บทที่ 2

เอกสารที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยฉบับนี้ได้ทำการศึกษาการประยุกต์ใช้ขั้นตอนวิธีดิฟเฟอเรนเชียลอิโวลูชันสำหรับการกำหนดตำแหน่งการจัดเก็บสินค้า โดยมีผลงานการวิจัย หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับหัวข้องานวิจัยดังต่อไปนี้

2.1 การทบทวนวรรณกรรมและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

2.1.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคลังสินค้า

Thomas P. Cullinane and James A. Tomskins (1998) กล่าวว่าคลังสินค้าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญต่อการวางแผนและการบริหารงาน Gu Goetschalckx and McGinis (2010) ได้จำแนกส่วนประกอบสำคัญในการออกแบบคลังสินค้าออกเป็น 5 ส่วนใหญ่ คือ

1) องค์ประกอบโดยรวมของคลังสินค้า ซึ่งเป็นการหารูปแบบการไหลของสินค้าภายในคลังสินค้า ระบุหน้าที่ความรับผิดชอบของแต่ละแผนกงาน และความสัมพันธ์ของแต่ละแผนก

2) การวางผังแต่ละแผนกภายในคลังสินค้า โดยจะให้ความสำคัญในส่วนของแผนกจัดเก็บสินค้า

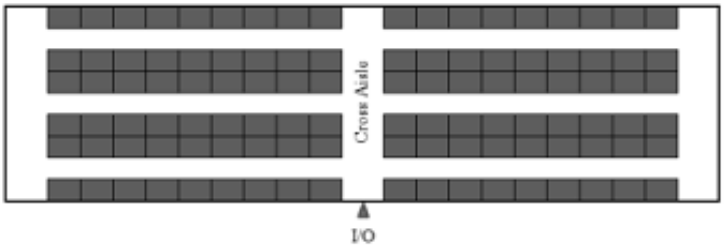
3) ขนาดของคลังสินค้าและขอบเขตของคลังสินค้า เป็นการหาปริมาณสูงสุดที่คลังสินค้าสามารถจัดเก็บได้ เพื่อกำหนดขนาดและขอบเขตของพื้นที่แต่ละส่วนที่เกี่ยวข้องกับคลังสินค้า

4) การเลือกกลยุทธ์ในการจัดการภายในคลังสินค้า ซึ่งมีความสำคัญเพราะจะมีผลกระทบต่อระบบโดยรวม หากมีการเลือกแบบแผนแล้วจะไม่ค่อยมีการปรับเปลี่ยนบ่อย

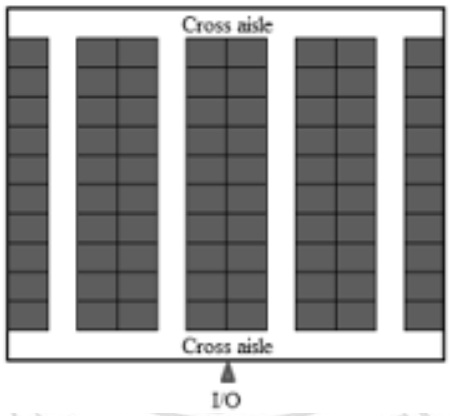
5) การเลือกเครื่องมือและอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ในคลังสินค้า ให้มีขนาดและปริมาณที่เหมาะสม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

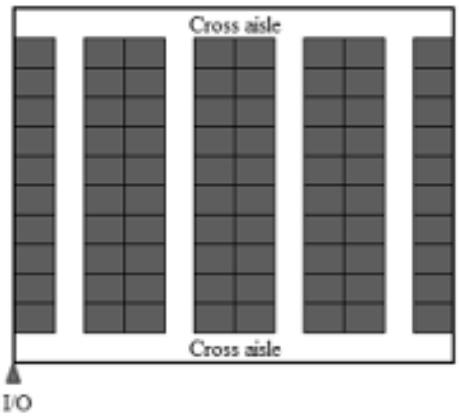
Caron (2000) ได้นำเสนอว่าคลังสินค้าส่วนใหญ่มักจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า จากนั้นจึงแบ่งพื้นที่ออกเป็นบล็อกเพื่อใช้เป็นช่องทางสำหรับหยิบสินค้า รูปแบบการจัดบล็อกที่นิยมได้แก่



รูปที่ 2.1 คลังสินค้าที่มีจำนวนบล็อกเท่ากับสอง มีประตูทางเข้าออกอยู่ตรงกลาง



รูปที่ 2.2 คลังสินค้าที่มีจำนวนบล็อกเท่ากับหนึ่ง มีประตูเข้าออกอยู่ตรงกลาง



รูปที่ 2.3 คลังสินค้าที่มีจำนวนบล็อกเท่ากับหนึ่ง มีประตูเข้าออกอยู่ทางซ้าย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การวางผังคลังสินค้าเป็นงานที่ค่อนข้างจะซับซ้อน การตัดสินใจแต่ละประเด็นจะมีความสัมพันธ์กัน โดยปกติแล้วการออกแบบจะเป็น 2 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนที่ 1 ออกแบบระบบช่องทางเดินก่อน ซึ่งจะส่งผลกระทบโดยตรงต่อความต้องการในการใช้พื้นที่ระบบขนถ่ายสินค้าและการจัดวางสินค้า ขั้นตอนที่ 2 กำหนดว่าสินค้าประเภทใดจะอยู่ที่ตำแหน่งไหน ซึ่งขั้นตอนนี้จะส่งผลต่อระยะทางและเวลาในการหยิบสินค้า

Drira (2007) ได้รวบรวมวิเคราะห์ และจัดกลุ่มงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแผนผังคลังสินค้าที่ต้องมีการจัดเรียงวัตถุประสงค์ของการออกแบบแผนผังหรือข้อจำกัด และการวางผังตามลักษณะของแผนกงาน ทำให้ทราบถึงวิธีการต่างๆ ที่สามารถนำมาใช้เพื่อออกแบบคลังสินค้าได้ วิธีการที่นิยมใช้กันมากที่สุดคือ การวางแผนผังโดยอาศัยวิธีการหาผลลัพธ์ด้วยเทคนิคการหาค่าที่ดีที่สุด (Optimization Technique)

การวางแผนผังคลังสินค้าโดยอาศัยเทคนิคการหาค่าที่ดีที่สุด แบ่งได้เป็น 2 รูปแบบใหญ่ คือ วิธีแก้ปัญหาด้วยวิธีการหาค่าทางตรง (Exact Method) ซึ่งเป็นวิธีการวางแผนผังโดยอาศัยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) เข้ามาช่วยในการสร้างรูปแบบของสมการเป้าหมาย (Objective Function) และสมการข้อจำกัด (Constraints) ที่ประกอบขึ้นจากตัวแปรต่างๆ ที่เป็นองค์ประกอบในการออกแบบและจัดวางตำแหน่ง จากนั้นหาผลลัพธ์โดยการอาศัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์คำนวณเพื่อหาค่าต่างๆ ซึ่งวิธีนี้เหมาะสำหรับการออกแบบแผนผังที่มีจำนวนแผนกหรือกิจกรรมน้อยๆ แต่เมื่อปัญหามีขนาดใหญ่ขึ้น วิธีการหาค่าโดยตรงอาจมีความยุ่งยากในการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด ดังนั้นต้องอาศัยวิธีการหาค่าที่ดีที่สุดด้วยวิธีการทางฮิวริสติกส์ (Heuristics) เข้ามาช่วยหาผลลัพธ์ของปัญหาข้างต้น

วิธีการทางฮิวริสติกส์ คือ วิธีการหาผลลัพธ์ซึ่งไม่มีกฎเกณฑ์หรือรูปแบบตายตัว การหาผลลัพธ์จะต้องอาศัยประสบการณ์และความเชี่ยวชาญเข้ามาสร้างกระบวนการหาผลลัพธ์เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ต้องการซึ่งอาจจะไม่ใช่ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด ดังนั้นวิธีการทางฮิวริสติกส์จะมีอยู่หลายรูปแบบ ในบางครั้งจะทำการเลียนแบบพฤติกรรมของสิ่งมีชีวิตเข้ามาสร้างกระบวนการหาผลลัพธ์ วิธีการทางฮิวริสติกส์ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการออกแบบปัญหาการวางแผนผังคลังสินค้า ข้อดีของวิธีการทางฮิวริสติกส์คือ ผลลัพธ์ของปัญหาต่างๆ ที่ผ่านกระบวนการหาผลลัพธ์อาจจะไม่ใช่ค่าที่ดีที่สุด แต่ผลที่ได้นั้นสามารถยอมรับได้ในทางปฏิบัติ เพราะผลลัพธ์ที่หาได้มีค่าที่เข้าใกล้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด และเมื่อพิจาณาถึงเวลาที่ใช้ในการคำนวณผลที่รวดเร็วและวิธีการหาผลลัพธ์ที่ไม่ยุ่งยากก็ถือว่าเป็นเหตุผลที่มีน้ำหนักเพียงพอในการประยุกต์ใช้วิธีทางฮิวริสติกส์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีการทางฮิวริสติกส์เป็นวิธีการหนึ่งที่นิยมใช้อย่างมาก โดยเฉพาะวิธีการในแนวอีโวลูชั่น (Evolution) ซึ่งเป็นวิธีการหาผลลัพธ์ที่มีการพัฒนาและปรับปรุงผลลัพธ์ให้ดีขึ้นเรื่อยๆ จนถึงจุดที่น่าพอใจ วิธีการฮิวริสติกส์ที่นิยมนำมาประยุกต์ใช้ในการวางแผนผังคือ วิธีการทางพันธุกรรม (Genetic Algorithm: GA), วิธีการจำลองการอบอ่อน (Simulated annealing: SA), วิธี Tabu Search, วิธี Evolution Algorithm (EA), วิธี Ant Colony Optimization (ACO) แต่ในปัจจุบันวิธี Particle Swarm Optimization (PSO) และวิธีวิวัฒนาการผลต่าง (Differential Evolution, DE) กำลังได้รับความสนใจเพื่อใช้นำมาวิจัยต่างๆ นอกจากนี้ยังพบว่า สามารถใช้วิธีการทางฮิวริสติกส์ได้มากกว่า 1 วิธี ในการวางแผนผังคลังสินค้า เช่น Matsuzaki (1999) ได้วางผังที่มีจำนวนหลายชั้น โดยอาศัยวิธีการจำลองการอบอ่อนในการวางแผนผังในแต่ละชั้นร่วมกับวิธีการทางพันธุกรรมในการหาจำนวนและตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดของลิฟท์ขนย้ายวัสดุ และยังพบอีกว่า มีการใช้วิธีจำลองการอบอ่อนร่วมกับวิธี Tabu Search วางผังที่มีรูปร่างของแต่ละแผนกไม่เท่ากัน ซึ่งในการวิเคราะห์ข้อมูลจะขึ้นอยู่กับปริมาณความต้องการสินค้าที่ไม่แน่นอน ซึ่งทำให้สามารถลดต้นทุนได้ทั้งค่าขนย้ายวัสดุ ต้นทุนเกี่ยวกับการติดตั้งลิฟต์ และลดค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับสินค้าคงเหลือ

