

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

บทนำ

ปัญหาการตัดสินใจ (Decision problem) เป็นปัญหาที่สลับซับซ้อน เพราะเป็นการยากที่จะทำการค้นหาคำตอบเพื่อให้มาซึ่งคำตอบที่ดีที่สุดหรือใกล้เคียงมากที่สุด สำหรับปัญหาการขนส่งและโลจิสติกส์ ก็เป็นปัญหาการตัดสินใจอย่างหนึ่ง ที่มีความสลับซับซ้อนเช่นกัน อีกทั้งปัญหาการขนส่งและโลจิสติกส์ยังเป็นปัญหาที่มีขนาดใหญ่ จึงทำให้ไม่สามารถหาคำตอบที่ดีที่สุด และมีประสิทธิภาพได้ในเวลาที่รวดเร็ว ซึ่งวิธีการหาคำตอบที่ให้ค่าที่ดีที่สุด (Exact method) นั้นต้องใช้เวลาในการค้นหาคำตอบเป็นเวลานาน เนื่องจากปัญหาการตัดสินใจเป็นปัญหาที่ต้องการคำตอบในเวลาอันจำกัด หรือหลายครั้งที่ต้องการแบบทันทีทันใด จึงไม่สามารถใช้วิธีการหาคำตอบที่ให้ค่าที่ดีที่สุดได้กับปัญหานี้ แต่สามารถทำได้โดยการลดขนาดของพื้นที่ในการค้นหาคำตอบ (Search space) หรือการลดจำนวนทางเลือกของคำตอบที่เป็นไปได้ ซึ่งวิธีโลคอลเสิร์ช (Local search method) เป็นอีกวิธีหนึ่งของวิธีฮิวริสติกส์ (Heuristic method) สามารถหาคำตอบที่ดีเพียงพอได้ ภายในเวลาจำกัด อีกทั้งวิธีโลคอลเสิร์ชยังเป็นวิธีที่มีความยืดหยุ่นและง่ายต่อการนำมาประยุกต์ใช้

ผู้วิจัยคาดว่าวิธีโลคอลเสิร์ชสามารถนำมาใช้ได้กับปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะ (Vehicle routing problem: VRP) เพื่อทำการหาคำตอบของการจัดเส้นทางของยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่ง ซึ่งนำเสนอการศึกษา พัฒนา และประยุกต์ใช้วิธีโลคอลเสิร์ช โดยทำการพัฒนาและปรับปรุงวิธีโลคอลเสิร์ชแบบสร้างเงื่อนไข (Constraint-based local search: CLS) กับปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะ ให้มีประสิทธิภาพในการค้นหาคำตอบ และเพื่อใช้ในการค้นหาคำตอบครอบคลุมพื้นที่ และอาศัยแนวคิดของวิธีการจำลองการตกผลึกของวัตถุ (Simulated annealing: SA) มาช่วยในการปรับปรุงภาพของคำตอบให้ดีขึ้น เพื่อให้ได้เส้นทางที่เหมาะสม และลดต้นทุนให้ได้มากที่สุด ปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะเป็นปัญหาหนึ่งที่น่าสนใจเนื่องจากในปัจจุบันการวางแผนการจัดเส้นทางของยานพาหนะสำหรับผู้ประกอบการธุรกิจการขนส่งนั้น ต้องใช้บุคลากรจำนวนมากที่มีความเชี่ยวชาญ และคุ้นเคยกับระยะทางการขนส่ง ซึ่งหากจุดส่งสินค้าที่ใกล้เคียงกัน ไม่ได้ถูกจัดสรรให้มีผู้รับผิดชอบเพียงคนเดียว จะทำให้คำตอบหรือตารางการจัดเส้นทางของยานพาหนะไม่มีประสิทธิภาพ ต้นทุนของการขนส่งก็จะเพิ่มขึ้น อีกทั้งหากต้องการคำตอบ หรือตารางงานที่เหมาะสม มีประสิทธิภาพต้องใช้เวลาานหากใช้คนเป็นผู้ทำการค้นหาคำตอบ เนื่องจากมีเงื่อนไขและปัจจัยหลายด้านกระทบต่อการจัดเส้นทางยานพาหนะ

งานวิจัยนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้และการพัฒนาขั้นตอนวิธีทางคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางของยานพาหนะ โดยใช้บริษัทที่ประกอบธุรกิจการขนส่งรถยนต์เป็นกรณีศึกษา ซึ่งได้นำวิธี CLS (Indra-Payoong et al., 2005) มาประยุกต์ใช้เพื่อใช้ในการค้นหาคำตอบครอบคลุมพื้นที่ โดยทั่วไปนั้นวิธีโลคอลเสิร์ช (Local search) และวิธีฮิวริสติกส์ (Heuristics) จะเริ่มต้นด้วยการหาคำตอบเบื้องต้น (Initial solution) ที่มีคุณภาพดีก่อน หลังจากนั้นจะนำคำตอบที่ได้มาทำการปรับปรุงคุณภาพให้ดียิ่งขึ้น

โครงสร้างและวิธีการทำงานของ CLS

วิธี CLS เป็นวิธีฮิวริสติกส์วิธีหนึ่งที่มีความยืดหยุ่นในการกำหนดรูปแบบปัญหาและเงื่อนไขของปัญหา ซึ่งสามารถเพิ่มและลดเงื่อนไขของปัญหาโดยไม่จำเป็นต้องกำหนดรูปแบบและขั้นตอนการแก้ปัญหาใหม่ เนื่องจากวิธี CLS นั้นเป็นวิธีการกำหนดค่าความขัดแย้ง (Violation) ให้กับฟังก์ชันวัตถุประสงค์และเงื่อนไขต่าง ๆ เพื่อทำการเปรียบเทียบคุณภาพของคำตอบ ดังนั้นเมื่อมีเงื่อนไขเพิ่มขึ้นก็สามารถกำหนดเขียนเป็นสมการในการกำหนดค่าความขัดแย้งเข้าไปสู่ปัญหาเดิม หรือเมื่อต้องการลดเงื่อนไขบางข้อก็สามารถนำสมการที่คำนวณหาความขัดแย้งของเงื่อนไขดังกล่าวออกได้โดยไม่จำเป็นต้องแก้ไขขั้นตอนการแก้ปัญหา

วิธี CLS นั้นเราจะกำหนดให้ปัญหาอยู่ในรูปแบบของ Set partitioning คือการกำหนดปัญหาให้อยู่ในรูปของตารางเมตริกซ์ โดยตัวแปรภายในตารางจะมีค่าได้คือ 0 หรือ 1 นั่นคือตัวแปรในการตัดสินใจแบบไม่ต่อเนื่อง โดยมีข้อกำหนดคือ ผลรวมของตัวแปรในแถว หรือคอลัมน์ อย่างใดอย่างหนึ่งต้องมีค่าเท่ากับ 1 ดังสมการ (3.1)

$$\begin{aligned} \min cx \\ Ax = I \\ x = \{0, 1\} \end{aligned} \quad (3.1)$$

	j1	j2	j3	j4	j5
i1	1	0	0	0	1
i2	0	0	0	1	0
i3	0	1	1	0	0

ภาพที่ 3.1 การกำหนดรูปแบบปัญหาแบบ set partitioning

จากภาพที่ 3.1 แสดงตัวอย่างการกำหนดปัญหา Job assignment ให้อยู่ในรูปของ set partitioning โดยมีจำนวนงานทั้งหมด 10 งานคือ $j_1 \dots j_{10}$ และมีพนักงานทั้งหมด 5 คนคือ $i_1 \dots i_5$ กำหนดตารางเมตริกซ์โดยแทนแถวด้วยพนักงาน และแทนคอลัมน์ด้วยงาน โดยตัวแปรในการตัดสินใจจะมีขนาดเท่ากับจำนวนแถวคูณด้วยจำนวนคอลัมน์ จะได้ $x_{ij} = \{0,1\}$ โดย $i = \{1, \dots, 5\}$ และ $j = \{1, \dots, 10\}$ เมื่อ $x_{ij} = 1$ จะหมายความว่างาน j ถูกปฏิบัติงานด้วยพนักงาน i ซึ่งเงื่อนไขก็คือ งาน j ถูกปฏิบัติโดยพนักงานได้คนเดียวเท่านั้น ซึ่งเป็นไปตามเงื่อนไขของ set partitioning คือ $\sum_{j \in \{1, \dots, 10\}} x_{ij} = 1 \quad \forall i \in \{1, \dots, 5\}$ จากรูปจะกำหนดให้พนักงาน i_1 ปฏิบัติงาน j_1 และ j_5 พนักงาน i_2 ปฏิบัติงาน j_4 และพนักงาน i_3 ปฏิบัติงาน j_2 และ j_6 ซึ่งในตัวอย่างนี้ไม่ได้คำนึงถึงเงื่อนไขอื่น

