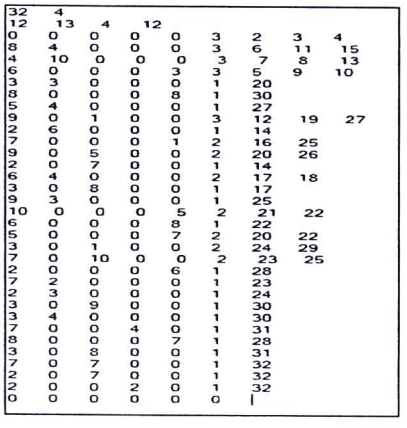
บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยฉบับนี้ได้นำเสนออัลกอริทึมการเคลื่อนที่ของกลุ่มอนุภาคแบบมีรัศมีที่เหมาะสมที่สุดมาใช้ในการจัดตารางการทำงานโดยมุ่งเน้นที่ให้การทำงานตรงกับข้อกำหนด และให้ได้ระยะเวลาการทำงานที่น้อยที่สุด งานวิจัยนี้ได้นำเอาอัลกอริทึมที่นำเสนอมาทำการทดสอบกับชุดทดสอบ Patterson และ PSPLIB ซึ่งเป็นชุดทดสอบการจัดงาน โดยจะมีข้อกำหนดของการทำงาน จำนวนทรัพยากรที่มีอยู่ และรวมทั้งมีคำตอบที่เหมาะสมไว้แล้ว และนำชุดทดสอบเดียวกันนี้ไปทำการทดสอบกับอัลกอริทึมการเคลื่อนที่ของกลุ่มอนุภาคที่เหมาะสมที่สุดแบบเดิม และวิธีการเชิงพันธุกรรม สุดท้ายได้นำเอาอัลกอริทึมที่นำเสนอไปทดสอบกับข้อมูลจริง ซึ่งเป็นข้อมูลโครงการของธุรกิจศึกษาชีวสมมูล โดยทำการทดสอบกับข้อมูลโครงการจำนวน 66 โครงการ งานวิจัยนี้ได้ศึกษารูปแบบของตัวอย่างข้อมูล วิธีการทำงาน และรวมทั้งได้ออกแบบขั้นตอนการจัดตารางโครงการ และได้นำเอาข้อมูลโครงการไปทดสอบกับอัลกอริทึมการเคลื่อนที่ของกลุ่มอนุภาคที่เหมาะสมแบบเดิม และวิธีการเชิงพันธุกรรมด้วย เพื่อที่จะนำผลคำตอบมาทำการเปรียบเทียบ สำหรับเนื้อหาในบทนี้จะประกอบไปด้วย 4 หัวข้อดังนี้ คือ

1. รูปแบบข้อมูลทดสอบ
2. ขั้นตอนการจัดงานข้อมูลทดสอบ
3. รูปแบบและลักษณะข้อมูลตัวอย่าง
4. ขั้นตอนการจัดตารางโครงการ

รูปแบบข้อมูลทดสอบ

การทดสอบอัลกอริทึมการเคลื่อนที่ของกลุ่มอนุภาคแบบมีรัศมีที่เหมาะสมที่สุด ได้ใช้ข้อมูลทดสอบ Patterson และ PSPLIB โดยกำหนดตัวอย่างของงานมา 4 แบบ คือ 12 งาน 20 งาน 30 งาน และ 60 งาน ตามลำดับ โดยข้อมูลงานแต่ละงานได้ถูกออกแบบและมีข้อกำหนดของการใช้ทรัพยากรและลำดับการทำงานดังแสดงในภาพ 6



