



VIII. Ulaştırma ve Lojistik Ulusal Kongresi

13-14 Aralık 2024 | Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi

<https://www.ulk.ist/>



Farklı Olasılık Değerlerine Sahip Kutularla Kompakt Depolama ve Geri Alma Sistemi Tasarımı

Özet

Mahmut Tutam

Dr. Öğr. Üyesi,
Erzurum Teknik Üniversitesi
mahmut.tutam@erzurum.edu.tr

Jingming Liu

Dr. Öğr. Üyesi,
Hebei Teknoloji Üniversitesi
liujingming1215@gmail.com

John A. White

Prof. Dr.,
Arkansas Üniversitesi
jwhite@uark.edu

Son yıllarda, teknolojik gelişmeler bireylerin alışveriş alışkanlıklarında ciddi değişimlere sebep olmuş ve bu değişim lojistik sistemlerdeki müşteri profiline etki etmiştir. Böylece, paletlenmiş ürünlerin kurumsal müşterilere gönderilmesi ve bireysel müşterilere ulaştırılması yerine artık kişiselleştirilmiş ürünlerin doğrudan bireysel müşterilere ulaştırılması tercih edilmektedir. Dahası, kurumsal bir müşteriye onlarca ürün gönderilmesi yerine onlarca bireysel müşteriye sadece bir ürün gönderilmektedir. Bu durum, müşterilerin ürünleri en kısa sürede teslim alma istekleri ile birleşince her gün binlerce ürünün müşterilere ulaştırılması gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Bu gerekliliğin farkında olan firmalar lojistik sistemlerini yeniden revize ederek müşteri memnuniyetlerini ve böylece pazar paylarını artırma gayretindedirler. Özellikle, lojistik sistemlerde en az katma değer içeren depolama operasyonlarını minimize etmeye çalışan firmalar, depolarında daha fazla robotik sistem kullanmaya yönelmişlerdir. Son birkaç yıl içerisinde yüzlerce depoda kullanılmaya başlayan Robotik Kompakt Depolama ve Geri Alma (RKD/G) sistemleri hem yüzey alan kullanımını hem de sipariş toplama operasyonlarındaki verimliliği artırmaktadır. RKD/G sistemlerinde üst üste konulan kutuları destekleyen ızgara yapısı üzerinde hareket eden robotlar 7 gün 24 saat çalışabilmekte ve yoğunluğa bağlı olarak sayıları kolayca artırılıp azaltılabilmektedir. RKD/G sistemlerinde kutuların üst üste konulması sebebiyle yüzey alanında ciddi kazançlar sağlanabilmektedir. Ne var ki, çok fazla üst üste kutu konulması altlarda kalan kutulara robotların ulaşma süresini ve nihayetinde ortalama çevrim süresini ciddi bir şekilde artırmaktadır. Bu çalışma kapsamında, farklı olasılık değerlerine sahip kutulardan oluşan bir RKD/G sisteminin optimum tasarımını bulmak amacıyla bir robot için çevrim süresini veren kapalı-formdaki matematiksel formüller türetilmiştir. Belirlenen gerçek parametre değerleri ile yapılan hesaplamalarla, RKD/G sistemi için optimal değerler belirlenmiştir. Ayrıca, gerçek sistemde uygulanan 16 kutunun üst üste konulması durumunun verimliliği ciddi bir şekilde düşürdüğü gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler:

Lojistik, depolama ve geri alma, robotik, kompakt sistem



Designing a Compact Storage and Retrieval System Using Boxes with Different Probability Values

Abstract

In recent years, technological developments have caused significant changes in individuals' shopping habits, which have impacted the customer profile within logistics systems. Consequently, delivering personalized products directly to individual customers is now preferred over the traditional approach of sending palletized products to corporate customers and subsequently delivering them to individual customers. Moreover, a single product is now shipped to dozens of individual customers instead of sending dozens of products to a corporate customer. This situation, combined with customers' desire for rapid product delivery, has necessitated the daily delivery of thousands of products to customers. Recognizing this necessity, companies have been revising their logistics systems to enhance customer satisfaction and, consequently, increase their market share. In particular, companies are focusing on minimizing warehousing operations that offer minimal added value within logistics systems and are increasingly adopting robotic systems in their warehouses. Robotic Compact Storage and Retrieval (RCS/R) systems, which have been implemented in hundreds of warehouses over the past few years, improve space utilization and efficiency in order-picking operations. Robots operating on a grid structure that supports stacked boxes can function 24 hours a day, 7 days a week, and their numbers can be easily adjusted based on the picking density. In RCS/R systems, significant space utilization is achieved by stacking boxes. However, stacking too many boxes increases the time required for robots to access those located on lower levels, thereby prolonging the average cycle time. This study derives closed-form mathematical formulas to calculate a robot's cycle time, aiming to determine the optimal design of an RCS/R system consisting of boxes with varying probability values. Calculations using real-world parameter values identify optimal design parameters for the RCS/R system. Furthermore, it is observed that stacking 16 boxes, as implemented in practice, significantly reduces order-picking efficiency.

Keywords:

Logistics, storage and retrieval, robotic, compact system

