

<b>Üniversite</b>	:	<b>T.C. İstanbul Kültür Üniversitesi</b>
<b>Enstitüsü</b>	:	<b>Lisansüstü Eğitim Enstitüsü</b>
<b>Anabilim Dalı</b>	:	<b>Bilgisayar Mühendisliği</b>
<b>Program</b>	:	<b>Bilgisayar Mühendisliği</b>
<b>Tez Danışmanı</b>	:	<b>Prof. Dr. Özgür Koray ŞAHİNGÖZ</b>
<b>Tez Türü ve Tarihi</b>	:	<b>Yüksek Lisans – Ocak 2023</b>

## **ÖZET**

### **DİNAMİK ORTAMLARDA OTONOM HAREKETLİ BİR ROBOT İÇİN EVRİMSEL ALGORİTMALAR KULLANARAK ÇOK AMAÇLI YÜZEY TAKİBİ**

Mobil robotlar, günümüz modern yaşamında insan yaşamının neredeyse tüm yönlerini etkileyen çok önemli bir role sahiptir; askeri ve tarımdan eğitime, sağlığa, sosyal hizmetlere ve turizme. Mobil robot, bir insansız hava aracı (İHA), insansız bir denizaltı, restoranda çalışan bir garson robot veya dağıtım sisteminin bir temsilcisi olabilir. Mobil robotlardan bahsederken ilk akla gelen, farklı arazilerde otonom olarak hareket etmelerini sağlayan navigasyon sistemi ve onlar için yörünge planlamasıdır. Mobil robotların otonom bir şekilde çalışmasına izin vermek, ortamdaki engellere çarpmaktan kaçınmanın yanı sıra, tıpkı bir insan operatörün yapacağı gibi en kısa ve en sorunsuz olan ve en düşük maliyetli olan optimum rotayı bulmak için üzerlerine yapay bir sistemin yerleştirilmesini gerektirir. . Buna olası çözümler arasından en iyi yörüngeyi seçmek için mobil robotun davranışlarını iyileştirmek için hareketlerinin izlenmesi ve gözetlenmesi denir.

Mobil robotik alanındaki en önemli araştırma alanlarından biri, her tür hareketli insansız robotik sistem için yörüngeleri izlemek ve yönlendirmek için en iyi yöntemlerin geliştirilmesidir. Çevresel engeller ve engellerle karşılaşmadan bir rota bulmak için yörünge takibi yapılır. Yol planlaması için pek çok çalışma yapılmış olmasına rağmen, bunların çoğu gerçek dünyadaki duruma daha az benzeyen statik ortamlarda yapılmıştır. Gerçek hayat senaryosunda, yönlendirme ortamında birden fazla engelimiz olabilir ve engellerin şekil ve boyutları birbirinden farklı olabilir. Ayrıca, farklı hız ve özelliklerde farklı yönlerde hareket eden hareketli bazı engeller olabilir. Bu, insansız robotik sistemler için yörünge takibini zorlaştırır.

Yol planlama problemlerinin çözüm alanı çok geniş olduğu için NP-Zor problemler olarak sınıflandırılır. Problemi çözmek için buluşsal bir yaklaşıma sahip olan evrimsel algoritmalar, şimdiye kadar NP-zor problemlerin çözümünde çok önemli bir yol kaydetmiştir ve hala daha iyi çözümler elde edebilmek için bunların geliştirilmesine büyük bir ilgi vardır.

Problemi çözmek için kesikli bir yaklaşım mı yoksa sürekli bir yaklaşım mı benimsememize neden olan yol planlama problemi tanımına bağlı olarak, en uygun çözümleri bulmak için evrimsel algoritmalarından uygun olanı seçebiliriz.

