บทที่ 5

การประยุกต์ใช้อัลกอริทึมของวิธีจีนเนติกอัลกอริทึม

ในบทนี้จะกล่าวถึงการประยุกต์ใช้อัลกอริทึมของวิธีจีนเนติกอัลกอริทึม ซึ่งประกอบไปด้วยกระบวนการค้นหาตำตอบที่เหมาะสมในหัวข้อที่ 5.1 พร้อมทั้งการกำหนดค่าพารามิเตอร์ในหัวข้อที่ 5.2 ภายใต้ปัญหาดังกล่าว โดยมีข้อมูลและเงื่อนไขเช่นเดียวกับในบทที่ 4 เพื่อทำการเปรียบเทียบผลการหาค่าเหมาะสมที่ได้ของวิธีจีนเนติกอัลกอริทึมกับวิธีฝูงมดในบทที่ 4 วิธีการค้นหาแบบตาบูซึ่งกล่าวในบทที่ 6 และวิธีฝูงมดปรับปรุงซึ่งกล่าวในบทที่ 7 รายละเอียดของขั้นตอนการทำงานของวิธีจีนเนติกอัลกอริทึม ดังอธิบายได้ดังต่อไปนี้

5.1 กระบวนการค้นหาคำตอบที่เหมาะสมโดยวิธีจีนเนติกอัลกอริทึม

ระเบียบวิธีการดำเนินการของวิธีจีนเนติกอัลกอริทึม แสดงไว้ในภาพ 3.1 ซึ่งสามารถอธิบายรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนการดำเนินงานดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 สร้างประชากรเริ่มต้นในรูปของโครโมโซม (ชุดคำตอบ Configuration) โดยการสุ่มเลือกจากประชากรต้นแบบ (ข้อมูลทั้งหมด) ซึ่งเป็นการสุ่มเลือกตำแหน่งคู่ค้าที่ถูกเลือกของแต่ละชิ้นส่วนประกอบ ในที่นี้ให้จำนวนสุ่ม (n=10) ดังนั้น รูปแบบของโครโมโซมจะขึ้นอยู่กับจำนวนชิ้นส่วนประกอบและจำนวนบิต ในที่นี้คือ 4 บิตเนื่องจากมีจำนวนชิ้นส่วนประกอบ 15 ชิ้น

หาคำตอบที่เป็นไปได้ต่ำสุด เนื่องจากในแต่ละชิ้นส่วนประกอบจะมีจำนวนคู่ค้าที่มีความเป็นไปได้ที่จะถูกเลือกอย่างน้อย 1 คู่ค้า และ ชิ้นส่วนหลักต้องเป็นเกรด A ดังนั้นคำตอบที่เป็นไปได้ต่ำสุดเท่ากับ

$$S_{Lower} = \left[m_1^{Min} \quad m_2^{Min} \quad \ldots \quad m_{n-1}^{Min} \quad m_n^{Min} \right] \tag{5.1}$$

$$S_{Lower} = [3 \quad 3 \quad 2 \quad 3 \quad 1 \quad 2 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1 \quad 1]$$

m_i คือ พารามิเตอร์ของจำนวนคู่ค้าสำหรับชิ้นส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ที่ i

หาคำตอบที่เป็นไปได้สูงสุดเป็นจำนวนของเทคโนโลยี (Technology) ที่ใช้ในการผลิตทั้งหมดที่มีอยู่ของแต่ละชิ้นส่วนประกอบ (Component) ภายใต้เงื่อนไขราคาต้นทุนรวมที่กำหนด ดังนั้นคำตอบที่เป็นไปได้สูงสุดเท่ากับ

$$S_{Upper} = \begin{bmatrix} m_1^{Max} & m_2^{Max} & \dots & m_{n-1}^{Max} & m_n^{Max} \end{bmatrix} \quad (5.2)$$

$$S_{Upper} = \begin{bmatrix} 6 & 3 & 3 & 4 & 5 & 4 & 4 & 3 & 4 & 3 & 3 & 3 & 3 & 4 & 3 \end{bmatrix}$$

