



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์



โครงการศึกษาผลกระทบการกำหนดปัจจัยและกลไกของวิธีจีเนติกอัลกอริทึม
ต่อประสิทธิภาพการทำงานของจีเนติกอัลกอริทึม

โดย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภูพงษ์ พงษ์เจริญ

กันยายน 2550

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการศึกษาผลกระทบการกำหนดปัจจัยและกลไกของวิธีจีเนติกอัลกอริทึม
ต่อประสิทธิภาพการทำงานของจีเนติกอัลกอริทึม

โดย

ผศ.ดร. ภูพงษ์ พงษ์เจริญ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

สนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกอ. และ สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

บทคัดย่อ

งานวิจัยเกี่ยวกับวิธีจีเนติกอัลกอริทึมที่ผ่านมาเป็นการวิจัยเชิงประยุกต์ใช้จีเนติกอัลกอริทึม (Genetic algorithm: GA) เพื่อแก้ปัญหาเป็นส่วนใหญ่ มีงานวิจัยอยู่น้อยมากที่ให้ความสนใจเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้การออกแบบและการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อศึกษาการกำหนดค่าปัจจัยและกลไก (Parameters and mechanisms) ที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานของวิธีจีเนติกอัลกอริทึม งานวิจัยนี้จึงได้กำหนดแนวทางวิจัยเพื่อศึกษาผลกระทบของกำหนดค่าปัจจัยและกลไกต่อประสิทธิภาพการทำงานของวิธีจีเนติกอัลกอริทึม ผ่านการออกแบบและการวิเคราะห์ทางสถิติ โดยได้พัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปขึ้นมาใหม่เพื่อแก้ปัญหาการจัดตารางเรียนตารางสอนของสถาบันการศึกษาในระดับอุดมศึกษา (University course timetabling) โดยโปรแกรมถูกพัฒนาขึ้นจากภาษาคอมพิวเตอร์ชื่อ ทีกเคอร์ (TCL) บนพื้นฐานที่ง่ายต่อการใช้งาน (Graphic user interface) และถูกทดสอบใช้จัดตารางเรียนตารางสอนในบางคณะวิชาของสถาบันการศึกษาในระดับอุดมศึกษามาแล้ว ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมคือตารางเรียนของนิสิตแยกตามชั้นปี การศึกษา ตารางสอนของอาจารย์แต่ละท่าน และตารางการใช้ห้องเรียนแต่ละห้อง โดยตารางทุกตารางผ่านข้อบังคับทุกประการกล่าวคือ การจัดตารางสอนอาจารย์ต้องมีวิชาที่สอนมากกว่า 1 วิชาในระยะเวลาเดียวกัน และนักศึกษาไม่มีการกำหนดให้เรียนมากกว่า 1 วิชาในระยะเวลาเดียวกัน และห้องเรียนแต่ละห้องไม่มีการกำหนดวิชาเรียนมากกว่า 1 วิชาในระยะเวลาเดียวกัน เป็นต้น อย่างไรก็ตามโปรแกรมหดงกล่าวยังไม่สามารถทำงานบนระบบเครือข่ายได้ ซึ่งงานวิจัยนี้มีจุดประสงค์รองคือการวิจัยพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปช่วยในการจัดตารางเรียนตารางสอน ขณะที่จุดประสงค์หลักคือการวิจัยเชิงลึกในด้านทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

อีกทั้งโปรแกรมหดงกล่าวยังสามารถใช้วิธีซิมูเลเท็ดแอนนิลลิ่ง (Simulated annealing: SA) นอกเหนือจากวิธีจีเนติกอัลกอริทึม (Genetic algorithm: GA) ซึ่งประเด็นผลการวิจัยเชิงลึกในด้านทฤษฎีต่างๆ (เช่น ค่าปัจจัยและกลไกที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานของ GA หรือการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการหาคำตอบระหว่างวิธี GA กับ SA) ที่ได้จากโครงการวิจัยนี้ได้ถูกเขียนเป็นบทความวิจัยและตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารและที่ประชุมวิชาการระดับนานาชาติรวม 2 บทความดังรายละเอียดในภาคผนวกของรายงานฉบับนี้แล้ว

ABSTRACT

University timetabling is an NP-hard problem, which means that the amount of computation required to find solutions increases exponentially with problem size. Timetabling is subject to hard constraints that must be satisfied in order to produce feasible timetables and soft constraints, which are not absolutely essential.