2.1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการจัดเก็บสินค้า

สิ่งสำคัญอย่างหนึ่งการจัดการคลังสินค้า คือการควบคุมการเคลื่อนที่และระยะทางในกระบวนการจัดเก็บสินค้า การกำหนดพื้นที่จัดเก็บสินค้าแต่ละชนิดให้มีความเหมาะสม จะสามารถทำให้ลดระยะทางในการจัดเก็บและหยิบสินค้าตามใบสั่ง ซึ่งส่งผลต่อเวลารวมในกระบวนการทำงานและเป็นการใช้พื้นที่ภายในคลังสินค้าได้อย่างเหมาะสม

ผู้วิจัยหลายท่านได้นำเสนอเทคนิคการหาคำตอบสำหรับปัญหาการจัดเก็บสินค้า Roodbergen and De Koster (2001) ได้นำเสนอวิธีทางฮิวริสติกส์เพื่อใช้แก้ปัญหาเส้นทางการหยิบสินค้าในคลังสินค้าที่มีหลายช่องทางเดินและมีระบบการจัดเก็บแบบสุ่ม Heragu (2005) ได้ใช้วิธีทางฮิวริสติกส์เพื่อแก้ปัญหาพื้นที่จัดเก็บเพื่อลดค่าใช้จ่ายการดำเนินงานในคลังสินค้า Hsu and Chen (2005) ได้ใช้วิธี Genetic Algorithm (GA) ในการแก้ปัญหาโดยให้มีระยะทางการเคลื่อนที่ในการจัดเก็บให้น้อยที่สุด Chen and He (2008) ได้นำเสนอกลยุทธ์การจัดเก็บสินค้าสำหรับคลังสินค้าแบบควบคุมอัตโนมัติ โดยมีการพัฒนาการหาคำตอบด้วยวิธี Particle Swarm Optimization ร่วมกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ นอกจากนั้นแล้ว Muppani and Adil (2008) ได้ใช้วิธี Simulated Annealing (SA) ร่วมกับวิธีการแบ่งกลุ่มสินค้าเพื่อแก้ปัญหาการจัดเก็บ

งานวิจัยนี้ได้เลือกวิธีวิวัฒนาการผลต่าง (Differential Evolution, DE) ซึ่งเป็นวิธีที่น่าสนใจในการนำมาเพื่อประยุกต์ใช้กับการแก้ปัญหาการจัดเก็บสินค้า งานวิจัยนี้ได้ใช้นโยบายการจัดเก็บสินค้า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เป็นแบบ Full Turnover Storage Policy เพื่อแก้ปัญหาการจัดเก็บในคลังสินค้าขนาดใหญ่ โดยตัวแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มีการพิจารณาระยะทางการเคลื่อนที่ทั้งในแนวราบและแนวดิ่ง เพื่อให้ได้แผนการจัดเก็บสินค้าที่ทำให้ระยะทางในกระบวนการจัดเก็บและการหยิบสินค้าตามใบสั่งให้มีค่าน้อยที่สุด

2.1.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการหาค่าความเหมาะสมด้วยวิธีดิฟเฟอเรนเชียลอิโวลูชัน

Price and Storn (1997) กล่าวว่าในงานออกแบบด้านวิศวกรรม มีจุดมุ่งหมายเพื่อได้รับผลตอบแทนสูงสุด ในขณะเดียวกันก็ต้องการลดผลกระทบจากปัญหาต่างๆ ให้น้อยที่สุดเช่นกัน ด้วยเหตุนี้งานทางด้านวิศวกรรมส่วนใหญ่ สามารถกำหนดเป็นปัญหาการหาค่าความเหมาะสม (Optimization problem) เพื่อหาค่าต่ำสุดหรือ สูงสุดของสมการวัตถุประสงค์ได้ เทคนิคการหาผลลัพธ์โดยวิธีวิวัฒนาการผลต่าง (Differential Evolution, DE) เป็นวิธีการหาผลลัพธ์แบบฮิวริสติกส์ในแนวอีโวลูชั่น การใช้งานวิธี DE ในการหาผลลัพธ์จะประกอบไปด้วยองค์ประกอบ 3 ส่วน คือ กลยุทธ์ในการหาผลลัพธ์ การกำหนดค่าพารามิเตอร์ และขั้นตอนการหาผลลัพธ์ ซึ่งจะพัฒนาผลลัพธ์ให้ดีขึ้นไปเรื่อยๆ และมีข้อดีดังนี้คือ

1) สามารถหาผลลัพธ์ได้หลายรูปแบบ ทั้งปัญหาที่เป็นแบบเชิงเส้นและปัญหาแบบไม่เป็นเชิงเส้น (Linear and Non-Linear) ปัญหาที่ไม่สามารถหาความแตกต่างได้ (Non-Differentiable) และปัญหาฟังก์ชันค่าใช้จ่ายรวม (Multimodal cost-function)

2) สามารถหาผลลัพธ์แบบครั้งละหลายผลลัพธ์ได้ (Parallelizability) ส่งผลให้ได้รับผลลัพธ์เร็วขึ้น

3) พารามิเตอร์ต่างๆ ที่มีผลต่อผลลัพธ์สามารถเลือกและนำไปใช้งานได้ง่าย

4) สามารถหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดได้ (Global Optimum) เพราะผลลัพธ์แต่ละตัวจะสามารถพัฒนาคุณสมบัติของตัวมันเองให้ดีขึ้นได้เรื่อยๆ โดยการนำส่วนที่ดีของผลลัพธ์ตัวอื่นๆ มาเป็นองค์ประกอบของตัวมันเอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Lampinen and Zelinka (1999) ได้ประยุกต์ใช้ DE กับปัญหาการหาค่าความเหมาะสมในการออกแบบ Coil Spring ซึ่งมีตัวแปรหลายชนิด ผลการศึกษาพบว่า DE สามารถหาคำตอบที่เหมาะสมได้รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพมากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีดั้งเดิม และเป็นวิธีการหาค่าความเหมาะสมใหม่ที่น่าสนใจ ในการนำไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาทางวิศวกรรมด้านอื่นๆต่อไป

Pasorpoulos (2003) ได้ศึกษาวิธี DE ในกรณีหาค่าความเหมาะสมหลายๆวัตถุประสงค์พร้อมๆกัน ในฟังก์ชันหรือแบบจำลองเดียวกันในหัวข้อ Vector Evaluated Differential Evolution for

Multi Objective Optimization โดยการกำหนดทิศทางในการคำนวณค้นหาคำตอบ (Vector) หลายๆ ทิศทางทีละ Vector หมุนวนผลัดรอบคู่ขนานกันไป (Parallel Multi Population) เรียกว่าวิธี Vector Evaluated Differential Evolution: VEDE พบว่าสามารถพบค่าคำตอบที่เหมาะสมได้ทั้งในกรณีที่ขึ้นต่อกัน (Dominate) และไม่ขึ้นต่อกันได้

Vesterstrom and Thomsen (2004) ได้ศึกษาเปรียบเทียบระเบียบวิธี (Algorithm) ในหัวข้อ A Comparative Study of Differential Evolution, Particle Swarm Optimization and Evolutionary Algorithms on Numerical Benchmark Problems โดยใช้ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ประเภท Non-Linear จำนวน 23 ฟังก์ชันเพื่อค้นหาค่าสูงสุดหรือต่ำสุดในช่วงข้อจำกัดที่กำหนดเป็นตัวชี้วัด พบว่าวิธี DE มีความโดดเด่นทั้งในด้านความรวดเร็ว และความถูกต้องที่ให้ค่าความละเอียดในทุกฟังก์ชันมากกว่าวิธี Particle Swarm Optimization และ Evolutionary Algorithms

Ter Braak (2005) ได้ศึกษาวิธี DE ในกรณีหาค่าความเหมาะสมหลายๆ วัตถุประสงค์พร้อมๆ กัน ในฟังก์ชันที่มีการกระจายที่ไม่แน่นอน (Uncertainty Distribution) โดยกำหนดได้จากการวิเคราะห์แบบ Bayesian ซึ่งกำเนิดฟังก์ชันภายหลังจากให้ค่าลำดับความสำคัญและค่าความคล้ายคลึงกัน ในหัวข้อ Genetic Algorithms and Markov Chain Monte Carlo : Differential Evolution Markov Chain makes Bayesian computing easy พบว่าสามารถค้นหาคำตอบที่เหมาะสมในความน่าจะเป็นได้ทั้งหลายขนาดและหลายความเกี่ยวข้อง (Multi-Dimension and Multi-Chain) เรียกว่า Differential Evolution Markov Chain (DE-MC)

ปัจจุบันการหาค่าที่ดีที่สุดด้วยวิธี DE ได้แพร่หลายไปสู่งานวิศวกรรมด้านต่างๆ อย่างแพร่หลาย ได้แก่ ด้านไฟฟ้า คอมพิวเตอร์ เคมี เครื่องกล โยธา เป็นต้น และสำหรับทางด้านวิศวกรรมอุตสาหการ พบว่ามีการนำวิธี DE เข้ามาช่วยในงานวิจัยเพื่อหาค่าที่ดีทีสุดเกี่ยวกับปัญหาการจัดตารางการผลิต หรือการจัดงานให้กับเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต การหาสภาวะที่เหมาะสมในการใช้เครื่องจักร และงานในด้านที่เกี่ยวข้องกับวิศวกรรมความน่าเชื่อถือ