ภาพ 6 ชุดข้อมูล PSPLIB 30 งาน

จากภาพ 6 เป็นตัวอย่างของไฟล์ข้อมูลชื่อ j301_1.rcp จากภาพบรรทัดแรกของไฟล์ข้อมูล แสดงตัวเลข 32 กับ 4 หมายถึง $V = \{0, 1, 2, 3, \ldots, n, n + 1\}$ คือ งานที่จะต้องทำ โดยค่า n มีค่าเท่ากับ 30 หมายถึง งานทั้งหมดในไฟล์ปัญหานี้ โดยค่า n มีค่าเท่ากับ 30 คิดมาจาก 32 ลบจุดเริ่มต้น (0) และจุดสิ้นสุด $(n + 1)$ ส่วน 4 หมายถึง ค่า K หรือจำนวนชนิดของทรัพยากรที่ใช้ในการทำงาน สำหรับแถวที่ 2 ค่า 12 13 4 12 หมายถึง rs หรือขนาดของทรัพยากรแต่ละตัว ตัวที่ 1 มีขนาด 12 ตัวที่ 2 มีขนาด 13 ตัวที่ 3 มีขนาด 4 และตัวที่ 4 มีขนาด 12 สำหรับข้อจำกัด และจำนวนทรัพยากรที่ใช้สามารถพิจารณาได้ดังนี้ บรรทัดที่ 3 0 0 0 0 หมายถึง ไม่มีการใช้ทรัพยากรเนื่องจากเป็นจุดเริ่มต้น ต่อมา 3 หมายถึง E เวลาที่ใช้ในการทำงาน ส่วนสุดท้าย 2 3 4 หมายถึง $j \in v$ หรือลำดับการงานต่อไปเมื่องานนี้เสร็จสิ้น

ขั้นตอนการจัดงานข้อมูลทดสอบ

ขั้นตอนในการจัดงานของชุดทดสอบโดยใช้อัลกอริทึมการเคลื่อนที่ของกลุ่มอนุภาคแบบมีรัศมีที่เหมาะสมที่สุด เพื่อที่จะดูผลของการทำงานของอัลกอริทึมที่นำเสนอมีการทำงานดังภาพ 7

```
1: { Initial paremeters ; t = time , r_total = resource_total, rk = resource quantity}
2: Let k ,k_max ,Stop_Condition,R,w_max ,w_min ,C_1,C_2, Total_Particle,Job_Total,Job_Start,Job_End
,t
   ,r_total,rk_i
3: Calculate_ES_EF_Initial(Job_Data)
4: ConvertToBinary(Job_Data)
5: Repeat
6:       {I = (j_start,j_1,. . ., j_end)}
7:       I = PSGS(Job_Data){Piority  Schedule Generation Scheme}
8:       Add I  to  Initial_Particle
9: Until  Initial_Particle  = Total_Particle
10: Set Initial Position and Velocity to All Particle
11: Move Particle to New Position
12: While(Stop_Codition or k <=k_max) do
13:    find makespan optimization by r-pso algrorithm
14:    k=k+1
15: End While
16: Save Result
17: PSGS(Job_Data)
18: Begin
19:      I  = Job_Start
20:     For  i = 2  until Job_Total -2 do
21:        Select Job_D from Job_Data {Select job for redundancy}
22:       Select j from Job_D
23:       Add j to I
24:     End For
25:    Add Job_End to I
26:    Return I
27: End
28: Fitness(I )
29: Begin
30:      {rk(t) resource remaining at time}
31:      If rk_i >= rk(t)  then
32:        calculate  ES_i , EF_i  , ES_id  and EF_id {ES_id, EF_id for job redundancy)
33:      End if
34: End
35: Objective()
36: Begin
37:    Z  =  min Makespan      {EF_Job_End}
38: End
```

ภาพ 7 รหัสเทียมการจัดงานข้อมูลทดสอบ

การจัดงานกับชุดทดสอบโดยการใช้อัลกอริทึมการเคลื่อนที่ของกลุ่มอนุภาคแบบมีรัศมีที่เหมาะสมที่สุด มีขั้นตอนการทำงานที่สำคัญอยู่ 3 ขั้นตอน คือ

1. กำหนดตัวแปรเริ่มต้นให้กับระบบและเตรียมข้อมูล การกำหนดตัวแปรเริ่มต้นให้กับระบบ และการเตรียมข้อมูล แสดงในบรรทัดที่ 1 ถึง 4 การกำหนดตัวแปรของระบบมีอยู่ 2 ชนิด คือ ตัวแปรที่ใช้สำหรับอัลกอริทึมการเคลื่อนที่ของกลุ่มอนุภาคแบบมีรัศมีที่เหมาะสมที่สุด เช่น จำนวนรอบสูงสุด จำนวนอนุภาคเริ่มต้น หรือ ความเร่ง เป็นต้น สำหรับตัวแปรอีกอย่างหนึ่ง คือ ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับชุดทดสอบ เช่น จำนวนของงานทั้งหมด งานเริ่มต้น หรืองานสุดท้าย เป็นต้น เมื่อกำหนดตัวแปรเรียบร้อยต่อมาจะมีการคำนวณค่า *ES* กับ *EF* ให้กับทุกงาน และสุดท้ายแปลงข้อมูลให้อยู่ในเลขรหัสฐานสอง