หลังจากการกำหนดรูปแบบของปัญหาให้อยู่ในรูปของ Set partitioning แล้ว จะทำการกำหนดรูปแบบของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ และเงื่อนไขต่าง ๆ ให้อยู่ในรูปของค่าความขัดแย้ง ซึ่งจะแบ่งค่าความขัดแย้งออกเป็นสองแบบหลัก ๆ คือ ค่าความขัดแย้งของเงื่อนไขหลัก (hard violation) และค่าความขัดแย้งของเงื่อนไขรอง (soft violation) โดยจะกำหนดให้ฟังก์ชันวัตถุประสงค์นั้นเป็นค่าความขัดแย้งของเงื่อนไขรอง และกำหนดให้เงื่อนไขต่าง ๆ เป็นค่าความขัดแย้งของเงื่อนไขหลัก ดังสมการ (3.2)

$$Ax \leq b \Rightarrow V = \max(0, tx - b) \quad (3.2)$$

กำหนดให้ V คือ ค่าความขัดแย้ง ในส่วนของค่าความขัดแย้งของเงื่อนไขหลัก นั้นเมื่อคำนวณคำตอบได้แล้วนั้น จะต้องมีการเทียบกับ 0 นั้นหมายความว่าคำตอบที่ได้นั้นต้องไม่ผิดเงื่อนไขใด ๆ ส่วนค่าความขัดแย้งของเงื่อนไขรอง นั้นเราไม่สามารถรู้ขีดจำกัดล่างของคำตอบได้ว่ามีค่าเท่าใด เราจึงใช้ค่าที่ต่ำที่สุดในอุดมคติในการเปรียบเทียบคือ 0 เมื่อค่าความขัดแย้งของเงื่อนไขรองเข้าใกล้ศูนย์ คำตอบที่ได้นั้นจะเป็นคำตอบที่ดีที่สุด (ในกรณีเราหาค่าที่น้อยที่สุด)

```

// Algorithm: CLS
// INPUT: soft and hard constraints
// OUTPUT: a best feasible solution found
1  A0 := initial solution assignment
2  Ab := best solution
3  Vb := the best violation
4  WHILE (iteration < stopping criterion) DO
5      nr := Random(mumrow)
6      Vs := MAX_INTEGER
7      FOR i ← 1 TO nr
8          Rnr := select-rows(A)
9          P := select-variables(Rnr)
10         Vi := MAX_INTEGER
11         FOR j ← 1 TO Random(mumcol)
12             A' := flip(Rnr, P, P)
13             H' := total hard violation(A')
14             V' := total violation(A')
15             IF H' = 0 AND V' < Vs THEN
16                 As ← A'
17                 Vs ← V'
18             END IF
19             IF V' < Vi THEN
20                 Ai ← A'
21             END IF
22         END FOR
23         IF Vi < Vs THEN
24             As ← Ai
25             Vs ← Vi
26         END IF
27     END FOR
28     A ← As
29 END WHILE

```

ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการทำงานของวิธี CLS

จากภาพที่ 3.2 แสดงขั้นตอนการทำงานของวิธีการหาค่าตอบของวิธี CLS จากรูปกำหนดให้เงื่อนไขของ Set partitioning อยู่ในแนวของลอตัมน์ คือ ผลรวมในแนวลอตัมน์เดียวกันจะต้องมีค่าเท่ากับ 1 โดยขั้นตอนเริ่มจากการกำหนดคำตอบเริ่มต้นที่ไม่มีผลเงื่อนไขของ Set partitioning แต่ไม่จำเป็นต้องตรงตามเงื่อนไขอื่น จากนั้นทำการสุ่มแถวแรกที่มีค่าตัวแปรในแถวมีค่าเท่ากับ 1 ขึ้นมา จากนั้นสุ่มตัวแปรที่มีค่าเท่ากับ 1 ภายในแถวแรกและสุ่มจำนวนแถวในการสลับค่า ไม่เกินจำนวนแถวที่เหลือ จากนั้นสุ่มแถวที่สองจากแถวที่เหลือ ลองสลับค่า (Trial flip) และคำนวณหาค่าความขัดแย้งของแต่ละคำตอบ และสุ่มแถวที่สองเท่ากับจำนวนที่สุ่มได้จากนั้นลองสลับค่าตัวแปร คำนวณหาค่าความขัดแย้ง เพื่อเปรียบเทียบคำตอบ จะได้แถวที่ได้คำตอบที่ดีที่สุด งานวิจัยนี้พัฒนาประสิทธิภาพวิธี CLS โดยปรับเทคนิคในการช่วยพื้นที่การหาค่าตอบ ด้วยวิธีการลองสลับค่าดังที่ได้กล่าวมา เดิมจะทำการสุ่มเลือกแถวแรกในการลองสลับค่าเพียงหนึ่งครั้งเท่านั้น (Indra-Payomng et al., 2005) แต่ในงานวิจัยนี้จะทำการสุ่มเลือกแถวแรกในการลองสลับค่ามากกว่าหนึ่งครั้ง ในการทดลองช่วยพื้นที่การหาค่าตอบ เพื่อช่วยให้การค้นหาค่าตอบนั้นมีประสิทธิภาพมาก

ยิ่งขึ้น ดังนั้นเราจะลองสุ่มเลือกแถวแรกใหม่โดยทำซ้ำวิธีที่กล่าวมาตามจำนวนครั้งที่สุ่มได้ ซึ่งจำนวนครั้งการสุ่มเลือกแถวแรกใหม่ต้องไม่มากกว่าจำนวนแถวทั้งหมด จากนั้นเปรียบเทียบว่าแถวแรก และแถวที่สองใดที่สลับค่าแล้วได้คำตอบที่ดีที่สุด จะกำหนดคำตอบนั้นเป็นคำตอบปัจจุบัน ในการหาคำตอบของ CLS นั้นจะถือว่าคำตอบนั้นเป็นคำตอบที่เป็นไปได้ก็ต่อเมื่อค่า ความขัดแย้งของเงื่อนไขหลัก มีค่าเท่ากับ 0 แต่ในกรณีที่ค่าความขัดแย้งของเงื่อนไขหลัก มีค่ามากกว่า 0 หมายถึงคำตอบที่ได้นั้นยังไม่ถูกต้องตามเงื่อนไข และเมื่อค่าความขัดแย้งของเงื่อนไขหลัก มีค่ามากขึ้น เท่ากับว่าคำตอบนั้นจะผิดเงื่อนไขมากตามไปด้วย ในส่วนของค่าความขัดแย้งของเงื่อนไขรอง นั้นจะมีค่าน้อยมากเท่าไรยิ่งได้คำตอบที่ดี (กรณีที่หาคำตอบที่ค่าที่สุด) อย่างไรก็ตามแม้ค่าความขัดแย้งของเงื่อนไขรอง จะมีค่าต่ำมาก แต่ค่าความขัดแย้งของเงื่อนไขหลัก มีค่ามากกว่า 0 คำตอบดังกล่าวนั้นก็จะเป็นคำตอบที่ผิดเงื่อนไขและเป็นคำตอบที่เป็นไปไม่ได้ (Infeasible solution) ดังนั้นในการลองสลับค่าหรือย้ายคำตอบทุกครั้ง จะทำการตรวจสอบว่าค่าความขัดแย้งที่ได้จากคำตอบนั้น โดยถ้าค่าความขัดแย้งของเงื่อนไขหลักมีค่าเท่ากับ 0 และความขัดแย้งของเงื่อนไขรองมีค่าน้อยกว่าค่าความขัดแย้งของเงื่อนไขรอง ที่น้อยที่สุดของคำตอบที่พบมา จะแทนที่คำตอบที่ดีที่สุดด้วยคำตอบปัจจุบัน และเมื่อการสลับค่าครั้งใดมีค่าต่ำกว่าที่จะแทนที่ไปเรื่อยๆ

Figure 3.3 displays six 5x5 assignment matrices (a-f) illustrating the iterative process of finding a feasible solution for a job assignment problem. Each matrix has rows labeled i1, i2, i3 and columns labeled j1, j2, j3, j4, j5. Values are 0 or 1, indicating assignments. Arrows indicate the current state of the solution.