ปัญหาหนึ่งในอุตสาหกรรมที่พบได้บ่อยคือ ปัญหาการจัดลำดับงานซึ่งเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการจัดลำดับงานที่มีหลายงานให้กับเครื่องจักรหลายเครื่อง โดยมักมีเงื่อนไขคือ การทำให้ชิ้นงานผลิตเสร็จโดยใช้เวลาน้อยที่สุด (Makespan) และเวลาการไหลของงานทุกงานที่ผ่านเครื่องจักรสุดท้าย (Total Flow Time) จะต้องต่ำที่สุด ซึ่งพบว่ามีการประยุกต์ใช้ Discrete Differential Evolution โดย Pan and Liang (2008) ในการหาผลลัพธ์นี้ร่วมกับเครื่องมือในการจัดเรียงลำดับงาน 2 อย่าง คือ Integrated Greedy Algorithm และ Reference Local Search แล้วนำผลลัพธ์มาเปรียบเทียบกัน โดยการออกแบบการทดลองตามเงื่อนไข Makespan และ Total Flow Time ต่ำสุดแต่เนื่องจากการหาค่าที่ดี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ที่สุดด้วยวิธี DE ตัวแปรที่จะนำมาดำเนินการตามขั้นตอนต่างๆจะต้องเป็นตัวแปรแบบต่อเนื่อง ดังนั้น จึงมีการนำเทคนิค Forward Transformation ในการแปลงค่าตัวแปรของรูปแบบการจัดลำดับงานซึ่งเป็นเลขระบบจำนวนเต็มไปเป็นตัวแปรที่สามารถดำเนินการด้วยวิธี DE ในที่นี้ก็คือ เลขระบบจำนวนจริง หลังจากดำเนินการด้วยขั้นตอนของวิธี DE แล้ว จะใช้เทคนิค Backward Transformation ในการแปลงค่ากลับไปเป็นระบบจำนวนเต็มเพื่อคำนวณฟังก์ชันเป้าหมาย

พบว่าทั้ง Pan (2008) และ Onwubolu and Davendra, (2004) ต่างก็ใช้เครื่องมือหรือเทคนิคอื่นๆเข้ามาช่วยเพื่อทำให้วิธี DE สามารถหาผลลัพธ์ของปัญหารูปแบบต่างๆ ในกรณีของ Onwubolu and Davendra, (2004) จะพบว่ามีการใช้กลยุทธ์การกลับค่า และเมื่อมีการทดสอบการหาผลลัพธ์กับปัญหาตัวอย่างด้วยวิธีทางพันธุกรรม ทำให้พบว่าวิธี DE จะให้ค่าที่ดีกว่าเมื่อปัญหามีขนาดเล็ก ส่วนวิธีการทางพันธุกรรมจะให้ค่าที่ดีกว่าเมื่อปัญหามีขนาดใหญ่ขึ้น แต่สำหรับงานวิจัยของ Pan (2008) จะมีการเปรียบเทียบการหาผลลัพธ์ด้วยวิธี DE, PSO และ CPSO (Combinatorial-PSO) ซึ่งพบว่า วิธี DE ให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าวิธีอื่นๆ ทั้งนี้ Al-Anzi and Allahverdi (2006) ก็ได้ทำการเปรียบเทียบหาผลลัพธ์ด้วยวิธี DE กับวิธีการ PSO, Tabu Search และ EDD-Heuristic ก็พบว่า วิธี DE สามารถให้ค่าที่ดีที่สุดเช่นกัน โดยการได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดของแต่ละกรณีศึกษานั้นจำเป็นต้องใช้เทคนิคอื่นเข้าช่วยเนื่องจากเงื่อนไขและสมการวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามมีงานวิจัยของ Krishna (2006) ซึ่งใช้วิธี DE เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดเพื่อออกแบบเครื่องจักรเจียระไนชิ้นงาน แต่ในงานวิจัยนี้ไม่จำเป็นต้องใช้เทคนิคใดๆ เพิ่มเติม เพราะค่าพารามิเตอร์เป็นตัวแปรแบบต่อเนื่อง จึงทำให้สามารถนำเข้ากระบวนการวิธี DE และคำนวณฟังก์ชันเป้าหมายได้โดยตรง พร้อมทั้งทดลองเปรียบเทียบการหาผลลัพธ์กับวิธีทางพันธุกรรม พบว่าวิธี DE สามารถให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าในทุกๆ รอบของการปรับปรุงผลลัพธ์ ผลลัพธ์ที่ได้มีประสิทธิภาพและมีความคลาดเคลื่อนน้อย อีกทั้งยังใช้เวลาในการหาผลลัพธ์ได้อย่างรวดเร็วกว่าวิธีการแก้ปัญหาแบบอื่นๆ

ผลจากการศึกษางานวิจัยต่างๆ จึงพบว่าวิธี DE มีความเหมาะสมสำหรับใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์จริงเมื่อต้องแก้ปัญหาด้านอุตสาหกรรม หรือด้านธุรกิจ ซึ่งมักจะมีปัญหาขนาดใหญ่ที่ต้องการวิธีการหาคำตอบที่มีประสิทธิภาพเพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับคลังสินค้า

การบริหารคลังสินค้า คือการจัดวางสินค้าอย่างมีระเบียบ และดูแลรักษาสินค้าไว้ในพื้นที่คลังสินค้า โดยที่สินค้าต้องอยู่ในสภาพที่พร้อมจัดส่ง การบริหารคลังสินค้าเริ่มต้นตั้งแต่การรับสินค้าเข้ามาจนถึงการเตรียมพร้อมเพื่อจัดส่งออกไปจากคลังสินค้า ซึ่งจะต้องมีการวางแผนการใช้พื้นที่คลังสินค้า และจะต้องมีการตรวจสอบจำนวนสินค้า และสภาพของสินค้า เพื่อให้จำนวนสินค้าที่อยู่ในคลังตรงอยู่กับตัวเลขที่อยู่ในบัญชีสินค้าคงคลัง ตามความเหมาะสม ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ (2542) ได้บ่งหน้าที่โดยสังเขปของการเก็บรักษาทรัพย์สินค้า (Store and Warehousing Control) ไว้ดังต่อไปนี้

1) ควบคุมการขนถ่ายสินค้าภายในคลังสินค้า
2) ควบคุมสินค้าที่อยู่ในคลัง
3) จัดทำข้อมูลที่เกี่ยวกับการรับ และการจ่ายสินค้า
4) จัดหาวิธี และดำเนินการการตรวจนับจำนวนสินคงคลัง
5) ควบคุมสินค้าค้างสต็อก
6) พัฒนาระบบขนย้ายสินค้าออกจากคลังอย่างมีประสิทธิภาพ
7) หาวิธีการตรวจสอบการสูญหายจากสินค้าจากคลัง
8) หาวิธีการควบคุมสินค้าที่ถูกส่งเข้าคลังโดยไม่มีกำหนดนัดหมาย
9) พัฒนาวิธีการจำแนกปริมาณสินค้าในบัญชี และสินค้าในคลัง
10) จัดทำข้อมูลเกี่ยวกับสถานะของสินค้าคงคลัง การรับสินค้า และสินค้าระหว่างการขนย้ายเพื่อในการคำนวณหาปริมาณสินค้าทั้งหมด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2.1.1 การวางแผนการใช้พื้นที่สำหรับกิจกรรมการจัดเก็บ

ขั้นตอนแรกสำหรับการวางแผนการใช้พื้นที่คือ จะต้องมีการวิเคราะห์สินค้าที่จะมาจัดเก็บ เครื่องมือที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์สินค้าที่จัดเก็บคือ แผนภูมิวิเคราะห์การจัดเก็บ (Storage Analysis Chart) โดยต้องพิจารณาถึงลักษณะการจัดเก็บว่าเป็นแบบกำหนดพื้นที่จัดเก็บสินค้าแบบตายตัว (Fixed Location Storage) หรือ แบบกำหนดพื้นที่จัดเก็บสินค้าแบบสุ่ม (Random of Float Location Storage) ถ้าหากเป็นการจัดวางแผนกำหนดพื้นที่จัดเก็บแบบตายตัว ความต้องการพื้นที่วางสินค้าต้องคำนวณจากระดับสินค้าคงคลังที่มากที่สุด (Maximum Inventory) แต่หากเป็นกำหนดพื้นที่

แบบสุ่ม ความต้องการพื้นที่วางสินค้าจะคำนวณจากระดับสินค้าคงคลังถัวเฉลี่ย (Average Inventory) ถ้าหากระดับสินค้าคงคลังสำรองมีความสม่ำเสมอ จำนวนสินค้าที่อยู่ในคลังเมื่อเวลาใดๆ จะเท่ากับระดับสินค้าคงคลังสำรองบวกกับครึ่งหนึ่งของจำนวนสินค้าที่มากที่สุดลบด้วยระดับสินค้าคงคลังสำรอง

