บทที่ 4 ผลการทดลอง

ในบทนี้ จะกล่าวถึงผลการทดลองเบื้องต้นที่ได้ศึกษามา โดยผลการทดลองที่นำเสนอจะประกอบด้วย ผลการทดลองจากขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล และ ขั้นตอนการตัดสินใจโดยใช้ทฤษฎีอาณาจักรของมด

4.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

จากที่ได้กล่าวมาในบทที่ 3 ผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ เพื่อนำมาประกอบการตัดสินใจในการย้ายการทำงานของโมบายล์เอเจนต์ ยกตัวอย่างในบทนี้ มีเครื่องคอมพิวเตอร์สองเครื่องที่เรากำลังติดต่ออยู่ ซึ่งมีสถานะและข้อมูลที่น่าสนใจเกี่ยวกับแต่ละเครื่อง ดังนี้

```
1  Vendor.....Intel
2  Model.....Core(TM)2 Duo CPU     E7500  @ 2.93GHz
3  Mhz.....2925
4  Total CPUs.....2
5
6  CPU 0.....
7  User Time.....0.0%
8  Sys Time.....0.0%
9  Idle Time.....100.0%
10 Wait Time.....0.0%
11 Nice Time.....0.0%
12 Combined.....0.0%
13 Irq Time.....0.0%
14
15 CPU 1.....
16 User Time.....0.0%
17 Sys Time.....0.0%
18 Idle Time.....100.0%
19 Wait Time.....0.0%
20 Nice Time.....0.0%
21 Combined.....0.0%
22 Irq Time.....0.0%
23
24 Totals.....
25 User Time.....1.5%
26 Sys Time.....23.5%
27 Idle Time.....74.9%
28 Wait Time.....0.0%
29 Nice Time.....0.0%
30 Combined.....25.0%
31 Irq Time.....0.0%
32
```

(ก-1)

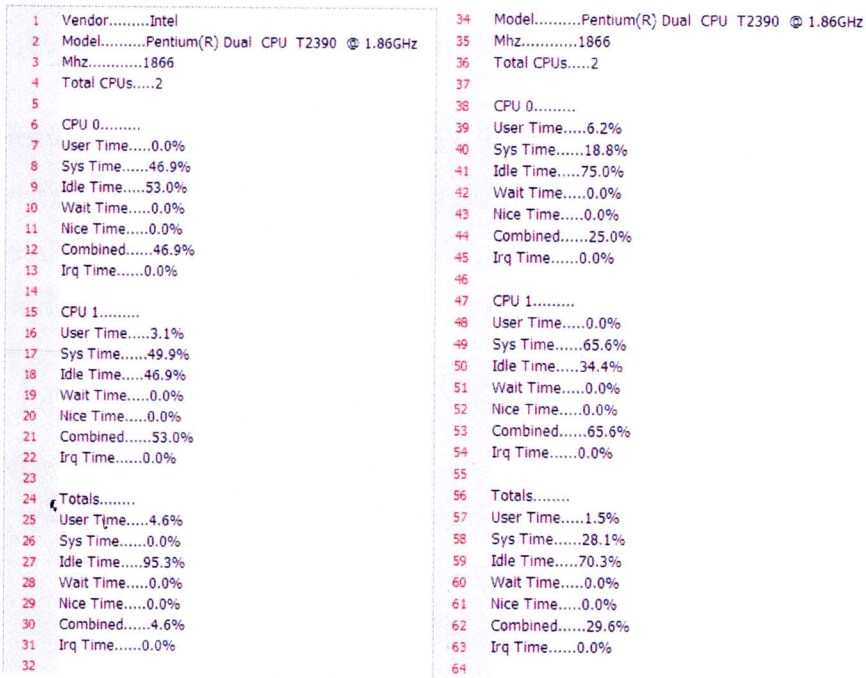
```
33 Vendor.....Intel
34 Model.....Core(TM)2 Duo CPU     E7500  @ 2.93GHz
35 Mhz.....2925
36 Total CPUs.....2
37
38 CPU 0.....
39 User Time.....31.2%
40 Sys Time.....46.8%
41 Idle Time.....22.0%
42 Wait Time.....0.0%
43 Nice Time.....0.0%
44 Combined.....78.0%
45 Irq Time.....0.0%
46
47 CPU 1.....
48 User Time.....18.8%
49 Sys Time.....56.2%
50 Idle Time.....25.0%
51 Wait Time.....0.0%
52 Nice Time.....0.0%
53 Combined.....75.0%
54 Irq Time.....0.0%
55
56 Totals.....
57 User Time.....23.4%
58 Sys Time.....32.9%
59 Idle Time.....43.7%
60 Wait Time.....0.0%
61 Nice Time.....0.0%
62 Combined.....56.3%
63 Irq Time.....0.0%
64
```