Matrix (a):

	j1	j2	j3	j4	j5
i1	1				1
i2				1	
i3		1	1		

Matrix (b):

	j1	j2	j3	j4	j5
i1	1		1		1
i2			1	1	
i3		1	0		

Matrix (c):

	j1	j2	j3	j4	j5
i1	1				1
i2			1	1	
i3		1	0		

Matrix (d):

	j1	j2	j3	j4	j5
i1	1				1
i2				1	
i3		1	1		

Matrix (e):

	j1	j2	j3	j4	j5
i1	1				0
i2				1	1
i3		1	1		

Matrix (f):

	j1	j2	j3	j4	j5
i1	1				0
i2				1	1
i3		1	1		1

ภาพที่ 3.3 ตัวอย่างการย้ายคำตอบของวิธี CLS

จากภาพที่ 3.3 เป็นตัวอย่างของปัญหา job assignment กำหนดให้มีพนักงาน 3 คน คือ j3....., i3 และมีจำนวน 5 งานคือ j1....., j5 กำหนดรูปแบบปัญหาให้อยู่ในรูปของ set partitioning จากนั้นกำหนดคำตอบเริ่มต้น โดยการสุ่มค่าของตัวแปรที่ตรงตามเงื่อนไขของ set partitioning ดังภาพที่ 3.3 ก. จากนั้นสุ่มเลือกแถวแรกในการลองสลับได้แถว i3 จากนั้นสุ่มเลือกค่าตัวแปรที่เป็น 1 ในแถวแรกได้ (i3, j3) ดังแถบสีในภาพที่ 3.3 ก. จากนั้นสุ่มจำนวนในการลองสลับกับคอลัมน์ที่สอง

ว่าจะลองสลับก็ครั้ง จากตัวอย่างกำหนดให้สุ่มได้ 2 ครั้ง โดยสุ่มเลือกแถวที่เหลือยู่ ได้คอลัมน์ i_1 เป็นแถวที่สอง จากนั้นลองสลับดังภาพที่ 3.3 ข. และสุ่มเลือกแถวที่สองครั้งที่สองได้แถว i_2 และลองสลับ จากนั้นเลือกแถวแรกใหม่ทำจำนวนครั้งที่สุ่มขึ้น ดังภาพที่ 3.3 ง. เป็นการสุ่มแถวแรกครั้งที่สอง ได้แถว i_1 และตัวแปร (i_1, j_5) สุ่มจำนวนการเลือกแถวที่สอง และสุ่มแถวที่สองและกลับตามจำนวนที่สุ่มได้ ดังภาพที่ 3.3 จ. และ 3.3 ฉ. จากนั้นเปรียบเทียบค่าความขัดแย้งของคำตอบจาก 3.3 ข. ค. จ. และ ฉ. ว่าคำตอบใดมีค่าความขัดแย้งน้อยสุด จะสลับคำตอบหรือย้ายคำตอบไปยังคำตอบดังกล่าว ทั้งนี้สังเกตว่าเราจะเปรียบเทียบค่าความขัดแย้งที่ได้จากคำตอบสลับเท่านั้น จะไม่เปรียบเทียบกับคำตอบเดิมก่อนการลองสลับคือภาพที่ 3.3 ก. ทั้งนี้เพื่อการย้ายคำตอบเพื่อแก้ปัญหา

