บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวกับการผลิตฮาร์ดดิสก์

จากหนังสือประกอบการอบรม “HDD Manufacturing Process Rev.V1” 2006 โดย สิทธิพร (Technical and Strategic Manager, Western Digital Co., Ltd) [1] ได้อธิบายโครงสร้างหลักของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ (Hard Disk Drive; HDD) และกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ ดังนี้

2.1.1 โครงสร้างหลักของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ (Hard Disk Drive)

1) Hard Disk Assembly (HDA) ชิ้นส่วนกลไกทั้งหมดจะถูกประกอบในห้องสะอาด (Clean Room) ซึ่งมาการควบคุมไฟฟ้าสถิต (Electro Static Discharge) และสิ่งปนเปื้อน (Contamination) อย่างเข้มงวด ซึ่งประกอบด้วย ส่วนประกอบหลักดังนี้

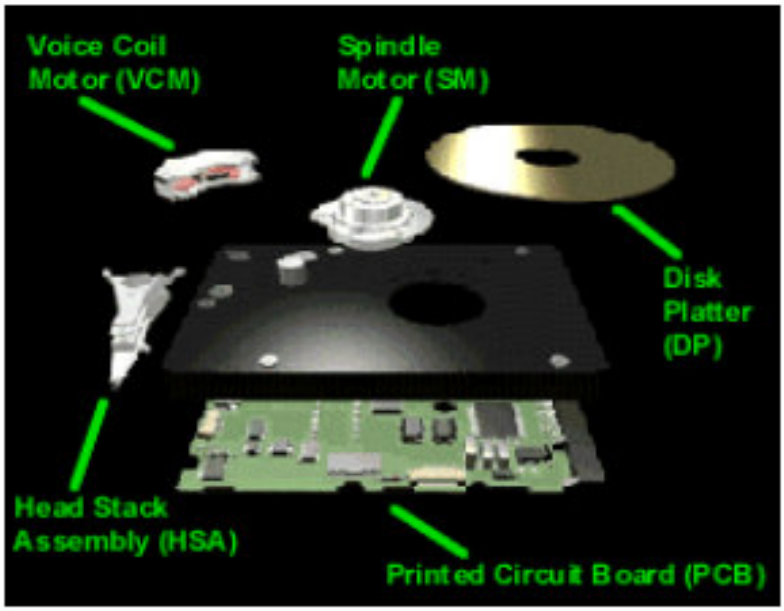
2) มอเตอร์ (Motor Base) เป็นส่วนที่ใช้ในการขับเคลื่อนแผ่นบันทึกความจำข้อมูล

3) แผ่นบันทึกความจำข้อมูล (Disc) หรือ มีเดีย (Media)

4) หัวอ่าน-เขียน (Head Stack Assembly / HSA) ที่หน้าที่ในการอ่านเขียนข้อมูลลงบนแผ่นบันทึกความจำข้อมูล

5) แม่เหล็กเหนี่ยวนำ (Voice Coil Motor / VCM) ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนบน (Top VCM) และส่วนล่าง (Bottom VCM) ทำหน้าที่ในการเหนี่ยวนำหัวอ่านเขียนให้เคลื่อนที่

6) PCBA (Printed Circuit Board Assembly) เป็นการประกอบชิ้นส่วนวงจรไฟฟ้าเพื่อ ควบคุมกลไกการทำงานต่างๆ ภายในฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ และทำหน้าที่เชื่อมต่อกับส่วนประมวลผลของคอมพิวเตอร์



ภาพที่ 2.1

ส่วนประกอบหลักโครงสร้างหลักของฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ [1]

2.1.2 กระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ

แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ กระบวนการในห้องสะอาด (Clean Room) และกระบวนการส่วนหลัง (Backend)

1) กระบวนการในห้องสะอาด ประกอบด้วยส่วนหลัก ดังนี้

1.1) Motor to Base เป็นการประกอบมอเตอร์ (Motor) เข้ากับฐานรอง (Base)

1.2) Disc Install เป็นการประกอบแผ่นบันทึกความจำข้อมูลเข้ากับฐานรอง

1.3) Bottom VCM Magnet Install เป็นการประกอบแม่เหล็กเหนี่ยวนำส่วนล่าง

1.4) HSA Install เป็นการประกอบชุดหัวอ่าน-เขียนลงที่ฐานรอง (Base)

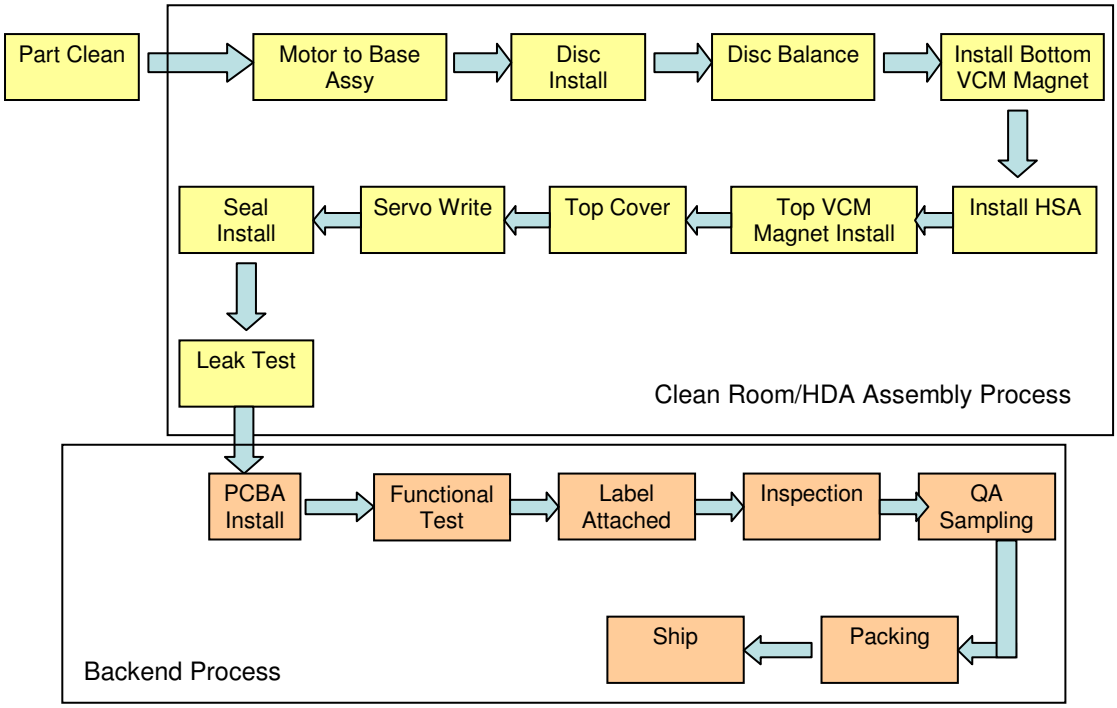
1.5) Top VCM Magnet Install เป็นการประกอบแม่เหล็กเหนี่ยวนำส่วนบนคร่อมอยู่เหนือ Bottom VCM เพื่อใช้ในการเหนี่ยวนำสนามแม่เหล็ก

1.6) Top Cover Install เป็นการประกอบฝาปิด (Top Cover) ลงที่ฐานรอง

1.7) Servo Write เป็นการเขียนสัญญาณลงบนแผ่นบันทึกความจำข้อมูล เพื่อแบ่งพื้นที่ในการจัดเก็บข้อมูล

1.8) Seal Install เป็นการปิดซีล เพื่อป้องกันอากาศภายนอกและควบคุมการหมุนเวียนของอากาศภายในฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ

1.9) Leak Test เป็นการทดสอบหมุนเวียนของอากาศภายในฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ



ภาพที่ 2.2

กระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ

2) กระบวนการส่วนหลัง (Backend) ประกอบด้วยส่วนหลัก ดังนี้

2.1) PCBA Install ประกอบแผงวงจรลงบนด้านหลังของฮาร์ดดิสก์ได

2.2) Functional Test เป็นการทดสอบการทำงานภายในฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟ

2.3) Inspection เป็นการตรวจสอบภายนอก

2.4) QA Sampling เป็นการสุ่มตรวจสอบก่อนบรรจุฮาร์ดดิสก์ไดร์ฟลงในบรรจุภัณฑ์

2.2 ทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวกับวิธีการค้นหาค่าเหมาะสมที่สุด (Optimization Methods)

2.2.1 วิธีพฤติกรรมฝูงมด (Ant Colony Optimization)

1) หลักการพื้นฐานของวิธีฝูงมด

Marco Dorigo และคณะ [13, 14] ได้สรุปแนวคิดและขั้นตอนของการค้นหาค่าที่เหมาะสมโดยใช้วิธีฝูงมด ซึ่งวิธีการค้นหาแบบนี้ อาศัยพื้นฐานการเลียนแบบพฤติกรรมการหา