ประชากรเริ่มต้นในรูปของโครโมโซม จะได้

$$\text{Chromosome} = \begin{bmatrix} 1010 & 1001 & 1011 & 0000 & 1111 & 1011 & 0111 & 1100 & 0010 & 0000 & 0100 & 1100 & 0010 & 1100 & 0001 \\ 0100 & 1011 & 1011 & 1110 & 0100 & 0011 & 0010 & 1100 & 0100 & 0000 & 1101 & 0011 & 0101 & 1111 & 0010 \\ 0111 & 0001 & 0110 & 0000 & 1001 & 0010 & 1110 & 1011 & 1010 & 0000 & 0010 & 1110 & 0011 & 0111 & 1001 \\ 1000 & 0001 & 0111 & 1101 & 0110 & 0011 & 0110 & 1010 & 0001 & 0100 & 0100 & 0101 & 0101 & 0001 & 1101 \\ 1111 & 0100 & 1001 & 1010 & 1101 & 1110 & 0011 & 0111 & 1111 & 0000 & 0001 & 1111 & 0010 & 1110 & 0111 \\ 0010 & 0100 & 1010 & 1100 & 0000 & 1010 & 1011 & 0011 & 0101 & 1011 & 1110 & 0011 & 1010 & 0010 & 0000 \\ 0011 & 0011 & 0010 & 0001 & 1011 & 1011 & 1111 & 0000 & 1000 & 0101 & 1100 & 0010 & 1011 & 1100 & 0110 \\ 0001 & 0001 & 1010 & 1110 & 1000 & 1000 & 0010 & 0000 & 1000 & 0011 & 1001 & 1101 & 0010 & 0111 & 1110 \\ 0101 & 1011 & 0101 & 0010 & 1000 & 1001 & 0011 & 0000 & 0111 & 0100 & 0000 & 0000 & 1110 & 0011 & 1001 \\ 0001 & 0010 & 1010 & 1111 & 0111 & 0000 & 1101 & 0110 & 1011 & 1111 & 0000 & 0110 & 0111 & 1101 & 0011 \end{bmatrix} \quad (5.3)$$

แปลงค่าโครโมโซมจากเลขฐานสอง 4 บิตด้านบนให้เป็นค่าจริง ซึ่งเป็นค่า Gray Decoding เพื่อใช้ในการค้นหาคำตอบ

$$\text{Chromosome}(x) = \begin{bmatrix} 3 & 3 & 2 & 3 & 1 & 2 & 1 & 2 & 1 & 1 & 1 & 2 & 1 & 2 & 1 \\ 3 & 3 & 2 & 3 & 1 & 2 & 1 & 2 & 1 & 1 & 2 & 1 & 1 & 2 & 1 \\ 3 & 3 & 2 & 3 & 1 & 2 & 1 & 3 & 2 & 1 & 1 & 2 & 1 & 2 & 3 \\ 3 & 3 & 2 & 3 & 1 & 2 & 1 & 3 & 1 & 1 & 1 & 2 & 1 & 1 & 2 \\ 3 & 3 & 2 & 3 & 1 & 2 & 1 & 2 & 2 & 1 & 1 & 2 & 1 & 2 & 2 \\ 3 & 3 & 2 & 3 & 1 & 2 & 1 & 1 & 1 & 2 & 2 & 1 & 2 & 1 & 1 \\ 3 & 3 & 2 & 3 & 1 & 2 & 1 & 1 & 1 & 2 & 1 & 2 & 1 & 2 & 2 \\ 3 & 3 & 2 & 3 & 1 & 2 & 1 & 1 & 2 & 1 & 2 & 2 & 1 & 2 & 2 \\ 3 & 3 & 2 & 3 & 1 & 2 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 2 & 1 & 3 \\ 3 & 3 & 2 & 3 & 1 & 2 & 1 & 2 & 2 & 2 & 1 & 2 & 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad (5.4)$$