This paper describes the Stochastic Optimisation Timetabling Tool (SOTT) that has been developed for university course timetabling. Genetic Algorithms (GA), Simulated Annealing (SA) and random search are embedded in the SOTT. The algorithms include a repair process, which ensures that all infeasible timetables are rectified. This prevents clashes and ensures that the rooms are sufficiently large to accommodate the classes. The algorithms also evaluate timetables in terms of soft constraints: minimising student movement; avoiding fragmentation in the timetables for students and lecturers; and satisfying lecturers' preferences for the timing of classes.

The algorithms were tested using two sets of timetabling data from a collaborating university. Genetic Algorithms and Simulated Annealing both produced very good timetables, but the results obtained from SA were slightly better than with GA. However, GA were 54% faster than SA.

ประกาศคุณูปการ (Acknowledgement)

ผู้วิจัยขอขอบคุณ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ให้การสนับสนุนทุนในการดำเนินโครงการวิจัยนี้ และคณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่อุดหนุนค่าใช้จ่ายในการเดินทางไปนำเสนอผลงานวิจัย จากงบรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ไพศาล เ็นฤดีอาจารย์ประจำคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยี นานาชาติสิรินธร ที่ช่วยชี้แนะพร้อมให้คำปรึกษาด้วยดีตลอดมา อีกทั้งต้องขอบคุณอาจารย์วัฒนา พรหมเทศ อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย ที่กรุณาให้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์ และนายวัฒนพล ชัยเนตร นางสาวเขาวนีย์ สรรณพพันธ์ นางสาวจตุพร เสพศิริสุข ที่มีส่วนช่วยทำงานวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ได้ให้ความสะดวกด้านสถานที่ และห้องในการทำวิจัย จนทำให้การปฏิบัติงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ของ สกว. ที่ให้ความสะดวกในด้านข้อมูล เอกสารแบบฟอร์มต่างๆ ที่ต้องใช้ ประกอบในการดำเนินโครงการวิจัย จนทำให้งานเอกสารที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ดำเนินการไปได้ด้วยดี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ภูพงษ์ พงษ์เจริญ
วันที่ 30 กันยายน พ.ศ. 2550

สารบัญ
(List of Contents)

	หน้า
ข้อสรุปโครงการ	1
1 ข้อมูลโครงการ	1
2 เนื้อหางานวิจัย	1
3 วัตถุประสงค์	2
4 ระเบียบวิธีวิจัย	2
5 การดำเนินงานวิจัย	3
6 ผลงานที่ได้จากโครงการ	3
7 ประวัติผู้วิจัย	4
ภาคผนวก	7

ข้อสรุปโครงการ (Executive Summary)

1 ข้อมูลโครงการ

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย)	การศึกษาผลกระทบการกำหนดปัจจัยและกลไกของวิธีจีเนติกอัลกอริทึมต่อประสิทธิภาพการทำงานของจีเนติกอัลกอริทึม
(ภาษาอังกฤษ)	A study on effect of genetic parameters and mechanism setting on the performance of genetic algorithms
ชื่อหัวหน้าโครงการ	นายภูพงษ์ พงษ์เจริญ
ที่อยู่	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000
โทรศัพท์	0-5526-1000 ต่อ 4256, 4253
โทรสาร	0-5526-1000 ต่อ 4255
E-mail	Pupongp@nu.ac.th or Pupongp@yahoo.com
สาขาวิชาที่ทำการวิจัย	สาขาวิชาการวิจัยดำเนินงาน
ระยะเวลาดำเนินงาน	2 ปี