2.2.1.2 การพิจารณาวิธีการจัดเก็บสินค้า

ความต้องการพื้นที่จัดเก็บสินค้า มีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับปริมาณสินค้าที่จัดเก็บ และลักษณะการใช้พื้นที่ ซึ่งลักษณะการใช้พื้นที่ที่สำคัญสองประการ ได้แก่ พื้นที่เผื่อจากช่องทางสัญจร (Aisle Allowance) และพื้นที่เผื่อจากการเกิดพื้นที่ว่างในพื้นที่จัดเก็บ (Honeycombing Allowance) พื้นที่เผื่อจากช่องทางสัญจร (Aisle Allowance) คือ พื้นที่ของทางสัญจรที่อยู่ในพื้นที่จัดเก็บสินค้า ทางสัญจรเป็นสิ่งจำเป็นภายในพื้นที่จัดเก็บสินค้าเพื่อที่จะสามารถเข้าถึงสินค้าที่จัดเก็บได้ ขนาดของพื้นที่เผื่อจากช่องทางสัญจร ขึ้นอยู่กับวิธีการจัดเก็บซึ่งเป็นตัวกำหนดจำนวนช่องสัญจร ขึ้นกับวิธี การเคลื่อนย้ายสินค้าซึ่งเป็นตัวกำหนดของช่องทางสัญจร และการเข้าถึงสินค้าเป็นการกำหนดความปลอดภัยและป้องกันการสูญหาย ดังนั้นพื้นที่เผื่อจากช่องทางสัญจร จึงต้องคำนวณจากปัจจัยทั้งหลายเหล่านี้ พื้นที่เผื่อจากการเกิดพื้นที่ว่างพื้นที่จัดเก็บ (Honeycombing Allowance) คือ พื้นที่ที่สูญเสียไปเนื่องจากการใช้พื้นที่ไม่เต็มประสิทธิภาพในพื้นที่จัดเก็บ พื้นที่ที่ไม่มีการวางสินค้าภายในพื้นที่จัดเก็บสินค้า คือ พื้นที่ว่างในพื้นที่จัดเก็บ (Honeycombing Space) ซึ่งพื้นที่ว่างนี้เกิดเมื่อมีการจัดเก็บสินค้าวางเป็นบางส่วน สามารถเกิดได้ทั้งตามแนวสูงและแนวราบ หรือทั้งสองแนวอย่างพร้อมกัน พื้นที่ว่าง อาจเกิดขึ้นในชั้นวางสินค้าและระบบกำหนดพื้นที่จัดเก็บสินค้าแบบตายตัว ในกรณีนี้อาจเกิดจากปริมาณสินค้าวางมีขนาดน้อยกว่าพื้นที่จัดเก็บเมื่อพื้นที่เผื่อจากช่องทางสัญจร (Aisle Allowance) และพื้นที่เผื่อจากการเกิดพื้นที่ว่างในพื้นที่จัดเก็บ (Honeycombing Allowance) ถูกพิจารณาแล้ว พื้นที่มาตรฐานก็สามารถคำนวณได้จากวิธีการจัดเก็บนี้ พื้นที่จัดเก็บมาตรฐานเป็นตัวเปรียบเทียบสำหรับความต้องการพื้นที่ต่อหน่วยในการจัดวางสินค้าการที่จะได้พื้นที่มาตรฐาน และจำนวนสินค้าในแต่ละกลุ่มที่จัดเก็บ จะต้องคำนวณพื้นที่ต้องการทั้งหมดในแต่ละกลุ่มสินค้า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2.1.3 การกำหนดพื้นที่จัดเก็บสินค้า

การกำหนดพื้นที่จัดเก็บสินค้าแบ่งได้เป็น 2 ระบบ หลักคือการกำหนดพื้นที่จัดเก็บสินค้าแบบตายตัว (Fixed Location) และการกำหนดพื้นที่จัดเก็บสินค้าแบบสุ่ม (Floating Location)

1) การกำหนดพื้นที่จัดเก็บสินค้าแบบตายตัว (Fixed Location) ในระบบสินค้า ซึ่งรายการสินค้าในคลัง (Stock Keeping Unit, SKU) จะถูกกำหนดให้วางในพื้นที่นั้นแบบถาวร โดยที่สินค้าอื่นๆ จะไม่นำมาวางในพื้นที่นั้นๆ ระบบนี้จะช่วยลดระบบบันทึกการจัดเก็บ และตรวจรับสินค้า ในบางระบบ คลังสินค้าขนาดเล็กอาจไม่ต้องมีการจดบันทึกก็ได้ เป็นระบบที่ง่าย และมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามระบบนี้ทำให้การใช้ประโยชน์พื้นที่ตามแนวตั้ง (Cube Utilization) มีระดับต่ำ การจัดเก็บสินค้าแบบนี้มักใช้ในคลังสินค้าขนาดเล็กที่มีค่าใช้จ่ายสูง หรือจำนวนสินค้าหมุนเวียนค่อนข้างน้อย หรือคลังสินค้าที่มีจำนวน SKU ไม่มาก

2) การกำหนดพื้นที่จัดเก็บสินค้าแบบสุ่ม (Floating Location or Random Storage) ในระบบนี้สินค้าจะถูกจัดวางไว้ในพื้นที่ใดก็ตามที่มีขนาดเหมาะสมซึ่งสินค้าที่เป็น SKU เดียวกันอาจถูกวางไว้ในหลายๆ ตำแหน่งทั้งในเวลาเดียวกัน และเวลาอื่นๆ ประโยชน์ของระบบนี้คือสามารถเพิ่มการใช้ประโยชน์ตามแนวตั้ง (Cube Utilization) ได้ อย่างไรก็ตามระบบนี้ต้องมีการจัดการข้อมูลที่เป็นปัจจุบัน และมีความถูกต้องมาก เพื่อที่จะหาพื้นที่ว่างสำหรับการวางสินค้า และการรับส่งสินค้าที่มีประสิทธิภาพ คลังสินค้าที่ทันสมัยใช้ระบบการกำหนดพื้นที่จัดเก็บสินค้าแบบสุ่ม (Floating Location) มักจะควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งคอมพิวเตอร์จะจัดการหาพื้นที่วางสินค้า จดจำว่าสินค้าใดมีอยู่เท่าไหร่และเก็บไว้ที่ไหน และบอกให้ผู้หยิบสินค้าไปยังสถานที่เก็บที่ถูกต้อง ซึ่งทำให้คลังสินค้ามีประสิทธิภาพมาก

2.2.1.4 กลยุทธ์ในการจัดเก็บสินค้า

วิธีที่นิยมใช้ในการออกแบบผังจัดเก็บสินค้า มีดังนี้

1) Forward – Reward allocation เป็นการออกแบบเพื่อเพิ่มความเร็วในการหยิบสินค้าโดยการแยกพื้นที่ในการหยิบสินค้าแบบก้อนรวม (Reserve Area) ออก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการหยิบเศษ (Forward Area) ขนาดของ Forward Area จะถูกควบคุมให้มีพื้นที่น้อย เวลาเฉลี่ยในการเข้าถึงต่ำ

2) Storage Assignment Policies มีสี่วิธีที่ใช้ กำหนดพื้นที่การจัดเก็บสินค้าคือ

2.1 Random Storage คือ ทุกพาเลทสามารถจัดเก็บได้ตามอิสระตามที่ว่างด้วยความน่าจะเป็นเท่ากัน ผลคือมีอัตราการใช้ที่สูงแต่ระยะทางเพิ่มขึ้น วิธีนี้ควรติดตั้งระบบคอมพิวเตอร์ควบคุม

2.2 Closest Open Location Storage คือ ตำแหน่งที่เจอครั้งแรกโดยพนักงานทำหน้าที่จัดเก็บหรือหยิบ การเก็บควรจะต้องเต็มพาเลทและเมื่อจ่ายหมด ค่อยทำการเติมใหม่ วิธีการแบบนี้มีคล้ายกับวิธีการ Random ใช้เคลื่อนที่แบบเต็มพาเลท

2.3 Dedicated Storage คือ กำหนดสินค้าแต่ละ SKU ให้อยู่กับที่เรียกว่า Dedicated Storage ข้อเสียของวิธีนี้คือเมื่อสินค้าไม่มีที่เก็บ จะไม่สามารถเข้าไปแทนที่ได้ พื้นที่จะต้องมีเพียงพอเมื่อมีสินค้าจำนวนมาก ทำให้ประโยชน์จากการใช้พื้นที่ต่ำ ข้อดีก็คือคนหยิบสามารถเข้าไปหยิบได้เร็วเนื่องจากสามารถจำได้ง่าย เพราะมีการระบุตำแหน่งชัดเจน

2.4 Full Turnover Storage คือ จะจัดเก็บตามหลัก Turnover สินค้าที่มีรอบจ่ายสูงจะถูกจัดให้หยิบง่ายและใกล้ ส่วนสินค้าที่หมุนช้าควรจะอยู่ด้านหลังของที่จัดเก็บ วิธีการนี้เหมาะใช้ร่วมกับ Dedicated Storage ข้อเสียก็คืออุปสงค์จะต้องมีอัตราคงที่และสินค้าเปลี่ยนแปลงไม่บ่อย

3) Class Based Storage แนวคิดของ Class Based Storage ในการควบคุมคลังสินค้า การแบ่งกลุ่มสินค้าตาม Class ที่นิยมใช้คือแนวคิดพาเรโต และแนวคิดที่จัดกลุ่มสินค้าที่มีการเคลื่อนที่เร็วประมาณ 15% ของสินค้าที่จัดเก็บและอีก 85% ที่เหลือที่เคลื่อนที่ช้า แต่ละกลุ่มจะถูกแยกในการจัดเก็บ (Petersen et al., 2004)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2.1.5 ความต้องการพื้นที่ในคลังสินค้า

การวางแผนพื้นที่คลังสินค้าเป็นการวิเคราะห์คลังสินค้า เกี่ยวกับปริมาณที่คลังสินค้าต้องการ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ต้องมีการศึกษาที่เฉพาะเจาะจง โดยต้องวิเคราะห์ถึงกิจกรรมของคลังสินค้า บุคลากรที่ปฏิบัติงาน สินค้าที่นำมาจัดเก็บ และต้องคำนวณพื้นที่ทั้งหมดที่ต้องการ โดยการพิจารณาพื้นที่ที่ต้องการทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่างๆ ในคลังสินค้า

2.2.1.6 การใช้ประโยชน์ตามแนวตั้ง และการเข้าถึง

สินค้าที่ไม่ได้ถูกวางไว้อยู่บนพื้นเท่านั้น แต่ยังถูกวางไว้ในส่วนพื้นที่ตามความสูงของคลังสินค้า เนื่องจากขนาดของคลังสินค้าสามารถวัดได้ในรูปของตารางเมตร ความสามรถของการจัดเก็บของคลังสินค้ายังขึ้นอยู่กับความสูงที่สามารถวางสินค้าได้ด้วย พื้นที่ว่างของคลังสินค้าต้องมีไว้สำหรับช่องทางสัญจร การรับสินค้า การเตรียมส่งสำนักงาน การหยิบสินค้า และการประกอบ ในการคำนวณหาพื้นที่สำหรับการจัดเก็บจะเป็นการหาว่าต้องการพาเลททั้งหมดกี่อัน และสามารถซ้อนพาเลทได้กี่ชั้น ดังนั้นก็จะได้พื้นที่ต้องการในการจัดเก็บสินค้า

