

جامعة عين شمس
كلية الحاسبات والمعلومات
قسم علوم الحاسب



حل أمثل لمحطات الحاويات بالموانئ البحرية باستخدام التقنيات الذكية

رسالة مقدمة إلى

قسم علوم الحاسب - كلية الحاسبات والمعلومات - جامعة عين شمس
كجزء من متطلبات الحصول على درجة دكتوراة الفلسفة في الحاسبات والمعلومات
تخصص (علوم الحاسب)

مقدمة من

جمال عبد الناصر أحمد محمد سعيد

ماجستير علوم الحاسب - كلية الحاسبات وتكنولوجيا المعلومات - الأكاديمية العربية
للعلوم والتكنولوجيا والنقل البحري

تحت إشراف

الأستاذ الدكتور / السيد محمد السيد الهرييطي

أستاذ ورئيس قسم علوم الحاسب - كلية الحاسبات والمعلومات - جامعة عين شمس

دكتوراة / عيبر محمود محمود

أستاذ مساعد علوم الحاسب - كلية الحاسبات والمعلومات - جامعة عين شمس

القاهرة-2016

ملخص الرسالة

النقل البحري هو العمود الفقري للتجارة العالمية، وحوالى 80% من التجارة العالمية تُنقل عن طريق البحر ويتم تداولها بالموانئ البحرية وتُثقل غالبية البضائع بواسطة الحاويات. إن الموانئ البحرية تواجه نموا كبيرا فى معدل تداول الحاويات، ومحطة الحاويات هى منطقة مخصصة بالميناء لتفريغ وتحميل الحاويات من وإلى السفينة وكذلك تخزينها مؤقتا فى ساحات الحاويات لفترات زمنية متفاوتة، ويستخدم فى محطة الحاويات معدات مختلفة لنقل الحاويات من السفينة إلى ساحات التخزين؛ فعندما تصل السفينة إلى الميناء يخصص لها مجموعة من أوناش الرصيف لتفريغ الحاويات على الشاحنات التى تقوم بنقل الحاويات إلى ساحات التخزين حيث يتم تخصيص مجموعة من أوناش الساحات لتخزين الحاويات فى الأماكن المخصصة لها، ويجب ان يكون زمن رسو السفينة فى الميناء أقل ما يمكن وذلك يعنى أن تتم عملية تداول الحاويات فى فترة زمنية أقل مع استخدام أمثل للموارد.

إن محطات الحاويات فى الموانئ البحرية تواجه مجموعة مشاكل متداخلة من النوع NP-hard والتألفية الأمثلية، ونظرا لأن حل أى من هذه المشاكل قد يكون له تأثير على حل المشاكل الأخرى وأيضا نظرا لدرجة التعقيد العالية التى وصلت لها اللوجستيات فى محطات الحاويات ، فإن محطات الحاويات فى حاجة لحل أمثل لحل مشاكل تخصيص أوناش الرصيف وأوناش الساحة والشاحنات وأماكن تخزين الحاويات، إن العديد من الأبحاث قامت بدراسة حل كل مشكلة على حدى مما أدى إلى صعوبة الوصول لحل أمثل لمشاكل تداول الحاويات بمحطات الحاويات بالإضافة لذلك فإن الحلول المقترحة تواجه تحديات التعقيد الحسابى.

وهذا البحث يقدم نهج جديد لحل أمثل متكامل لمشكلات تخصيص أوناش الرصيف وأوناش الساحة والشاحنات وأماكن التخزين فى محطات الحاويات بالموانئ البحرية باستخدام تقنيات الأمثلية المعتمدة على الخوارزمية الجينية ونظم محاكاة الحدث المتقطع وكذلك صياغة نموذج رياضى جديد يدمج أنشطة التشغيل فى محطة الحاويات بهدف إتمام عملية تداول الحاويات فى فترة زمنية أقل مع استخدام أمثل للموارد، وقد تم تطبيق التجارب بواسطة النهج المقترح على بيانات تشغيل فعلية لمحطات الحاويات بالموانئ البحرية المصرية وأظهرت النتائج الحسابية فعالية النهج المقترح حيث انخفض زمن رسو السفن فى الميناء.

إشتملت الرسالة على ستة فصول بالإضافة الى الملخص ومجموعة من المراجع العلمية وجاء تقسيمها منهجيا على النحو التالي:-

الفصل الأول: تناول مقدمة عن محطات الحاويات بالموانئ البحرية وأهمية الدراسة وأسباب اختيار الموضوع وأهداف الدراسة والنهج المقترح لحل مشكلات محطات الحاويات بالموانئ البحرية باستخدام الخوارزمية الجينية.

الفصل الثانى: إهتم بمشكلات التألفية الأمثلية فى محطات الحاويات واستعراض الأساليب المتبعة والدراسات السابقة لحل مشكلات تخصيص أوناش الرصيف وأوناش الساحة والشاحنات وأماكن التخزين فى محطات الحاويات بالموانئ البحرية.

الفصل الثالث: إحتوى على دراسة عن الخوارزميات الاستدلالية والتطورية التى تستخدم لإيجاد حلول تحقق الأمثلية، وتناول دراسة للمقارنة بين تلك الخوارزميات لحل مشكلات التخصيص.

الفصل الرابع: قدم نموذج محاكاة باستخدام نظم محاكاة الحدث المتقطع لحل مشكلات محطات الحاويات وتطبيق نموذج المحاكاة المقترح على بيانات تشغيل فعلية بمحطات الحاويات فى الموانئ البحرية (الاسكندرية - الدخيلة).

الفصل الخامس: قدم النهج المقترح لحل أمثل متكامل لمشكلات تخصيص أوناش الرصيف وأوناش الساحة والشاحنات وأماكن التخزين فى محطات الحاويات بالموانئ البحرية باستخدام الخوارزمية الجينية وكذلك صياغة نموذج رياضى جديد بهدف إتمام عملية تداول الحاويات فى فترة زمنية أقل مع استخدام أمثل للموارد وتطبيق النهج المقترح على بيانات تشغيل فعلية بمحطات الحاويات فى الموانئ البحرية (بورسعيد -دمياط) و أظهرت النتائج فعالية تطبيق النهج المقترح لحل مشكلات محطات الحاويات.

الفصل السادس: إستعرض أهم الإستنتاجات التي توصلت إليها الدراسة والتي أظهرت فعالية تطبيق الأسلوب الجديد لحل مشكلات محطات الحاويات واحتوى هذا الفصل أيضا على مقترحات العمل المستقبلي لحل مشكلات التآلفية الأمثلية فى محطات الحاويات فى الموانئ البحرية.

وقد تم نشر سبعة أبحاث علمية مستخلصة من الرسالة فى مجلات ومؤتمرات علمية دولية فى مجال التخصص بالإضافة إلى نشر فصل من كتاب متخصص فى الحوسبة الطبيعية والأمثلية.



Ain Shams University
Faculty of Computer and Information Sciences
Computer Science Department

Optimizing Solution for Container Terminals at Seaports using Intelligent Techniques

**A thesis submitted to Computer Science Department,
Faculty of Computer and Information Sciences, Ain Shams University**

**In Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of
Philosophy in Computer and Information Sciences
(Computer Science)**

By

Gamal Abd El-Nasser Ahmed Mohamed Said

**Master in Computer Science, College of Computing and Information
Technology, Arab Academy for Science Technology and Maritime Transport**

Supervised By

Prof. El-Sayed M. El-Horbaty

**Professor and Head of Computer Science Department
Faculty of Computer and Information Sciences, Ain Shams University**

Dr. Abeer Mahmoud Mahmoud

**Assistant Professor of Computer Science
Faculty of Computer and Information Sciences, Ain Shams University**

Cairo – 2016

DECLARATION

I certify that all the material in this thesis that is not my own work has been identified and that no material is included for which a degree has previously been conferred on me.

The contents of this thesis reflect my own personal views, and are not necessarily endorsed by the University.

(Signature)

(Date)

ACKNOWLEDGEMENTS

First of all, I would like to thank God, Allah, for providing me with faith, guidance, strength and patience to complete this work.

I would like to thank my supervisor Professor El-Sayed M. El-Horbaty, I attribute the level of my Ph.D. degree to his moral support and continuous guidance, I would not have been able to do the research and achieve learning in the same manner without his support. His instructions have enabled me to assemble and finish the dissertation effectively. I can barely find a word fully and accurately express my acknowledgment to him.

I would like to express my sincere gratitude to Dr. Abeer M. Mahmoud for her help, technical advice, and encouragement throughout this research work.

Also, I would like to thank the management team and operators of container terminals at ports of (Alexandria - El-Dekheilla, Port-Said, and Damietta) for their cooperation.

Thanks for all of my professors, colleagues, and friends whose support has helped me to accomplish my goals and complete this thesis.

I owe my thanks for my wife and my children. Without their encouragement and understanding it would have been impossible for me to finish this work.

I wish to extend my warmest thanks for all those who have helped me in my work in the department of computer science.