2 เนื้อหางานวิจัย

วิธีจีเนติกอัลกอริทึม (Genetic Algorithms: GA) ถูกพัฒนาขึ้นโดย John Holland พร้อมเพื่อนร่วมงานและนิสิตของเขาที่มหาวิทยาลัยมิชิแกน โดยมีเป้าหมายคือ เพื่อสรุปความสำคัญของกระบวนการปรับตัวของระบบทางธรรมชาติ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมที่มีการรักษากลไกสำคัญทางธรรมชาติไว้ กลไกการทำงานของจีเนติกอัลกอริทึม จึงมีพื้นฐานอยู่บนแนวคิดของวิวัฒนาการทางชีววิทยา ซึ่งความเหมาะสมของแต่ละบุคคล (Individual) จะกำหนดความสามารถที่จะอยู่รอดและมีโอกาสในการขยายเผ่าพันธุ์ใหม่อีกครั้ง

วิธีจีเนติกอัลกอริทึม (GA) ค่อนข้างประสบความสำเร็จกับการประยุกต์แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาการสับเปลี่ยนแบบการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (Combinatorial optimization problems) (Nagar et al., 1995) ซึ่งบ่อยครั้งปัญหาดังกล่าวไม่สามารถเปลี่ยนรูปให้เป็นสมการทางคณิตศาสตร์ (Mathematical model) ได้ ทั้งที่เป็นแบบเชิงเส้นและไม่เชิงเส้น (Linear and non-linear) หรือเป็นแบบต่อเนื่องหรือไม่ต่อเนื่อง (Continuous and discrete) ตัวอย่างการประยุกต์ใช้วิธีจีเนติกอัลกอริทึมกับปัญหาต่างๆ ทางอุตสาหกรรม เช่น การกำหนดขนาดการผลิต การจัดการตารางการผลิต การจัดสมดุลการผลิต การวางแผนโรงงาน การจัดการห่วงโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ การกำหนดตำแหน่งคลังสินค้า เป็นต้น

อย่างไรก็ตามงานวิจัยเกี่ยวกับวิธีจีเนติกอัลกอริทึมที่ผ่านมาจะเป็นการวิจัยเชิงประยุกต์ใช้จีเนติกอัลกอริทึมเพื่อแก้ปัญหาเป็นส่วนใหญ่ มีงานวิจัยอยู่น้อยมากที่ให้ความสนใจเกี่ยวกับการปรับปรุงประสิทธิภาพของจีเนติก

อัลกอริทึมหรือการศึกษาการกำหนดค่าปัจจัยและกลไก (Parameters and mechanisms) ที่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานของวิธีจีเนติกอัลกอริทึม (Aytug et al., 2003) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ยังไม่พบรายงานวิจัยที่ทำการทดลองและวิเคราะห์เกี่ยวกับการศึกษาผลกระทบของการจัดลำดับในการปฏิบัติการทางพันธุกรรม (Genetic operation sequence) ว่ามีผลกระทบหรือไม่ อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพการทำงานของวิธีจีเนติกอัลกอริทึม อีกทั้งประสิทธิภาพการทำงานของวิธีจีเนติกอัลกอริทึมในการหาคำตอบขึ้นอยู่กับ การกำหนดค่าปัจจัยและกลไกของจีเนติกอัลกอริทึมและชนิดหรือประเภทของปัญหาด้วย

งานวิจัยนี้จึงได้กำหนดแนวทางวิจัยเพื่อศึกษาผลกระทบของการกำหนดค่าปัจจัยและกลไก (Genetic parameters and mechanism) ต่อประสิทธิภาพการทำงานของวิธีจีเนติกอัลกอริทึม (Performance of genetic algorithms) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ลำดับในการปฏิบัติการทางพันธุกรรม (Genetic operation sequence) โดยจะทำการทดสอบใช้แก้ปัญหาการจัดตารางเรียนตารางสอนของสถาบันการศึกษาในระดับอุดมศึกษา