1) การวางพาเลท ขนาดองพาเลทโดยทั่วไป จะมีขนาดประมาณ 120 x 100 x 10 และการวางพาเลทต้องเว้นช่องว่างจากแต่ละอันประมาณ 5 cm สำหรับการเคลื่อนย้าย

2) การเข้าถึง (Accessibility) คือ ความสามารถในการเข้าถึงสินค้าที่ต้องการด้วยการเกิดงานน้อยที่สุด ยกตัวอย่างเช่น ถ้าหากไม่ต้องการเคลื่อนย้ายสินค้าออกเพื่อเข้าถึงสินค้าที่ต้องการ ดังนั้นสินค้าที่ต้องการนั้นจะมีค่า 100% การเข้าถึงเมื่อสินค้าหลายๆ ชนิดถูกจัดเก็บไว้ในพื้นที่เดียวกัน แต่ละรายการควรมีความสามารถในการเข้าถึงด้วยความพยายามที่น้อยที่สุด

3) การใช้ประโยชน์ตามแนวตั้ง (Cube Utilization) เนื่องจากการวางสินค้าตามความสูงบางครั้งทำให้เกิดความสามารถในการเข้าถึงได้น้อย ดังนั้นวิธีหนึ่งซึ่งแก้ปัญหานี้ได้ คือการติดตั้งชั้นวางเพื่อที่ว่าพาเลทที่อยู่ด้านล่างจะเคลื่อนย้ายยอกไปได้โดยไม่รบกวนอันที่อยู่ข้างบนแต่วิธีนี้ต้องคำนึงถึงการลงทุนชั้นวาง ซึ่งเป็นต้นทุนที่เพิ่มขึ้นมาอีก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2.1.7 การดำเนินการหยิบสินค้าในคลังสินค้าตามคำสั่งซื้อ

การหยิบสินค้าตามใบสั่งซื้อ (Order Picking) คือ การนำสินค้าออกจากที่เก็บเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า โดยมีการเลือกและหยิบสินค้าในจำนวนที่ต้องการจากที่เก็บสินค้า และจัดทำเอกสารตามที่จำเป็น โดยวิธีการหยิบสินค้าจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับการจัดวางสินค้า เช่น หยิบแบบคลื่น (Wave Picking), หยิบเป็นชุด (Batch Picking), หยิบเป็นชิ้น (Piece Picking) เป็นต้น

2.2.1.8 การจัดเส้นทางสำหรับหยิบสินค้าในคลังสินค้า

กระบวนการที่จะทำให้เกิดการประหยัดจากการหยิบสินค้าให้เกิดประโยชน์สูงสุด ก็คือ การจัดเส้นทางการหยิบสินค้าและการจัดเก็บที่เหมาะสม ซึ่งพบว่าเวลาเดินทาง (Travel Time) สามารถลดลงได้มากกว่า 50% หากมีการเลือกกลยุทธ์การจัดเส้นทางที่เหมาะสม จะสามารถช่วยลดระยะทางในการหยิบได้เป็นอย่างดี

การจัดขั้นตอนที่มีประสิทธิภาพ เพื่อหาเส้นทางการหยิบที่สั้นสุดได้ถูกพัฒนาโดย Ratliff and Rosenthal (1983) มี 6 วิธี ดังนี้

1) Transversal Strategy หรือ S-shape Strategy: เป็นวิธีที่ง่ายที่สุดในการหยิบสินค้า โดยไปตามทางยาวของทางเดิน (Aisle) ที่มีสินค้าที่ต้องหยิบเคลื่อนที่ไปทางเดียวเท่านั้น ถ้าช่องไหนไม่มีสินค้าก็ไม่ต้องเข้าไปหยิบ เมื่อหยิบสินค้าอันสุดท้ายแล้วจะต้องกลับมาที่ด้านหน้า (Front Aisle) เสมอ เป็นการเข้าและออกทางเดียวเท่านั้น อุปกรณ์ที่ใช้ในคลังสินค้าที่ใช้กลยุทธ์ในการหยิบแบบนี้ไม่จำเป็นต้องหมุนหรือเปลี่ยนทิศทางภายในช่องทางก็ได้
2) Return Strategy : เป็นวิธีการเดินแบบเข้าและออกช่องทางเดิมหลังจากหยิบสินค้าในช่องทางแล้ว เหมาะสำหรับช่องทางที่ค่อนข้างกว้างที่เครื่องมือสามารถเปลี่ยนช่องทางการวิ่งได้
3) Midpoint Strategy : การเดินแบบนี้จะแบ่งคลังสินค้าออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ด้านหน้าและด้านหลัง โดยเดินตรงไปหยิบที่ส่วนหลัง (Back Aisle) ก่อนให้หมดรายการสินค้าก่อนแล้วจึงเดินขึ้นมาหยิบในส่วนด้านหน้า (Front Aisle) จนครบ
4) Largest Gap Strategy : เป็นวิธีการเดินจากช่องทางเดินแรกตรงไปที่ด้านหลังของคลังสินค้าก่อน แล้วเดินไปหยิบเฉพาะช่องทางที่ต้องการของโดยต้องเดินมาถึงจุดกึ่งกลางแต่ละส่วน (Block) เท่านั้นเพื่อหยิบสินค้า เมื่อหยิบสินค้าเสร็จกลับไปที่จัดเตรียมสินค้าออกได้
5) Composite/Combined Strategy : เป็นวิธีการเดินที่ผสมผสานการเดินแบบ Transversal Strategy และ Return Strategy ไว้ด้วยกัน โดยดูจากเส้นทางสินค้าที่หยิบ ช่วงไหนของช่องทาง (Aisle) ที่ทำให้เส้นทางการเดินไปหยิบสั้นที่สุดให้ใช้แบบนั้น โดยจะเดินไปทางเดียวหรือเลือกเดินไปกลับในช่องทางก็ได้ เหมาะสมกับการใช้หยิบคลังสินค้าที่มีสินค้าจำนวนมาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

6) Optimal Routing : เป็นวิธีการวิเคราะห์ที่ซับซ้อนมากในการหาเส้นทางการเดินที่เหมาะสมที่สุดในคลังสินค้าเพื่อหาเส้นทางที่เป็นไปได้ 3 ทางในการเปลี่ยนช่องทาง ได้แก่ทางด้านหน้า ทางด้านหลังและระหว่างช่องทาง ต้องใช้โปรแกรมในการแก้ปัญหาเพื่อหาเส้นทางที่ดีที่สุดในการเดินไปหยิบสินค้า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2.2 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการคลังสินค้า

ตารางที่ 2.1 แสดงวัตถุประสงค์ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเกี่ยวข้องกับการจัดการคลังสินค้า

ชื่อผู้วิจัย	สมการวัตถุประสงค์เกี่ยวข้องกับ						วิธีการวิจัย, algorithm, method
	เวลา	ค่าใช้จ่าย, ต้นทุน	ขนาดและองค์ประกอบด้านการจัดเก็บ	ระยะทางในแนวราบ	ระยะทางในแนวดิ่ง	อื่นๆ	
Hackman and Rosenblatt (1990)		√	√				Heuristics
Zalman (1991)			√				Non-linear Programming
Goetschalckx and Ratliff (1991)			√			√	Heuristics, General Math Models
Pandit and Palekar (1993)	√		√				Queuing Model, General Math Models
Randhawa and Shroff (1995)	√						Simulation Model
Zollinger (1996)		√	√				Heuristics
Malmborg (1996)		√					General Math Models
Larson (1997)			√	√			Heuristics
Rouwenhorst (2000)			√			√	Heuristics
Roodbergen (2001)				√			Non-linear Programming
Roodbergen and Koster (2001)				√		√	Dynamic Programming, Mixed Integer
Hasson (2002)			√				General Math Models

ตารางที่ 2.1 แสดงวัตถุประสงค์ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเกี่ยวข้องกับการจัดการคลังสินค้า (ต่อ)

ชื่อผู้วิจัย	สมการวัตถุประสงค์เกี่ยวข้องกับ						วิธีการวิจัย, algorithm, method
	เวลา	ค่าใช้จ่าย, ต้นทุน	ขนาดและองค์ประกอบด้านการจัดเก็บ	ระยะทางในแนวราบ	ระยะทางในแนวดิ่ง	อื่นๆ	
Petersen (2002)	√		√	√			Simulation Model
Macro and Salmi (2002)			√				Simulation Model
Wu and Appleton (2002)			√				Genetic Algorithms
Tompskins (2003)			√				Heuristics
Yang and Sun (2004)		√		√			Hybrid Intelligent Algorithms
Le Duc and De Koster (2005)	√		√				Genetic Algorithms
Hsu (2005)				√			Genetic Algorithms
Heragu (2005)		√		√			Simulated Annealing
Chi (2005)			√				Particle Swarm optimization
Roodbergen and Vis (2006)			√				Non-linear programming
Muppani and Adil (2006)			√				Dynamic Programming
Roodbergen and Vis (2006)				√			Genetic Algorithms
Kaiyou and Yubui (2006)			√				Particle Swarm optimization

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 2.1 แสดงวัตถุประสงค์ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเกี่ยวข้องกับการจัดการคลังสินค้า (ต่อ)

ชื่อผู้วิจัย	สมการวัตถุประสงค์เกี่ยวข้องกับ						วิธีการวิจัย, algorithm, method
	เวลา	ค่าใช้จ่าย , ต้นทุน	ขนาดและ องค์ประกอบ ด้านการจัดเก็บ	ระยะทางใน แนวราบ	ระยะทางใน แนวดิ่ง	อื่นๆ	
Meller and Gu (2006)			√	√		√	Heuristics
Parikh (2006)		√	√	√	√		Heuristics
Le Duc and R. De Koster (2007)	√			√			Stochastic Programming
Muppani and Adil (2008)			√				Simulated Annealing Algorithm
Roodbergen (2008)			√				General Math Models
Onut (2008)		√		√	√		Particle Swarm optimization
Eisenstein (2008)			√				Stochastic Programming
Prantstetter and Raidl (2009)			√	√			Dynamic Programming
Yu and De Koster (2009)			√			√	Stochastic Programming
Pohl (2009)			√			√	General Math Models
Kapetanios (2009)	√		√				Stochastic Programming
Sooksaksun and Kachitvichyanukul (2009)			√				Simulation Model (Monte Carlo)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 2.1 แสดงวัตถุประสงค์ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเกี่ยวข้องกับการจัดการคลังสินค้า (ต่อ)

