Tur Rehberi Çoklu Robot Sistemi

Yiğit Yıldırım, Okan Aşık, Binnur Görer, N. Ergin Özkucur, H. Levent Akın
Boğaziçi Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, 34342 Bebek, İstanbul, Türkiye
E-posta: {yigit.yildirim, okan.asik, binnur.gorer, nezih.ozkucur, akin}@boun.edu.tr

***Özetçe* —Hızla gelişen robot endüstrisi sayesinde, yakın zamanda robotlar insanlarla sosyal hayatı paylaşmaya başlayacaklardır. Fakat hastane, üniversite gibi insan kalabalığının ve hareket dinamiğinin hızla değiştiği ortamlarda robot kontrolü oldukça zor bir problem haline dönüşmektedir. Bu çalışmanın amacı bu gibi ortamlarda hızlı uyum sağlayabilen ve insanlarla beraber çalışabilen, sosyal zekaya sahip insansı robotlar geliştirmektir. Bu çalışmada robotların kendi arasında işbirliği yaparak bir grup ziyaretçiyi gezdirmesi ve bunu yaparken okulda öğrenciler, hocalar ve diğer görevliler ile uyum içinde çalışması hedeflenmektedir. Bir robot kendisine tanıtım görevi geldiğinde grupla iletişime geçecek ve grubun kendisini takip etmesini sağlayacaktır. Bu görevin başlangıcı ve bitişi planlamayı yapan robot tarafından belirlenir. Bu planda tanıtımı yapacak olan insansı robotun grubu hangi birimden alacağı ve tanıtımı bittiğinde hangi birime götüreceği bilgisi de yer alır. Bu değişimin ziyaretçi grup tarafından da doğru şekilde anlaşılabilmesi için robotlar insanlarla iletişim kuracaklardır. Çalışmanın kapsamında şu alt problemlerin çözülmesi hedeflenmektedir: Çoklu robot-insan etkileşimi, çoklu robot karar vermesi, insan davranış analizi, insanların olduğu bir ortamda gezinebilme ve insan takip edebilme.**

Anahtar Kelimeler—Tur rehberi robotu, çoklu robot sistemleri, insan-robot etkileşimi, çoklu karar verme

I. GİRİŞ

Üniversite birimlerinin ziyaretçilere doğru tanıtılması üniversitenin saygınlığı açısından oldukça önemlidir. Ziyaretçilere, yapılan çalışma ve laboratuvar koşullarının doğru şekilde anlatılması gerekir. Gelen tüm ziyaretçilere aynı kalitede hizmet verebilmek için bu görevde robotların kullanılması insan iş yükünün azaltması açısından oldukça faydalı olabilir.

Literatürde tur rehberi olarak tasarlanmış robot uygulamaları mevcuttur. Bu çalışmaların en önemlileri Nursebot projesi kapsamında kullanılan Flo ve Pearl robotları [1] ile Minerva projesi dahilinde geliştirilen Minerva robotudur [2].

Etkileşimde robotun fiziksel görüntüsünün önemi büyüktür. Dautenhahn, robotların fiziksel olarak insanlara benzemesinin sosyal etkileşimin etkisini artırdığını belirtmektedir [3]. Sosyal becerilere sahip yardımcı robotların kullanıldığı bir çok çalışmada hareketli ve hareketsiz robot platformları kullanılmıştır. Fakat, kullanılan hareketli platformlardan hiçbiri iki ayaklı ve insansı bir robot biçiminde değildir.

Bu projede robotların insanlarla daha etkili bir iletişim kurulması amacıyla insansı platform, Nao robotu [4] kullanılmaktadır. Bu robotların boylarının kısa (55 cm) olması ve algılayıcılarının yeterli olmaması nedeniyle insan boyutunda tekerlekli yardımcı bir robot daha kullanılmaktadır. Bu yardımcı robot, Turgay, yoğun işlemci gücü gerektiren görevleri yerine getirmekte ve taşıdığı RGB-D kamera ve lazer algılayıcılarıyla diğer robotlara ortam hakkında bilgi sağlamaktadır.

Turgay, Boğaziçi Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Robot Laboratuvarı bünyesinde geliştirilmiş hareketli bir robottur. Alt kısmında hareket etmesini sağlamak için bir tümyönlü robot platformu olan Robotino [5] kullanılmıştır. İşlemci gücü 1 adet dokunmatik ekranlı, 1.5 GHz Intel Centrino işlemcili taşınabilir bilgisayar ile 2 adet Raspberry Pi [6] bilgisayardan oluşmaktadır. Robot üzerinde laboratuvarda tasarlanmış ve geliştirilmiş 5 serbestlik dereceli bir robotik kol da taşımaktadır. Ayrıca üzerinde bulunan 1 lazer algılayıcı ile 2 adet RGB-D kamerayı çevreyi algılamada kullanmaktadır.