3 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาโครงสร้างการทำงานที่เหมาะสมของวิธีจีเนติกอัลกอริทึม (Genetic algorithms) โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ลำดับในการดำเนินการทางพันธุกรรม (Genetic operation sequence) โดยนำมาทดสอบใช้ในการจัดตารางเรียนตารางสอนของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏเลย

4 ระเบียบวิธีวิจัย

1. เก็บข้อมูลความต้องการการจัดตารางเรียนตารางสอนประมาณ 30 หมู่เรียนพร้อมด้วยจำนวนวิชาและอาจารย์ที่สอนในแต่ละหมู่เรียน และห้องที่จะใช้ในการเรียนการสอน จากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏเลย
2. ออกแบบโครงสร้างของโครโมโซม (Chromosome) โดยโครโมโซมดังกล่าวจะต้องมีการเข้ารหัส (Encoding) เพื่อเก็บข้อมูลจำนวนวิชาและอาจารย์ที่สอนในแต่ละหมู่เรียน และห้องที่จะใช้ในการเรียนการสอน
3. พัฒนาและทดสอบการทำงานของโปรแกรมจัดตารางเรียนตารางสอนโดยใช้วิธีจีเนติกอัลกอริทึม (Genetic algorithm: GA) และวิธีซิมูเลเท็ดแอนนิลลิ่ง (Simulated annealing: SA) ซึ่งโปรแกรมดังกล่าวจะสามารถเลือกกำหนดค่าตัวแปรหรือปัจจัยต่างๆ (Parameters and mechanisms) ได้
4. นำเสนองานวิจัยเบื้องต้นในการประชุมเชิงวิชาการระดับนานาชาติพร้อมรับข้อเสนอแนะจากผู้เข้าร่วมสัมมนา และนำข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์มาใช้ในการปรับปรุงโปรแกรม
5. ออกแบบการทดลอง (Design of Experiment: DOE) โดยประยุกต์ใช้ Fractional Factorial Design และดำเนินการทดลอง พร้อมเก็บผลการทดลองเพื่อทำการวิเคราะห์ผลกระทบของการกำหนดค่าให้ตัวแปรหรือปัจจัยของวิธีจีเนติกอัลกอริทึมกับต่อประสิทธิภาพการทำงานของจีเนติกอัลกอริทึม
6. เขียนบทความเผยแพร่ในที่ประชุมวิชาการระดับนานาชาติ
7. ออกแบบการทดลองพร้อมรวบรวมผลการทดลองเพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพของการหาคำตอบระหว่างวิธี GA กับ SA
8. เขียนบทความตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ
9. พิมพ์รายงานสรุปผลการดำเนินงานโดยจัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์ พร้อมถ่ายเอกสารเข้าปกจัดทำเป็นรูปเล่มรายงาน

5 การดำเนินงานวิจัย

การดำเนินงานตลอดโครงการสามารถแบ่งได้เป็น 2 ระยะ (2 ปี) ดังนี้

งานระยะที่ 1 (ปีที่ 1)	เดือนที่											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. เก็บข้อมูลจำนวนวิชาและอาจารย์ที่สอนในแต่ละหมู่เรียนและห้องที่จะใช้ในการเรียนการสอน												
2. ออกแบบโครงสร้างของโครโมโซมเพื่อทำการเข้ารหัสข้อมูลเช่น รายวิชา อาจารย์ และห้องเรียน												
3. พัฒนาและทดสอบการทำงานของโปรแกรมจัดตารางเรียนโดยใช้วิธีเจเนติกอัลกอริทึม												
4. นำเสนองานวิจัยเบื้องต้นในการประชุมเชิงวิชาการระดับนานาชาติ												
5. ออกแบบการทดลอง วิเคราะห์ผลกระทบของการกำหนดค่าให้ตัวแปรหรือปัจจัยของเจเนติกอัลกอริทึม												
6. สรุปผลการทดลองพร้อมเขียนบทความเผยแพร่ในที่ประชุมวิชาการระดับนานาชาติ												

