



DJI Tello ile ROS Tabanlı Haritalandırma Simülasyonu

Ahmet Furkan Büyükkök^{1*}, Abdullah Yusefi¹, Mert Dağadası¹, Yasin Türkmenoğlu¹ Akif Durdu¹

¹ Konya Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Konya, Türkiye (ORCID: 0000-0003-1058-3820)

¹ Konya Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Konya, Türkiye (ORCID: 0000-0001-7557-8526)

¹ Konya Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Konya, Türkiye (ORCID: 0000-0002-7076-065X)

¹ Konya Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Konya, Türkiye (ORCID: 0000-0003-1427-3416)

¹ Konya Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Konya, Türkiye (ORCID: 0000-0002-5611-2322)

(1st International Conference on Computer, Electrical and Electronic Sciences ICCEES 2020 – 8-10 Ekim 2020)

(DOI: 10.31590/ejosat.820154)

ATIF/REFERENCE: Büyükkök, A. F., Yusefi, A., Dağadası, M., Türkmenoğlu, Y. & Durdu, A. (2020). DJI Tello ile ROS Tabanlı Haritalandıma Simülasyonu. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (Özel Sayı), 504-508.

Öz

İnsansız sistemlerin önemi her geçen gün artmaktadır. Kendi kendine karar verebilme yeteneğine sahip bu sistemler başta askeri olmak üzere birçok alanda kullanılmaktadır. İnsan faktörünü en aza indirme, zaman ve maliyet tasarrufu gibi sebeplerle tasarlanan insansız sistemler, yeni problemlerin ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Otonom hareket kabiliyetine sahip robotlar için bu sorunlar; konumlandırma ve robot davranışlarının nasıl kontrol edileceğidir. Bu çalışmada, kapalı bir alanda İnsansız Hava Aracı (İHA), DJI Tello'nun konumlandırılması üzerine çalışılmıştır. GPS'e ihtiyaç duymadan hareket edebilen bu araç Görüş Konumlandırma Sistemi ile bulunduğu konumu korumakta ve aynı zamanda verilen komutları yerine getirmektedir. Yapılan çalışmada, haritalandırma ve konumlandırma için yaygın olarak kullanılan SLAM tekniklerinden Hector SLAM kullanılmış ve elde edilen sonuçlar analiz edilmiştir. Gerçek ortam koşullarına yakın olması ve hazırlanan uçuş algoritmalarını güvenle, çevreye zarar vermeden test edebilme imkanı sağlaması nedeniyle çalışma, Gazebo simülasyon ortamında gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: DJI Tello, ROS, SLAM, Gazebo, Rviz

ROS Based Mapping Simulation with DJI Tello

Abstract

The significance of unmanned systems is increasing day by day. These systems, which have the capacity to decide on their own, are used in many fields, especially military ones. Unmanned systems designed for reasons such as minimizing human factors, saving time and cost have created new challenges. In the case of robots with autonomous mobility, these problems are localization and how to control robot behavior. In this study, the localization of DJI Tello, an Unmanned Aerial Vehicle (UAV) in an indoor area, was studied. This vehicle, which can navigate without the need for GPS, maintains its position with the visual odometry and also performs the commands provided. Hector SLAM, one of the SLAM techniques commonly used for mapping and localization, was used in this study and the results were analyzed. The study was conducted in the Gazebo simulation environment as it is close to the real environmental conditions and provides an opportunity to test flight algorithms safely and without damaging the environment.

Keywords: DJI Tello, ROS, SLAM, Gazebo, Rviz

* Sorumlu Yazar: Konya Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü, Konya, Türkiye, ORCID: 0000-0003-1058-3820, cem_ahmet_furkan@outlook.com

1. Giriş

Otonom sistemler kategorisine giren İnsansız Hava Araçlarının (İHA) önemi her geçen gün artmaktadır. Arama-kurtarma, keşif, gözetleme, güvenlik, yangın söndürme, taşımacılık gibi alanlarda kullanılmakta ve her geçen gün bu alanların sayısı hızla artış göstermektedir. İHA'lar genel olarak kapalı ve açık alanlarda kullanılmak üzere geliştirilmektedir. Bu araçlar gerçek dünyadaki farklı ortamlarda, değişken ortam şartlarında birçok zorlu görevi yerine getirmelidir (Takaya vd., 2016). İHA'ların otonom olarak kontrol edilmesi ve belirlenen görevleri yerine getirebilmesi için genelde GPS'den yararlanılabilmektedir. Ancak yüksek yapıların olduğu yerlerde ve kapalı alanlarda GPS çekmemektedir. Bu nedenle GPS her ortamda kullanılamamaktadır. Bu durum mobil araçların otonom hareketini sağlamak için yeni çözümlerin bulunmasını gerektirmiştir.