ชื่อผู้วิจัย	สมการวัตถุประสงค์เกี่ยวข้องกับ						วิธีการวิจัย, algorithm, method
	เวลา	ค่าใช้จ่าย, ต้นทุน	ขนาดและองค์ประกอบด้านการจัดเก็บ	ระยะทางในแนวราบ	ระยะทางในแนวดิ่ง	อื่นๆ	
Parikh and Meller (2010)	√			√			General Mathematical Models
Mohanasundaram (2010)	√			√	√		Genetic Algorithms
Lerher (2010)	√			√	√		Heuristics
Homjuntug (2010)	√		√				Genetic Algorithms, Differential Evolution
Sooksaksun and Kachitvichyanukul (2010)				√		√	Particle Swarm Optimization
Clark (2011)	√			√	√		Non-linear Programming
Kun (2011)			√				Particle Swarm Optimization, Bee Colony
Sanei and Nasiri (2011)		√		√			Heuristics
Ozturkoglo (2012)			√	√			Stochastic Programming
Galvez and Ting (2012)			√	√			Stochastic Programming

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากรวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการคลังสินค้า ทำให้พบว่าด้านวิธีการคำนวณทางคณิตศาสตร์ งานวิจัยต่างๆได้มีการเลือกมาใช้อย่างหลากหลายวิธี อาทิเช่น วิธีการ Heuristics, Simulation Model, Dynamic Programming และที่มีความนิยมนำมาใช้ในงานวิจัยปัจจุบันส่วนใหญ่มักจะเป็นวิธี Genetic Algorithms, Stochastic Programming, Non-linear Programming และ Particle Swarm Optimization โดย Sooksaksun (2010) ได้ใช้วิธีนี้สร้างฝูงอนุภาคหาค่าที่เหมาะสมเพื่อปรับปรุงแผนผังคลังสินค้า และเริ่มมีผู้วิจัยนำวิธีวิวัฒนาการผลต่าง (Differential Evolution, DE) ซึ่งถือเป็นวิธีที่มีความน่าสนใจในปัจจุบันเข้ามาประยุกต์ใช้ในการวิจัยออกแบบแผนผังโรงงานคลังสินค้า และหัวข้อวิจัยที่มีความเกี่ยวข้องหรือใกล้เคียงกัน

ทางด้านวัตถุประสงค์หลักที่ถูกนำมาใช้ในการวิจัยต่างๆ มักจะมีวัตถุประสงค์เกี่ยวกับขนาดและองค์ประกอบด้านการจัดเก็บ ทั้งทางพื้นที่ และวัสดุอุปกรณ์ โดยนิยมให้ความสำคัญในด้านระยะการเคลื่อนที่รับ-ส่งสินค้า ด้านเวลา ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน และเพื่อกำหนดกลยุทธ์ในการวางแผนการทำงาน ตามลำดับ ซึ่งในส่วนของการคำนึงถึงระยะการเคลื่อนที่รับ-ส่งสินค้า ในอดีตมักจะคำนึงถึงการเคลื่อนที่ในแนวราบเพียงอย่างเดียว เนื่องจากลักษณะการทำงาน และเครื่องมือการทำงานที่ไม่ซับซ้อน แต่ในภายหลังเมื่อมีการพัฒนาการออกแบบคลังสินค้าที่ดีขึ้น มีการใช้พื้นที่ในแนวดิ่งเพิ่มมากขึ้น รวมทั้งมีการเพิ่มวัสดุ อุปกรณ์ในการเคลื่อนย้ายสินค้าในแนวดิ่งเพิ่มตามความทันสมัยของเทคโนโลยี ทำให้งานวิจัยในปัจจุบันต้องคำนึงถึงระยะการเคลื่อนที่รับ-ส่งสินค้าในแนวดิ่งเพิ่มเติม เพื่อความแม่นยำในการคำนวณทางคณิตศาสตร์

ในงานวิจัยนี้มีสมการวัตถุประสงค์มุ่งไปที่การลดระยะทางการเคลื่อนที่เพื่อหาระยะทางการเคลื่อนที่ในการจัดเก็บสินค้าโดยรวมที่สั้นที่สุด โดยมีการคำนึงถึงการเคลื่อนย้ายสินค้าทั้งในแนวราบและแนวดิ่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2.2.1 การกำหนดตำแหน่งช่องเก็บสินค้าด้วยวิธี Rectilinear

นโยบายการจัดเก็บสินค้าแบบเจาะจง ผลิตภัณฑ์จะถูกกำหนดตำแหน่งจัดวางในคลังสินค้า โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อลดระยะเวลาในการนำสินค้าไปจัดเก็บหรือระยะเวลาในการไปเอาสินค้า และเพื่อให้การกำหนดตำแหน่งช่องเก็บสินค้าด้วยนโยบายการจัดเก็บแบบเจาะจงมีประสิทธิภาพแบะมีความยืดหยุ่น ผู้บริหารคลังสินค้าจะต้องมีคลังสินค้าที่เพียงพอต่อจำนวนความต้องการช่องเก็บของสินค้าแต่ละชนิด ซึ่งในการกำหนดช่องเก็บจะกำหนดโดยพิจารณาเงื่อนไขต่างๆ ที่เหมาะสม เช่น การกำหนดตำแหน่งภายใต้เงื่อนไขที่จะลดระยะทางในการเคลื่อนที่เพื่อการจัดเก็บหรือการเอาสินค้าในช่องเก็บนั้นๆ ในการสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับการกำหนดตำแหน่งช่องเก็บสินค้า จะมีตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้คือ

s = จำนวนช่องเก็บหรือตำแหน่งช่องเก็บสินค้า

n = จำนวนของชนิดผลิตภัณฑ์ที่ต้องการจัดเก็บ

m = จำนวนตำแหน่งช่องทางเข้า/ออกของสินค้า (I/O point)

S_j = ความต้องการช่องเก็บสำหรับสินค้า j โดยมีหน่วยเป็นจำนวนช่องเก็บ

T_j = ความต้องการปริมาณ หรือระดับกิจกรรมสำหรับสินค้า j โดยมีหน่วยเป็นจำนวนครั้งของการจัดเก็บ/นำออกต่อช่วงเวลา

$P_{i,j}$ = เปอร์เซ็นต์ของจำนวนครั้งของการจัดเก็บ/นำออกสำหรับสินค้า j จากจุด I/O

$t_{i,k}$ = ระยะทางที่ใช้ในการเคลื่อนที่ระหว่างจุด I/O i ใดๆ และตำแหน่งจัดเก็บและนำออกในตำแหน่ง k

$x_{j,k}$ = 1 ถ้าสินค้า j ถูกกำหนดให้จัดเก็บ/นำออกในตำแหน่ง k

0 ในกรณีอื่นๆ

f(x) = ระยะทางคาดหวังที่ต้องการเพื่อตอบสนองประมาณงานระหว่างระบบ

โดยตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับการกำหนดช่องเก็บด้วยนโยบายแบบเจาะจง แสดงใน

$$\text{Minimize } f(x) = \sum_{t=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{s}\frac{T_j}{S_j}(p_{i,j}t_{i,k}x_{j,k}) \qquad (2.1)$$

$$\text{Subject to } \sum_{j=1}^{n} x_{j,k} = 1 \qquad k = 1,\dots,s$$

$$\sum_{k=1}^{s} x_{j,k} = 1 \qquad j = 1,\dots,n$$

$$x_{j,k} = (0,1)\forall_j, \forall_k$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากสมการเป้าหมายในตัวแบบที่ (2.1) หมายถึง ระยะทางคาดหวังที่ต้องการเพื่อตอบสนองปริมาณงานในการจัดเก็บ/นำออกตลอดระยะเวลาโดยถ้าสินค้า j ถูกกำหนดให้จัดเก็บ/นำออกในตำแหน่ง $k(x_{i,j}) = 1$ จะใช้ทาง $t_{i,k}$ หน่วยในการเคลื่อนที่จากจุเข้า i ไปยังช่องเก็บในตำแหน่ง k และจะใช้ทาง $t_{i,k}$ หน่วย ในการเคลื่อนที่จากตำแหน่ง k ไปยังจุดออก i และค่า S_j คือค่าจำนวนตำแหน่งของการจัดเก็บสินค้าเข้า/ออกของสินค้า j ดังนั้น ค่าความน่าจะเป็นที่

ตำแหน่งต่างๆที่กำหนดให้สินค้า j สุดท้ายจะพบว่า ระยะทางคาดหวังในการเคลื่อนที่ระหว่างสินค้า และทุกตำแหน่งจัดเก็บของผลคูณระหว่าง T/S และ $P_{i,j}$ โดยมีเงื่อนไขคือ มีสินค้าชนิดเดียวกันที่ถูกกำหนดให้อยู่ในตำแหน่ง k และจำนวนช่องเก็บสำหรับการจัดเก็บหรือนำออกสำหรับสินค้า j มีค่าเท่ากับ S_j

จะเห็นได้ว่า จากสมการเป้าหมายในตัวแบบที่ (2.1) จะสามารถเขียนใหม่ที่เทียบเท่ากัน ได้สมการ (2.2)

$$f(x) = \sum_{j=1}^{n} \frac{T_j}{S_j} \sum_{k=1}^{s} x_{j,k} \sum_{i=1}^{m} (p_{i,j} t_{i,k}) \qquad (2.2)$$