งานระยะที่ 2 (ปีที่ 2)	เดือนที่											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7. ออกแบบการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการหาคำตอบระหว่างวิธี GA กับ SA												
8. สรุปผลการทดลองพร้อมเขียนบทความตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารวิชาการระดับนานาชาติ												
9. พิมพ์รายงานฉบับสมบูรณ์ พร้อมถ่ายเอกสารเข้าปกจัดทำเป็นรูปเล่ม												

6 ผลงานที่ได้จากโครงการ

ได้ตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารและที่ประชุมวิชาการระดับนานาชาติรวม 2 บทความ (รายละเอียดในภาคผนวก) คือ

- 1) The development of a genetic algorithm tool for university course timetabling (2006), *Pre-prints of the 14th International Working Seminar on Production Economics*, vol. 3, p.259-270, February, 20th-24th, Innsbruck, Austria.
- 2) Stochastic optimisation timetabling tool for university course scheduling (2007), Accepted for press, *International Journal of Production Economics*. Impact factor (2005) = 1.008. ISSN 0925-5273.

7 ประวัติผู้วิจัย

1. ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย) นายภูพงษ์ พงษ์เจริญ
(ภาษาอังกฤษ) Dr. Pupong Pongcharoen
2. รหัสประจำตัวนักวิจัยแห่งชาติ 49-05-0014
3. ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 8
4. หน่วยงานที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ E-mail
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร
ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง
จังหวัดพิษณุโลก
โทรศัพท์ 055-261000 ต่อ 4201
โทรสาร 055-261062
E-mail: pupongp@yahoo.com และ pupongp@nu.ac.th
5. ประวัติการศึกษา

จบปี พ.ศ.	วุฒิการศึกษา	สถานศึกษา
2537	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
2539	M.Eng. (Industrial Engineering)	Asian Institute of Technology (AIT)
2544	Ph.D. (Manufacturing Engineering)	University of Newcastle upon Tyne, UK.
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ
Production and operation management; Supply chain and logistics; Applied statistics and operation research; Computer simulation; System modelling; Intelligent optimisation techniques (meta-heuristics); Sequencing and scheduling.
7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยและงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ
 - 7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย: ชื่อแผนงานวิจัย -
 - 7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย: ชื่อโครงการวิจัย -
 - 7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว: ชื่อข้อเสนอการวิจัย ปีที่พิมพ์ และการเผยแพร่