Hareketli araçların konumunu bulmak için eşzamanlı konumlandırma ve haritalama (SLAM – Simultaneous Localization and Mapping) önerilmiştir. Hava, kara ve deniz platformları için çok çeşitli SLAM algoritmaları mevcuttur. SLAM, kullanım alanlarının çeşitli olması ve GPS'e göre çok daha hassas ölçümler yapabilmesi nedeniyle tercih edilen yöntemlerden birisidir. ROS yazılımında yaygın olarak kullanılan iki SLAM paketi mevcuttur. Bunlar; GMapping ve Hector SLAM'dir. Habibie ve diğerleri belirtilen yöntemleri, uygun meyvelerin ve yabancı otların gözlemlenmesi için arazide otonom hareket eden, SLAM yapabilen 2D LIDAR ve kamera ile donatılmış Husky Robot'u kullanmışlar, ROS ve Gazebo ortamında test edip üç boyutlu harita sonuçlarını karşılaştırmışlardır (Habibie vd., 2017). Bu çalışmada GMapping yöntemi Hector SLAM'e göre daha iyi sonuç vermiştir. Başka bir çalışmada ise Ertuğrul ve diğerleri iç mekanlarda akıllı şehirlerin güvenliğini sağlamak amacıyla navigasyon ve SLAM özelliklerine sahip LIDAR ile donatılmış İHA, ROS ve Unity3D simülasyon ortamı kullanılarak test etmişlerdir. GMapping temeline dayanan sınır tabanlı keşif yaklaşımı uygulanmıştır. Simülasyon ortamında ve sonrasında gerçek dünyada verimli sonuçlar elde edilmiştir (Ertuğrul vd, 2018).

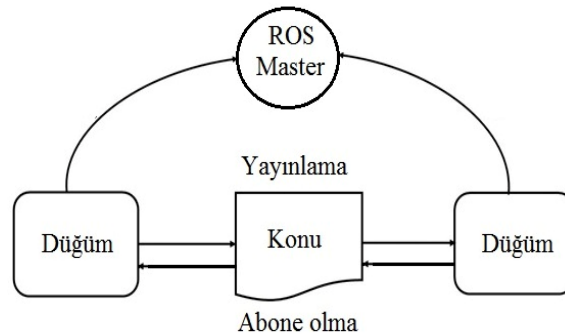
Yapılan çalışmaların simülasyon ortamında test edilmesi birçok sorunun önceden tespit edilip düzeltilmesine olanak sağlamaktadır. Görevleri gerçek dünya ortamında test etme, zaman ve maliyet açısından çeşitli dezavantajları beraberinde getirmektedir (Habibie vd., 2017). Ayrıca test aşamasında meydana gelebilecek kazalar güvenlik problemleri meydana getirmektedir. İHA simülasyon ortamında test edildiğinde tüm bu eksikler giderilerek daha verimli bir sistem elde edilmektedir.

Bu çalışmada kapalı alanda çalışan, GPS ile kontrol edilemeyen hava araçlarının otonom olarak hareketinin sağlanması için Hector SLAM kullanımı önerilmiştir. Bu yöntem ile ortamın haritası çıkarıldıktan sonra robotun çıkarılan harita içerisinde konumlandırılması yapılmıştır. Bu sistem ile aracın otonom olarak görev yapması sağlanmıştır. DJI Tello'nun kapalı alanlarda çalışmasının test edilmesi için güvenli ve maliyetsiz olan Gazebo ve Rviz simülasyon ortamları kullanılmıştır. Bu sayede zaman, hız ve güvenlik konularında avantaj elde edilmiştir (Yagfarov., 2018).

2. Materyal ve Metot

2.1. ROS

ROS, robotik işletim sistemi olarak adlandırılmaktadır. Açılımlında işletim sistemi ifadesi geçmesine rağmen ROS, robot ve robot bileşenlerinin kontrol edilmesini sağlayan açık kaynak kodlu bir yazılımdır. Java, Lisp, C++, Python gibi programlama dillerini desteklemektedir. Aynı robot üzerinde farklı dillerin kullanımını mümkündür. ROS beraberinde birçok kütüphane ile gelmektedir. Modüler bir yapıya sahip olması sebebiyle tak çalıştır özelliği mevcuttur. ROS, Gazebo ve Rviz gibi simülasyon ortamlarını desteklemektedir. ROS'un birçok dağıtımı bulunmaktadır. Bu çalışmada ROS Kinetic Kame dağıtımı kullanılmıştır.



Şekil 1 ROS'un Temel Çalışma Yapısı

Şekil 1'de görüldüğü gibi ROS abone olma ve yayın yapma mantığı ile çalışmaktadır. Düğümlerde kamera görüntüsü, LIDAR, hareket ve konum bilgisi gibi konular bulunmaktadır. Bir düğümden birden fazla konu bulunabilmektedir. Düğümlerin birbirleri ile iletişime geçebilmeleri için ROS çekirdeğine ihtiyaç duyulmaktadır. ROS çekirdeği olmadan düğümler birbirlerini bulamamaktadır.

2.2. Gazebo ve Rviz

Hem kapalı hem açık mekanlar için geliştirilmiş açık kaynak kodlu, ücretsiz bir robot deney ortamıdır. Çok sayıdaki robotu üç boyutlu ortamda simüle edebilme özelliğine sahiptir. Atlas robot, Kobuki robot, Turtlebot3 ve UAV gibi birçok robotu desteklemekte ve hazır paketleri bulunmaktadır. Şekil 2’de, Gazebo bulunan hazır bir ortam gösterilmektedir. Gazebo SDF ve URDF formatlarını desteklemektedir. URDF, robot yapısını tanımlamak için oluşturulmuş bir formattır. SDF ise simülasyon ortamını oluşturmak için kullanılmaktadır. Gazebo, kendi robotumuzu ve ortamımızı oluşturmamıza imkan vermektedir. Aynı zamanda birçok sensör eklenebilmekte ve gürültü eklenmiş sensörler kullanılabilir. Bu oluşturulan ortam, tasarlanan robotların ve yazılımların pratik ve düşük maliyetle test edilmesini sağlar.



Şekil 2 Gazebo Simülasyon Ortamı

Rviz, ROS görselleştirme'nin kısaltmasıdır. Robotlar, sensörler ve algoritmalar için bir 3D görselleştirme yazılımıdır. Kamera, lazer, resim ve nokta bulutları dahil 3D ve 2D cihazlardan veri görüntüleyebilir. Gazebo ve Rviz simülasyon araçlarıdır ancak aralarında farklar bulunmaktadır. Gerçekte ne var ise Gazebo onu göstermektedir. Rviz de ise robotun ortamı nasıl yorumladığı görselleştirilir (Quigley vd., 2015).

2.3. SLAM

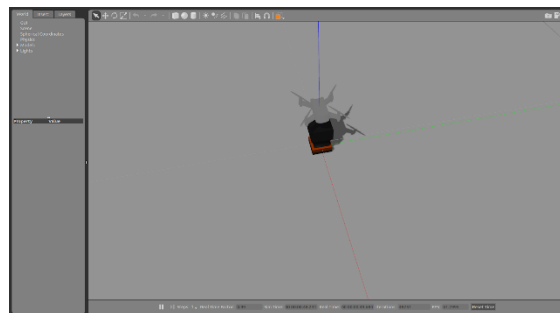
SLAM (Simultaneous Localization and Mapping), robotların otonom olarak hareket etmeleri ve belirlenen görevleri yapabilmeleri için buldukları ortamı bilmeleri ve kendilerini bu ortam içerisinde konumlandırabilmeleri için kullanılan bir yöntemdir. Konumlandırma ve Haritalandırma sorunu yumurta ve tavuk problemine benzetilmektedir çünkü robotu konumlandırmak için harita, haritayı oluşturmak için ise pozisyon tahminine ihtiyaç duyulmaktadır. Hava, kara, deniz, açık ve kapalı alan platformlarında çok çeşitli konumlandırma ve haritalandırma yöntemleri mevcuttur. SLAM algoritmalarından bazıları; Gmapping, Hector SLAM ve Cartographer'dır. Belirtilen algoritmalar LIDAR verilerinden yararlanarak çalışmaktadır. Bu çalışmada DJI Tello'nun Hector SLAM algoritması kullanılarak kapalı alanda ortamın haritasını çıkarması ve kendi konumunu belirlemesi amaçlanmıştır.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Gerçek zamanlı haritalama testlerinde yaşanan en büyük sorun oluşturulan uçuş kodu ve SLAM algoritmasına bağlı olarak kaza ve kırımların yaşanmasıdır. Yaşanan kazaların, çevreye ve insanlara vereceği etkinin en aza indirilmesi için oluşturulan kodların simülasyon ortamında test edilmesi büyük önem taşımaktadır.

