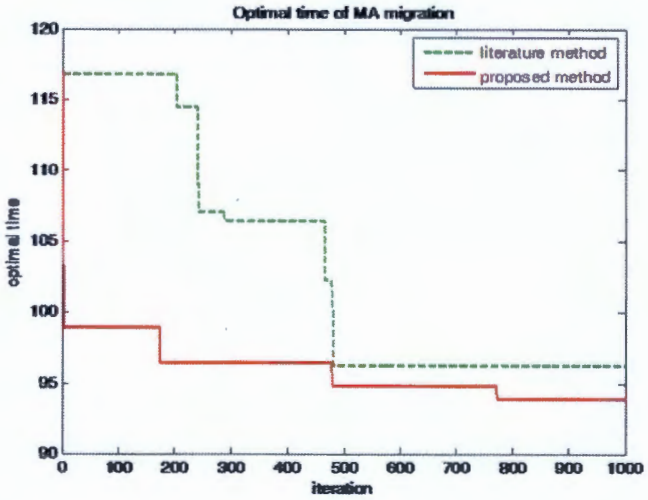
→7→16→18→17→12→13→15→8→4→1



รูปที่ 4-2 กระบวนการทำงานในการย้ายการทำงานของโมบายล์เอเจนต์

ในการทดลองได้ทำการเปรียบเทียบขั้นตอนวิธีอาณานิคมมด (Ant Colony Algorithm) ที่ได้ทำการปรับปรุงกับแบบเดิมที่ยังไม่ปรับปรุง เวลาที่ได้จากการทำงานของโมบายล์เอเจนต์ทั้งสองวิธีแสดงดังรูปที่ 4-3 ซึ่งเห็นได้ว่าเวลาในการทำงานของวิธีการที่นำเสนอต่ำกว่าวิธีการแบบเดิม และในขณะที่ใช้เวลาเท่ากันวิธีการที่นำเสนอสามารถค้นหาเส้นทางที่ดีได้ในรอบที่น้อยกว่า

รูปที่ 4-3 แสดงการเปรียบเทียบเวลาที่ดีหรือเหมาะสมที่สุดของเส้นทางที่ได้จากโมบายล์เอเจนต์ โดยได้ทำการเปรียบเทียบระหว่างขั้นตอนอาณานิคมมดที่ทำการปรับปรุง กับแบบเดิมที่ยังไม่ปรับปรุง จะเห็นว่าในเวลาของเส้นทางที่หาได้เท่ากัน 96.5 มิลลิวินาที วิธีการที่นำเสนอสามารถหาได้ในรอบที่น้อยกว่าคือรอบที่ 180 ขณะที่วิธีการเดิมหาได้ในรอบที่ 480 และเวลาของเส้นทางที่ดีสุดจากการทดลอง 1000 รอบ พบว่าวิธีการที่นำเสนอสามารถหาเส้นทางที่ดีสุดที่ให้เวลา 93.92 มิลลิวินาที ส่วนวิธีการเดิมเวลาของเส้นทางที่ดีสุด คือ 96.5 มิลลิวินาที



รูปที่ 4-3 การเปรียบเทียบเวลาในการทำงานของโมบายล์เอเจนต์

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

ในงานวิจัยนี้ (ปีงบประมาณ 2554) ได้นำเสนอผลการดำเนินงานในส่วนขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล และ การปรับปรุงขั้นตอนวิธีในการย้ายการทำงานของโมบายล์เอเจนต์ซึ่งทำการทดลองกับเครือข่ายจำลอง 20 โหนด ผลที่ได้จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าขั้นตอนวิธีที่นำเสนอสามารถหาเส้นทางที่เหมาะสมในการย้ายการทำงานของโมบายล์เอเจนต์ได้ดี ซึ่งเวลาที่โมบายล์เอเจนต์ใช้ในการทำงานนี้อาจไม่ใช่เวลาที่ดีที่สุดหรือเร็วที่สุด แต่เป็นเวลาหรือเส้นทางที่เหมาะสมหรือดีสุดในขณะนั้น ซึ่งจากการศึกษากระบวนการย้ายการทำงานของโมบายล์เอเจนต์ยังมีอีกหลายปัจจัยที่มีผลต่อการย้ายการทำงาน เช่น ถ้าแต่ละโหนดมีประสิทธิภาพที่แตกต่างกัน อาจมีผลต่อเวลาที่ให้บริการและปริมาณงานที่ประมวลผลได้ ดังนั้นจึงเป็นปัญหาที่น่าสนใจสำหรับโมบายล์เอเจนต์ในการตัดสินใจในการย้ายการทำงานซึ่งจะได้ทำการศึกษาต่อไป

5.2 งานที่ต้องทำต่อไปในปีงบประมาณ พ.ศ. *2555*

1. พัฒนาขั้นตอนวิธีอาณาจักรของมด เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของโมบาลย์เอเจนต์
2. พัฒนาขั้นตอนวิธีต้นไม้การตัดสินใจ และ Support Vector Machine สำหรับการตัดสินใจการทำงานของโมบาลย์เอเจนต์
3. พัฒนาขั้นตอนการเรียนรู้แบบผสมสำหรับการตัดสินใจของการทำงานของโมบาลย์เอเจนต์
4. ตีพิมพ์ผลงานวิจัยในประชุมวิชาการระดับนานาชาติ และ/หรือ วารสารวิจัย

301386

บรรณานุกรม

E. Bonabeau, M. Dorigo and G. Theraulaz (1999), "Swarm intelligent". New York, NY: Oxford University Press, 1999.

Jian-pei Zhang, Jun Ma, Jing Yang and Li-li Cheng (2007), "An Improved Migration Strategy of Mobile Agent," Fourth International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD 2007), Volume 1, pp.577-581.

Jun Ma, Yu Zhang, Jianpei Zhang and Lili Cheng (2008), "Solution to Traveling Agent Problem Based on Improved Ant Colony Algorithm", Proceedings of the 2008 ISECS International Colloquium on Computing, Communication, Control, and Management , Volume 1,pp. 57-60 .

K. Moizumi. The mobile agent planning problem PhD thesis.Thayer School of Engineering, Darmouth College, November 1998.

M. Wooldridge (1997). "Agent-based Software Engineering". IEE Proceedings on Software Engineering, 144(1), pp. 26-37.

N. R. Jennings and M. Wooldridge. "Applying Agent Technology". Journal of Applied Artificial Intelligence special issue on Intelligent Agents and Multi-Agent Systems, 1995.

M. Dorigo and L. M. Gambardellam (1997) "Ant Colony System: A Cooperative Learning Approach to the Traveling Salesman Problem," IEEE transaction on evolutionary computational, vol. 1, no. 1, pp. 55-66.

Yasser k. Ali, Hesham N. Elmahdy, Sanaa El Olla Hanfy Ahmed (2007), "Optimizing Mobile Agents Migration Based on Decision Tree Learning", Proceedings of world academy of science, engineering and technology , Volume 22 ,pp. 563-570.