Bu tezde, sabit ve hareketli engellerin bulunduğu dinamik ve bilinmeyen uzaylarda hareket eden robotların rotalama probleminin çözümü için iki farklı bakış açısının incelenmesi ve karşılaştırılması önerilmiştir. Amacımız, başlangıç noktasından hedef noktaya en uygun yolun elde edildiği ve bu yol boyunca robot tarafından statik ve dinamik engellerle çarpışmadan kaçınan bir algoritma tasarlamak ve uygulamaktır. İlk olarak karınca kolonisi optimizasyon algoritması ile yönlendirme problemi çözülmekte daha sonra bulanık mantık yöntemi ile aynı ortamda yönlendirme işlemi yapılmaktadır. Yapılan araştırmalar, bulanık yöntemin daha uygun etkinliğini göstermektedir; zaman alıcı süreçlerde uygulamadaki basitlik açısından ve dinamik ve statik ortamlarda hareket yolunun zaman ve uzunluğunun araştırılmasının sonuçları, bu yöntemin, özellikle dinamik bir ortamda, diğer evrimsel algoritmalara kıyasla gücünü göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Çok Amaçlı Yol Planlama, Otonom Mobil Robot, Karınca Kolonisi Optimizasyonu, Bulanık Mantık, Evrimsel Algoritmalar.

**University** : İstanbul Kültür University  
**Institute** : Institute of Graduate Studies  
**Department** : Computer Engineering  
**Program** : Computer Engineering  
**Thesis Advisor** : Prof. DR. Özgür Koray ŞAHİNGÖZ  
**Degree Awarded and Date** : MS – January 2023

## **ABSTRACT**

### **MULTI – OBJECTIVE TRAJECTORY TRACKING FOR AN AUTONOMOUS MOBILE ROBOT IN DYNAMIC ENVIRONMENTS USING EVOLUTIONARY ALGORITHMS**

Mobile robots have got very significant role in today's modern life affecting nearly all aspects of human beings' lives; from military and agriculture to education, healthcare, social services, and tourism. Mobile robot can be an unmanned aerial vehicle (UAV), an unmanned submarine, or a waiter robot working at the restaurant, or an agent of delivery system. While talking about mobile robots, the first think sparks to think about is the navigation system and trajectory planning for them so that enables them to move in different terrains autonomously. Letting mobile robots run in an autonomous way needs an artificial system to be embedded on them to find the optimal route which is the shortest and the smoothest one with the lowest cost, exactly as a human operator would act, besides avoiding colliding the obstacles in the environment. This is called monitoring and surveillance of mobile robot's motions to improve their behavior in order to choose the best trajectories among the possible solutions.

One of the most crucial areas of research in the field of mobile robotics is the development of the best methods for monitoring and routing trajectories for all types of moving unmanned robotic systems. Trajectory tracking is done in order to find a route without encountering environmental obstacles and hurdles. Although, lots of studies have been done for path planning, but most of them were done in static environments which is less like the real-world situation. In a real-life scenario, we may have multiple obstacles in the routing environment and the shapes and sizes of the obstacles may vary from each other. Furthermore, there may be some moving obstacle moving in different directions with different speed and characteristics. This makes the trajectory tracking more difficult for unmanned robotic systems.

As the solution space for path planning problems is very wide, it is categorized as NP-Hard problems. The evolutionary algorithms having a heuristic approach to solve the problem

have recorded a very significant trail in solving NP-hard problems till now and still there is a great appeal on improving them to be able to get better solutions.

Depending on the path planning problem definition which induces us whether to take a discrete approach or a continuous approach to solve the problem, we can choose the appropriate one among the evolutionary algorithms to find the most appropriate solutions.

In this Thesis, the investigation and comparison of two different points of view for solving the routing problem of moving robots in dynamic and unknown spaces with the presence of fixed and moving obstacles have been proposed. Our goal is to design and implement an algorithm according to which an optimal path is obtained from the starting point to the target point and also avoids any collision with static and dynamic obstacles during this path by the robot. First, the routing problem is solved with the ant colony optimization algorithm, and then routing is done in the same environment with the fuzzy logic method. The conducted investigations show the more appropriate efficiency of the fuzzy method in terms of simplicity in implementation in time-consuming processes and the results of the investigation of the time and length of the movement path in dynamic and static environments indicate the strength of this method compared to other evolutionary algorithms, especially in a dynamic environment.

Keywords— Multi-Objective Path planning, Autonomous Mobile Robot, Ant Colony Optimization, Fuzzy Logic, Evolutionary Algorithms.