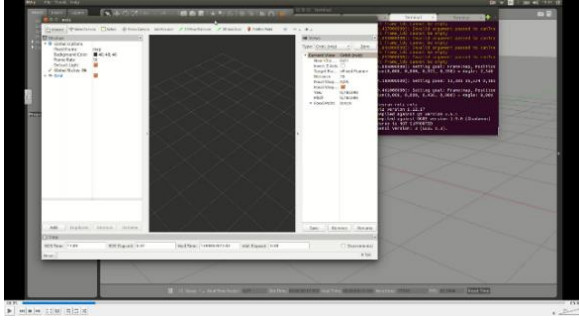
Çalışmada DJI Tello ile ROS kullanılarak, oluşturulan uçuş kodu ve Hector SLAM algoritması simülasyon ortamında test edilmiştir. Simülasyon ortamı olarak sıklıkla kullanılan ve diğer simülasyon ortamlarına göre gerçeğe daha yakın koşullar sağlayan Gazebo uygulaması tercih edilmiştir.

İlk olarak Gazebo’da testin gerçekleşeceği ortamın benzeri oluşturulmuştur. DJI Tello'nun altına Hokuyo LIDAR yerleştirilmiş ve insansız hava aracı, hazırlanan Gazebo ortamında launch dosyası çalıştırılarak haritalandırmanın başlayacağı noktaya şekil 3’te verildiği gibi konumlandırılması yapılmıştır.

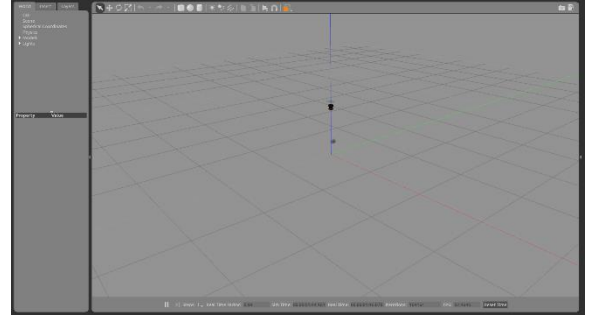


Şekil 3 DJI Tello'nun Gazebo Ortamına Konumlandırılması

Gazebo ortamının oluşturulması ve konumlandırma tamamlandıktan sonra, görselleştirme yapılabilmesi için Rviz uygulaması başlatılmış ve insansız hava aracı z ekseninde hareket ettirilmiştir.



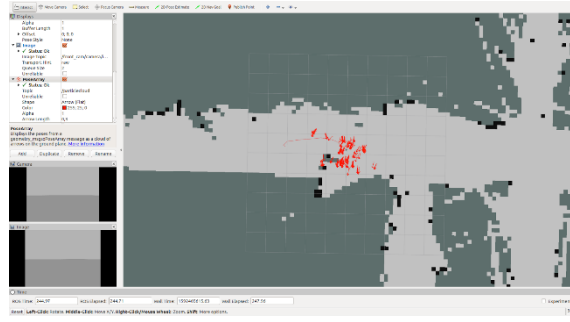
(a)



(b)

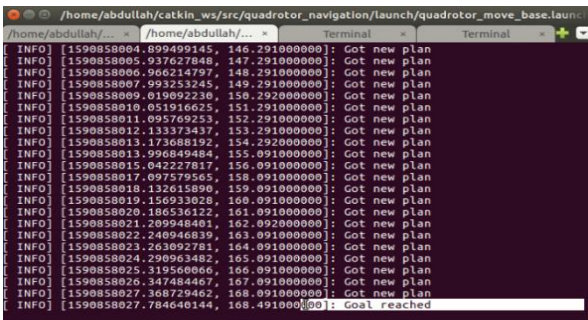
Şekil 4 (a) Rviz Uygulamasının Başlatılması, (b) İnsansız Hava Aracının z Eksenı Boyunca Hareket Ettirilmesi

Haritalandırma için gerekli olan Pose Array, Path ve Laser Scan araçları Rviz üzerinden eklenmiştir.