และจะเห็นได้ว่าค่าในวงเล็บจะเป็นค่าเฉลี่ยของระยะทางที่ต้องการสำหรับสินค้า j ในการเคลื่อนที่ระยะระหว่างตำแหน่งจัดเก็บ/นำออก k และ m จุด I/O ซึ่งกำหนดให้เป็นดังนี้

$$\hat{t}_{j,k} = \sum_{i=1}^{m} (p_{i,j} t_{i,k}) \qquad (2.3)$$

และสมการเป้าหมาย (2.2) สามารถเขียนในรูปที่ง่ายขึ้น ดังแสดงในสมการ

$$f(x) = \sum_{j=1}^{n} \sum_{k=1}^{s} (c_{j,k} x_{j,k}) \qquad (2.4)$$

โดยที่ $c_{j,k} = (\frac{T_j}{S_j}) \hat{t}_{i,k}$

สมการต่างๆ เบื้องต้น จะถูกนำมาที่นำปรับปรุงและประยุกต์ใช้กับงานวิจัยนี้ เพื่อพัฒนาปรับแผนการจัดเก็บสินค้า ให้มีระยะทางการเคลื่อนที่ในการหยิบสินค้าโดยรวมที่สั้นที่สุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2.3 การหาค่าเหมาะสมที่สุด (Optimization)

การหาค่าเหมาะสมที่สุด หมายถึง การหาคำตอบ ผลลัพธ์ หรือแนวทางการแก้ปัญหาของระบบที่เราสนใจ เพื่อให้ได้ค่าความเหมาะสมที่สุดที่ต้องการ ซึ่งจะช่วยในการตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยได้มีการนำทฤษฎีและเทคนิคการหาค่าความเหมาะสมต่างๆ มากมายได้เข้ามาช่วยในการแก้ปัญหาและได้มีการนำไปใช้แก้ปัญหาในสาขาวิชาต่างๆ อย่างกว้างขวางมากมาย เช่น ด้านวิศวกรรมศาสตร์ ด้านเศรษฐศาสตร์ ด้านอุตสาหกรรม ซึ่งมักมีเป้าหมายเพื่อให้ได้ผลตอบแทนมากที่สุด ในขณะที่ต้องสามารถลดผลกระทบจากปัญหาต่างๆให้น้อยที่สุด จึงทำให้นำไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาส่วนใหญ่เป็นการหาค่าความเหมาะสมกับปัญหานั้นๆ

วิธีการหาค่าเหมาะสมสามารถจำแนกได้ 2 ประเภท ประเภทแรก คือ Deterministic search algorithm เป็นวิธีการหาค่าเหมาะสมในยุคเริ่มแรก ส่วนใหญ่มีพื้นฐานมาจาก Gradient method โดยการหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันแล้วให้เท่ากับศูนย์ ภายหลังได้มีการพัฒนาต่อเนื่องมา เช่นวิธี Linear Programming วิธี Dynamic Programming วิธี Simplex เป็นต้น

จากการวิจัยในอดีตพบว่าวิธีเหล่านี้มักจะลู่เข้าหาค่าความเหมาะสมเฉพาะที่ (Local Optimum) ประเภทที่สอง คือ Stochastic Search Algorithm เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมมากในปัจจุบัน เนื่องจากความสามารถของมันในการหาค่าเหมาะสมแท้จริง (Global Optimum) ของปัญหาที่ซับซ้อน และมีค่าความเหมาะสมหลายค่า (Multi-Modal Optimization) ได้ดี เช่น GA หรือ SA เป็นต้น

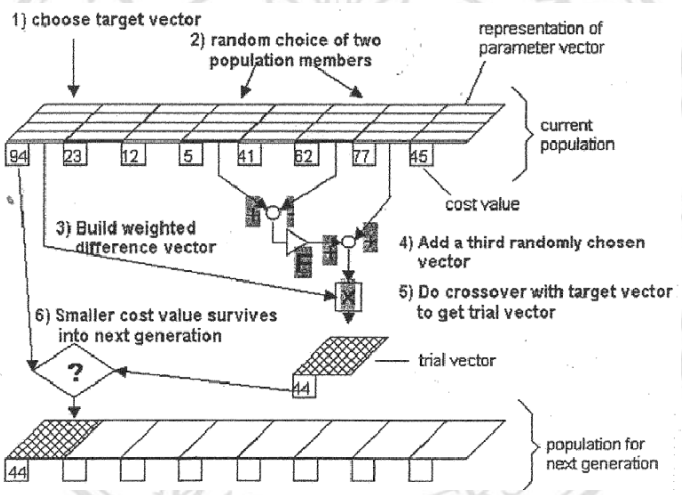
ในปัจจุบันวิธีการหาค่าเหมาะสมแบบสโตคาสติก ที่เป็นที่รู้จักกันอย่างกว้างขวางวิธีหนึ่ง คือ Genetic Algorithm (GA) เป็น population-based search ซึ่งมีแนวคิดมาจากกระบวนการคัดสรรตามธรรมชาติโดยการจำลองกลุ่มประชากรด้วยโครโมโซม ซึ่งก็คือชุดของเลขฐานสองและดำเนินการกับกลุ่มประชากรด้วยกระบวนการทางพันธุศาสตร์ นั่นคือกระบวนการ Crossover กระบวนการ Mutation และ กระบวนการ Selection เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ที่ดีของสมาชิกในกลุ่มประชากรให้อยู่รอดต่อไป และทำซ้ำกระบวนการดังกล่าวจนได้สมาชิกของกลุ่มประชากรที่ดีที่สุด ซึ่งก็คือคำตอบที่ดีที่สุดของสมการวัตถุประสงค์นั่นเอง

ทั้งนี้หากมองปัญหาการหาค่าเหมาะสมที่สุดตามการพิจารณาฟังก์ชันวัตถุประสงค์หรือฟังก์ชันเป้าหมาย จะแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ การหาค่าเหมาะสมที่สุดที่พิจารณาฟังก์ชันวัตถุประสงค์เพียงวัตถุประสงค์เดียว (Single Objective Optimization Problem) ส่วนปัญหาที่พิจารณาฟังก์ชันวัตถุประสงค์มากกว่า 1 ฟังก์ชันวัตถุประสงค์พร้อมๆ กัน ในรูปแบบปัญหาลักษณะนี้อาจมีฟังก์ชันวัตถุประสงค์ที่มีความขัดแย้งกันหรือเป็นไปในแนวทางเดียวกันและเรียกว่าเป็นปัญหาปัญหาการหาค่าเหมาะเหมาะสมที่สุดที่มีหลายวัตถุประสงค์ (Multi-Objective Optimization Problem) หรือปัญหาการหาค่าเหมาะสมที่สุดที่พิจารณาหลายเกณฑ์ (Multi-Criteria Optimization Problem) หรือปัญหาการหาค่าเหมาะสมที่สุดแบบเวกเตอร์ (Vector Optimization Problem) ซึ่งการหาค่าเหมาะสมที่สุดนี้จะประกอบด้วยเวกเตอร์ตัวแปรตัดสินใจ (Vector of Decision Variable) ข้อจำกัด (Constraints) และเวกเตอร์ฟังก์ชัน (Vector Function) ที่สามารถเรียกว่าเป็นฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Function) โดยมากฟังก์ชันวัตถุประสงค์จะเกี่ยวข้องกับการหาค่ามากที่สุด (Maximization) หรือน้อยที่สุด (Minimization) ของฟังก์ชันวัตถุประสงค์นั้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2.4 การหาค่าความเหมาะสมด้วยวิธีดิฟเฟอเรนเชียลอิโวลูชัน

วิธีดิฟเฟอเรนเชียลอิโวลูชัน หรือที่เรียกว่า DE นั้น ถูกคิดค้นขึ้นโดย Price and Storn (1997) จากความพยายามแก้ปัญหา polynomial fitting โครงสร้างของ DE คล้ายคลึงกับวิธี population-based search ทั่วไป เช่น GA ข้อแตกต่างที่สำคัญคือ GA จะแปลงตัวแปรการตัดสินใจ (decision variables) ให้เป็นรหัสเลขฐานสอง (binary code) แต่ DE จะใช้ค่าจริงแทน ข้อได้เปรียบของ DE คือความเร็วและประสิทธิภาพในการหาคำตอบโครงสร้างที่ไม่ซับซ้อน ง่ายต่อการนำไปใช้ Hendershot (2004) กล่าวว่า DE เป็นวิธีการหาค่าความเหมาะสมที่มีประสิทธิภาพสูงสำหรับ Non-linear และ Non-differentiate function มันถูกคิดค้นขึ้นเพื่อแทนที่วิธีการแก้ปัญหาการหาค่าเหมาะสมแบบเดิม เช่น Simplex Method และ SA



รูปที่ 2.4 ขั้นตอนการหาค่าเหมาะสมด้วยวิธีดิฟเฟอเรนเชียลอิโวลูชัน (Price and Storn, 1997)

Price and Storn (1997) ได้อธิบายขั้นตอนการหาค่าความเหมาะสมด้วย DE ไว้ดังนี้

1. Initialization กำหนดขอบเขตบนและขอบเขตล่าง ของตัวแปรการตัดสินใจแต่ละตัว โดยต้องแน่ใจว่าขอบเขตนี้จะครอบคลุมจุดที่ให้คำตอบที่ดีที่สุด จากนั้นให้สุ่มหาคำตอบที่เป็นไปได้

   เริ่มต้น (Initial population) โดยกำหนดให้โอกาสที่จะถูกเลือกของคำตอบมีค่าสม่ำเสมอ (Uniform probability distribution) โดยแต่ละคำตอบซึ่งเรียกว่า decision vector มีมิติเท่ากับ D และจำนวนคำตอบที่เป็นไปได้เริ่มต้นเท่ากับ NP จากนั้นคำนวณหา function value ของแต่ละคำตอบเริ่มต้นที่เป็นไปได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

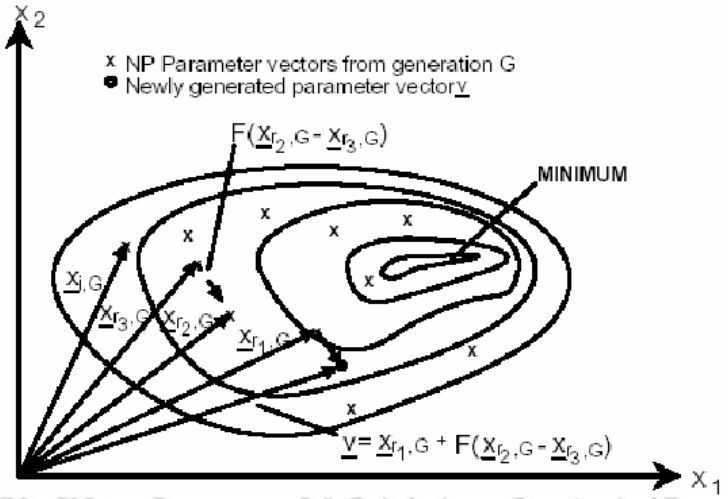
2. Mutation

2.1 กำหนด target vector ($X_{i,G}$) โดย i = 1,2,3,…,NP

2.2 สุ่มเลือก 3 vector ($X_{r1,G}$, $X_{r2,G}$, $X_{r3,G}$) จาก initial population โดยต้องไม่ซ้ำกับ Target vector