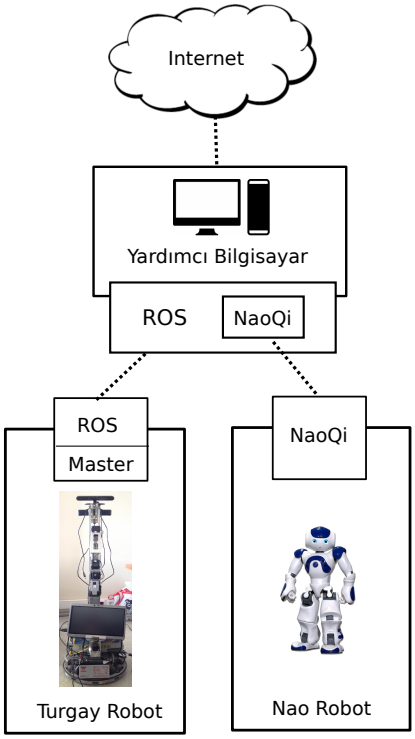
II. TUR REHBERİ ROBOT SİSTEMİ

Robotlar ve robotlara yardımcı işlemci gücü sağlayacak bilgisayar arasında güçlü bir işbirliği gerekmektedir. Bu işbirliği için gerekli olan iletişimin sağlanması için ROS (Robot Operating System) [7] ve NaoQi alt yapısı kullanılmaktadır. Yardımcı bilgisayar ve Turgay robotu ROS modülleri çalıştırmaktadır. Nao robotu ise NaoQi modülleriyle çalışmaktadır ve Turgay robotuyla olan haberleşmesi yardımcı bilgisayar üzerinde bulunan ROS ve NaoQi modülüyle olmaktadır. Sistemin mesajlaşma şeması Şekil 1'de gösterilmektedir. Sistemin planlaması sonlu durum denetleyicisiyle elle kodlanmıştır ve Turgay robotu üzerinde bir ROS modülü olarak çalışmaktadır. Bu planlama modülü her adımda tüm robotlar için üst seviye bir davranış seçip bu davranışların robotlarda çalıştırılmasını sağlamaktadır.

Bu projede aşağıda sıralanmış alt seviye problemler çözülmektedir:

A. İNSAN TAKİBİ

İnsan takibi bu projenin önemli bir parçasıdır. Robotun bir grup insan içerisinde, RGB-D kamera sistemi yardımıyla, bir insanı belirleyip araya başka insanlar veya engeller girse de bu insanı takip etmeyi sürdürebilmesi gerekmektedir. Nursebot projesi kapsamında geliştirilen Pearl robotu bu problemin çözümünün ilk örneklerindendir [3]. Projemizde insan takibi Turgay robotu tarafından yapılmaktadır. Turgay robotu üzerindeki RGB-D algılayıcıdan aldığı verileri NiTE [8] kütüphanesiyle işleyerek insanların 3 boyutlu pozisyonunu hesaplamaktadır. Bu hesaplanan pozisyon Kalman süzgeciyle takip edilmektedir. Bu bilgi, hem Turgay robotunun gezinimini planlaması için hem de Nao robotunun ortamda doğru yerde durması için kullanılmaktadır. Nao robotu bu bilgiyi kullanarak aktif kullanıcının yüzünü bulup takip etmektedir. Aktif kullanıcının ortamda nerede olduğunu bilebilmemiz için ayrıca robotların birbirlerine göre pozisyonlarını bilmeleri gerekmektedir. Ortamdaki nesnelerin ve robotların üzerindeki



Şekil 1. Sistem Tasarımı

artırılmış gerçeklik (AG) etiketi kullanılarak robotların ortamdaki pozisyonları hesaplanmaktadır.

B. ÇOKLU ROBOT GEZİNİMİ

Tur sırasında tanıtılacak birimler robotlar arasında paylaştırılarak her robotun farklı bir birimden sorumlu olması sağlanmaktadır. Ziyaretçileri karşılayıp çeşitli birimlere götürme görevi Turgay robotunundur. Turgay, ziyaretçi grubu geldiğinde onları görmek istedikleri birime götürür ve diğer robotları bu konuda bilgilendirir. Robot, ortamdaki pozisyonunu daha önce elle oluşturulmuş ızgara haritasını ve uyarlanabilir Monte Carlo yer bulma algoritmasını kullanarak saptamaktadır. Yer bulma için lazer ve RGB-D kamerayı kullanmaktadır. Lazer algılayıcı robotun ortamdaki değişmez nesnelere uzaklığını hesaplamak için kullanılmaktadır. Turgay robotu üzerindeki tavana bakan RGB-D kamera ve tavandaki AG etiketleri sayesinde kalabalık ortamlarda bile doğru şekilde yerini hesaplayabilmektedir. Ortamda gezinebilme için çevresindeki insanları dinamik engeller olarak modelleyip vektör alan histogramı (VFH) algoritmasını kullanmaktadır. Burada ziyaretçilerin pozisyonu ve hızı insan takibi modülü tarafından sağlanmaktadır.