ขั้นตอนที่ 2 วิเคราะห์หาค่าฟังก์ชั่นความเหมาะสม ของแต่ละโครโมโซม ในที่นี้คือ ค่าอัตราผลผลิต และหาราคาต้นทุนรวมด้วย

$$Y(x)=\begin{bmatrix}0.9049\\0.8989\\0.9186\\0.8838\\0.9136\\0.8690\\0.9061\\0.9125\\0.8779\\0.9067\end{bmatrix} \tag{5.5}$$

และราคาต้นทุนรวมต้องต่ำกว่างบประมาณได้ที่กำหนด 29 $ นั่นคือ

$$C(x)=\begin{bmatrix}28.9027\\28.9327\\28.9902\\28.8835\\28.9785\\28.8886\\28.9961\\28.9685\\28.8528\\28.9760\end{bmatrix} \tag{5.6}$$

จัดลำดับให้ค่าน้ำหนักกับค่าฟังก์ชั่นความเหมาะสม โดยให้ค่าการให้น้ำหนักตั้งแต่ 0-2 ซึ่งเป็นแบบ non-linear โดยจะถูกกำหนดน้ำหนักความน่าจะเป็นที่จะถูกเลือกแต่ละครั้งสูง เพื่อดูค่าคำตอบที่เหมาะสมที่สูงสุดที่ได้

$$\text{Rank}(x)=\begin{bmatrix}0.7957\\0.6617\\2.0000\\0.5503\\1.6633\\0.3806\\0.9567\\1.3833\\0.4577\\1.1504\end{bmatrix} \tag{5.7}$$

ดั้งนั้น ชุดคำตอบที่ดีที่สุด คือ $Rank(x)=2.000$ จะได้ค่าเปอร์เซ็นต์ความน่าจะเป็นสูงที่สุดคือ $Y(x)=Y(3)=0.9186$, $C_{best}=28.9902$

คือ ชุดคำตอบจาก

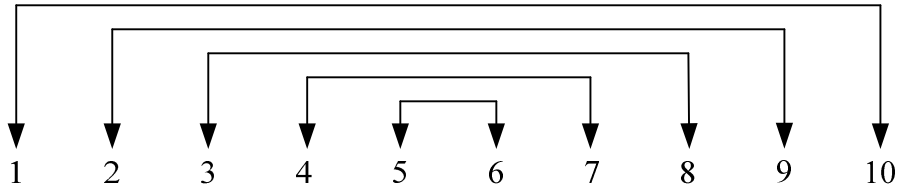
$$Chromosome(x)=Chromosome(3)=\begin{bmatrix}3 & 3 & 2 & 3 & 1 & 2 & 1 & 3 & 2 & 1 & 1 & 2 & 1 & 2 & 3\end{bmatrix}$$

นั่นหมายความว่า ชิ้นส่วนประกอบที่ 1 ได้แก่ คู่ค้าที่ 3, ชิ้นส่วนประกอบที่ 2 ได้แก่ คู่ค้าที่ 3, ชิ้นส่วนประกอบที่ 3 ได้แก่ คู่ค้าที่ 2 เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 3 การคัดเลือก (Re-Production) อ้างอิงจากค่าฟังก์ชั่นความเหมาะสม โดยพิจารณาว่าโครโมโซมใด (ค่าอัตราผลผลิต) มีค่าฟังก์ชั่นความเหมาะสมที่ดี ที่ได้จากการให้ค่าน้ำหนักตามลำดับ ตั้งแต่ 1-10 ค่า ดังนี้

$$\text{Rank}(x)=\begin{bmatrix}0.7957;\ 6\\0.6617;\ 7\\2.0000;\ 1\\0.5503;\ 8\\1.6633;\ 2\\0.3806;\ 10\\0.9567;\ 5\\1.3833;\ 3\\0.4577;\ 9\\1.1504;\ 4\end{bmatrix} \tag{5.8}$$

ซึ่งจะสามารถแบ่งกลุ่มชุดคำตอบของโครโมโซมคู่พ่อและแม่ได้จากลำดับที่ของการให้น้ำหนักได้ ดังนี้



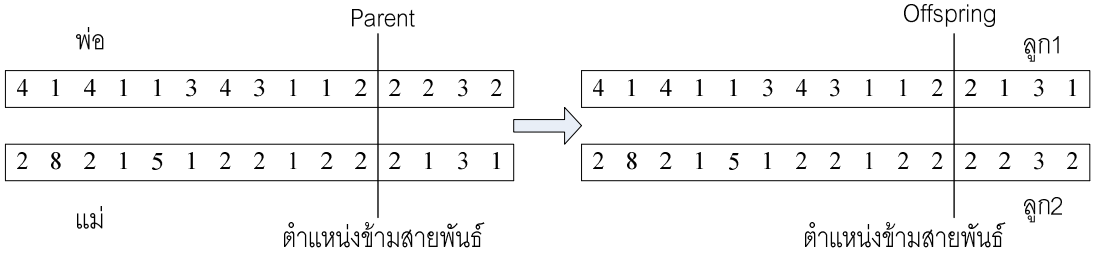
ภาพที่ 5.1

ลำดับการจำคู่ชุดคำตอบของโครโมโซมคู่พ่อและแม่

เช่น โครโมโซมพ่อแม่ 1:10 มีชุดคำตอบเป็น

[3 3 2 3 1 2 1 3 2 1 1 2 1 2 3] : [3 3 2 3 1 2 1 1 1 2 2 1 2 1 1]

ขั้นตอนที่ 4 การข้ามสายพันธุ์ (Crossover) ทำโดยการกำหนดค่าสุ่ม ในที่นี้กำหนดให้สุ่ม ณ ตำแหน่งที่ 12 ให้แก่โครโมโซมที่ถูกเลือกมาทั้งหมด โครโมโซมใดที่มีค่าสุ่มน้อยกว่าความน่าจะเป็นในการข้ามสายพันธุ์ จะถูกนำไปจับคู่เป็นโครโมโซมพ่อแม่ แล้วมีการแลกเปลี่ยนบางส่วนของโครโมโซมทั้งสองเพื่อสร้างโครโมโซมรุ่นลูก ดังแสดงตัวอย่างในภาพที่ 5.2

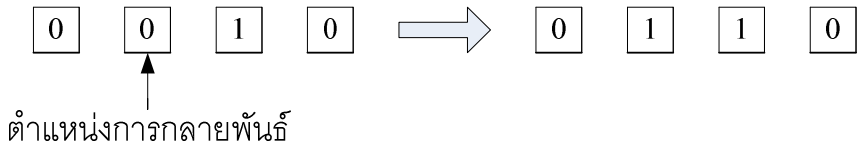


ภาพที่ 5.2

ตัวอย่างการข้ามสายพันธุ์ของโครโมโซมพ่อแม่คู่ 1 และ 10

$$Chromosome(x) = \begin{bmatrix} 3 & 3 & 2 & 3 & 1 & 2 & 1 & 1 & 1 & 2 & 2 & 1 & 2 & 1 & 2 \\ 3 & 3 & 2 & 3 & 1 & 2 & 1 & 1 & 2 & 1 & 2 & 2 & 1 & 2 & 2 \\ 3 & 3 & 2 & 3 & 1 & 2 & 1 & 1 & 2 & 1 & 2 & 2 & 1 & 2 & 2 \\ 3 & 3 & 2 & 3 & 1 & 2 & 1 & 1 & 1 & 2 & 2 & 1 & 2 & 1 & 1 \\ 3 & 3 & 2 & 3 & 1 & 2 & 1 & 1 & 1 & 2 & 2 & 1 & 2 & 1 & 1 \\ 3 & 3 & 2 & 3 & 1 & 2 & 1 & 2 & 2 & 1 & 1 & 2 & 1 & 2 & 2 \\ 3 & 3 & 2 & 3 & 1 & 2 & 1 & 2 & 2 & 1 & 1 & 2 & 1 & 2 & 2 \\ 3 & 3 & 2 & 3 & 1 & 2 & 1 & 2 & 1 & 1 & 2 & 1 & 1 & 2 & 2 \\ 3 & 3 & 2 & 3 & 1 & 2 & 1 & 1 & 2 & 1 & 2 & 2 & 1 & 2 & 1 \\ 3 & 3 & 2 & 3 & 1 & 2 & 1 & 2 & 2 & 2 & 1 & 2 & 1 & 2 & 2 \end{bmatrix} \quad (5.9)$$

