

ROS Uyumlu Robot Platformu Gerçeklenmesi

ROS Compatible Robot Platform Implementation

Furkan Çakmak, Erkan Uslu, Muhammet Balcılar, Sırma Yavuz, M. Fatih Amasyalı
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
Yıldız Teknik Üniversitesi
İstanbul, Türkiye

Email: furkan,erkan,muhammet,sirma,mfatih@ce.yildiz.edu.tr

Özetçe —Robotik alanındaki araştırmaların artmasıyla birlikte, robot yazılımlarının robot platformundan bağımsız olarak gerçekleştirilebileceği esnek bir çatı yazılıma ihtiyaç duyulmuştur. Bu ihtiyacı karşılamak için öncülüğünü Willow Garage ekibinin yaptığı bir çalışma 2007 yılında başlatılmıştır ve ROS (The Robot Operating System) adını almıştır [1]. Yapılan bu çalışmada ise arama kurtarma amaçlı, ROS platformu uyumlu, dört tekerlekli, diferansiyel sürürlü bir mobil robot geliştirilmiş ve geliştirilen robot üzerinde ROS'un çeşitli kütüphaneleri test edilmiştir.

Anahtar Kelimeler—ROS uyumlu robot, AMCL, gMapping, Navigation Stack, Laser Scan Matcher, Robot Pose EKF

I. GİRİŞ

ROS platformu bir çok robot yazılımını barındırmakta ve açık kaynak olarak kullanıcıların hizmetine sunmaktadır. Robotun kontrolünü, duyargalarla iletişimi, haritalama ve navigasyon gibi çeşitli genel amaçlı yöntemleri barındırmakla beraber, bazı standart robot platformlarına (örn: PR2) özel yazılımları da içermektedir. Yapılan çalışma kapsamında ROS üzerinde gerçekleştirilmiş Laser Scan Matcher, Robot Pose EKF, AMCL, gMapping ve Navigation Stack paketleri robot platformu üzerinde çalıştırılmış ve deneysel sonuçlar elde edilmiştir. Yöntemlerin en iyi sonucu vermesi için bir çok deneme yapılmış ve parametreler hazırlanan robot platformuna uygun hale getirilmiştir. Devam eden bölümlerde sırasıyla kullanılan yöntemlere, robot platformu tasarımına ve deneysel sonuçlara yer verilmiştir.

II. KULLANILAN YÖNTEMLER

Robot üzerinde kullanılan ve test edilen bütün yöntemler ROS üzerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında tekerlek odometrisi kullanılmadığı için odometri bilgisi lazerden alınan ölçüm verilerin tarama eşleme yöntemiyle eşlenmesi sonucu üretilmiştir. Bunun için ROS üzerinde bulunan Laser Scan Matcher (LSM) paketi kullanılmıştır. Bu paket, Point-to-Line Iterative Closest Point yöntemini temel almaktadır [2]. Atalet duyargası kullanılarak LSM ile üretilen odometri Robot Pose EKF (RPE) paketi ile birleştirilerek eniyilenmiş sonuç elde edilmektedir [3]. Elde edilen odometri, kombine edilmiş odometri bilgisi olduğu için yalnız LSM kullanıldığı durumdan daha iyi sonuçlar vermektedir [4].

Haritalama için parçacık tabanlı olasılıksal bir yöntem olan gMapping kullanılmıştır [5]. gMapping'in temel adımları şu sırayla verilebilir: 1) yeni lazer ölçümlerinin alınması, 2) yeni

lazer taraması ile bir önceki taramanın eşlenmesi, 3) yeni nesil parçacıkların örneklenmesi, 4) parçacıklarının ağırlıklandırılması, 5) ağırlıklandırılmaya göre yeniden örnekleme yapılması, 6) harita kestiriminin gerçekleştirilmesi. gMapping'in robot platformu için en iyi parametreleri testlerle tespit edilmiş ve deneyler bu parametrelerle yapılmıştır.

Lokalizasyon için Augmented Monte Carlo Lokalizasyonu (AMCL) kullanılmıştır [6]. Yine parçacık tabanlı çalışan bu yöntemde ortamın haritası bilinmektedir ve her bir parçacık robotun olasılıksal olarak konumunu tespit etmektedir. Robotun belirli bir model dahilinde hareket ettirilmesinin ardından lazerden alınan ölçüm verileri kullanılarak parçacıkların olasılıkları yenilenmektedir ve en yüksek olasılığa sahip parçacık robotun konumunu belirlemektedir.