2.3 คำนวณหา mutant vector ($v_{i,G+1}$) จากความสัมพันธ์ $v_{i,G+1} = X_{r1,G} + F(X_{r2,G} - X_{r3,G})$

โดย F คือ weighing factor มีค่าระหว่าง 0 ถึง 2



รูปที่ 2.5 ตัวอย่างการหา mutant vector ของฟังก์ชัน 2 ตัวแปร (Price and Storn, 1997)

3. Crossover เป็นกระบวนการเพิ่มความหลากหลายของคำตอบ ผลลัพธ์จะได้ trial vector ($u_{i,G+1}$) ซึ่งเกิดจาก non-uniform crossover ของ target vector กับ mutant vector โดย ($u_{i,G+1}$) = ($u_{1i,G+1}$, $u_{2i,G+1}$, … , $u_{Di,G+1}$) สมการต่อไปนี้แสดงกระบวนการ binomial crossover

$$u_{ji,G+1} = \begin{cases} v_{ji,G+1} \; if \; (randb(j) \leq CR \; or \; j = rnbr(i)) \\ X_{ji,G} \; if \; (randb(j) \leq CR \; or \; j \neq rnbr(i) \end{cases}$$

เมื่อ $u_{ji,G+1}$ = Trial vector

$v_{ji,G+1}$ = Mutant vector

$X_{ji,G}$ = Target vector

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$randb(j)$ = การสมมติเลขจำนวนจริงที่มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 ครั้งที่ j

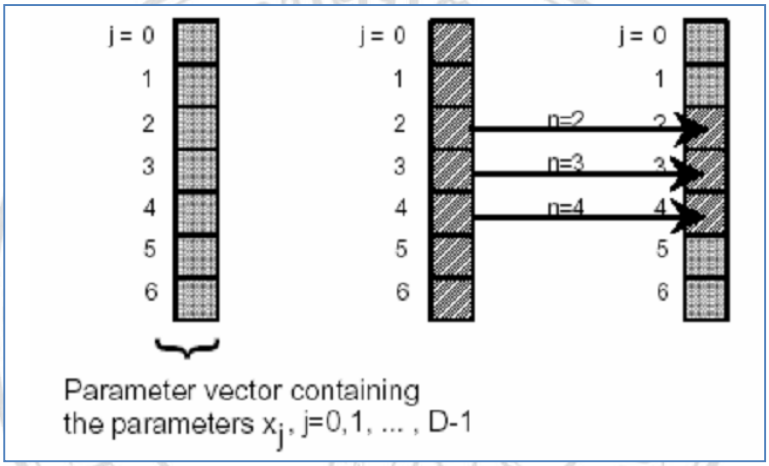
CR = Crossover Constant มีค่าเป็นเลขจำนวนจริงระหว่าง 0 ถึง

$rnbr(i)$ = ค่า Index จากการสุ่มเลือก

มีค่าเป็นเลขจำนวนเต็มระหว่าง 1,2,…,D

j = 1,2,…,D

$$x_{i,G} \quad v = x_{r_1,G} + F(x_{r_2,G} - x_{r_3,G})$$



รูปที่ 2.6 กระบวนการ crossover ของ target vector และ mutant vector ที่มีค่า D=7

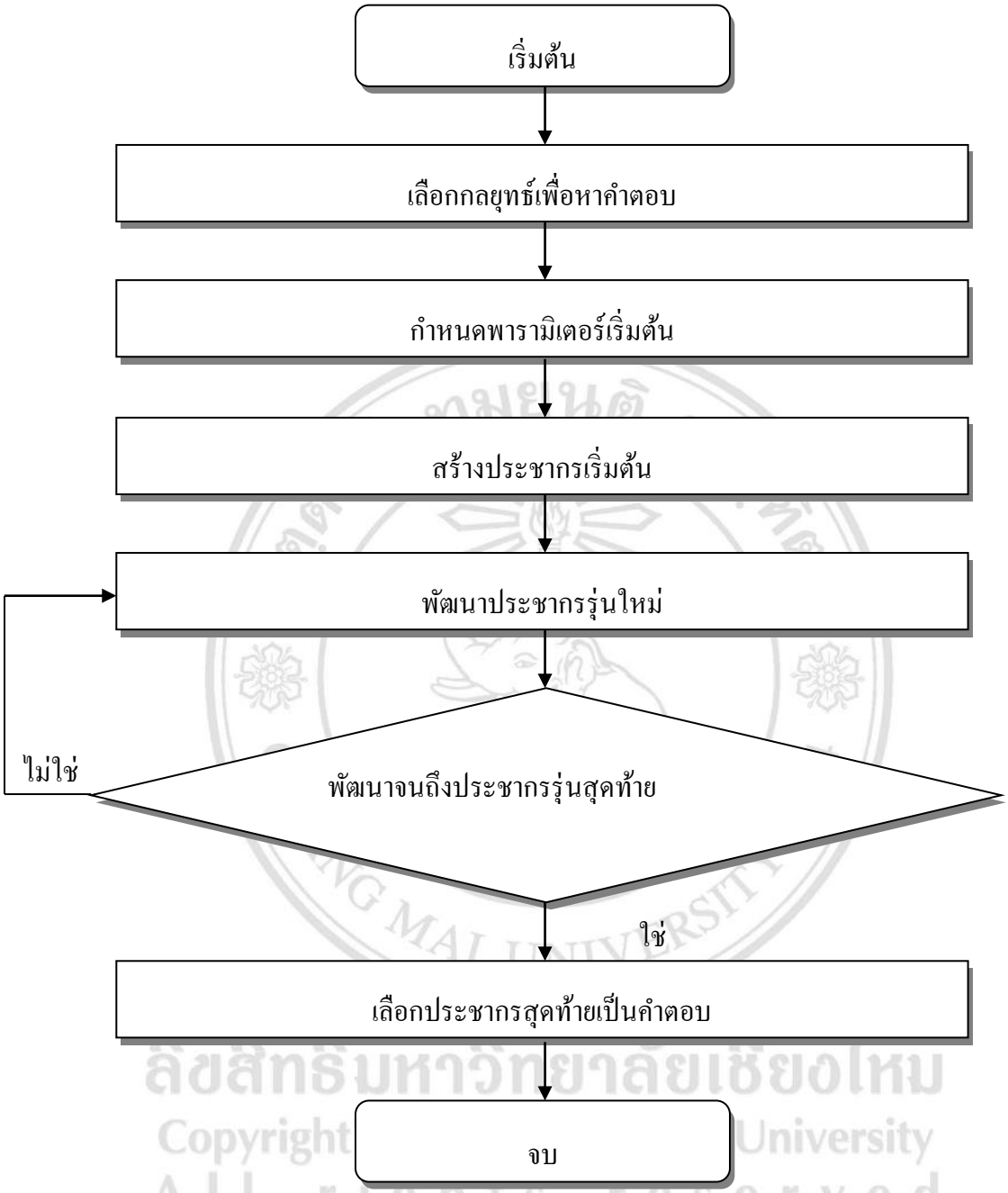
ที่มา : (Price and Storn,1997)

4. Selection เป็นการเปรียบเทียบ function value ของ trial vector กับ target vector ในกรณีที่ trial vector ให้ค่า function value ที่ดีกว่า มันก็จะแทนที่ target vector ในgeneration ต่อไป

5. ทำซ้ำขั้นตอนที่ 2 ถึง 4 จนครบทุก vector ใน current generation

6. แทนที่ current generation ด้วย next generation แล้วทำซ้ำกระบวนการทั้งหมดจนถึง stopping criteria เป็นกระบวนการหาค่าเหมาะสมด้วย DE สำหรับปัญหาการหาค่าต่ำสุด (Minimization problem)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ 2.7 แสดงวิธีการหาผลลัพธ์ของวิธีดิฟเฟอเรนเชียลอิโวลูชัน (Homjuntug, 2010)

งานทางด้านวิศวกรรมในปัจจุบัน พบว่ามีการนำวิธี DE เข้ามาช่วยหาผลลัพธ์เกี่ยวกับความน่าเชื่อถือของระบบต่างๆ หลายด้าน อาทิเช่น การใช้วิธี DE แก้ปัญหาด้านการจัดตารางการผลิต Wisittipanich and Kachitvichyanukul (2011) เนื่องจากวิธีการหาค่าโดยตรงที่อาศัยแบบจำลองคณิตศาสตร์ไม่สามารถทำได้ ประกอบกับวิธีการทางฮิวริสติกส์อื่นๆ ก็ไม่สามารถหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดได้เช่นกัน แต่เมื่อมีการนำวิธี DE ไปประยุกต์ใช้กับปัญหา สามารถให้ผลลัพธ์ได้ ซึ่งมีค่าที่ดีกว่าและ

ใช้เวลาในการหาผลลัพธ์ที่น้อยกว่าวิธีฮิวริสติกส์อื่น ส่วนงานทางด้านการวางผังโรงงาน Homjuntug (2010) ได้นำวิธี DE มาใช้เปรียบเทียบกับวิธีการตัดต่อพันธุกรรม และสามารถได้ผลลัพธ์ที่ดีจากวิธี DE ทั้งนี้ยังไม่พบว่ามีการนำวิธี DE ไปใช้ในปัญหาการจัดเก็บสินค้าโดยตรง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเป็นการศึกษาการประยุกต์ใช้วิธี DE เข้ามาช่วยในการแก้ปัญหาเพื่อเป็นการนำเสนองานวิจัยที่มีการพัฒนามากยิ่งขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved