กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณอาจารย์ ผศ.ดร.ระพีพันธ์ ปิตาคะโส อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ให้คำแนะนำในการพัฒนาระบบการวางแผนการผลิตแบบหลายระดับ การค้นหางานทบทวนวรรณกรรม ตลอดรวมไปถึงทฤษฎีของปัญหาการวางแผนการผลิตแบบหลายระดับขั้น ทำให้เกิดความรู้ ความเข้าใจในปัญหา และสามารถค้นคว้าหาวิธีการนำมาซึ่งกระบวนความคิด กระบวนการในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และทำให้งานวิจัยมีประสิทธิภาพ เหมาะสมแก่การใช้งานทั้งการเรียนการสอนในวิชา Operation Research(OR) การอธิบายในกระบวนวิธีทางเมตาฮิวริสติกเพื่อแก้ปัญหาทาง Optimization problem

ขอขอบพระคุณอาจารย์ ศ.ดร.วรทัศน์ ขจิตวิชยานุกูล อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวระบบอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีแห่งเอเชีย ที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการพัฒนาวิธีฮิวริสติกเกาะกลุ่มประชากร(Particle Swarm Optimization; PSO) และให้คำปรึกษาระหว่างการสัมมนาวิชาการที่ประเทศไต้หวัน ในงาน IML-2011 รวมไปถึงการแนะนำผู้เข้าร่วมสัมมนาทำให้ได้รู้จักผู้วิจัยในแขนงต่างๆ ได้แลกเปลี่ยนความรู้ แนวคิด ในการทำวิจัยอย่างกว้างขวางมากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ N.P.Dellaert เจ้าของต้นฉบับงานวิจัยวิธีเชิงพันธุกรรมในปัญหาการจัดขนาดการผลิตแบบหลายระดับขั้น ที่ให้ข้อมูลในปัญหามาตรฐานทั้ง 3 ปัญหามาโดยตลอด รวมไปถึงการให้คำอธิบายในตัวอย่างปัญหาแต่ละรูปแบบอย่างให้ความกรุณา

ในท้ายที่สุดขอขอบคุณต้นสังกัด มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานีและสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ(วช.) ที่ให้งบประมาณสนับสนุนนักวิจัยรุ่นใหม่ในการพัฒนางานวิจัยออกสู่สากลโลก สร้างองค์ความรู้และพัฒนางานวิจัยด้านอุตสาหกรรมการผลิต นอกจากนี้ยังมีผู้เกี่ยวข้องอีกหลายท่านที่ไม่สามารถกล่าวนามได้ทั้งหมด ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านไว้ ณ ที่นี้

(ดร.คลอเคลีย วจนะวิชากร)

ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : การพัฒนาระบบการวางแผนการผลิตที่เหมาะสม
ศัพท์สำคัญ : การจัดขนาดการผลิตที่เหมาะสมแบบหลายระดับขั้น
วิธีเมตาฮิวริสติก และวิธีเกาะกลุ่มประชากร

ผู้วิจัยทำการพัฒนาวิธีเกาะกลุ่มประชากร PSO สำหรับแก้ปัญหาการจัดขนาดการผลิตที่เหมาะสมแบบหลายระดับขั้น (Multi level lot-sizing problem; MLLS)ให้มีความสามารถในการหาผลเฉลยที่ดี มีประสิทธิภาพ และใช้เวลาในการค้นหาคำตอบอย่างเหมาะสม ขั้นตอนการพัฒนาแบ่งออกเป็น 3 ระยะ แบ่งตามขนาดของปัญหามาตรฐานได้แก่ ปัญหาขนาดเล็ก (Small instances) ประกอบได้ด้วยโครงสร้างผลิตภัณฑ์แบบสายการประกอบ 96 ปัญหาย่อย ปัญหาขนาดกลาง (Medium instances) ประกอบได้ด้วยโครงสร้างผลิตภัณฑ์แบบสายการประกอบ 20 ปัญหาย่อย และโครงสร้างผลิตภัณฑ์แบบทั่วไป 20 ปัญหาย่อย รวมทั้งหมด 40 ปัญหาย่อย และปัญหาขนาดใหญ่ (Large instances)ประกอบได้ด้วยโครงสร้างผลิตภัณฑ์แบบทั่วไป 40 ปัญหาย่อย

ผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมการจัดขนาดการผลิตที่เหมาะสมเพื่อให้ผู้ใช้ (User) เข้าใจปัญหาการวางแผนการผลิตแบบหลายระดับขั้นได้ชัดเจน เป็นรูปธรรมมากขึ้น โดยโปรแกรมถูกสร้างให้มี Graphic User Interface (GUI) ทำให้ผู้ใช้เข้าถึงโปรแกรมได้โดยง่าย ผู้ใช้สามารถกำหนดตัวแปร (Parameters)ต่างๆ ที่จำเป็นในการค้นหาคำตอบของปัญหา ได้แผนการผลิตที่มีต้นทุนที่ต่ำที่สุดตามสมการเป้าหมาย (Objective function) ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด (Constrains) และได้คำตอบที่ดีภายในเวลาที่เหมาะสม เพื่อให้ตอบสนองต่อความต้องการในการใช้งานจริง และนอกเหนือจากปัญหามาตรฐานที่เป็นต้นแบบ ผู้ใช้งานระบบยังสามารถกำหนดรูปแบบของปัญหาหรือโครงสร้างผลิตภัณฑ์ได้ด้วยตนเองเพื่อให้ตอบสนองการใช้งานได้อย่างแท้จริง

ผลการทดสอบที่ได้พบว่าวิธีการเกาะกลุ่มประชากรแบบ PSO ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น ให้ค่าเฉลี่ยของคำตอบดีที่สุดจากการทดลองกับปัญหามาตรฐานทั้ง 3 ขนาด เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอื่นในขณะที่ใช้เวลาในการประมวลผลใกล้เคียงกัน

ABSTRACT

TITLE : A DEVELOPMENT OF PRODUCTION PLANNING AUMATIC SYSTEM
NAME : KLORKLEAR WAJANAWICHAKON
KEY WORDS : MULTI LEVEL LOT-SIZING PROBLEM/
PARTICLE SWARM OPTIMIZATION

In this paper, we have developed a meta-heuristic method based on the behavior like bird flocking or fish schooling called particle swarm optimization (PSO) to solve multi level lot-sizing problem (MLLS) by efficiently searching for good quality solutions with reasonable computation time. This algorithm was applied to MLLS which has 3 phases. The first phase is a small size problem which are composed of 4 different assembly systems, 5 items, 12 periods, 4 combinations of holding cost and setup cost and 6 demands series. This makes 96 problem instances. The medium size problem includes two 50-items assembly systems (one with 9 and the other with 16 production levels) and two 40-items general systems (with communality indices1 1.39 and 1.18). For each problem two planning horizons are defined, 12 and 24 periods. For each combination of product structure and planning period 5 sets of setup cost and holding costs are used. This yields 40 problem instances. The last phase is large-scale problems which are composed of four 500-item general systems with 4 different communality indices (1, 1.6, 2.2, 2.8), 5 different production levels (5, 7, 9, 13, 18) and two planning horizons (36, 52) for each problem. Hence we get 40 problem instances.

We developed the production planning program, factory planner, which user can define parameters and product structure by yourself. Program will plan the good answer for the objective function and certainly, in a timely manner.

The computational results show that PSO algorithm is suitable for searching the average total cost of MLLS. PSO gave the best answer average cost when compared with other heuristic, WW and SM.

สารบัญ

	หน้า
กิติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	**1**
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	3
1.3 กรอบแนวคิดงานวิจัย	3
1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
1.6 นิยามคำศัพท์เฉพาะ	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	**6**
2.1 ประเภทของปัญหาการจัดขนาดการผลิต	6
2.2 วิธีการแก้ปัญหา (Solution Approach)	17
2.3 วิธีฮิวริสติก (Heuristic) และเมตาฮิวริสติก (Meta-Heuristic)	17
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	23
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย	**30**
3.1 ศึกษารูปแบบปัญหาและทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	30
3.2 กำหนดกรอบการวิจัย	30
3.3 สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์	32
3.4 พัฒนาวิธีเมตาฮิวริสติก	34
1.) วิธี Wagner-Whitin (WW)	34
2.) วิธี Silver-Meal (SM)	41
3.) วิธี Particle swarm optimization (PSO)	50
3.5 การพัฒนาระบบวางแผนการผลิตอัตโนมัติ	61

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัย **69**

4.1 กรอบเค้าโครงปัญหามาตรฐาน 69

4.2 ผลการทดสอบปัญหามาตรฐาน 70

4.2.1 กลุ่มปัญหาขนาดเล็ก 70

4.2.2 กลุ่มปัญหาขนาดกลาง 75

4.2.3 กลุ่มปัญหาขนาดใหญ่ 77

บทที่ 5 อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ **81**

5.1 สรุปผลการทดลอง 81

5.2 ข้อเสนอแนะและแนวทางพัฒนาในอนาคต 82

เอกสารอ้างอิง **84**

ภาคผนวก **88**

- เอกสารตีพิมพ์นำเสนอผลงานวิชาการ ณ ประเทศไต้หวัน
- ประวัติผู้วิจัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	แสดงผลการคำนวณค่าใช้จ่ายจากการเริ่มต้นผลิตในคาบต่างๆ	40
3.2	แสดงตารางการผลิตของสินค้า	40
3.3	แสดงค่าตัวแปรต่างๆ ที่ใช้สำหรับตัวอย่าง 2.1	41
3.4	แสดงตารางการผลิตปัจจุบัน ของขั้นที่ 1 รอบที่ 1	42
3.5	แสดงตารางการผลิตปัจจุบัน ของขั้นที่ 2 รอบที่ 1	42
3.6	แสดงตารางการผลิตปัจจุบัน ของขั้นที่ 3 รอบที่ 1	43
3.7	แสดงตารางการผลิตปัจจุบัน ของขั้นที่ 4 รอบที่ 1	43
3.8	แสดงตารางการผลิตปัจจุบัน ของขั้นที่ 5 รอบที่ 1	44
3.9	แสดงตารางการผลิตปัจจุบัน ของขั้นที่ 6 รอบที่ 1	45
3.10	แสดงตารางการผลิตปัจจุบัน ของขั้นที่ 1 รอบที่ 2	45
3.11	แสดงตารางการผลิตปัจจุบัน ของขั้นที่ 2 รอบที่ 2	46
3.12	แสดงตารางการผลิตปัจจุบัน ของขั้นที่ 3 รอบที่ 2	47
3.13	แสดงตารางการผลิตปัจจุบัน ของขั้นที่ 4 รอบที่ 2	47
3.14	แสดงตารางการผลิตปัจจุบัน ของขั้นที่ 1 รอบที่ 3	48
3.15	แสดงตารางการผลิตปัจจุบัน ของขั้นที่ 2 รอบที่ 3	49
3.16	ตัวอย่างการแทนค่าพารามิเตอร์วิธี PSO ในปัญหาการวางแผนการผลิต	52
4.1	ผลการทดลองเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายจากวิธีเชิงฮิวริสติกในปัญหาขนาดเล็ก	70
4.2	ผลการทดลองเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายจาก 96 ปัญหาย่อยในปัญหาขนาดเล็ก	71
4.3	ผลการทดลองเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายจากวิธีเชิงฮิวริสติกในปัญหาขนาดกลาง	75
4.4	ผลการทดลองเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายจาก 40 ปัญหาย่อยในปัญหาขนาดกลาง	76
4.5	ผลการทดลองเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายจากวิธีเชิงฮิวริสติกในปัญหาขนาดใหญ่	78
4.6	ผลการทดลองเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายจาก 40 ปัญหาย่อยในปัญหาขนาดใหญ่	79

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	โครงสร้างผลิตภัณฑ์พื้นฐาน	10
3.1	ลำดับขั้นตอนแผนการดำเนินงานวิจัย	32
3.2	โครงสร้างผลิตภัณฑ์พื้นฐาน	32
3.3	รหัสเทียม (Pseudo Code) ลำดับการทำงานวิธีเกาะกลุ่มแบบ PSO	50
3.4	Cognitive component search space contribution for 2-D dimension Of particle best (*Pb*)	60
3.5	Cognitive component search space contribution for 2-D dimension Of global best (*Gb*)	60
3.6	หน้าแรกโปรแกรมการวางแผนการผลิต	61
3.7	เลือกโครงสร้างผลิตภัณฑ์(Product Structure)	62
3.8	กำหนดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งเครื่องจักรและค่าใช้จ่ายในการถือครองสินค้า	62
3.9	กำหนดช่วงเวลาและความต้องการสินค้าในแต่ละช่วงเวลา	63
3.10	เลือกกระบวนวิธีในการวางแผนการผลิต	63
3.11	เปรียบเทียบคำตอบของแต่ละวิธีในปัญหามาตรฐาน	64
3.12	แสดงแผนการผลิตจากคำตอบของปัญหาย่อย	64
3.13	แสดงคุณลักษณะในแต่ละปัญหาย่อย	65
3.14	แสดงเงื่อนไขการสั่งซื้อ/สั่งผลิตจากลูกค้า	65
3.15	แสดงโครงสร้างผลิตภัณฑ์ในปัญหาขนาดเล็กทั้ง 4 แบบ	66
3.16	การกำหนดโครงสร้างผลิตภัณฑ์ได้โดยผู้ใช้เอง	67
3.17	ผู้ใช้กำหนดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งและค่าใช้จ่ายในการถือครองสินค้าคงคลัง	67
3.18	ผู้ใช้กำหนดระยะเวลาในการวางแผนและคำสั่งซื้อ/สั่งผลิตจากลูกค้า	68
3.19	ผู้ใช้เลือกกระบวนวิธีในการวางแผนการผลิต	68