- Pongcharoen P**, Promptet W, Yenradee P, Hicks C. Genetic algorithm timetabling tool for university course scheduling, *International Journal of Production Economics* 2007; Accepted for press. ISSN 0925-5273.
- Hicks C, **Pongcharoen P**. An evaluation of various control strategies for companies that produce complex products with stochastic processing times, *International Journal of Technology Management* 2007; Accepted for press. ISSN 0267-5730.
- Pongcharoen P**, Chainate W, Thapatsuwan P. Exploration of genetic parameters and operators through travelling salesman problem, *ScienceAsia* 2007; 33(2): 215-222. ISSN 1513-1874.
- Chainate W, Thapatsuwan P, **Pongcharoen P**. A new heuristic for improving the performance of genetic algorithm, *Transactions on Engineering, Computing and Technology* 2007; 19: 217-220. ISSN 1305-5313.
- Hicks C, **Pongcharoen P**. Dispatching rules for production scheduling in the capital goods industry, *International Journal of Production Economics* 2006; 104(1): 154-163. ISSN 0925-5273.
- Pongcharoen P**, Hicks C, Braiden PM. The development of genetic algorithms for the finite capacity scheduling of complex products, with multiple levels of products structure, *European Journal of Operational Research* 2004; 152: 215-225. ISSN 0377-2217.
- Pongcharoen P**, Hicks C, Braiden, PM, Stewardson DJ. Determining optimum genetic algorithm parameters for scheduling the manufacturing and assembly of complex products, *International Journal of Production Economics* 2002; 78(3): 311-322. ISSN 0925-5273.
- Pongcharoen P**, Stewardson DJ, Hicks C, Braiden PM. Applying designed experiments to optimise the performance of genetic algorithms used for scheduling complex products in the capital goods industry, *Journal of Applied Statistics* 2001; 28(3&4): 441-455. ISSN 0266-4763.
- Pongcharoen P**, Promptet W, Yenradee P, Hicks C. The development of a genetic algorithm tool for university course timetabling, Pre-prints of the 14th International Working Seminar on Production Economics 2006; 3: 259-270, February, 20th-24th, Innsbruck, Austria.
- Hicks C, Hossen F, **Pongcharoen P**. Laissez-faire or full control? An evaluation of various control strategies for companies that produce complex products with stochastic processing times, Pre-prints of the 14th International Working Seminar on Production Economics 2006; 4: 67-80, February, 20th-24th, Innsbruck, Austria.
- Pongcharoen, P**, Khadwilard, A. and Klakankhai, A. Optimising logistics chain network using genetic algorithms, *Proceedings of the 18th International Conference on Production Research* 2005, July 31st-August 4th, Salerno, Italy.
- Hicks C, **Pongcharoen P**, Braiden PM. Stochastic simulation studies of dispatching rules for production scheduling in the capital goods industry, *Proceedings of the 13th International Working Seminar on Production Economics* 2004, Innsbruck, Austria, February, 16th-20th.

- Pongcharoen P**, Promtet W. Exploring and determining genetic algorithms parameters through experimental design and analysis, Proceedings of the 33rd International Conference on Computer and Industrial Engineering 2004, Jeju, Korea, March 24th-27th.
- Stewardson DJ, Hicks C, **Pongcharoen P**, Coleman SY, Braiden PM. Overcoming complexity via statistical thinking: optimising genetic algorithms for use in complex scheduling problems via designed experiments, Tackling Industrial Complexity: the Ideas That Make a Difference 2002, Downing College, Cambridge, London, April 9th-10th, p275-290, ISBN 1-902546-24-5.
- Stewardson DJ, Hicks C, **Pongcharoen P**, Braiden PM. Sparse experimental design: an effective and efficient way of discovering better genetic algorithm structures, Proceedings of the 2nd European Conference on Intelligent Management Systems in Operations 2001, University of Salford, Manchester, UK, July 3rd-4th.
- Stewardson DJ, Hicks C, **Pongcharoen P**, Braiden PM. A demonstration of the utility of fractional experimental design for finding optimal genetic algorithm parameter settings, Proceedings of 2nd European Conference on Intelligent Management Systems in Operations 2001, University of Salford, Manchester, UK, July 3rd-4th.
- Pongcharoen P**, Hicks C, Braiden PM, Metcalfe AV, Stewardson DJ. Using genetic algorithms for scheduling the production of capital goods, Proceedings of the 11th International Working Seminar on Production Economics 2000, February 21st-25th, Igls, Austria, p429-458.
- Pongcharoen P**, Stewardson DJ, Hicks C, Braiden PM. Applying designed experiments to optimise the performance of genetic algorithms used for scheduling complex products in the capital goods industry, Proceedings of International Conference on the Industrial Statistics in Action 2000, University of Newcastle upon Tyne, UK, September 8th-10th, p98-112.
- Pongcharoen P**, Hicks C, Braiden PM, Stewardson DJ. Scheduling complex products using genetic algorithms with alternative fitness functions, Proceedings of the International Conference on Complexity and Complex Systems in Industry 2000, University of Warwick, UK, September 19th-20th, p653-663, ISBN 0-902683-50-0.

ภาคผนวก