Local optimal

กลยุทธ์การกำหนดค่าความขัดแย้ง และการเลือกตัวแปร

การกำหนดค่าความขัดแย้ง

การกำหนดค่าความขัดแย้งเป็นสิ่งที่สำคัญในการหาคำตอบ โดยแบ่งเป็นสองขั้นตอนหลัก ๆ คือ การกำหนดความแตกต่างของค่าความขัดแย้งของเงื่อนไขหลัก และค่าความขัดแย้งของเงื่อนไขรอง สิ่งที่ต้องคำนึงถึงแรก ๆ นั้น คือ การกำหนดค่าความขัดแย้งของเงื่อนไขหลัก ที่เกิดจากเงื่อนไขต่าง ๆ นั้น ต้องมีค่าความขัดแย้งมากกว่าค่าความขัดแย้งของเงื่อนไขรอง ซึ่งเกิดมาจากฟังก์ชันวัตถุประสงค์ ทั้งนี้เพราะค่าความขัดแย้งของเงื่อนไขหลักนั้นเป็นค่าความขัดแย้งของเงื่อนไข ดังนั้นค่าความขัดแย้งของเงื่อนไขหลัก นั้นจำเป็นต้องมีค่าเท่ากับ 0 จะถือได้ว่าคำตอบดังกล่าวเป็นคำตอบที่เป็นไปได้ตรงตามเงื่อนไข (Feasible solution) การกำหนดให้ค่าความขัดแย้งของเงื่อนไขหลัก มีค่ามากกว่านั้น เมื่อเปรียบเทียบการลองสลับแต่ละครั้งนั้นจะเลือกในการย้ายคำตอบไปยังคำตอบที่ค่าความขัดแย้งของเงื่อนไขหลักน้อย และมีค่าความขัดแย้งของเงื่อนไขรองมาก แทนคำตอบที่มีค่าความขัดแย้งของเงื่อนไขหลักมาก และมีค่าความขัดแย้งของเงื่อนไขรองน้อย ซึ่งตรงตามวัตถุประสงค์ คือคำตอบที่ได้คำตอบต้องไม่ผิดเงื่อนไข และมีค่าของฟังก์ชันวัตถุประสงค์น้อยที่สุด (กรณีหาคำตอบที่ต่ำที่สุด) การกำหนดค่าความขัดแย้งนั้นในกรณีบางเงื่อนไขมีความสำคัญ หรือค่าความขัดแย้งของเงื่อนไขหลักที่เกิดจากเงื่อนไขนั้นมีค่าน้อยกว่าค่าความขัดแย้งที่เกิดจากฟังก์ชันวัตถุประสงค์ เราสามารถนำพารามิเตอร์มาคูณกับค่าความขัดแย้งบางเงื่อนไขเพื่อปรับแต่งค่าของความขัดแย้งให้ตรงตามวัตถุประสงค์ได้ อย่างไรก็ตามข้อควรระวังหนึ่ง คือ การกำหนดให้ค่าความขัดแย้งหลักนั้นมีค่ามากเกินไป อาจประสบปัญหา local optima ได้ เนื่องจากในการย้ายคำตอบนั้นจะไม่ยอมให้ผิดเงื่อนไขที่มีค่าความขัดแย้งมากทำให้ไม่สามารถย้ายพื้นที่การหาคำตอบไปยังพื้นที่ที่มีคำตอบที่ดีกว่าได้