Robotun gerek haritanın bilindiği durumda (AMCL ile) gerekse bilinmediği durumda (gMapping ile) verilen hedefe kendi başına gitmesini sağlamak için ROS'un Navigation Stack paketi kullanılmıştır. Bu yöntem, öncelikle harita üzerindeki engellerin etrafına verilen parametre boyutu kadar girilemeyecek alanlar belirleyerek maliyet haritaları çıkarmaktadır. Ardından robotun bulunduğu pozisyonun verilen hedefe gidebilmesi için maliyet haritaları göz önünde bulundurularak bir yol planlamaktadır. Robot da bu yol üzerinden hedefine ulaşmaktadır. ROS üzerinde gerçekleştirilen bu yöntemler kullanılarak robotun yarı otonom gezinimi sağlanmıştır.

III. TASARLANAN ROBOT PLATFORMU

Deneylerin yapıldığı robot platformunun üzerinde 30 metreye kadar 270°'lik açılarla ölçüm yapabilen Hokuyo UTM-30LX lazer mesafe ölçüm duyargası ve Microstrain 3DM-GX3-25 atalet duyargası bulunmaktadır. 52x47 cm boyutlarında olan robot platformu üzerinde ROS çatısı kullanılmıştır. Robot platformunun tasarımı ve görseli Şekil 1'de verilmiştir.



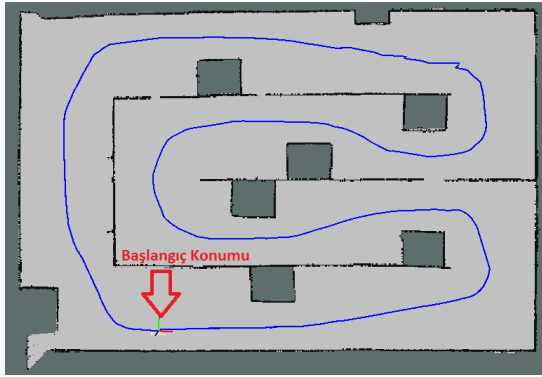
Şekil 1: Robot platformuna ait tasarım ve görsel

IV. DENEYSEL SONUÇLAR

Deneyisel sonuçlar 3 başlık altında incelenmiştir. Öncelikle gMapping deneyleri sonucunda en iyi çözüm olan LSM ve RPE kullanılarak elde edilen deney sonuçlarına, ardından haritanın bilindiği durum için navigasyon sonuçlarına ve son olarak haritanın bilinmediği, gMapping ile eş zamanlı olarak oluşturulduğu durum için navigasyon sonuçlarına yer verilmiştir.

A. LSM ve RPE ile gMapping Sonuçları

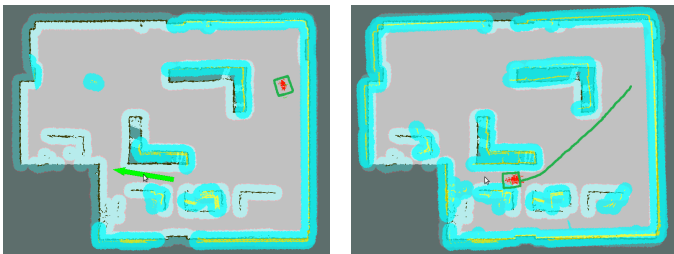
gMapping, odometri bilgisine ihtiyaç duyan parçacık tabanlı bir haritalama algoritmasıdır. gMapping'e verilen odometrinin doğruluğu ile çıkarılan haritanın düzgünlüğü arasında doğru orantı vardır. Lazer taramaları eşlenerek LSM ile üretilen odometri, atalet duyargasının ürettiği odometriyle, RPE yöntemi kullanılarak kombine edildiğinde yer gerçeğine daha yakın odometri üretildiği bilinmektedir. [4]. Bu yapılandırma ile $734 \times 484 \text{ cm}^2$ boyutlarında bir labirent gezildiğinde Şekil 2'de verilen sonuç elde edilmiştir. Çıkarılan gezineden de görülebileceği gibi robot başladığı konumda gezinimi tamamlamış ve düzgün bir harita çıkarımı gerçekleştirmiştir.