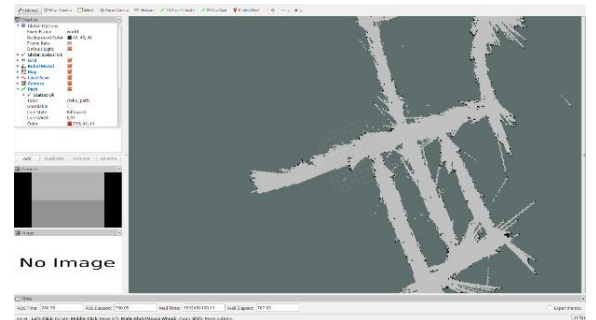


Şekil 5 Pose Array Görünümü.

İnsansız hava aracı, tüm alanı haritalandırmak için Rviz üzerinden 2D navigasyon yönlendirme (2D Nav Goal) komutu ile yönlendirilmiştir. Bu bölümde yönlendirme yapılırken, Pose Array verileri ve Laser Scan ile anlık olarak oluşan harita dikkate alınmıştır.



(a)



(b)

Şekil 6 (a) 2D Navigasyon Yönlendirme, (b) Hector Slam ile Oluşan Harita

Hector Slam algoritması ile oluşturulan harita şekil 6 (b)'de verilmiştir.

4. Sonuç

Bu çalışmada kapalı alanda kullanılması istenen insansız hava araçlarının, bulunduğu ortamın haritasını çıkarması ve haritasını oluşturduğu alanda konumlandırma yapması hedeflenmiştir. Bu hedef doğrultusunda ROS kullanılarak Gazebo, Rviz desteği ile Hector SLAM algoritması çalıştırılmıştır. SLAM algoritması çalışırken Rviz üzerinden haritalama adımları takip edilmiş ve elde edilen verilerin doğruluğu izlenmiştir. Algoritma tamamlandığında şekil 6 (b)'de verilen harita oluşmuştur. Oluşan harita incelendiğinde yol ve engellerin net bir şekilde tespit edildiği görülmüştür. Ancak köşe veya keskin sınırların belirlenmesinde istenilen sonuca ulaşamamıştır.

Ayrıca, gerçek dünyada DJI Tello'nun HOKUYO LIDAR ile kullanılamayacağı anlaşılmıştır. Bu nedenle, HOKUYO LIDAR ve DJI Tello ile Hector SLAM'in test edildiği bu çalışmada Görsel SLAM (Visual SLAM) tekniklerinin kullanımı daha verimli olacaktır. Eğer haritalandırma için LIDAR kullanılmak isteniyorsa daha büyük ve itki kuvveti yüksek olan hava araçları kullanılmalıdır.

Kaynakça

- K. Takaya*, T. Asai†, V. Kroumov‡, F. Smarandache§, “Simulation Environment for Mobile Robots Testing Using ROS and Gazebo”, 2016 20th International Conference on System Theory, Control and Computing (ICSTCC), IEEE Sinaia, Romania, 13-15 Oct. 2016.
- N. Habibie, A. Murda Nugraha, A. Zaki Anshori, M. Anwar Ma'sum, W. Jatmiko, “Fruit Mapping Mobile Robot on Simulated Agricultural Area in Gazebo Simulator Using Simultaneous Localization And Mapping (SLAM)”, 2017 International Symposium on Micro-NanoMechatronics and Human Science (MHS), IEEE, Nagoya, Japan, 3-6 Dec. 2017.
- E. Ertugrul, U. Kocaman and O. Koray Sahingoz, “Autonomous Aerial Navigation and Mapping for Security of Smart Buildings”, 2018 6th International Istanbul Smart Grids and Cities Congress and Fair (ICSG), IEEE, Istanbul, Turkey, 25-26 April 2018.
- R. Yagfarov, M. Ivanou, I. Afanasyev, “Map Comparison of Lidarbased 2D SLAM Algorithms Using Precise Ground Truth”, 2018 15th International Conference on Control, Automation, Robotics and Vision (ICARCV), IEEE, Singapore, Singapore, 18-21 Nov. 2018.
- M. Quigley, B. Gerkey, W. D. Smart, (2015), Programming Robots with ROS, M. Blanchette, & D. Schanafelt (Eds.), First Edition, United States of America, pp. 126.