PUBLICATIONS ARISING FROM THIS THESIS:

Conference Papers

1. Gamal Abd El-Nasser A. Said, and El-Sayed M. El-Horbaty,” An Intelligent Optimization Approach for Storage Space Allocation at Seaports: A case study”, *Proceedings of IEEE Seventh International Conference on Intelligent Computing and Information Systems (ICICIS’15)*, Vol.3, pp. 66-72, Dec.12-14, 2015, Cairo, Egypt.
2. Gamal Abd El-Nasser A. Said, and El-Sayed M. El-Horbaty, ”An Optimization Methodology for Container Handling Using Genetic Algorithm”, *Procedia Computer Science (Elsevier)*, Vol. 65, pp.662-67, 2015. (International Conference on Communication, Management and Information Technology (ICCMIT 2015), April.20-22, 2015, Prague, Czech Republic).
3. Gamal Abd El-Nasser A. Said, and El-Sayed M. El-Horbaty,”A Simulation Modeling Approach for Optimization of Storage Space Allocation in Container Terminal”, *International Journal of Computer, Information, Systems and Control Engineering*, Vol. 9, No. 1, pp. 168-173, 2015. (XIII International Conference on Computer and Information Systems (ICCIS- 2015), Jan. 19-20, 2015, London, UK.)

Journal papers

4. Gamal Abd El-Nasser A. Said, Abeer M. Mahmoud, and El-Sayed M. El-Horbaty, “An Integrated Approach for Optimization of Resource Utilization at Seaports”, *International Journal of Computer Science Issues(IJCSI)*, Vol.12, Issue 2, pp. 307-312, 2015.

5. Gamal Abd El-Nasser A. Said, Abeer M. Mahmoud, and El-Sayed M. El-Horbaty, "Simulation and Optimization of Container Terminal Operations: A Cases Study", *International Journal of Computer Science Engineering and Information Technology Research(IJCSEITR)*, Vol.4, Issue 4, pp. 85-94, 2014.
6. Gamal Abd El-Nasser A. Said, Abeer M. Mahmoud, and El-Sayed M. El-Horbaty, "Solving Container Terminals Problems using Computer-based Modeling", *International Journal of Computer Science and Engineering(IJCSE)*, Vol.3, Issue 3, pp. 91-100, 2014.
7. Gamal Abd El-Nasser A. Said, Abeer M. Mahmoud, and El-Sayed M. El-Horbaty,"A Comparative Study of Meta-heuristic Algorithms for Solving Quadratic Assignment Problem", *International Journal of Advanced Computer Science and Applications(IJACSA)*, Vol.5, No.1, pp. 1-6, 2014.

Book chapter

8. Gamal Abd El-Nasser A. Said, and El-Sayed M. El-Horbaty," Optimizing Solution for Storage Space Allocation Problem in Container Terminal using Genetic Algorithm", *Handbook of Research on Natural Computing for Optimization Problems*, IGI-Global, Release Date: May, 2016.

ABSTRACT

Maritime transport has a direct impact on international trade. Around 80% of global trade is carried by sea and is handled by ports worldwide. The majority of goods are transported in containers. Seaports are facing a considerable growth in container handling. A seaport container terminal is a place where container ships are loaded and unloaded, and where containers are temporarily stored at container yards for variable periods. When a ship arrives at the port, multiple quay cranes are assigned for loading and discharging containers from ships to trucks. Trucks transport containers between container yards and Quayside. Yard cranes are assigned to store containers at storage locations. The docking time of vessels at the port must be as small as possible. This means that container handling process has to be completed in a short time, with effective use of different resources. Container terminals are facing a set of related optimization problems; Quay Crane Assignment Problem (QCAP), Yard Crane Assignment Problem (YCAP), Truck Assignment Problem, and Storage Space Allocation Problem (SSAP).

In container terminals, there are many interrelated NP-hard combinatorial optimization problems and the solution of one of these problems may affect the solution of other related problems. The logistics in container terminals has already reached a high degree of complexity; therefore, the need of optimization in container terminal operation has become more important in recent years. Extensive research has been carried out on these problems separately. As such, they are unable to ensure optimal solution for container handling in container terminal. In

addition, solving container terminal problems are facing computational complexity challenges. Thus, an optimized integrated solution for container terminal problems is considered in this research.

This research presents a new approach to optimize an integrated solution for container terminal problems; quay crane assignment problem, yard crane assignment problem, truck assignment problem, and storage space allocation problem using optimization techniques based on genetic algorithm and discrete event simulation methodology. A new mathematical model that integrates the activities of a container terminal to minimize the total container handling time in container terminal with effective use of container terminal resources is proposed in this research.

Computational experiments are applied by the proposed approach on a real case study data of container terminal at different Egyptian ports. The computational results show the effectiveness of the proposed approach where the docking time of container ships at the port is reduced.