อาหารของมดจริง (Real Ants) โดยที่มดจริงสามารถหาเส้นทางที่สั้นที่สุดระหว่างรังมด (Nest) กับแหล่งอาหาร (Food Source) ทั้งๆ ที่มองไม่เห็นเส้นทาง แต่มดจะอาศัยข้อมูลจากสารเคมีชีวภาพที่เรียกว่า ฟีโรโมน (Pheromone) ในขณะที่มดเดินทางไปหาอาหาร มดจะปล่อยสารฟีโรโมนไว้บนพื้น เพื่อใช้ในการจดจำเส้นทางอีกทั้งเป็นร่องรอยเพื่อที่จะสื่อสารทางอ้อมให้กับมดตัวอื่น ๆ ด้วย

ในหัวข้อนี้ได้นำเสนออัลกอริทึมแบบฮิวรีสติก (Heuristic Algorithm) วิธีใหม่ ซึ่งสามารถใช้ในการแก้ปัญหาการหาค่าที่เหมาะสมแบบผสมผสาน (Combinatorial Optimization Problem) ต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ วิธีการใหม่นี้ คือ วิธีฝูงมด (Ant Colony Optimization; ACO) ซึ่งมีคุณลักษณะ ดังต่อไปนี้

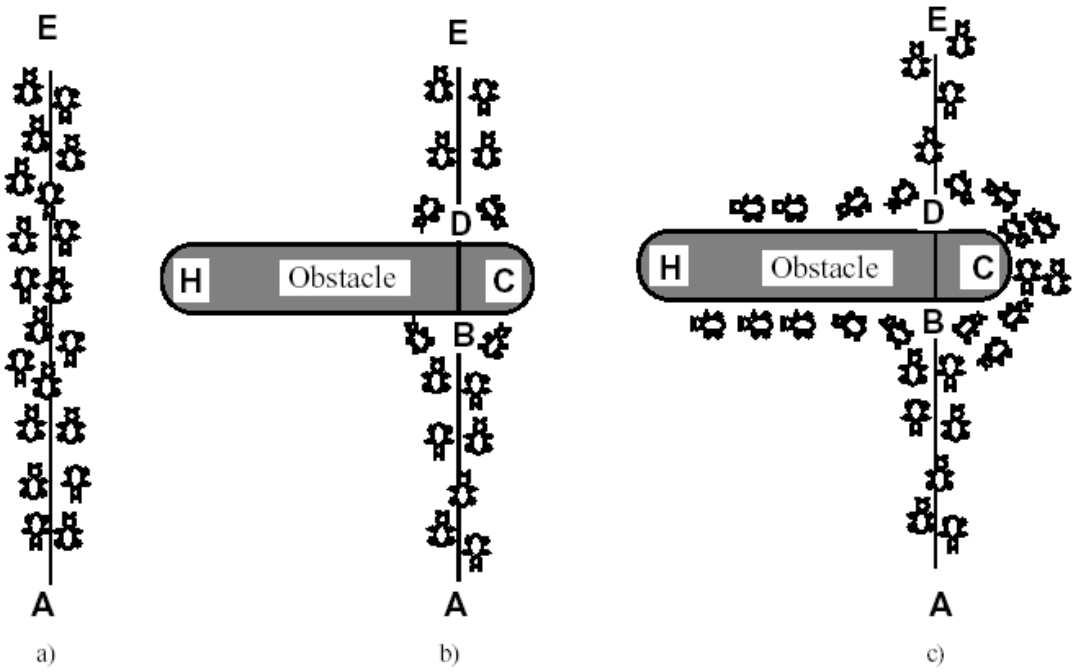
- เป็นอัลกอริทึมที่เอนกประสงค์ (Versatile) นั่นคือ สามารถประยุกต์ใช้ได้กับปัญหาเดียวกันได้หลากหลายลักษณะ เช่น ใช้แก้ปัญหาการเดินทางของนักขาย [15, 16]
- เป็นอัลกอริทึมที่มีความคงทน (Robust) นั่นคือ สามารถประยุกต์ใช้ได้กับปัญหาที่มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ไปจนถึงปัญหาการหาค่าที่เหมาะสมแบบผสมผสาน อย่างเช่น ปัญหาการกำหนดแบบกำลังสอง (Quadratic Assignment Problem: QAP) [17] และปัญหากำหนดเวลาการซื้อขาย (Job-shop Scheduling Problem: JSP)
- เป็นอัลกอริทึมที่มีอาศัยพื้นฐานประชากร (Population Based) เพราะว่าอนุญาตให้ใช้ประโยชน์ของการป้อนกลับที่เป็นประโยชน์ (Positive Feedback) เป็นกลไกในการค้นหาคำตอบ ซึ่งจะได้อธิบายต่อไป เป็นผลทำให้ระบบมีความยืดหยุ่นที่จะดำเนินการค้นหาแบบขนาน (Parallel Implementations)

คุณสมบัติเหล่านี้มีความใกล้เคียงกับพฤติกรรมทางธรรมชาติของมดจริง โดยที่วิธีฝูงมด สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับปัญหาการหาค่าที่เหมาะสมที่ได้เคยศึกษามาแล้วโดยใช้อัลกอริทึมแบบอื่นๆ อย่างเช่น วิธีจำลองการอ่อนตัวของโลหะ วิธีพันธุกรรม และ วิธีการค้นหาแบบตาบู

วิธีฝูงมดจะกระจายการค้นหาคำตอบโดยใช้ตัวกระทำที่เรียกว่า “มด (Ants)” เป็นตัวแทน (Agent) ที่มีความสามารถพิเศษที่เข้าใจได้ง่าย โดยการจำลองมาจากมดจริง อันที่จริงแล้วงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมของมดจริงนั้นเป็นแรงบันดาลใจให้เราเป็นอย่างมาก มีกรณีศึกษาหนึ่งที่ศึกษาโดยนักชนชาติวิทยา (Ethnologists) เพื่อทำความเข้าใจว่า สัตว์ที่มีลักษณะเกือบตาบอดสนิท อย่างเช่น มด สามารถหาเส้นทางเพื่อเดินทางไปหาอาหารและกลับมาที่รังของมันได้อย่างไร ซึ่งพบว่ามีตัวกลางที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารข้อมูลของมดในแต่ละเส้นทาง และถูกใช้เป็นตัวชี้แนะว่าจะไปที่ไหน ประกอบด้วย สารที่เรียกว่า ฟีโรโมน (Pheromone) โดยที่มด

ตัวที่กำลังเดินอยู่นั้นจะปล่อยฟีโรโมนออกมาในปริมาณที่แตกต่างกันบนเส้นทางที่เดินผ่าน ซึ่งถือเป็นการทำสัญลักษณ์ไว้บนเส้นทางด้วยสารเคมีชีวภาพ ขณะที่มดฝูงแรกที่เดินทางออกจากรังและมดที่เดินแยกออกจากฝูงหรือหลงทาง มดเหล่านี้จะเดินแบบสุ่ม เนื่องจากไม่มีฟีโรโมนตามเส้นทางที่จะเดิน ซึ่งต่างกับมดฝูงต่อมาหรือมดที่เดินอยู่ในฝูงจะสามารถหาเส้นทางได้และตัดสินใจว่าจะเดินไปในเส้นทางใด ซึ่งความน่าจะเป็นที่จะเดินตามเส้นทางนั้นจะขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของฟีโรโมนในเส้นทางนั้น พฤติกรรมแบบสะสมของฝูงมดที่เกิดขึ้นนี้เป็นรูปแบบที่เกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติ และยิ่งมดเดินตามเส้นทางเดิมมากเท่าไร่ จะพบว่ามีฟีโรโมนเป็นสิ่งดึงดูดให้มดเดินทางตามเส้นทางเดิมมากขึ้น

พิจารณาตัวอย่างของการทำงานที่แสดงให้เห็นดังภาพที่ 2.3 จากภาพแสดงเส้นทางการเดินทางของมด (จากตัวอย่างเป็นการเดินทางไป-กลับระหว่างแหล่งอาหาร A กับรังของมด E ดังแสดงในภาพที่ 2.3a) ทันใดนั้น เมื่อมีสิ่งกีดขวาง (Obstacle) มาปิดกั้นเส้นทางเดิม ดังนั้นที่ตำแหน่ง B มดที่กำลังเดินทางจากตำแหน่ง A จะไป E (หรือที่ตำแหน่ง D มดที่กำลังเดินทางในทิศทางตรงกันข้าม) ต้องตัดสินใจว่าจะเดินไปทางด้านซ้ายหรือขวา (ดังแสดงในภาพที่ 2.3b) เส้นทางที่มดตัดสินใจเลือกเดินทางนั้นจะมีอิทธิพลมาจากความหนาแน่นของจำนวนฟีโรโมนที่มดตัวก่อนหน้านี้ปล่อยไว้เป็นตัวชี้นำ มดตัวแรกที่เดินทางมาถึงตำแหน่ง B (หรือ D) มีความน่าจะเป็นที่จะเลือกเส้นทางด้านขวาและด้านซ้ายมีเท่ากัน (เนื่องจากไม่มีฟีโรโมนถูกวางไว้ก่อนหน้านี้ทั้งสองทิศทาง) จากภาพจะเห็นว่าเส้นทาง BCD สั้นกว่า BHD มดตัวแรกที่เดินทางตามเส้นทาง BCD จะถึงตำแหน่ง D ก่อนมดตัวแรกที่เดินทางตามเส้นทาง BHD (ดังแสดงในภาพที่ 2.3c) ทำให้มดจะที่เดินทางย้อนกลับจากตำแหน่ง E ไป D จะหาเส้นทางตามเส้นทางที่มีความหนาแน่นของฟีโรโมนบนเส้นทาง DCB เป็นเหตุให้มดจำนวนครึ่งหนึ่งของจำนวนมดทั้งหมดตัดสินใจเลือกเดินตามเส้นทาง DCBA และเดินตามเส้นทาง BCD มดจะเลือกเดินเส้นทาง DBC มากกว่า DHB ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้รับ คือ จำนวนมดที่เลือกเดินเส้นทาง BCD ต่อหน่วยเวลาจะมีมากกว่ามดที่เดินตามเส้นทาง BHD เนื่องจากมีความหนาแน่นของปริมาณฟีโรโมนมากกว่า และเป็นเส้นทางที่สั้นกว่าด้วย ทำให้มดมีแนวโน้มที่จะเลือกเดินตามเส้นทางที่มีระยะทางสั้นกว่าอย่างรวดเร็ว