ขั้นตอนที่ 5 การกลายพันธุ์ (Mutation) ทำโดยการเปลี่ยนค่าของโครโมโซมบางตำแหน่งเป็นค่าใหม่ในตำแหน่งที่สุ่มได้ ตามอัตราความน่าจะเป็นในการกลายพันธุ์ เช่น ตำแหน่งที่ 12 เป็นตำแหน่งข้ามสายพันธ์ ซึ่ง มีค่าเป็น 2 หรือ 0010 จะถูกสุ่มตำแหน่งการกลายพันธ์และเปลี่ยนจาก 0 การกลายพันธ์ 1 บิต ดังแสดงในภาพที่ 5.3



ภาพที่ 5.3
ตัวอย่างการกลายพันธ์ของโครโมโซมพ่อแม่คู่ 1 และ 10

$$Chromosome(x) = \begin{bmatrix} 3 & 3 & 2 & 3 & 1 & 2 & 1 & 1 & 1 & 2 & 2 & 1 & 2 & 1 & 1 \\ 3 & 3 & 2 & 3 & 1 & 2 & 1 & 2 & 2 & 1 & 1 & 2 & 2 & 2 & 2 \\ 3 & 3 & 2 & 3 & 1 & 2 & 1 & 1 & 2 & 2 & 2 & 2 & 1 & 2 & 2 \\ 3 & 3 & 2 & 3 & 1 & 2 & 1 & 1 & 1 & 2 & 2 & 1 & 2 & 1 & 1 \\ 3 & 3 & 2 & 3 & 1 & 2 & 1 & 1 & 1 & 2 & 2 & 1 & 2 & 1 & 1 \\ 3 & 3 & 2 & 3 & 1 & 2 & 1 & 2 & 2 & 1 & 1 & 2 & 1 & 2 & 2 \\ 3 & 3 & 2 & 3 & 1 & 2 & 1 & 2 & 2 & 1 & 1 & 2 & 1 & 2 & 2 \\ 3 & 3 & 2 & 3 & 1 & 2 & 1 & 2 & 1 & 1 & 2 & 1 & 1 & 2 & 1 \\ 3 & 3 & 2 & 3 & 1 & 2 & 1 & 1 & 2 & 1 & 2 & 2 & 1 & 2 & 1 \\ 3 & 3 & 2 & 3 & 1 & 2 & 1 & 2 & 2 & 2 & 1 & 2 & 1 & 2 & 2 \end{bmatrix} \quad (5.10)$$

วิเคราะห์หาค่าฟังก์ชั่นความเหมาะสม ของแต่ละโครโมโซม ในที่นี้คือ ค่าอัตราผลผลิต และหาราคาต้นทุนรวมด้วย

$$Y(x)=\begin{bmatrix}0.8690\\0.8647\\0.8647\\0.8690\\0.8690\\0.9136\\0.9136\\0.8989\\0.9041\\0.8647\end{bmatrix} \tag{5.11}$$

และราคาต้นทุนรวมต้องต่ำกว่างบประมาณที่กำหนด 29 $ นั่นคือ

$$C(x)=\begin{bmatrix}28.8886\\29.0161\\29.0185\\28.8886\\28.8886\\28.9785\\28.9785\\28.9327\\28.9160\\29.0285\end{bmatrix} \tag{5.12}$$