(ก-2)

```
1          total      used       free
2  Mem:    3370572    596616     2773956
3  Swap:   5300200    719012     4581188
4  RAM:    3296MB
```

(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

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

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

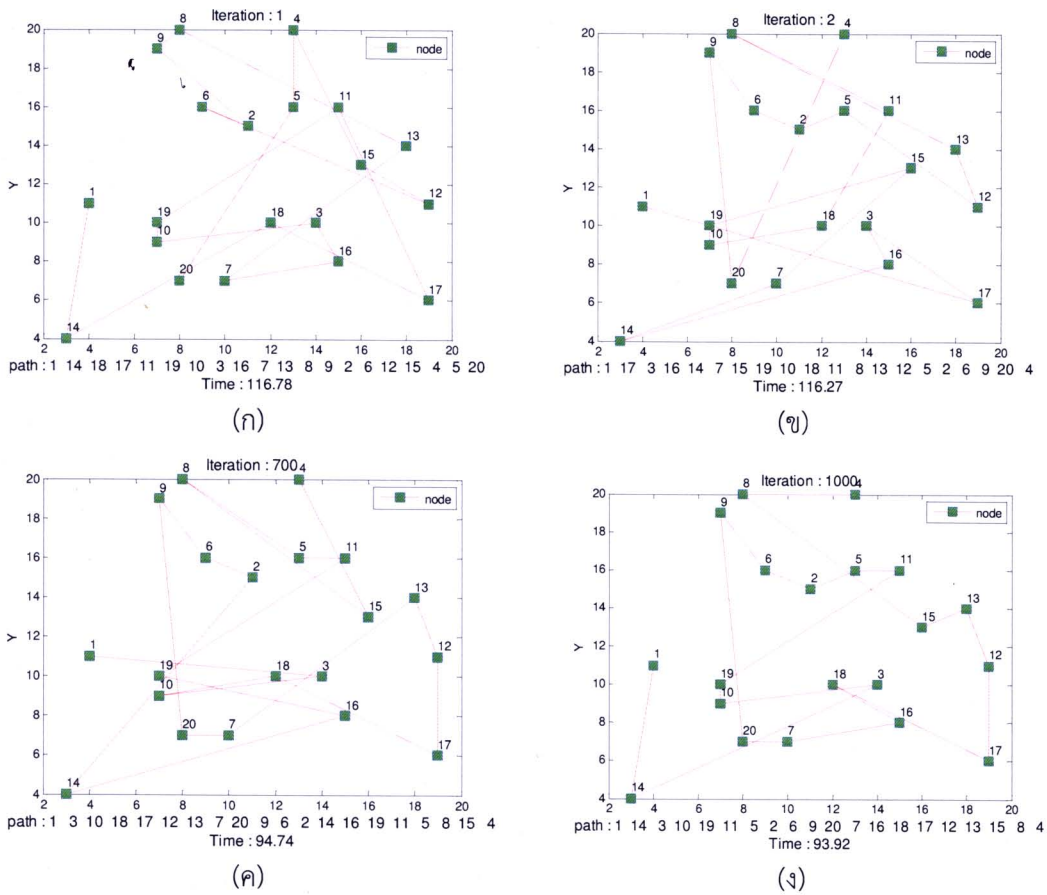
- (ก) ในรอบที่ 1 ใช้เวลาทั้งสิ้น 116.78 มิลลิวินาที
- (ข) ในรอบที่ 2 ใช้เวลาทั้งสิ้น 116.27 มิลลิวินาที
- (ค) ในรอบที่ 700 ใช้เวลาทั้งสิ้น 94.74 มิลลิวินาที และ

– (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...

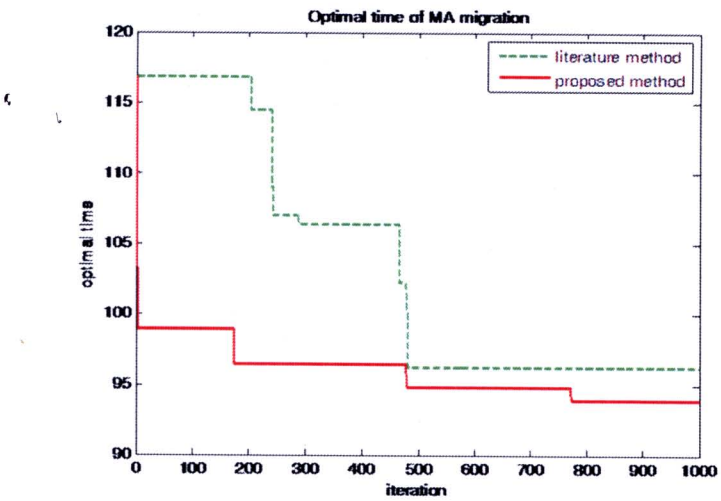
→7→16→18→17→12→13→15→8→4→1



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