2. การหาอนุภาคเริ่มต้น สำหรับในขั้นตอนนี้จะแสดงอยู่ในบรรทัดที่ 5 ถึง 9 และบรรทัดที่ 17 ถึง 27 กำหนดให้

$$I = \{j_0, \ldots, j_n\}$$

โดยที่ I เท่ากับ เซ็ตของงานทั้งหมดโดยเรียงลำดับตามความข้อกำหนดและความสำคัญของงานซึ่งมีขนาดเท่ากับ n

โดยที่ n เท่ากับ จำนวนของงานทั้งหมด

การทำงานในขั้นตอนนี้ จะใช้วิธีการเลือกงานที่มีความสัมพันธ์กับงานก่อนหน้า หากงานที่ความสัมพันธ์กับงานก่อนหน้ามีมากกว่าหนึ่งงาน จะใช้วิธีคัดเลือกแบบสุ่ม สำหรับการกำหนดงานลง I จะแสดงในบรรทัดที่ 17 ถึง 20 โดยจะกำหนดงานเริ่มต้นให้กับ I และต่อมาทำการเลือกงานที่มีความสัมพันธ์กับงานก่อนหน้า ถ้ามีมากกว่า 1 งาน ให้ทำการสุ่ม เมื่อได้งานที่ต้องการก็ให้เพิ่มเข้าไปใน I แล้วทำการเลือกงานที่เหลือต่อจนครบทุกงาน และสุดท้ายก็ให้ทำการเพิ่มงานสุดท้าย เพราะฉะนั้นเมื่อทำจนครบขั้นตอนนี้แล้ว I จะเป็นเซ็ตของงานทั้งหมด โดยมีงานเริ่มต้นจะเป็นงานแรก และงานสุดท้ายจะเป็นจุดสิ้นสุดของงาน โดยมีขนาดเท่ากับจำนวนงานทั้งหมด หลังจากนั้นทำการจัดเก็บเป็นอนุภาคเริ่มต้น ทำซ้ำจนได้อนุภาคเริ่มต้นครบตามจำนวน

3. การหาคำตอบที่เหมาะสมโดยใช้อัลกอริทึมการเคลื่อนที่ของกลุ่มอนุภาคแบบมีรัศมีที่เหมาะสมที่สุด แสดงในบรรทัดที่ 11 ถึง 16 สำหรับการประเมินความเหมาะสมจะแสดงในบรรทัดที่ 28 ถึง 34 และฟังก์ชันวัตถุประสงค์แสดงในบรรทัดที่ 35 ถึง 38 สำหรับการทำงานจะประกอบไปด้วย การกำหนดตำแหน่งและความเร่งเริ่มต้นให้กับทุกอนุภาคแสดงในบรรทัดที่ 10 และทำการเคลื่อนที่อนุภาคไปยังตำแหน่งใหม่แสดงในบรรทัดที่ 11 สำหรับในการประเมินหาคำตอบที่เหมาะสมนั้น จะทำโดยการเปรียบเทียบโดยใช้ฟังก์ชันประเมินความเหมาะสมแสดงในบรรทัดที่ 28 ถึง 34 มีวิธีการเปรียบเทียบคือ นำเอาอนุภาคที่ต้องการเปรียบเทียบไปทดสอบกับตารางการใช้ทรัพยากร โดยทำการทดสอบกับทุกงานตามค่าเวลา *ES* และ *EF* โดยทำการตรวจสอบว่า ทรัพยากรแต่ละช่วงเวลาค่ามากกว่าหรือเท่ากับจำนวนที่งานจะต้องใช้ ถ้ามีน้อยกว่าจะต้องทำการหาตำแหน่งช่วงเวลาที่สามารถทำงานได้ และหลังจากนั้นจะต้องทำการการคำนวณหา *ES* และ *EF* ใหม่ และรวมทั้งต้องคำนวณค่าของ *ES* และ *EF* ของงานที่มีความสัมพันธ์กับงานที่ทำการทดสอบนี้ด้วย ดังแสดงในบรรทัดที่ 32 และเมื่อทำการทดสอบกับตารางการใช้ทรัพยากรครบทุกงาน ค่า *EF* ของงานสุดท้ายจะเป็นค่าที่ใช้ในการเปรียบเทียบ โดยค่า *EF* น้อยที่สุดหมายถึงเวลารวมที่งานทั้งหมดใช้น้อยที่สุดซึ่งจะเป็นคำตอบที่เหมาะสม