Nao robotunun kısıtlı işlemci gücü yoğun hesap gerektiren görevlerini başka bir bilgisayarda yapmasını zorunlu kılmaktadır. Nao robotu gezinim için ortamdaki nesnelerin üzerinde bulunan AG etiketlerini kullanmaktadır. AG etiketi tanımak yüksek işlemci gücü gerektiren bir iştir; o nedenle Nao robotu üst kamerasının konumunu ve kameranın görüntüsünü ortamda bulunan yardımcı bilgisayara kablosuz bağlantıyla gönderir. Hesaplanan AG etiketlerinin pozisyonları Nao robotuna gönderilir.

C. İNSAN-ROBOT ETKİLEŞİMİ

Robotların kendi aralarındaki görev paylaşımının ziyaretçiler tarafından rahatlıkla anlaşılabilmesi ve başarılı bir tanıtım yapabilmeleri için insanlarla iletişim kurmaları, çalışmanın performansı açısından oldukça önemlidir. Turgay'ın insan takibi modülü sayesinde, ziyaretçinin pozisyon bilgisi tüm robotlar arasında paylaşılarak insana en yakın robotun kişinin yüzünü bulması ve takip etmesi kolaylaştırılır. Bu robot ziyaretçiye tanıtımı yaparken kişinin yüzüne doğru bakarak konuşmaktadır. Kişi kendinden uzaklaştığında ya da dinlemeyi bıraktığında tanıtıma devam edebilmek için kişinin geri dönmesini bekler ve bunu sözlü olarak da ziyaretçiye bildirir. Bu şekilde ziyaretçinin, kendisinin robot tarafından takip edildiğini anlaması ve robotun onda sosyal varlık algısı oluşturması amaçlanmaktadır. Robotun ziyaretçi ile olan diyaloğunda ses tanıma için CMU Sphinx [9] ve ses sentezleme için NaoQi modülü kullanılmaktadır. İnsan-robot diyaloğu modellemesinde kişinin duygu durumu da bir etmen olarak değerlendirilmektedir. Ziyaretçinin ilgisine göre sahip olduğu duygu olumlu ya da olumsuz olarak sınıflandırmaktadır. Robot bu bilgiyi kullanarak ziyaretçinin motivasyonunu artırmak amacıyla farklı diyaloglar seçebilir.

III. GELECEK ÇALIŞMALAR

Sistemin tamamlanmasının ardından farklı profillerdeki ziyaretçilerle denenmesi amaçlanmaktadır. Bu deneylerde, kullanıcılar tarafından doldurulması planlanan anketlerle, sistemin başarısı ölçülecektir.

Tur rehberi robot sistemi başarıyla tamamlandıktan sonra daha fazla sayıda robotun sisteme dahil edilip daha fazla laboratuvarın tanıtım işlerinin robotlar tarafından üstlenilmesi sağlanacaktır. Bu aşamada başarılı olunması halinde, müze, hastane gibi farklı ortamlarda da denemeler yapılacaktır.

TEŞEKKÜRLER

Bu çalışma Boğaziçi Üniversitesi 7631'nolu BAP Projesi ile desteklenmiştir.

KAYNAKÇA

[1] M. Montemerlo, J. Pineau, N. Roy, S. Thrun, and V. Verma, "Experiences with a mobile robotic guide for the elderly," in *Proceedings of the AAAI National Conference on Artificial Intelligence*. Edmonton, Canada: AAAI, 2002.

[2] S. Thrun, M. Beetz, M. Bennewitz, W. Burgard, A. Cremers, F. Dellaert, D. Fox, D. Hähnel, C. Rosenberg, N. Roy, J. Schulte, and D. Schulz, "Probabilistic algorithms and the interactive museum tour-guide robot minerva," *International Journal of Robotics Research*, vol. 19, no. 11, pp. 972–999, 2000.

[3] K. Dautenhahn, "Socially intelligent robots: dimensions of human–robot interaction," *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, vol. 362, no. 1480, pp. 679–704, 2007.

[4] "Aldebaran-nao," 2014. [Online]. Available: www.aldebaran.com/en

[5] "Robotino," 2014. [Online]. Available: http://www.festo.com/cms/en_corp/11367.htm

[6] "Raspberry pi," 2014. [Online]. Available: http://www.raspberrypi.org/

[7] "Robot operating system," 2014. [Online]. Available: http://www.ros.org/

[8] "Nite," 2014. [Online]. Available: http://developkinect.com/tags/nite

[9] "Cmu pocket sphinx," 2014. [Online]. Available: http://cmusphinx.sourceforge.net/