ขั้นตอนที่ 6 แทนที่ประชากร (Replacement) ประชากรรุ่นใหม่ เป็นชุดโครโมโซมลูกที่เกิดจากขั้นตอนวิวัฒนาการต่าง ๆ ข้างต้น จะถูกนำไปแทนที่ประชากรรุ่นก่อนหน้านี้ และถูกนำไปเข้ากระบวนการวิวัฒนาการใหม่ โดยกระบวนการต่างๆ จะถูกปฏิบัติซ้ำ ๆ จนกระทั่งถึงรุ่นที่ต้องการ

$$Chromosome(x) = \begin{bmatrix} 3 & 3 & 2 & 3 & 1 & 2 & 1 & 1 & 1 & 2 & 2 & 1 & 2 & 1 & 1 \\ 3 & 3 & 2 & 3 & 1 & 2 & 1 & 2 & 2 & 1 & 1 & 2 & 2 & 2 & 2 \\ 3 & 3 & 2 & 3 & 1 & 2 & 1 & 1 & 2 & 2 & 2 & 2 & 1 & 2 & 2 \\ 3 & 3 & 2 & 3 & 1 & 2 & 1 & 1 & 1 & 2 & 2 & 1 & 2 & 1 & 1 \\ 3 & 3 & 2 & 3 & 1 & 2 & 1 & 1 & 1 & 2 & 2 & 1 & 2 & 1 & 1 \\ 3 & 3 & 2 & 3 & 1 & 2 & 1 & 2 & 2 & 1 & 1 & 2 & 1 & 2 & 2 \\ 3 & 3 & 2 & 3 & 1 & 2 & 1 & 2 & 2 & 1 & 1 & 2 & 1 & 2 & 2 \\ 3 & 3 & 2 & 3 & 1 & 2 & 1 & 2 & 1 & 1 & 2 & 1 & 1 & 2 & 1 \\ 3 & 3 & 2 & 3 & 1 & 2 & 1 & 1 & 2 & 1 & 2 & 2 & 1 & 2 & 1 \\ 3 & 3 & 2 & 3 & 1 & 2 & 1 & 2 & 2 & 2 & 1 & 2 & 1 & 2 & 2 \end{bmatrix}$$

ขั้นตอนที่ 7 ตรวจสอบเงื่อนไขการหยุด ถ้าไม่ถึงเงื่อนไขการหยุดให้ทำซ้ำขั้นตอนที่ 1

มีวิธีหลายวิธีที่จะถูกนำมาใช้กำหนดสภาวะในการหยุดดำเนินการค้นหา ซึ่งในวิทยานิพนธ์นี้ จะกำหนดเงื่อนไขการหยุดการค้นหาจากสภาวะใดสภาวะหนึ่งข้างล่างนี้

- ครบจำนวนรอบสูงสุดที่กำหนดไว้
- ครบตามเวลาที่กำหนดให้ใช้ในการค้นหา
- ค่าที่ดีที่สุดที่หาได้นั้นเท่ากับค่าเหมาะสม (Optimum) กรณีที่ทราบค่า

จากขั้นตอนการทำงานของวิธีจีนเนติกอัลกอริทึมในข้างต้น สามารถเขียนเป็น Pseudo code ได้ ดังนี้

Step 1 Initialization

Generate initial population

Set generation = 0

Define termination conditions

Step 2 Evaluate fitness function

Find the fitness value of initial population

Step 3 Re-production

Ranking the chromosomes base on fitness value

Step 4 Crossover

Crossover between chromosomes

Step 5 Mutation

Mutate the chromosomes

Step 6 Replacement

Replace the new chromosome to the old chromosome

Step 7 Termination

If generation < maximum generation

Then

Goto step 3

Else

generation = generation + 1

End

End

5.2 การกำหนดค่าพารามิเตอร์

5.2.1 ค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดในอัลกอริทึม

Generation = 10000 (คือ จำนวนรอบในการทำซ้ำ เช่นเดียวกับ iteration)

Binary bits (Gray Code) = 4 (คือ จำนวนบิตในการแปลงข้อมูล เนื่องจากคำตอบที่เป็นไปได้อยู่ในช่วง 1-8 ของเลขฐานสิบ)