ภาพที่ 2.3

ตัวอย่างการเดินทางหาอาหารของฝูงมดจริง [13]

a) เส้นทางที่มดเดินระหว่างตำแหน่ง A และ E

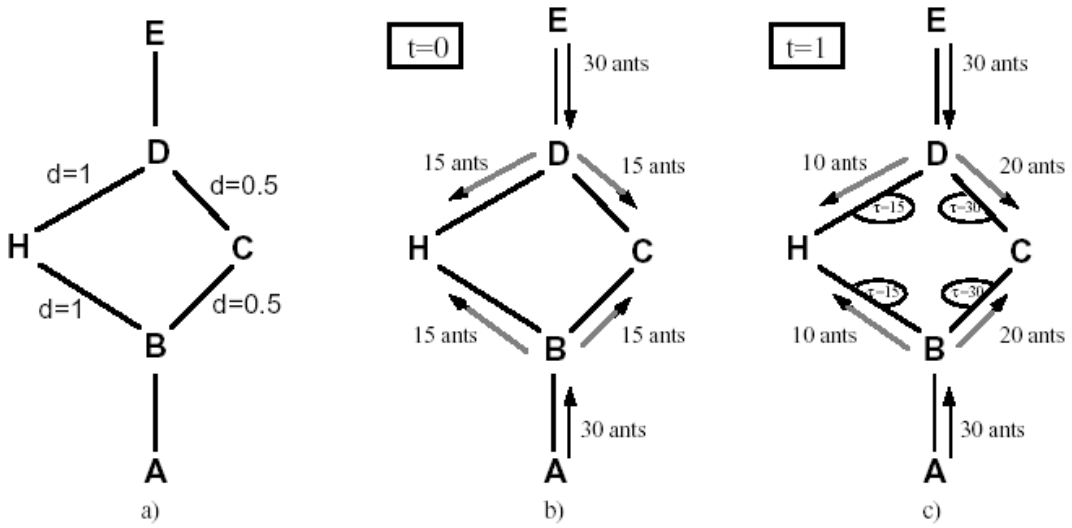
b) เมื่อมีสิ่งกีดขวางการเดินของมด: มดสามารถเลือกเดินเส้นทางที่แตกต่างกันด้วยความน่าจะเป็นที่เท่ากัน

c) เส้นทางที่สั้นที่สุดจะมีปริมาณฟีโรโมนถูกวางอยู่เป็นจำนวนมาก

ในหัวข้อต่อไปเราจะให้คำจำกัดความที่ได้จากการจำลองการศึกษาพฤติกรรมของฝูงมดจริง ดังนั้น เราจะเรียกกระบวนการนี้ “วิธีฝูงมด” และอัลกอริทึมนี้เป็นอัลกอริทึมของมดโดยที่เราไม่ได้สนใจจะเลียนแบบฝูงมดจริงทั้งหมด แต่จะใช้พฤตกรรมของฝูงมดเป็นเครื่องมือในการค้นหาคำตอบที่เหมาะสม ซึ่งกระบวนการนี้มีความแตกต่างจากมดจริง คือ

- เป็นมดที่ถูกจำลอง (Artificial Ants) ให้มีหน่วยความจำ (Memory)
- เป็นมดที่ไม่ได้ตาบอดสนิท
- เป็นมดที่อาศัยสิ่งแวดล้อม เมื่อเวลาเป็นแบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete)

วิธีฝูงมดสามารถอธิบายโดยใช้แบบจำลองนี้ได้ พิจารณาภาพที่ 2.4 ซึ่งใช้ฝูงมดอธิบายการจำลองสถานการณ์ในภาพที่ 2.4 สมมติว่าระยะทางระหว่างตำแหน่ง D ถึง H และจากตำแหน่ง B ถึง H อีกทั้งจากตำแหน่ง B ถึง D ซึ่งผ่านตำแหน่ง C มีค่าเท่ากับ 1 และให้ระยะทาง C เป็นครึ่งหนึ่งของระยะทางจากตำแหน่ง D ถึง B (ดังแสดงในภาพที่ 2.4) ต่อไปพิจารณาว่าจะเกิดอะไรขึ้นในช่วงเวลาที่ไม่ต่อเนื่อง t = 0,1,2,… สมมติให้มดฝูงหนึ่งมีมดจำนวน 30 ตัว เดินทางจากตำแหน่ง A ไปถึงตำแหน่ง B และอีก 30 ตัวเดินทางจาก E ไปถึง D ในแต่ละช่วงเวลา ซึ่งมดแต่ละตัวจะมีความเร็วในการเดินเท่ากับ 1 ต่อหน่วยเวลา และมดที่เดินทางที่เวลา t จะมีความหนาแน่นของ ปริมาณฟีโรโมนเท่ากับ 1 เป็นการยกตัวอย่างให้สามารถเข้าใจได้ง่าย ส่วนการระเหยของฟีโรโมนจะเกิดขึ้นที่ช่วงเวลา (t+1,t+2)



ภาพที่ 2.4
ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ฝูงมด

a) กำหนดค่าระยะทางเริ่มต้นของกราฟ

b) ที่เวลา t = 0 ไม่มีฟีโรโมนถูกวางอยู่บนเส้นทาง ดังนั้น ความน่าจะเป็นที่มดจะเลือกเดินเส้นทางด้านขวาหรือซ้ายมีค่าเท่ากัน

c) ที่เวลา t = 1 ปริมาณฟีโรโมนที่มีมากบนเส้นทางที่สั้นที่สุด ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยที่ได้จากฝูงมด

ที่เวลา t = 0 จะยังไม่มีปริมาณฟีโรโมน แต่มีมด 30 ตัวที่ตำแหน่ง B และอีก 30 ตัวที่ตำแหน่ง D ซึ่งมีทางเลือกในการตัดสินใจที่จะเดินไปทางด้านซ้ายหรือขวาแบบสุ่ม นั่นคือ มีจำนวนมดเฉลี่ย 15 ตัวจะเลือกเดินไปที่ตำแหน่ง H และอีก 15 ตัวจะเลือกเดินไปที่ตำแหน่ง C ดังแสดงในภาพที่ 2.4b

ที่เวลา t = 1 จะมีมดใหม่อีก 30 ตัวเดินทางจากตำแหน่ง A มาถึง B พวกมันจะหาความหนาแน่นของฟีโรโมนตามเส้นทางที่นำไปสู่ตำแหน่ง H ซึ่งมีค่าเท่ากับ 15 ที่ถูกวางด้วยมด 15 ตัวที่มาจากตำแหน่ง B ส่วนเส้นทางที่นำไปสู่ตำแหน่ง C มีความหนาแน่นของฟีโรโมนเท่ากับ 30 ซึ่งเป็นผลรวมของฟีโรโมนที่ถูกปล่อยไว้โดยมด 15 ตัวที่มาจากตำแหน่ง B และอีก 15 ตัวที่มาถึง B จาก D โดยผ่าน C (ดังแสดงในภาพที่ 2.4c) เมื่อพิจารณาความน่าจะเป็นในการเลือกเส้นทาง คาดหวังว่าจำนวนมดที่จะเดินทางผ่านตำแหน่ง C จะเป็นสองเท่าของมดที่จะเดินทางผ่านตำแหน่ง H มีค่าเป็น: 20 ต่อ 10 ตามลำดับ ในทำนองเดียวกับมดใหม่อีก 30 ตัวที่มาจาก E ไปยังตำแหน่ง D กระบวนการนี้จะดำเนินต่อไปจนกระทั่งมดทุกตัวจะเลือกเส้นทางที่สั้นที่สุด

จากแนวความคิดในการเลือกเส้นทางของฝูงมดนั้นพบว่า ยิ่งมีปริมาณฟีโรโมนบนเส้นทางมากเท่าใด ก็มีความน่าจะเป็นที่มดจะเลือกเดินตามเส้นทางนั้นมาก ซึ่งมีความสัมพันธ์กับระยะทางที่สั้นที่สุดด้วย