รูปแบบและลักษณะข้อมูลโครงการ

ข้อมูลที่ใช้ในการจัดตารางโครงการของธุรกิจศึกษาชีวสมมูล จะมีรายละเอียดเกี่ยวกับโครงการ เช่น ระยะเวลาในการทำงาน จำนวนอาสาสมัคร ตัวอย่างเลือดที่ใช้ในการทดสอบชีวสมมูล รวมทั้งทรัพยากรที่จะในการทำงาน และข้อมูลทั้งหมดนี้จะนำมากำหนดเป็นข้อจำกัดที่จะต้องมาคิดในการจัดตารางโครงการ สำหรับข้อมูลการจัดตารางโครงการประกอบไปด้วย

1. รหัสโครงการ เป็นรหัสที่ใช้เรียกในการทำงานทุก ๆ ส่วนรวมทั้งจะกำหนดอยู่ในโครงร่างการศึกษา

2. รหัสยา เป็นรหัสของยาที่ทดสอบชีวสมมูล

3. จำนวนอาสาสมัคร
4. จำนวนอาสาสมัครสำรอง
5. จำนวนครั้งในการเก็บตัวอย่าง จะมีการเก็บเป็นรายชั่วโมง
6. จำนวนวันที่อาสาสมัครเข้ามานอน
7. เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ
8. จำนวนสัปดาห์ที่เว้นก่อนจะมารับการตรวจครั้งต่อไป
9. เงื่อนไขพิเศษก่อนรับประทานอาหารหรือหลังรับประทานอาหาร

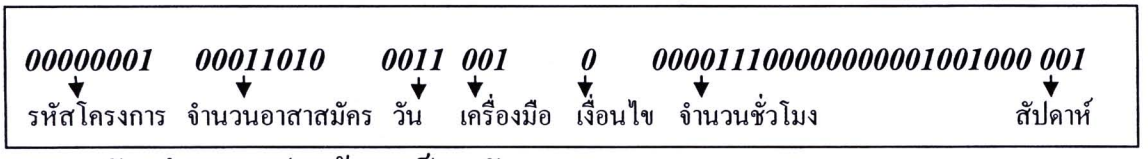
ข้อมูลที่จัดเก็บจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของโครงร่างการศึกษา การจัดเก็บข้อมูลผู้ดำเนินการศึกษามีการจัดเก็บอย่างเคร่งครัด ตามที่ระบุไว้ในโครงร่างการศึกษา

ตาราง 2

ตัวอย่างข้อมูลโครงการ

รหัสโครงการ	รหัสยา	จำนวนอาสาสมัคร	จำนวนอาสาสมัครสำรอง	จำนวนวัน	เครื่องมือ	จำนวนเลือดที่จัดเก็บ	จำนวนชั่วโมง	รับยาครั้งที่ 2	เงื่อนไข
AG08-063	ROSUV	24	2	3	1	15	72	1	0
AG08-031	EZEIT	24	2	3	1	16	72	1	0
AG08-011	GLIML	24	2	3	1	13	24	1	0
AG08-062	Pre-ALE	8	0	1	1	14	12	2	0
AG08-037	IRBES	20	0	3	1	14	12	2	0
AG08-036	ENTAC	30	2	1	2	14	12	1	0
AG08-012	DESLO	24	2	3	2	15	72	1	0
AG08-014	ESCIT	24	2	4	1	16	96	2	0
AG08-020	TOPIT	26	2	4	1	16	96	2	0
AG080-10/1	ALENG	60	6	1	1	14	12	2	0
BE09-001	pre-RIS	8	0	3	1	14	72	1	0
AG08-027/1	ALFUS	24	2	2	1	14	36	1	1
AG08-024	PRAMI	32	4	2	1	14	36	1	0
AG08-022	RIVAS	24	2	1	1	14	12	1	0
AG08-018	BISOP	24	2	2	1	14	12	1	0