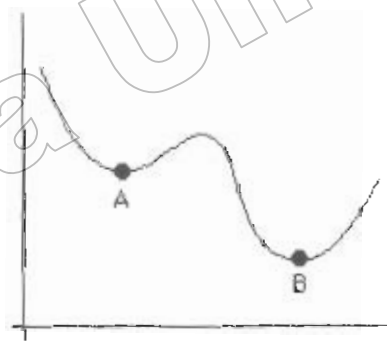
การเลือกแถว (เงื่อนไข) และตัวแปร

สิ่งสำคัญสิ่งหนึ่งที่ทำให้วิธี CLS มีประสิทธิภาพในการหาคำตอบนั้น คือการเลือกแถวและตัวแปรในการหาคำตอบ โดยแถวที่มีความสำคัญหลักคือ การเลือกแถวแรก เพื่อทำการลดสลับค่า ซึ่งการเลือกแถวแรกนั้นจะแบ่งเป็นสองวิธีหลัก ๆ คือ การเลือกจากแถวที่คิดเงื่อนไข หรือแถวที่มีค่าความขัดแย้งของเงื่อนไขหลัก และการเลือกแถวโดยไม่ว่าคำนึงถึงค่าความขัดแย้งของเงื่อนไขหลักของแถว ในกรณีการเลือกแถวโดยคำนึงถึงค่าความขัดแย้งของเงื่อนไขหลักของแถว นั้น กระทำได้ต่อเมื่อสามารถคำนวณหาค่าความขัดแย้งของเงื่อนไขหลักของแต่ละแถวได้ กล่าวคือมีเงื่อนไข หรือการคำนวณค่าความขัดแย้งของเงื่อนไขหลักโดยไม่ใช้ความเกี่ยวพันกันระหว่างแถว ซึ่งโดยทั่วไปปัญหาเกือบทั้งหมดจะเป็นปัญหาที่สามารถคำนวณค่าความขัดแย้งของเงื่อนไขหลักในแต่ละแถวแยกกันได้ โดยปัญหาบางปัญหามีค่าความขัดแย้งของเงื่อนไขหลักในแต่ละแถว พร้อมทั้งมีค่าความขัดแย้งของเงื่อนไขหลักที่เกิดจากความเกี่ยวพันกันระหว่างแถวด้วย ปัญหาดังกล่าวก็สามารถใช้วิธีการเลือกแถวแรกจากแถวที่มีค่าความขัดแย้งของเงื่อนไขหลักได้ด้วยเช่นกัน ทั้งนี้ค่าความขัดแย้งของเงื่อนไขหลักในแต่ละแถวนั้นต้องมีค่ามากกว่าค่าความขัดแย้งของเงื่อนไขหลักของแถวที่เกี่ยวข้องกัน เพราะว่าการเลือกแถวแรกจากแถวที่มีค่าความขัดแย้งของเงื่อนไขหลักนั้น จุดประสงค์คือให้ความสำคัญกับการหาคำตอบที่ตรงตามเงื่อนไขก่อน เนื่องจากเลือกแถวแรกที่มีค่าความขัดแย้งของเงื่อนไขหลักเพื่อการลดสลับจะทำให้มุ่งประเด็นไปยังการลดค่าความขัดแย้งของเงื่อนไขหลักมากกว่าการลดค่าความขัดแย้งของเงื่อนไขรอง ดังที่กล่าวไปข้างต้นว่าการเลือกแถวแรกนั้นเป็นการสุ่มจำนวนครั้งในการเลือกแถวแรก และในกรณีที่จำนวนครั้งที่สุ่มน้อยกว่าจำนวนแถวที่มีค่าความขัดแย้งของเงื่อนไขหลัก ก็จะทำให้การเลือกแถวที่มีค่าความขัดแย้งของเงื่อนไขหลักมากที่สุดก่อน หรือแม้แต่จำนวนครั้งในการเลือกแถวแรกนั้นเลือกเท่ากับจำนวนแถวที่มีค่าความขัดแย้งของเงื่อนไขหลักแทนการสุ่มก็ได้ ซึ่งวิธีการเลือกแถวในลักษณะนี้เหมาะสำหรับปัญหาที่มีคำตอบที่เป็นไปได้ได้น้อย และปัญหาที่ต้องการเพียงคำตอบที่เป็นไปได้ คือคำตอบที่ตรงตามเงื่อนไขในระยะเวลาจำกัด การวิธีการเลือกแถวแรกอีกแบบคือการเลือกแถวโดยไม่ว่าคำนึงถึงแถวที่มีค่าความขัดแย้งของเงื่อนไขหลักนั้นเป็นการเลือกแถวแรกจึงไม่มีกฎเกณฑ์ใด การสุ่มแบบไม่มีรูปแบบในแถวที่มีทั้งหมดนั้นเหมาะสำหรับการเลือกแถวแรกในลักษณะนี้ แม้การเลือกแถวแรกในลักษณะนี้จะหาคำตอบที่ถูกต้องตามเงื่อนไขยากกว่า เนื่องจากไม่ได้มุ่งประเด็นไปที่การลดค่าความขัดแย้งของเงื่อนไขหลักเป็นหลัก อย่างไรก็ตามข้อดีของวิธีนี้คือเกิดปัญหา local optima น้อยกว่าวิธีแรก เนื่องจากเมื่อยอมให้ย้ายคำตอบไปยังคำตอบที่คิดเงื่อนไขมาก จะทำให้การกระจายพื้นที่ในการหาคำตอบมากขึ้น วิธีการเลือกแถวลักษณะนี้เหมาะกับปัญหาที่มีคำตอบที่เป็นไปได้มาก และปัญหาที่เกิด Local optima ด้วย