2) องค์ประกอบของวิธีพฤติกรรมฝูงมด

2.1) กฎการเปลี่ยนสถานะ (State Transition Rule)

วิธีพฤติกรรมฝูงมดใช้เกณฑ์ในการเลือกเส้นทางในรอบถัดไป จากสมการ

$$p^k(t) = \frac{[\tau(t)]^\alpha [\eta(t)]^\beta}{\sum_{k=1}^{m} [\tau_k(t)]^\alpha [\eta_k(t)]^\beta} \qquad (2.1)$$

เมื่อ $p^k(t)$ คือ ความน่าจะเป็นของคำตอบที่เหมาะสมที่สุดของมดตัวที่ k ที่ iteration (t) ใด

τ คือ ความหนาแน่นของฟีโรโมน

η คือ ข้อมูลฮิวรีสติก

m คือ จำนวนมดทั้งหมดที่ใช้ในสุ่มการค้นหาคำตอบ

α และ β คือ ค่าคงที่

2.2) กฎการปรับปรุงทั่วไป (Global Updating Rule)

กระบวนการค้นหาของวิธีฝูงมด ไม่สามารถรับประกันได้ว่าคำตอบที่ได้จะเป็นไปตามเงื่อนไขที่ต้องการหรือไม่ จึงได้มีการปรับปรุงฟีโรโมน คือถ้าคำตอบที่ได้เป็นคำตอบที่ดีขึ้นจะให้มีค่ามาก แต่ถ้าคำตอบที่ได้เป็นคำตอบที่ไม่ดีขึ้นจะมีค่าน้อย ซึ่งถ้าได้คำตอบที่ไม่ดีขึ้นก็มีเงื่อนไขในการปรับปรุงคำตอบให้ดีขึ้น

การปรับปรุงความหนาแน่นของฟีโรโมน หาได้จาก

$$\tau(t) = (1-\rho)\cdot\tau(t-1) + \Delta\tau \tag{2.2}$$

เมื่อ ρ คือ สัมประสิทธิ์ของฟีโรโมน โดยที่การระเหยของฟีโรโมน มีค่าเท่ากับ $(1-\rho)$ และ $\Delta\tau$ หาได้จาก

$$\Delta\tau = \Delta\tau^{k} \tag{2.3}$$

เมื่อ m คือ จำนวนมดทั้งหมด และ $\Delta\tau^{k}$ หาได้จาก

$$\Delta\tau^{k} = \begin{cases} 1 & \text{if } k^{th} \text{ ant chooses suppliers} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \tag{2.4}$$

ซึ่งจะอธิบายรายละเอียดของกระบวนการในบทถัดไป

2.2.2 **วิธีจีนเนติกอัลกอริทึม** (Genetic Algorithm)

John Holland [2] ได้นำเสนอแนวคิดของวิธีจีนเนติกอัลกอริทึม (Genetic Algorithm) ในปี ค.ศ. 1975 ภายใต้สมมติฐานที่ว่าสิ่งมีชีวิตทั้งหลายมีทั้งคุณลักษณะที่ดีและไม่ดี ซึ่งคุณลักษณะที่ดีก็ย่อมมีโอกาสอยู่รอดและจะได้รับการสนับสนุนให้มีการถ่ายทอดพันธุกรรมไปยังรุ่นลูกหลานได้มากกว่า เพื่อให้ได้สิ่งมีชีวิตใหม่มีคุณลักษณะที่ดีขึ้น สำหรับวิธีจีนเนติกอัลกอริทึมเมื่อนำมาใช้กับการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด (Optimization Problem) ก็อาศัยหลักการถ่ายทอดทางพันธุกรรม เพื่อให้ได้คำตอบในรุ่น (Generation) ต่อไป มีค่าฟังก์ชั่นความเหมาะสมที่ดีขึ้น

ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับแล้วว่า วิธีจีนเนติกอัลกอริทึม เป็นวิธีที่ใช้ในการค้นหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดได้อย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมทั้งได้ประยุกต์ใช้กับการแก้ปัญหาในสาขาต่างๆ มากมาย

1) หลักการพื้นฐานของวิธีจีนเนติกอัลกอริทึม

วิธีจีนเนติกอัลกอริทึม [2-6] วิธีจีนเนติกอัลกอริทึม จะนำเสนอข้อมูลหรือคำตอบในภาพของ โครโมโซม (Chromosome) ในแต่ละโครโมโซม จะประกอบด้วยบิท (Bit) เรียกว่า ยีนต์ (Gene) โดยจะทำการคัดเลือกโครโมโซมที่มีความเหมาะสมจากกลุ่มของโครโมโซมทั้งหมด และนำโครโมโซมเหล่านี้ไปผ่านกระบวนการคัดเลือกที่เลียนแบบกระบวนการคัดเลือกทางพันธุกรรม เพื่อหาโครโมโซมที่มีความเหมาะสมในการอยู่รอด โดยใช้ค่าฟังก์ชั่นความเหมาะสม (Fitness Function) ที่สอดคล้องกับฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ (Objective Function)

2) องค์ประกอบของวิธีจีนเนติกอัลกอริทึม

องศ์ประกอบที่สำคัญของวิธีจีนเนติกอัลกอริทึม มีอยู่ด้วยกัน 4 ส่วน ดังต่อไปนี้

2.1) รูปแบบโครโมโซม (Chromosome Encoding)

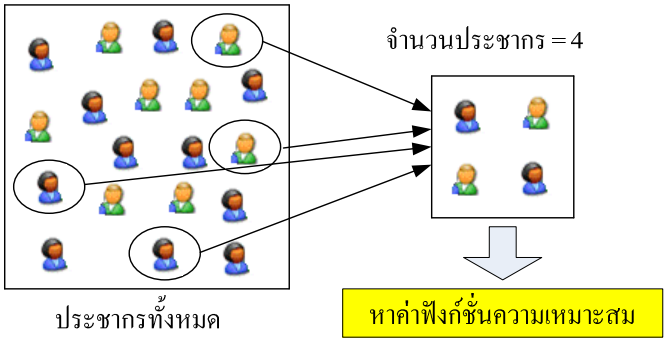
การถอดรหัส หรือการได้มาซึ่งโครโมโซม คือ ปัญหาแรกที่จะเริ่มแก้ปัญหาโดยใช้วิธีจีนเนติกอัลกอริทึม ในการถอดรหัสนั้นจะขึ้นอยู่กับปัญหา ดังนั้นรูปแบบของโครโมโซมมีความแตกต่างกันออกไปตามปัญหานั้นๆ ที่นิยมจะแสดงในรูปแบบเลขฐานสอง (Binary) โดยทุกตำแหน่งของยีนต์ในโครโมโซมจะมีค่าเป็นบิต มีค่า เป็น 0 หรือ 1 ตัวอย่างเช่น

โครโมโซม A : 1 0 0 0 0 1 1 1 0 0

โครโมโซม B : 1 1 0 0 0 1 0 0 0 1

2.2) ประชากรต้นกำเนิด (Initial Population)

เป็นการกระทำอันดับแรกก่อนที่จะเข้ากระบวนการของวิธีจีนเนติกอัลกอริทึม ประชากรที่เกิดจากการสุ่ม (Random) ดังภาพที่ 2.5 เพื่อนำประชากรเข้า ไปในกระบวนการ ในการสุ่มจะต้องสุ่มให้ได้จำนวนเท่ากับขนาดของรุ่นที่ได้กำหนดไว้ โดยที่ยังไม่มีการสนใจ ค่าฟังก์ชั่นความเหมาะสมของแต่ละโครโมโซม



ภาพที่ 2.5
การสุ่มหาประชากรเริ่มต้นจำนวน 4 โครโมโซม

2.3) ค่าฟังก์ชั่นความเหมาะสม (Fitness Function)

โครโมโซมทุกตัวจะต้องมีค่าซึ่งบ่งบอกถึงความเหมาะสมที่จะพิจารณาว่าสมควรนำไปสืบสายพันธุ์ต่อหรือไม่ ดังนั้นจึงต้องมีการให้ค่าความเหมาะสมกับแต่ละโครโมโซมเพื่อนำค่าความเหมาะสมไปพิจารณา โดยใช้สมการหาค่าฟังก์ชั่นความเหมาะที่สอดคล้องกับปัญหา สรุปได้ว่า ค่าฟังก์ชั่นความเหมาะสม คือ ตัวที่ใช้ประเมินว่าแต่ละโครโมโซมนั้น มีความเหมาะสม หรือสามารถใช้เป็นคำตอบของปัญหาได้ดีเพียงใด ตัวอย่างของฟังก์ชันหาค่าความเหมาะสม เช่น

