Dissertation Title	The Best-so-far Artificial Bee Colony Algorithm and Its Applications
Dissertation Credits	36
Candidate	Mr. Anan Banharnsakun
Dissertation Advisor	Assoc. Prof. Dr. Tiranee Achalakul
Dissertation Co-Advisor	Assoc. Prof. Dr. Booncharoen Sirinaovakul
Program	Doctor of Philosophy
Field of Study	Electrical and Computer Engineering
Department	Computer Engineering
Faculty	Engineering
B.E.	2554

Abstract

Metaheuristic is one of the approximate methods that are widely used to solve practical optimization problems. Although metaheuristic approaches do not guarantee that an optimal solution can be found, they are effective and often used to search very large spaces of candidate solutions. Artificial Bee Colony (ABC) is a metaheuristic technique in which a colony of artificial bees cooperates in finding good solutions in optimal search space. The algorithm is one of the Swarm Intelligence algorithms explored in recent literature. However, ABC can sometimes be a slow technique to converge. In order to improve its performance and make it easier to apply to the practical problems, the optimization framework and the modified version of ABC called Best-so-far ABC were proposed in this dissertation. The Best-so-far ABC algorithm modifies the mechanism used to calculate new candidate food sources in order to improve the search capability of the onlooker bees. In each iteration, the scout bees in the Best-so-far ABC adjust the radius of the search for new candidates, using a larger radius in earlier iterations and progressively reducing the radius as the process comes closer to converging. A more robust calculation to determine and compare the quality of alternative solutions is also employed. The objective value of function is directly used instead of fitness value for comparison and selection of the better solution. These modifications allow the algorithm to converge more quickly with a bias towards the Best-so-far solution. The performance of these proposed methods were empirically assessed on several standard data sets and application domains including Image Registration, Job Shop Scheduling, and Clustering. The results demonstrated that the

proposed method can produce higher quality solutions with faster convergence than either the original ABC or the current state-of-the-art ABC-based algorithm. Moreover, in order to improve the performance for solving complex large-scale optimization problems, the distributed version of Best-so-far ABC was also presented. The results indicate that distributed Best-so-far ABC is effective in both the perspectives of solution quality and processing time required.

Keywords: Best-so-far Artificial Bee Colony (Best-so-far ABC)/ Swarm Intelligence/ Metaheuristic/ Optimization/ Parallel Computing/ Image Registration/ Job Shop Scheduling/ Clustering

หัวข้อวิทยานิพนธ์	อัลกอริทึมฝูงผึ้งประดิษฐ์แบบ เบสท์-โซ-ฟาร์ และการประยุกต์
หน่วยกิต	36
ผู้เขียน	นายอนันต์ บรรหารสกุล
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ. ดร. ธีรณี อจลากุล
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รศ. ดร. บุญเจริญ ศิริเนาวกุล
หลักสูตร	ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ภาควิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
พ.ศ.	2554

บทคัดย่อ

เมตาฮิวริสติก (Metaheuristic) เป็นหนึ่งในหลายวิธีที่ได้รับความนิยมและใช้กันอย่างแพร่หลายในการแก้ปัญหาการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimization Problems) แม้ว่าวิธีนี้จะไม่ยืนยันว่าคำตอบที่ได้จะเป็นคำตอบที่เหมาะสมที่สุด แต่วิธีนี้ก็มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาการหาค่าที่เหมาะสมสำหรับปัญหาที่มีขอบเขตการค้นหาขนาดใหญ่ได้ อัลกอริทึมฝูงผึ้งประดิษฐ์ (Artificial Bee Colony : ABC) เป็นวิธีแบบ เมตาฮิวริสติก ที่เลียนแบบมาจากพฤติกรรมการหาอาหารของผึ้งในธรรมชาติมาประยุกต์เป็นอัลกอริทึมที่ใช้ในการแก้ปัญหาการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด อัลกอริทึมนี้เป็นแขนงหนึ่งในสาขาของ ปัญญาแบบกลุ่ม (Swarm Intelligence) ที่ได้รับความนิยมแพร่หลายในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา อย่างไรก็ตาม ในบางกรณีปัญหาการหาค่าที่เหมาะสมของอัลกอริทึมฝูงผึ้งประดิษฐ์ ให้ผลการลู่เข้าสู่คำตอบที่เหมาะสมค่อนข้างช้า ดังนั้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของอัลกอริทึมนี้ และเพื่อให้ง่ายต่อการประยุกต์ใช้อัลกอริทึมนี้กับปัญหาในรูปแบบต่างๆ งานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอ กรอบความคิด และการปรับปรุงให้ผลการลู่เข้าสู่คำตอบที่เหมาะสมที่สุดของอัลกอริทึมฝูงผึ้งประดิษฐ์เร็วขึ้น เรียกว่า ฝูงผึ้งประดิษฐ์แบบ เบสท์-โซ-ฟาร์ (Best-so-far ABC) ซึ่งเกิดจากการปรับปรุงคุณลักษณะที่สำคัญของวิธีการหาคำตอบของอัลกอริทึมได้แก่ การปรับปรุงสมการที่ใช้ในการคำนวณค่าคำตอบโดยฝูงผึ้งเฝ้าดู (Onlooker bee) ให้มุ่งไปในทิศทางคำตอบที่ดีที่สุดที่พบในแต่ละรอบของการค้นหา การปรับขอบเขตการค้นหาคำตอบของผึ้งสำรวจ (Scout bee) โดยอนุญาตให้ผึ้งสำรวจสามารถค้นหาคำตอบได้ในขอบเขตที่กว้างในระยะแรก และควบคุมขอบเขตการค้นหาให้แคบลงในระยะหลังของการค้นหาคำตอบ และการเปรียบเทียบคำตอบโดยอ้างอิงการใช้ค่าเป้าหมาย (Objective value) โดยตรงแทนที่การใช้ค่าฟิตเนส (Fitness value) การปรับปรุงคุณลักษณะเหล่านี้ทำให้อัลกอริทึม ฝูงผึ้งประดิษฐ์แบบ เบสท์-โซ-ฟาร์ สามารถหาคำตอบที่ดีที่สุดได้ในระยะเวลาอันรวดเร็ว ซึ่งอัลกอริทึมที่ปรับปรุงนี้ได้ถูกนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในเชิงปฏิบัติ เช่น การลงทะเบียนภาพ (Image Registration)

การจัดลำดับการทำงาน (Job Shop Scheduling) และการจัดกลุ่มข้อมูล (Clustering) ผลของงานวิจัยแสดงให้เห็นว่า การปรับปรุงด้วยวิธี เบสท์-โซ-ฟาร์ ทำให้อัลกอริทึมฝูงผึ้งประดิษฐ์ ให้ค่าของคำตอบ และ ความเร็วในค้นหาค่าที่เหมาะสมดีขึ้น นอกจากนี้เพื่อให้อัลกอริทึมนี้สามารถใช้แก้ปัญหาที่มีขนาดใหญ่มากในทางปฏิบัติได้ด้วย งานวิจัยนี้ยังได้ประยุกต์อัลกอริทึมนี้ให้สามารถประมวลผลแบบขนาน ผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นว่า การประมวลผลแบบขนานของอัลกอริทึมฝูงผึ้งประดิษฐ์แบบเบสท์-โซ-ฟาร์ ให้ผลที่เป็นที่น่าพอใจ ทั้งในแง่ คุณภาพของคำตอบ และ เวลาที่ใช้ในการคำนวณ

คำสำคัญ : อัลกอริทึมฝูงผึ้งประดิษฐ์แบบ เบสท์-โซ-ฟาร์/ ปัญญาแบบกลุ่ม/ เมตาฮิวริสติก / การหาค่าที่เหมาะสมที่สุด/ การประมวลผลแบบขนาน/ การลงทะเบียนภาพ/ การจัดลำดับการทำงาน/ การจัดกลุ่ม