ทั้งนี้การเลือกใช้ Binary bit ขึ้นอยู่กับ คำตอบที่เป็นไปได้ ในที่นี้คือ 8 คู่ค้า จำนวนบิตที่ใช้เมื่อเป็น Binary bit จึงต้องมากกว่า 3 บิตขึ้นไป การใช้บิตที่มากทำให้กระบวนการทางพันธุกรรมได้ค่าที่ละเอียดยิ่งขึ้น ซึ่งการใช้บิตจำนวนมากเหมาะกับปัญหาที่มีข้อมูลของคำตอบที่เป็นแบบต่อเนื่อง (Continuous Optimization) ในทางตรงกันข้ามการใช้บิตจำนวนมากจะไม่มีผลต่อข้อมูลของคำตอบที่เป็นแบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete Optimization)

5.2.2 ค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดในระเบียบวิธีจีนเนติกอัลกอริทึม

จากหนังสือ Modern Heuristic Optimization Techniques หน้า38 [30] ได้กล่าวถึงค่าพารามิเตอร์ของวิธีจีนเนติกอัลกอริทึมสำหรับ ค่าประชากร (Population) การข้ามสายพันธุ์ (Crossover Rate) และอัตราการกลายพันธุ์ (Mutation Rate) จะถูกเลือกใช้ในช่วง [30,200],

[0.5,1.0] และ [0.001,0.05] ตามลำดับ จากการทดสอบ 30 ครั้งในแต่ละพารามิเตอร์ จะได้ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการหาคำตอบที่เหมาะสมกับปัญหานี้ ดังต่อไปนี้

Population = 200 (คือ จำนวนสุ่มคำตอบที่เป็นไปได้)

Crossover rate = 80-100% (คือ อัตราการข้ามสายพันธุ์ จะมีการข้ามสายพันธ์อย่างสุ่มในช่วง80-100%)

Mutation rate = 0.01 (คือ อัตราการกลายพันธุ์ จะกลายพันธุ์อย่างสุ่ม เพียง 1 ตำแหน่งจาก 60 บิต (Binary bit x N = 4 x 15 = 60))

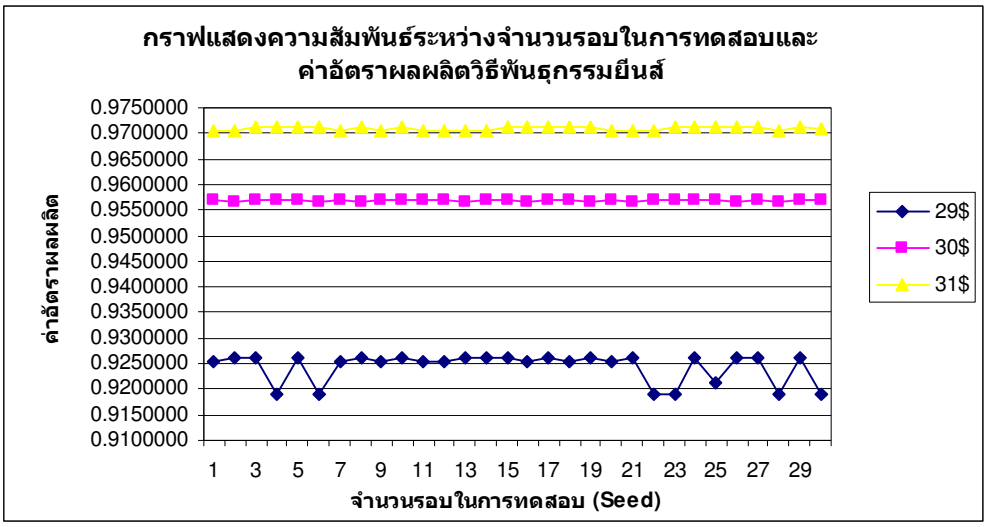
จากการศึกษาพบว่าการกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ใช้ในการค้นหาคำตอบของแต่ละปัญหา มีค่าที่แตกต่างกันไปขึ้นกับหลายปัจจัย เช่น ขนาดของปัญหาหรือ Search Space สมการวัตถุประสงค์ เงื่อนไข ตำแหน่งของค่าเหมาะสม และความซับซ้อนของอัลกอริทึม เป็นต้น ดังนั้น การกำหนดพารามิเตอร์สำหรับแต่ละอัลกอริทึมของแต่ละปัญหาและอัลกอริทึม จึงมีค่าที่แตกต่างกันไป ซึ่งควรจะเลือกใช้ค่าที่สามารถค้นหาค่าเหมาะสมได้อย่างแม่นยำในปัญหานั้นๆ