ค่าความเหมาะสม = จำนวนของบิต 1 ทั้งหมดในโครโมโซม

โครโมโซม A : 1 0 0 0 1 1 1 0 0 ค่าฟังก์ชั่นความเหมาะสม ของโครโมโซม A คือ 4

โครโมโซม B : 1 1 0 1 1 1 0 0 1 ค่าฟังก์ชั่นความเหมาะสม ของโครโมโซม B คือ 6

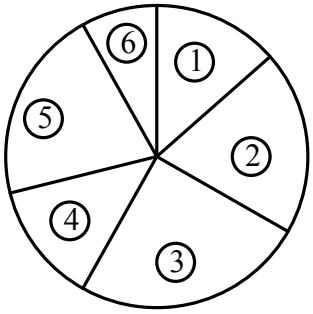
2.4) การดำเนินการทางพันธุกรรม (Genetic Operator)

กล่าวได้ว่า การดำเนินการทางพันธุกรรม เป็นหัวใจสำคัญของวิธีจีนเนติกอัลกอริทึม ซึ่งมีกระบวนการพื้นฐานที่สำคัญ มี 3 ส่วน ดังนี้

2.4.1) การคัดเลือก (Selection)

ในการคัดเลือกโครโมโซม เพื่อที่จะนำมาเป็นพ่อแม่ (Parent) ในการสืบสายพันธุ์ ทำให้เกิดปัญหาว่าจะทำอย่างไร ให้เกิดจากคัดเลือกโครโมโซมที่น่าพอใจเพื่อที่จะเกิดการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิต จึงทำให้เกิดรูปแบบมากมายในการเลือกโครโมโซมที่น่าพอใจที่สุดเพื่อนำไปสืบสายพันธุ์ เช่น การคัดเลือกแบบวงล้อรูเลต (Roulette Wheel) การคัดเลือกแบบจัดลำดับ (Ranking) และ การคัดเลือกแบบ elitist การคัดเลือกแต่ละวิธี มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) การคัดเลือกแบบวงล้อรูเลต นั่นคือโครโมโซมที่มีค่าฟังก์ชั่นความเหมาะสมที่ดีกว่ามีโอกาสถูกเลือกมากกว่า อธิบายได้จากภาพที่ 2.6 เมื่อแสดงถึงวงล้อเสี่ยงโชคที่โครโมโซมทั้งหมดอาศัยอยู่ ขนาดพื้นที่ของวงล้อเสี่ยงโชคคือสัดส่วนของค่าความเหมาะสมที่เหมาะสมของทุกโครโมโซม ค่าที่มากที่สุดคือ ส่วนที่ใหญ่ที่สุดตามตัวภาพที่ 2.6 เมื่อมีการหมุนวงล้อ โครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมมากจะมีโอกาสถูกเลือกได้มากกว่า



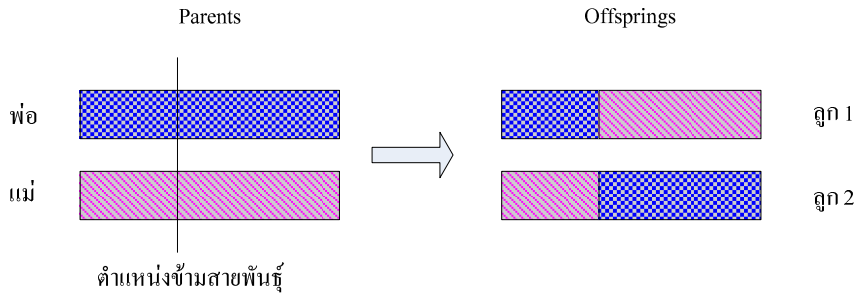
ภาพที่ 2.6
สัดส่วนของค่าฟังก์ชั่นความเหมาะสมในรูปวงล้อรูเลต

2) การคัดเลือกแบบจัดลำดับ ทำโดยเลือกประชากรเรียงลำดับตามค่าฟังก์ชั่นความเหมาะสมที่ดีที่สุด โดยที่ไม่สนใจประชากรตัวอื่นเลย

3) การคัดเลือกแบบ Elitist ทำโดยการคัดลอกโครโมโซมที่ดีที่สุดไว้ก่อน ส่วนประชากรส่วนที่เหลือจะต้องคัดเลือกจะใช้วิธีการเลือกแบบอื่นๆ

2.4.2) การข้ามสายพันธุ์ (Crossover)

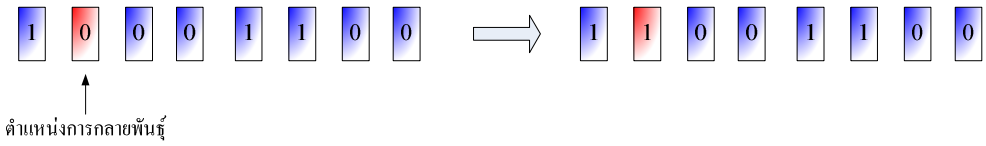
เป็นกระบวนการที่สำคัญของวิธีจีนเนติกอัลกอริทึม ซึ่งเมื่อเกิดการข้ามสายพันธุ์ขึ้นในทางพันธุศาสตร์แล้ว จะทำให้เกิดการเปลี่ยนของสิ่งมีชีวิตที่หลากหลายขึ้น ซึ่งการข้ามสายพันธุ์จะต้องอาศัยกระบวนการวิวัฒนาการที่เป็นเวลานาน ขั้นตอนในการข้ามสายพันธุ์ ทำได้โดยนำ 2 โครโมโซม (Parent) มาผสมกันเพื่อให้ได้โครโมโซม ใหม่ขึ้นมา วิธีการที่ง่ายที่สุดคือ สุ่มตำแหน่งของการข้ามสายพันธุ์ และทำการคัดลอกทุกอย่างที่อยู่หน้าตำแหน่งของพ่อ และคัดลอกทุกอย่างหลังตำแหน่ง ของแม่รวมกันจะได้ลูกตัวที่ 1 ออกมา จากนั้นทำการคัดลอกทุกอย่างที่อยู่หน้าตำแหน่งของแม่และคัดลอกทุกอย่างหลังตำแหน่งของพ่อรวมกันจะได้ลูกตัวที่ 2 ออกมา ดังแสดงดังภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.7
การข้ามสายพันธุ์

2.4.3) การกลายพันธุ์ (Mutation)

เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นหลังจากการข้ามสายพันธุ์เสร็จสิ้น นั่นหมายความว่าได้รุ่นลูกที่เกิดจากผสมจากรุ่นพ่อแม่แล้ว จึงนำรุ่นลูกมาดำเนินการกลายพันธุ์ จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงหรือทำให้เกิดลักษณะใหม่ ๆ เกิดขึ้น และทำให้เกิดวิวัฒนาการ ขั้นตอนในการกลายพันธุ์ เมื่อได้ตำแหน่งการกลายพันธุ์แล้วเปลี่ยนแปลงค่า ณ ตำแหน่งที่สุ่มนั้น ถ้าโครโมโซมอยู่ในรูปแบบเลขฐานสอง จะมีการเปลี่ยนที่เป็นไปได้จาก 1 เป็น 0 หรือ จาก 0 เป็นหนึ่ง ดังภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.8
การกลายพันธุ์

2.2.3 **วิธีการค้นหาแบบตาบู** (Tabu Search Algorithm)

คำว่า ตาบู (Tabu หรือ Taboo) มีความหมายว่า “ต้องห้าม” ดังนั้น วิธีการค้นหาแบบตาบู (Tabu Search Algorithm) จึงหมายถึงวิธีการค้นหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดที่มีเงื่อนไขการค้นหาต้องห้ามบางอย่าง วิธีการนี้ มีคุณสมบัติเด่นที่สำคัญ คือ มีประสิทธิภาพในการค้นหาคำตอบได้ถูกต้องและรวดเร็ว อีกทั้งมีความสามารถหลีกหนีคำตอบที่เหมาะสมเฉพาะถิ่น (Local

Optimal Solution) ได้โดยอาศัยหน่วยความจำระยะสั้นในรูปแบบของ *รายการตาบู* (Tabu list) *และเกณฑ์ปรารถนา* (Aspiration Criterion)

Fred Glover [8,9], J.A. Bland และ G.P. Dawson [10] ได้นำเสนอแนวคิดและขั้นตอนของวิธีการค้นหาแบบตาบู เมื่อปี ค.ศ. 1991 นำมาประยุกต์ใช้แก้ปัญหาการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด ได้อย่างมีประสิทธิภาพ หลังจากนั้นก็เป็นที่นิยมแพร่หลายมากขึ้นเรื่อยๆ

ปัจจุบันวิธีการค้นหาแบบตาบูได้เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปแล้วว่า มีความสามารถที่จะหลีกเลี่ยงการให้คำตอบสุดท้ายที่เป็นค่า เหมาะสมที่สุดเฉพาะถิ่น และยังสามารถดำเนินการค้นหาคำตอบต่อไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งได้คำตอบที่ใกล้เคียงกับค่า เหมาะสมที่สุดทั่วไป (Global Optimum) หลักการของวิธีการค้นหาแบบตาบูเป็นหลักการที่ยืดหยุ่น สามารถประยุกต์ใช้ได้กับปัญหาต่างๆ ได้เป็นอย่างมีประสิทธิภาพ และมีขั้นตอนการดำเนินการค่อนข้างง่ายกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่นๆ