การเลือกตัวแปรนั้นมีความคล้ายคลึงกับการเลือกแถวแรก คือการเลือกตัวแปรจากค่าความขัดแย้งของเงื่อนไขหลัก และการเลือกตัวแปรโดยไม่คำนึงถึงค่าความขัดแย้งของเงื่อนไขหลัก ซึ่งการเลือกตัวแปรนั้นคือการเลือกตัวแปรที่อยู่ภายในแถวแรกที่เราเลือกมาก่อนหน้านี้ ในกรณีการเลือกตัวแปรจากค่าความขัดแย้งของปัญหาหลักนั้นต้องเป็นปัญหาที่สามารถคำนวณหาค่าความขัดแย้งของเงื่อนไขหลักของตัวแปรแต่ละตัวได้เช่นเดียวกับแถว โดยลักษณะการทำงานจะเป็นแบบเดียวกับการเลือกแถว ทั้งนี้การเลือกแถวและตัวแปรนั้นสามารถใช้ร่วมกันหรือไม่ก็ได้ เช่น การเลือกแถวแรกนั้นเลือกตามค่าความขัดแย้งของเงื่อนไขหลัก ต่อมาเลือกตัวแปรโดยไม่คำนึงถึงค่าความขัดแย้งของเงื่อนไขหลักของตัวแปรก็ได้เช่นกัน

แนวคิดในการยอมรับคำตอบ

จากขั้นตอนการทำงานของวิธี CLS ที่กล่าวมาข้างต้นนั้นสังเกตว่าการย้ายคำตอบนั้นจะเปรียบเทียบคำตอบที่ลองสลับในแต่ละครั้งและย้ายคำตอบไปยังคำตอบที่ดีที่สุด ไม่ได้เปรียบเทียบกับคำตอบเดิมก่อนการลองสลับ ดังนั้นถึงแม้คำตอบที่ดีที่สุดของการลองสลับนั้นมีความดีกว่าคำตอบปัจจุบันก่อนการลองสลับ วิธี CLS จะย้ายคำตอบไปยังคำตอบใดมួយดี ทั้งนี้เพื่อการกระจายพื้นที่ในการหาคำตอบ และแก้ปัญหา Local optima ดังตัวอย่างจากภาพ



ภาพที่ 3.4 ปัญหา Local optima

จากภาพที่ 3.4 แสดงปัญหาของ Local optima ตัวอย่างเช่น ปัจจุบันคำตอบที่ได้คือ A เมื่อทำการลองสลับค่าไปตรงขวามือแล้ว คำตอบที่ได้นั้นแย่กว่าคำตอบปัจจุบันถ้าไม่ยอมรับคำตอบดังกล่าวเราจะไม่สามารถเคลื่อนย้ายคำตอบไปยัง B ได้ ทำให้เราคิดว่าคำตอบที่ A นั้นเป็นคำตอบที่ดีที่สุดแล้ว ดังนั้นในการยอมรับคำตอบที่แย่กว่าจากการลองสลับค่านั้น สามารถเคลื่อนย้ายคำตอบไปยัง B ได้

สรุป

วิธี CLS เป็นวิธีที่มีความง่าย และยืดหยุ่น สามารถเพิ่ม-ลด เงื่อนไขต่าง ๆ ของปัญหาได้ โดยไม่มีผลกระทบการขั้นตอนการทำงานของวิธีการหาคำตอบ บทนี้นำเสนอการพัฒนาวิธี CLS เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการค้นหาคำตอบ ในขั้นตอนการย้ายพื้นที่การหาคำตอบด้วยเทคนิคของสลับค่า โดยไม่กระทบกับขั้นตอนวิธีการทำงานเดิมของวิธี CLS

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University