Şekil 2: LSM ve RPE ile gMapping'in ürettiği harita ve robot gezinisi

B. AMCL ile Navigation Stack Sonuçları

AMCL, parçacık tabanlı olasılıksal bir lokalizasyon algoritmasıdır. Bu çalışma için $11.1 \times 8.82 \text{ m}^2$ 'lik bir alanın haritası gMapping ile çıkartılmış ve AMCL'nin verilen bu harita üzerindeki robotun konumunu tespit etmeye çalışması sağlanmıştır. Şekil 3'deki kırmızı oklar, AMCL yönteminin ürettiği parçacıkları temsil etmektedir.

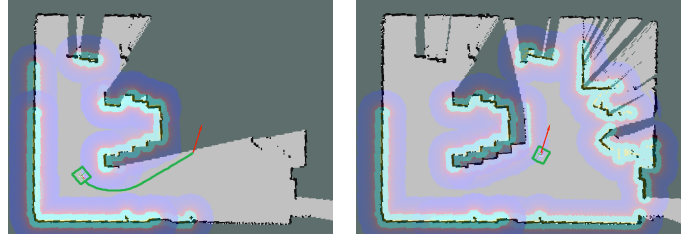


Şekil 3: AMCL ile Navigation Stack sonucu

Şekil 3'de görülebileceği gibi bütün AMCL parçacıkları lokalize olarak aynı yeri göstermiştir. Şekildeki turkuaz renkler maliyet haritasının ürettiği girilemeyecek bölgeleri göstermektedir. Yeşil kenarlı dikdörtgen ise robotun poligonunu temsil etmektedir. Bu aşamadan sonra Şekil 3'ün soldaki görselinde yeşil okla verilen hedefe robotun gitmesi istenmiştir. Şeklin devamında da görülebileceği gibi öncelikle hedefe bir yol çizilmiş ve bu yol takip edilerek hedefe ulaşılmıştır. Haritanın bilindiği durum için farklı ortamlarda yapılan deneylerde robotun verilen hedefe planladığı yoldan ulaşabildiği gözlemlenmiştir.

C. gMapping ile Navigation Stack Sonuçları

Bu deney ile haritanın navigasyon esnasında çıkarıldığı durumun sonuçlarına Şekil 4'de yer verilmiştir. Bir önceki deneyden farklı olarak robota verilen hedef, ortamın haritalanmayan bölümündedir. Görülebileceği gibi aynı şekilde navigasyon için yol planı yapılmış ve hedefe ulaşılmıştır. Hedefe ulaşılırken haritalanmayan kısımlar da eş zamanlı olarak lazerin mesafesi oranında haritalanmıştır. Deneyler farklı ortamlarda denenerek düzgün sonuçlar üretildiği gözlemlenmiştir.



Şekil 4: gMapping ile Navigation Stack sonucu

V. SONUÇ VE TEŞEKKÜR

Çalışmanın hedefi, arama kurtarma amaçlı kullanılacak bir robot platformu üzerinde gerçek zamanlı harita çıkartmak ve robotun istenilen yere otonom gitmesini sağlamaktır. Bu hedefe, yapılan çalışma ile büyük ölçüde ulaşılmıştır.

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu TÜBİTAK (EEEAG- 113E212) ve Yıldız Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'nce (2013-04-01-KAP02) desteklenmiştir.

KAYNAKÇA

- [1] (2014) Ros.org history. Accessed: 2014-09-16. [Online]. Available: <http://www.ros.org/history/>
- [2] A. Censi, "An icp variant using a point-to-line metric," in *Robotics and Automation, 2008. ICRA 2008. IEEE In. Conf. on*, May 2008, pp. 19–25.
- [3] E. F. Aoron Martinez, *Learning ROS for Robotics Programming*, 1st ed., R. K. Katikey Pandey, Ed. Livery Place 35 Livery Street Birmingham B3 2PB, UK: Packt Publishing Ltd., September 2013.
- [4] F. Cakmak, E. Uslu, S. Yavuz, M. Amasyali, M. Balcilar, and N. Altuntas, "Using range and inertia sensors for trajectory and pose estimation," in *Signal Proc. and Com. App. Conf. (SIU)*, 2014, April 2014, pp. 506–509.
- [5] G. Grisetti, C. Stachniss, and W. Burgard, "Improved techniques for grid mapping with rao-blackwellized particle filters," *Robotics, IEEE Transactions on*, vol. 23, no. 1, pp. 34–46, Feb 2007.
- [6] D. F. Sebastian Thrun, Wolfram Burgard, *Probabilistic Robotics*, ser. 257-261. The MIT Press, 2005, vol. 8, no. 3.