1) หลักการพื้นฐานของวิธีการค้นหาแบบตาบู

วิธีการค้นหาแบบตาบูเป็นวิธีการค้นหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดโดยปรับปรุงมาจากวิธีการค้นหาแบบโลคอล (Local Search) หรือ วิธีการค้นหาบริเวณใกล้เคียง (Neighborhood Search) ให้มีประสิทธิภาพในการค้นหาคำตอบที่ถูกต้องและรวดเร็ว โดยอาศัยหน่วยความจำระยะสั้น ในรูปแบบของ *รายการตาบู* (Tabu list) และ *เกณฑ์ความปรารถนา* (Aspiration Criteria)

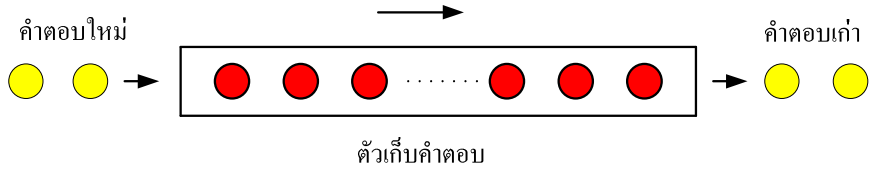
1.1) องค์ประกอบของวิธีการค้นหาแบบตาบู

ก) รายการตาบู

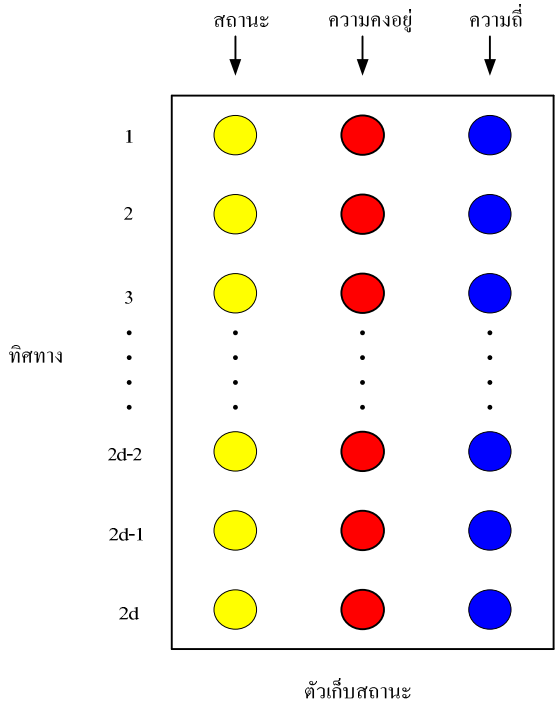
ในรายงานนี้นำเสนอรายการตาบูที่มีส่วนประกอบ 2 ส่วน คือ ตัวเก็บคำตอบ และตัวเก็บสถานะโดยที่ตัวเก็บคำตอบ เป็นการเก็บคำตอบที่ดีที่สุดที่ได้จากการค้นหาผ่านมาแล้ว ส่วนตัวเก็บสถานะ เป็นการบันทึกสถานะการดำเนินการต่าง ๆ ของการค้นหาที่ผ่านมาแล้ว ประกอบด้วย ความคงอยู่ (Regency) ความถี่ (Frequency) และ สถานะต้องห้าม (Tabu Status) รูปแบบของการเก็บบันทึกข้อมูลของรายการตาบู แสดงไว้ในภาพที่ 2.9 และ 2.10 โดยที่ภาพที่ 2.9 แสดงการเก็บคำตอบที่ค้นหาผ่านมาแล้ว ส่วนภาพที่ 2.10 แสดงส่วนประกอบทั้งสามชนิดของตัวเก็บสถานะ โดยที่ d คือ จำนวนทิศทางที่ใช้ในการค้นหาคำตอบ

จากภาพที่ 2.10 ความคงอยู่ หมายถึง การบันทึกค่าระยะเวลาของสถานะต้องห้ามว่าอยู่ในรายการตาบูมีระยะเวลานานเท่าใดแล้ว ความถี่ หมายถึง การบันทึกจำนวนทิศทางของการย้ายตำแหน่งที่ถูกเรียกใช้เพื่อเป็นคำตอบที่ดีที่สุด หรือการบันทึกจำนวนครั้ง

ที่ทิศทางใดนั้นๆ ถูกนำมาใช้เป็นคำตอบของกระบวนการ สถานะต้องห้าม หมายถึง ทิศทางต้องห้ามที่ห้ามไม่ให้ทำการย้ายตำแหน่งในทิศทางนี้



ภาพที่ 2.9
ลักษณะการเก็บคำตอบของตัวเก็บคำตอบ



ภาพที่ 2.10
ลักษณะของตัวเก็บสถานะของรายการตาบู

ข) Aspiration Criterion

หลักสำคัญของวิธีการค้นหาแบบตาบูที่เพิ่มขึ้นมาก็คือ เมื่อการย้ายตำแหน่งในเส้นทางต่างๆ ภายใต้เงื่อนไขที่พิจารณา ถูกตรวจพบว่าเป็นเส้นทางที่ถูกบันทึกไว้ใน

รายการตาบู ถ้าโดยปกติการย้ายตำแหน่งในเส้นทางนี้จะถูกห้ามดำเนินการค้นหา แต่บางครั้งเราสามารถบังคับให้มีการดำเนินการค้นหาคำตอบในเส้นทางนี้ได้ โดยการตรวจสอบคำตอบจากเส้นทางนี้กับเงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งการทดสอบนี้เราเรียกว่า Aspiration Criterion ถ้าตรวจสอบแล้วมีค่าที่เหมาะสมตามเกณฑ์ การย้ายตำแหน่งในเส้นทางนั้นสามารถกระทำได้ วิธีที่เรานำมาใช้ในบทความนี้ คือ จะบังคับสถานะให้เป็นตาบู ถ้าการย้ายตำแหน่งในทิศทางการย้ายตำแหน่งมีทิศทางคล้ายกัน ลำดับต่อมาเกณฑ์ Aspiration Criterion จะต้องสอดคล้องกับการย้ายตำแหน่งในแต่ละครั้งที่มีอยู่ในรายการตาบู ซึ่งจะมีค่าเท่ากับค่าฟังก์ชันเป้าหมายของคำตอบที่ได้รับ เมื่อมีการย้ายตำแหน่งเกิดขึ้น ประสิทธิภาพในการใช้งานของเกณฑ์ Aspiration Criterion จะถูกผนวกเข้ากับความยืดหยุ่นได้ของการค้นหาแบบตาบู

ค) เกณฑ์การหยุด

มีวิธีหลายวิธีที่จะถูกนำมาใช้กำหนดสภาวะในการหยุดดำเนินการค้นหา ซึ่งในวิทยานิพนธ์นี้ จะกำหนดเกณฑ์การหยุดการค้นหาจากสภาวะใดสภาวะหนึ่งข้างล่างนี้

- ครบตามเวลาที่กำหนดให้ใช้ในการค้นหา
- ครบจำนวนรอบที่กำหนด (Iteration) ให้ใช้ในหารค้นหา
- ค่าที่ดีที่สุดที่หาได้นั้นเท่ากับค่าเหมาะสม (Optimum) จำนวนรอบที่ผ่านมามีค่าตำตอบที่ดีที่สุด (Tabu Solution) ซึ่งค่าที่เปลี่ยนแปลงล่าสุดมีค่ามากกว่าค่าสูงสุดของจำนวนรอบที่กำหนดไว้

2.3 การคัดเลือกคู่ค้า

จากหนังสือ Operation Management by Jay Heizer & Barry Render [27] กล่าวถึงการคัดเลือกผู้ขายว่า การเลือกซื้อสินค้าและบริการในแต่ละองค์การนั้น จะต้องทำการพิจารณาคัดเลือกผู้ขายโดยมีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง หลายส่วนประกอบ เช่น ความสอดคล้องกับกลยุทธ์ขององค์กร การส่งมอบ ความสามารถและคุณภาพของผู้ขาย โดยทั่วไปผู้ขายจะมีกระบวนการคัดเลือกอยู่ 3 ขั้นตอน ได้แก่ การประเมินผู้ขาย การพัฒนาของผู้ขาย และการเจรจาต่อรอง โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1) การประเมินผู้ขาย (Vendor Evaluation)

เป็นขั้นตอนแรกของการคัดเลือกผู้ขาย โดยเกี่ยวข้องกับการค้นหาและประเมินว่าผู้ขายแต่ละรายมีศักยภาพมากน้อยเพียงใด ในขั้นตอนนี้จะมีการประเมินโดยใช้เกณฑ์ต่างๆ เข้า

มาพิจารณา ดังแสดงในตัวอย่างข้างล่างนี้ เกณฑ์ที่กำหนดและน้ำหนักที่ให้จะขึ้นอยู่กับกลยุทธ์ของโซ่อุปทานที่ต้องการบรรลุผลสำเร็จ

ตัวอย่าง นาย Hau Lee ประธานบริษัท Creative Toys ในเมือง Palo Alto ต้องการประเมินผู้จัดหาวัตถุดิบในส่วนของสีที่เป็นพิษและไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมเพื่อนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์ของเล่น เขาได้เริ่มต้นทำการวิเคราะห์หนึ่งในผู้จัดหาวัตถุดิบที่มีชื่อว่า บริษัท Faber Paint and Dye

เขาได้เริ่มต้นการกำหนดเกณฑ์การตัดสินใจ ดังแสดงในตารางที่ 2.1 รวมทั้งกำหนดน้ำหนักในแต่ละเกณฑ์ จากนั้นจึงทำการให้คะแนนและคำนวณหาน้ำหนักรวมทั้งหมด

ตารางที่ 2.1

วิธีการตัดสินใจในการประเมินผู้ขาย

เกณฑ์การตัดสินใจ	น้ำหนัก	คะแนน(1-5) (5 สูงสุด)	น้ำหนัก x คะแนน
วิศวกรรม/วิจัย/นวัตกรรม	0.20	5	1.0
ความสามารถของกระบวนการผลิต	0.15	4	0.6
ความสามารถในการส่งมอบ	0.05	4	0.2
ระบบคุณภาพ	0.10	2	0.2
สถานที่ ตำแหน่งที่ตั้ง	0.05	2	0.1
เสถียรภาพทางการเงินและการจัดการ	0.15	4	0.6
ความสามารถทางด้านระบบของข้อมูล	0.10	2	0.2
สภาพแวดล้อม/จริยธรรม	0.20	5	1.0
	1.00		3.9 **รวม**

บริษัท Faber Paint and Dye ได้คะแนนรวมทั้งหมด 3.9 ซึ่งนาย Hau Lee สามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้เทียบกับผู้จัดหาวัตถุดิบรายอื่น และทำการเลือกผู้ขายที่ได้ระดับคะแนนสูงที่สุด

กระบวนการประเมินผู้ขายเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญเป็นอย่างมาก ถ้าองค์การเลือกผู้ขายที่ไม่มีประสิทธิภาพเข้ามาร่วมดำเนินธุรกิจที่มีอยู่ จะส่งผลกระทบต่ออุปทานโดยรวมได้ ดังนั้นกระบวนการประเมินผู้ขายอาจต้องพิจารณาถึง เสถียรภาพทางการเงินที่มั่งคง คุณภาพที่ดี การบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพ ความสามารถทางด้านเทคนิค และศักยภาพในการสร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างกัน

2) การพัฒนาผู้ขาย (Vendor Development)

เป็นขั้นตอนที่สองของการคัดเลือกผู้ขาย โดยผู้ซื้อต้องมั่นใจว่าผู้ขายยอมรับในการตอบสนองต่อความต้องการทั้งในส่วนของ คุณภาพที่กำหนด การเปลี่ยนแปลงทางด้านวิศวกรรม การจัดตารางการทำงาน และการส่งมอบ ระบบการชำระเงินระหว่างองค์การ และนโยบายการจัดซื้อจัดหา

การพัฒนาผู้ขายอาจรวมถึง การฝึกอบรม การจัดการทางด้านวิศวกรรม การช่วยเหลือด้านการผลิต การถ่ายโอนข้อมูล การกำหนดนโยบายการจัดซื้อจัดหา เป็นต้น

3) การเจรจาต่อรอง (Negotiations)

เป็นขั้นตอนสุดท้ายในการเลือกผู้ขาย โดยการพัฒนารูปแบบความสัมพันธ์ได้ 3 ลักษณะ คือ

1. ตัวแบบยึดราคาต้นทุนเป็นหลัก (Cost-based Price Model) ผู้จัดหาวัตถุดิบจะแสดงรายการที่มีรายละเอียดเกี่ยวกับสินค้าให้ผู้ซื้อพิจารณา ราคาจะขึ้นอยู่กับระยะเวลา วัตถุดิบหรือต้นทุนคงที่ และจะมีการเปลี่ยนแปลงโดยพิจารณาค่าใช้จ่ายทางด้านวัตถุดิบและแรงงานของผู้ขาย

2. ตัวแบบยึดราคาตลาดเป็นหลัก (Market –based Price Model) ราคาจะถูกกำหนดโดยกลไกทางการตลาด ซึ่งสามารถสร้างได้จากสื่อสิ่งพิมพ์ รวมทั้งในเอกสารการกำหนดราคาของตลาดจากหน่วยงานรัฐบาล สินค้าทางการเกษตร กระดาษ หรือโลหะ เป็นตัวอย่างของตัวแบบลักษณะนี้

3. การแข่งขันประมูลราคา (Competitive Bidding) เมื่อผู้จัดหาวัตถุดิบไม่ต้องการเจรจาต่อรองเรื่องของต้นทุน หรือไม่มีการกำหนดราคาที่สมบูรณ์แบบจากตลาด การแข่งขันประมูลราคาจึงเหมาะสมสำหรับลักษณะงานที่ไม่ใช่งานประจำ เช่น การก่อสร้าง การทำเครื่องมือหรือการทำแม่พิมพ์ เป็นต้น การแข่งขันอาจดำเนินการผ่านทางจดหมาย โทรสาร หรือการประมูลด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ (Internet Auction) นโยบายการประมูลราคานี้ จำเป็นต้องมีผู้จัดหาวัตถุดิบหลายราย และแต่ละรายจะต้องเสนอราคาเข้ามา ข้อเสียของวิธีนี้คือ ไม่สามารถจะพัฒนาความสัมพันธ์ระหว่างผู้ซื้อและผู้ขายในระยะยาวได้ ถึงแม้ว่าการแข่งขันอาจมีผลดีในเรื่องของต้นทุนค่าใช้จ่าย แต่อาจเกิดความยุ่งยากในการติดต่อและปฏิบัติจริง

นอกจากนั้น องค์การสามารถนำกลยุทธ์ต่างๆ เหล่านี้มาผสมผสานเข้าด้วยกัน โดยผู้ซื้อและผู้ขายอาจพิจารณาร่วมกันในด้านมีต้นทุนค่าใช้จ่าย หรือข้อมูลทางการตลาดเกี่ยวกับราคา

วัตถุดิบ ไม่ว่ากรณีใดๆ ก็ตาม ความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างกันนั้น เป็นสิ่งที่คู่ค้าต้องสร้างขึ้นมาในระดับหนึ่ง โดยมีความไว้วางใจต่อกัน และเชื่อมั่นในความสามารถของแต่ละฝ่าย

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงผลงานวิจัยที่ผ่านมา ซึ่งมีแนวทางของปัญหาและกระบวนการหาค่าเหมาะสมที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการแก้ไขปัญหาในที่นี้ ดังต่อไปนี้

ปี ค.ศ. 1992 Marco Dorigo และคณะ [13,14] นำเสนอวิธีการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดด้วยวิธีฝูงมด ซึ่งวิธีการนี้ได้แนวคิดมาจากการเลียนแบบพฤติกรรมของมดจริงที่สามารถหาเส้นทางที่สั้นที่สุดจากรังมดไปยังแหล่งอาหาร โดยอาศัยสารเคมีชีวภาพที่เรียกว่า ฟีโรโมน (Pheromone) เพื่อเป็นร่องรอยในการเดินทางและสื่อสารกับมดตัวอื่นๆ โดยทั่วไปวิธีฝูงมดมีลักษณะการค้นหาคล้ายคลึงกับวิธีการค้นหาวิธีการอื่นๆ ตรงที่ในการค้นหาแต่ละครั้งเริ่มจากการกำหนดหรือสุ่มคำตอบ เริ่มต้นจากคำตอบที่เป็นไปได้ (Feasible Solution) และพยายามค้นหาคำตอบที่ดีกว่าไปเรื่อยๆ โดยใช้หลักการของการค้นหาคำตอบจากบริเวณใกล้เคียงของคำตอบเดิม ส่วนข้อแตกต่างของวิธีฝูงมดนั้นมีคุณลักษณะเด่นที่สำคัญคือ การกำหนดหรือสุ่มคำตอบหลายคำตอบโดยอาศัยความน่าจะเป็นและใช้ข้อมูลฮิวรีสติค ในการตัดสินใจพร้อมทั้งทำการค้นหาคำตอบแบบขนาน การดำเนินการลักษณะนี้ทำให้การค้นหามีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีการอื่นๆ อีกทั้งยังสามารถหลีกหนีคำตอบที่เหมาะสมเฉพาะถิ่น เนื่องจากมีหน่วยความจำในการจดจำข้อมูลในการค้นหาที่ผ่านมาแล้วและเหมาะสำหรับปัญหาแบบโปรแกรมจำนวนเต็ม ซึ่งวิธีการฝูงมดได้นำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหาหลากหลายรูปแบบ ตัวอย่างเช่น ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem: TSP) [15,16] ปัญหาการมอบหมายงาน (Quadratic Assignment Problem: QAP) [17] และปัญหาการวางแผนการขนส่ง (Vehicle Routing Problem: VRP) [18] เป็นต้น สำหรับการประยุกต์ใช้แก้ปัญหาทางด้านวิศวกรรม เช่น การวางแผนขยายระบบจำหน่ายไฟฟ้า [19,20] การหาตำแหน่งที่เหมาะสมของระบบป้องกันในระบบจำหน่ายไฟฟ้า [21] การออกแบบโครงข่ายโทรคมนาคม [22] เป็นต้น งานวิจัยหนึ่งที่เป็นแนวทางในการนำวิธีการฝูงมดมาใช้ซึ่งมีความคล้ายกับปัญหาในงานวิจัยนี้ ได้แก่ การหาคัดเลือกเทคโนโลยีในการผลิตที่เหมาะสมของอุตสาหกรรมชนิดหนึ่ง โดยมีวัตถุประสงค์ต้องการค่าความน่าเชื่อที่มากที่สุด ภายใต้เงื่อนไขงบประมาณต้นทุนของแต่ละชิ้นส่วนประกอบไม่เกิน 1000 $ ซึ่งมีคุณลักษณะของปัญหาเป็นแบบระบบอนุกรม (Serial System) โดย Nahas N และ Nourelfath M, ปี 2005 [12] เช่นเดียวกับการแก้ปัญหาการคัดเลือกคู่ค้าที่เหมาะสมสำหรับชิ้นส่วนประกอบ

ฮาร์ดดิสก์ ที่มีวัตถุประสงค์ต้องการค่าอัตราผลผลิตที่มากที่สุด ภายใต้เงื่อนไขที่ชิ้นส่วนประกอบหลักจะต้องมีผลการประเมินของคู่ค้าในระดับดีเยี่ยม และงบประมาณต้นทุนของแต่ละชิ้นส่วนประกอบจำกัด สามารถจัดรูปแบบปัญหาให้ไปอยู่ในเส้นทางของมดได้ในทำนองเดียวกับตัวอย่างงานวิจัยการคัดเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมในกระบวนการผลิตสำหรับแต่ละชิ้นส่วนประกอบในข้างต้น

นอกจากนี้วิธีการฝูงมดได้ถูกนำมาปรับปรุงเพื่อใช้กับปัญหาที่มีความซับซ้อนมากขึ้นและพัฒนาให้อัลกอริทึมสามารถค้นหาคำตอบได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งความรวดเร็วและแม่นยำยิ่งขึ้น

ในปี 2005 S.L. HO, Shiyou Yang, H.C. Wong และ K.W.E Cheng and Guangzheng Ni. [23] ได้นำเสนอการปรับปรุงอัลกอริทึมของวิธีฝูงมด (Improve Ant Colony Optimization : IACO) จากพื้นฐานความสำเร็จในการออกแบบของขั้นตอนการค้นหาแบบวงกว้าง (Global Search) แบบใหม่จากการพัฒนากลไกการปรับปรุงฟีโรโมนและนำเสนอกลยุทธ์ elitist มาหาค่าเหมาะสมโดยวิธีฝูงมด เพื่อให้ขั้นตอนในการค้นหาทำได้สะดวกยิ่งขึ้น ทั้งยังสามารถหาค่าจากการค้นหาคำตอบแบบเฉพาะถิ่น (Local Search) ได้ง่ายขึ้นอีกด้วย อัลกอริทึมนี้ได้ถูกทดสอบด้วยฟังค์ชั่นทางคณิตศาสตร์และปัญหาย้อนกลับ (Inverse problem) และความสามารถของกระบวนการค้นหาของ IACO ได้ถูกเปรียบเทียบกับการออกแบบวิธีการอื่นๆ

ในปี 2008 Betul Yagmahan, Mehmet Mutlu Yenisey [28], Rong-Hwa Huang, Chang-Lin Yang [29] และปี 2009 W. Tippachon and D. Rerkpreedapong [21] ได้นำเสนอการหาค่าเหมาะสมวิธีฝูงมดโดยมีฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์หลากหลาย (Multiple Objectives)

ในปี 2009 Yu Bin, Yang Zhong-Zhen, Yao Baozhen. [24] ได้นำเสนอการปรับปรุงอัลกอริทึมของวิธีฝูงมด (Improve Ant Colony Optimization : IACO) ซึ่งครอบคลุมกลยุทธ์ใหม่ในการปรับปรุงการเพิ่มฟีโรโมน เรียกว่า กลยุทธ์น้ำหนักมด (Ant-Weight Strategy) ในการแก้ปัญหาการจัดเส้นทางรถบรรทุก ซึ่งเป็นปัญหาที่รู้จักกันดีในการใช้วิธีหาค่าเหมาะสม การจัดเก็บงานไว้ที่ศูนย์กลางเพื่อการจัดการขนส่ง และการเปลี่ยนรูปแบบการปฏิบัติงาน เพื่อแก้ปัญหาการจัดเส้นทางรถบรรทุก

สำหรับงานวิจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการหาค่าเหมาะสมวิธีจีนเนติกอัลกอริทึม และวิธีการค้นหาแบบตาบู ดังนี้

ในปี 1996 Coit DW Smith และคณะ [5] ได้นำเสนอการหาค่าเหมาะสมวิธีจีนเนติกอัลกอริทึมมาประยุกต์ใช้กับการแก้ปัญหาหารคัดเลือกชิ้นส่วนประกอบจากหลายคู่ค้าของ

ผลิตภัณฑ์หนึ่ง เช่น เครื่องบิน ซึ่งประกอบชิ้นส่วนประกอบหลักไปด้วย 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มอิเล็กทรอนิกส์และกลุ่มเครื่องกล แต่ละกลุ่มมีชิ้นส่วนประกอบที่แตกต่างกันเป็นระบบย่อย (Sub-System) ที่มีคุณลักษณะแบบขนาน (Parallel) ในที่นี้มีวัตถุประสงค์ที่ต้องการค่าความน่าเชื่อถือภายใต้เงื่อนไขราคาและน้ำหนักที่จำกัด เพื่อใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีคุณลักษณะของปัญหาเป็นแบบระบบอนุกรม-ขนาน (Serial-Parallel) ซึ่งใกล้เคียงกับปัญหาในงานวิจัยนี้

ในปี 1989 F.Glover [8] , [9] เป็นผู้นำเสนอวิธีการค้นหาแบบตาบู โดยสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการแก้ปัญหาต่างๆ ที่มีคุณลักษณะแบบไม่เป็นปัญหาเชิงเส้น เช่น ปัญหาการเดินทางของนักขาย (Traveling Salesman Problem), การจัดตารางเวลา(Time Table Problem) การออกแบบวงจรไฟฟ้า เป็นต้น โดยในส่วนที่ 1ของวารสารนี้ [8] นี้ได้กล่าวสรุปการนำกระบวนการหาค่าเหมาะสมด้วยวิธีค้นหาแบบตาบูมาประยุกต์ใช้ได้หลากหลายรูปแบบ และในส่วนที่ 2 [9] ได้อธิบายระเบียบวิธีการแก้ปัญหาแบบ Integer Programming ประสบการณ์จากการนำมาประยุกต์ใช้งานจริง รวมถึงการนำวิธีการแก้ปัญหานี้มาใช้แนวแนวทางในการแก้ปัญหากับกระบวนการอื่นๆ เช่น วิธี Neural Network

สำหรับตัวอย่างงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการประเมินคู่ค้า อ้างอิงได้จาก Kwai Sang Chin, I-Ki Yueng และ Kit Fai Pan ปี 2005 [26] งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่ออธิบายการพัฒนาระบบ Web-based สำหรับการจัดการและประเมินคู่ค้า แสดงการออกแบบระบบและการประสานงานของต้นแบบและอธิบายถึงการประยุกต์ระบบ

สำหรับการออกแบบ วิธีการดำเนินงานและการบรรลุผลนั้น ในงานวิจัยนี้มีเกณฑ์การประเมินและองค์ประกอบ สำหรับการจัดการคุณภาพของคู่ค้า (Managing Supplier Quality /MSQ) ถูกระบุอยู่ในวรรณกรรมปริทัศน์และการสำรวจจดหมายอิเล็กทรอนิกส์จากโรงงานอุตสาหกรรมในฮ่องกง

การใช้กระบวนการวิเคราะห์นั้น มีต้นแบบการประเมินตนเองประกอบไปด้วย เกณฑ์และองค์ประกอบที่ใช้ในการพัฒนา ผู้เชี่ยวชาญในอุตสาหกรรมได้ถูกเชิญเพื่อให้นำหนักความสำคัญของเกณฑ์และองค์ประกอบเหล่านี้ และทำการพัฒนา Software เพื่อรองรับระบบการประเมินผลตนเองด้วย ข้อจำกัดในการวิจัย งานวิจัยนี้เป็นการแสดงถึงการทำงานในอนาคต ที่มีการปฏิบัติงานที่ยอดเยี่ยมที่สุดในการจัดการคู่ค้า ซึ่งระบุอยู่ในระบบฐานข้อมูลองค์ความรู้ของระบบ (Knowledge Base) เพื่อพัฒนาระบบของการประเมินให้เป็นระบบที่เป็นเลิศ