จากการกำหนดค่าพารามิเตอร์ดังกล่าว แสดงผลการหาค่าเหมาะสมโดยวิธีจีนเนติกอัลกอริทึมที่ค่างบประมาณ 29$ 30$ 31$ ดังตารางที่ 5.1 และภาพที่ 5.4

ตารางที่ 5.1

ผลการหาค่าเหมาะสมโดยวิธีจีนเนติกอัลกอริทึมที่ค่างบประมาณ 29$ 30$ 31$

Budget($)	Algorithm	Max Yield	Average Yield	Min Yield	Standard Deviation	CPU time(S)	% get optimal
31	GA	0.9712223	0.9709049	0.9703497	0.0003765	44.30	56.67
30	GA	0.9570433	0.9568428	0.9564250	0.0002392	41.75	50.00
29	GA	0.9260068	0.9243434	0.9191254	0.0027977	44.85	50.00



ภาพที่ 5.4

กราฟความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรอบในการทดสอบและค่าอัตราผลผลิต

วิธีจีนเนติกอัลกอริทึม

จากตารางที่ 5.1 จะเห็นได้ว่าที่เมื่องบประมาณเปลี่ยน ส่งผลให้คำตอบเหมาะสมของปัญหาเปลี่ยนแปลงด้วย นั่นคือ ค่าอัตราผลผลิตเฉลี่ย 0.9260, 0.9570 และ 0.9709 โดยที่มีค่าความเบี่ยงเบนของการค้นหาคำตอบจากมากไปน้อยได้แก่ งบประมาณ 29$ 31$ และ 30$ ตามลำดับ นั่นคือ 0.002797, 0.0003765 และ 0.0002392 เนื่องจากเมื่อถูกจำกัดด้วยเงื่อนไขผลการประเมินคู่ค้าขนาดของปัญหา (Search Space) ของแต่ละงบประมาณ ได้แก่ 11.19 x 10^6 44.79 x 10^7 และ 44.79 x 10^7 ตามลำดับ จะพบว่าที่ค่า 30$ และ 31$ มีขนาดของปัญหาที่เท่ากัน ขณะที่ตำแหน่งค่าเหมาะสมนั้นต่างกัน นั่นคือ ที่ตำแหน่ง 31$ มีค่าอัตราผลผลิตที่เหมาะสมสูงกว่าภายใต้งบประมาณจำกัดที่สูงกว่า 30$ ทำให้การหาค่านั่นทำได้ยากกว่า หากอัลกอริทึมยังไม่มีความเสียรเพียงพอ ส่วนความแม่นยำในการค้นหา คือ 50.00% , 50.00% และ 56.67% จากการค้นหา 30 รอบ ขณะที่ใช้เวลาในการค้นหา นั่นคือ 44.85, 41.75 และ 44.30 วินาที สำหรับค่างบประมาณ 29$, 30$ และ 31$ ตามลำดับ จากค่าเปอร์เซ็นความแม่นยำและเวลาที่ใช้ในการค้นหาคำตอบ แสดงให้เห็นว่าอัลกอริทึมของวิธีจีนเนติกอัลกอริทึมนั้นยังไม่มีความเสถียรมากนักเมื่อถูกเปลี่ยนเงื่อนไข

จากภาพที่ 5.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรอบในการทดสอบ 30 รอบและค่าอัตราผลผลิตวิธีฝูงมดที่งบประมาณ 29$, 30$ และ 31$ จะเห็นได้ว่า ที่ค่างบประมาณสูง จะมีการแกว่งตัวของคำตอบหรือการเบี่ยงเบนที่น้อยกว่างบประมาณต่ำ