ในงานวิจัยนี้แปลงข้อมูลเป็นเลขฐานสอง ขนาด 52 บิต ดังภาพ 8



ภาพ 8 ตัวอย่างการแปลงข้อมูลเป็นรหัสเลขฐานสอง

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์และข้อกำหนดของงาน

การจัดตารางโครงการจะมีฟังก์ชันวัตถุประสงค์ตามสมการ (5) คือ การจัดโครงการทั้งหมดให้ใช้ระยะเวลาสั้นที่สุด ในการจัดตารางโครงการจะต้องพิจารณาในเรื่องข้อจำกัดของทรัพยากรที่มีอยู่ ทั้งในเรื่องของเตียงที่จะใช้สำหรับรองรับอาสาสมัครที่จะมานอนเพื่อรับยาและเจาะเลือด และอีกอย่างหนึ่ง คือ เครื่องมือวิเคราะห์จะคำนึงถึงประสิทธิภาพที่จะรองรับการทดสอบตัวอย่าง การประเมินและคำนวณข้อจำกัดการใช้เตียงมาจากสมการ (6) ประสิทธิภาพการใช้เครื่องมือมาจากสมการ (7) และกำลังการผลิตของเครื่องมือมาจากสมการ (8) โดยในการประเมินแต่ละครั้งอาจมีข้อมูลโครงการมากกว่า 1 โครงการสามารถทำงานร่วมกันได้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสม และพิจารณาความสัมพันธ์ของโครงการที่สามารถทำงานในช่วงเวลาเดียวกันได้

$$\min Z = W_{last} - W_{init} \qquad (5)$$

Z = ระยะเวลาทำงานรวมของทุกโครงการ

W_{last} = สัปดาห์สุดท้ายที่จัดโครงการเสร็จ

W_{init} = สัปดาห์แรกที่เริ่มจัดโครงการ

$$\max F_b = \frac{1}{bed_{\max}}\left(\sum_{i=1}^{n}(P_{b_1} + P_{b_2} +, \ldots, + P_{b_n})\right) \qquad (6)$$

Fb = ประสิทธิภาพการใช้เตียง โดย $0 > F_b \leq 1$

$bed_{\max}$ = จำนวนเตียงสูงสุด

P_{b_i} = จำนวนเตียงที่ใช้ในแต่ละโครงการ

$$\max F_{mi} = \frac{1}{Machine_{i\max}}\left(\sum_{i=1}^{n}(P_{m_1} + P_{m_2} +, \ldots, + P_{m_n})\right) \qquad (7)$$

F_{mi} = ประสิทธิภาพใช้เครื่องมือ โดย $0 > F_{mi} \leq 1$

$Machine_{i\max}$ = ประสิทธิภาพสูงสุดของการใช้เครื่องมือ i

$$Utilization_{m_i} = \frac{h_{\max}.60}{p_{test_{ii}}}.day \qquad (8)$$

โดยที่ $h_{\max} = h_{all} - h_{prepare}$

$Utilization_{m_i}$ = กำลังผลิตของเครื่องมือ i

$h_{\max}$ = เวลาที่สามารถทำงานได้ (ชั่วโมง)

h_{all} = เวลาทำงาน (ชั่วโมง)

$h_{prepare}$ = เวลาการเตรียมตัวอย่าง (ชั่วโมง)

$p_{test_{ii}}$ = เวลาที่ใช้ในการทดสอบตัวอย่าง i (นาที)

day = จำนวนวันทำงานใน 1 สัปดาห์

$$s = (c.p) + (c.p).q \qquad (9)$$

s = จำนวนตัวอย่างทั้งหมด

c = จำนวนอาสาสมัคร

p = จำนวนครั้งของการเจาะเลือด

q = เปอร์เซ็นต์การทำการตรวจสอบ

ขั้นตอนการจัดตารางโครงการ

การจัดตารางโครงการของธุรกิจศึกษาชีวสมมูลโดยการใช้อัลกอริทึมการเคลื่อนที่ของกลุ่มอนุภาคแบบมีรัศมีที่เหมาะสมที่สุด ในงานวิจัยนี้จะเป็นการนำเอาอัลกอริทึมที่นำเสนอมาใช้แก้ปัญหาของธุรกิจ โดยจะทำการทดสอบกับข้อมูลจริงของธุรกิจศึกษาชีวสมมูล ได้นำเอาโครงการทั้งหมดมาทำการจัดตารางการทำงานโดยแต่ละโครงการจะมีข้อกำหนดการทำงาน ทรัพยากรที่แต่ละโครงการใช้ ผลคำตอบจะเป็นตารางการทำงานของโครงการที่เหมาะสมกับทรัพยากรที่องค์กรธุรกิจมีอยู่ สำหรับขั้นตอนทำงานดังภาพ 9

```
1:  {Initial paremeters}
2:  Let  k , k_max, w_max , w_min, c_1, c_2, Total_Particle, Stop_Condition, R
    ,h_max, h_all, h_prepare , P_testi, day, bed_max
3: ConvertToBinary(Project_Data)
4: Repeat
5:        Repeat
6:          I=  SGS(Project_Data)
7:          Add  I to Initial_Particle
9:        Until  Initial_Particle = Total_Particle
10:    While(Stop_Codition or k <=k_max) do
11:                find project optimization by r-pso algrorithm
12                 k=k+1
13:    End While
14:   Save Result  To work table
15: Until  Total_Project = 0
16: Finesss(I)
17: Begin
18:       if  FB >1  and  s > Utilization_m  then
19:            Return True
20:       else
21:           Return False
22: End
23: SGS(project_Data)
24: Begin
25:    While(Fitness(I) = True)
26:         Random Project_id
27:         Select Project_id from Project_Data
28:         Add Project_id  to I
29:    End While
30:   Return I
31: End
32: Objective()
33:Begin
34:      Min Z = W_last -W_init
35:End
```

ภาพ 9 รหัสเทียมการจัดตารางโครงการ

ขั้นตอนการจัดตารางโดยใช้อัลกอริทึมการเคลื่อนที่ของกลุ่มอนุภาคแบบมีรัศมีที่เหมาะสมที่สุดโดยสรุป คือ ขั้นแรกกำหนดตัวแบบของระบบซึ่งแสดงอยู่ในบรรทัดที่ 2 โดยตัวแปรของระบบจะมี 2 ส่วน คือ ตัวแปรส่วนของข้อจำกัดของระบบ เช่น จำนวนเตียง ความสามารถการใช้เครื่องมือ เป็นต้น และอีกส่วนหนึ่งจะเป็นตัวแปรที่ใช้ในอัลกอริทึมการเคลื่อนที่ของกลุ่มอนุภาคที่มีรัศมีที่เหมาะสมที่สุด เช่น จำนวนของรอบค่าความเร่ง เป็นต้น เมื่อกำหนดตัวแปรของระบบเรียบร้อย ต่อมาจะทำการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบเลขฐานสอง เพื่อให้ง่ายในการคำนวณหาค่าความเหมาะสมซึ่งแสดงอยู่

ในบรรทัดที่ 3 ต่อมาจะเป็นขั้นตอนของการจัดหาโครงการที่เหมาะสมมีส่วนทำงานหลักอยู่ 2 ส่วน คือ

1. การหาโครงการเริ่มต้น สำหรับขั้นตอนของการหาโครงการเริ่มต้น เพื่อที่จะเป็นอนุภาคเริ่มต้นให้กับอัลกอริทึมการเคลื่อนที่ของกลุ่มอนุภาคแบบมีรัศมีที่เหมาะสมที่สุดนั้น จะใช้วิธีการสุ่มโครงการดังแสดงในบรรทัดที่ 6 หลังจากได้โครงการก็จะวัดค่าความเหมาะสม โดยใช้ฟังก์ชันการวัดค่าความเหมาะสม สำหรับการวัดค่าจะตรวจสอบจากข้อจำกัดของทรัพยากรของระบบ ทั้งในเรื่องของเตียงและเครื่องมือที่จะนำมาใช้ สำหรับการวัดค่าความเหมาะสมนี้แสดงอยู่ในบรรทัดที่ 16 ถึง 21 เมื่อเหมาะสมจะทำการเก็บเป็นอนุภาคเริ่มต้น และทำซ้ำจนได้ครบตามจำนวนของอนุภาคที่กำหนด

2. การค้นหาคำตอบ สำหรับการค้นหาคำตอบจะทำการค้นหาจะใช้อัลกอริทึมการเคลื่อนของกลุ่มอนุภาคแบบมีรัศมีที่เหมาะสมที่สุดมาใช้ในการค้นหา โดยการค้นหาจะทำการประเมินความเหมาะสมทุกรอบของการคำนวณ เมื่อเสร็จสิ้นการค้นหา หรือครบเงื่อนไขตามข้อกำหนดในการหยุดทำงาน จะทำการเก็บคำตอบเข้าตารางแผนงาน สำหรับขั้นตอนที่กล่าวมาจะทำการค้นหาคำตอบซ้ำจนกระทั้งโครงการทั้งหมดได้ทำการจัดลงตารางแผนงานครบทุกโครงการ