

Eskişehir Osmangazi Üniversitesinde Gezgin Robotlara Yönelik Lisansüstü Eğitim Programı

Osman Parlaktuna¹, Ahmet Yazıcı², Metin Özkan²

¹Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
oparlak@ogu.edu.tr,

²Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
ayazici@ogu.edu.tr, meozkan@ogu.edu.tr

Özet

Günümüzde yapay zekâ ve robotik alanındaki gelişmeler akıllı robot sistemleri üzerindeki çalışmalarını hızlandırmıştır. Gelecekte robotların yaşamın her alanında kullanımının artması beklenmektedir. Bu alandaki gelişmeleri takip edebilmek ve bilime katkıda bulunmak için üniversitelerimizde lisans ve yüksek lisans/doktora düzeyinde programlar oluşturulmalıdır. Bu amaçla Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği bölümleri öğretim elemanları tarafından gezgin robotlar alanında bir yüksek lisans programı oluşturulmuştur. Bu bildiriye, programın amaçları, öğretilen dersler, yapay zekâ ve robotik laboratuvarında yapılan araştırma çalışmalarının tanıtımları yapılacaktır.

1. Giriş

Robotların günlük hayatta ve endüstride kullanımları her geçen gün artmaktadır. Başlangıçta fabrikalarda tekdüze veya insanlar için tehlikeli olan işleri yapan robotlar zamanla hayatın her alanında kullanılmaya başlamıştır. Robotlar konusunda yapılan çalışmaları en genel anlamda i) robotların amaca uygun mekanik tasarımının yapılması ve imalatı, ii) üretilen robotun istenilen işleri yapması için kontrolü, iii) robotları otonom ve zeki hale getirecek yöntemlerin geliştirilmesi olarak sınıflandırabiliriz. Bahsedilen konular makine, elektrik-elektronik ve bilgisayar mühendislerinin birlikte çalışmasını ve bu konularda verilecek eğitiminde özel olarak tasarlanmasını gerektirmektedir. Bu çalışmada, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi bünyesinde robotların kontrolü, otonom ve zeki robotlar konusunda yapılan çalışmalar ve bu konulardaki yüksek lisans eğitimi konusunda bilgi verilecektir.

Bildirinin yapısı şu şekildedir: Bölüm 2’de robotlar konusundaki yüksek lisans programı tanıtılmıştır. Bölüm 3’te çalışmaların uygulamalı olarak yürütüldüğü ESOGÜ Yapay Zekâ ve Robotik Laboratuvarı ve yapılan proje çalışmaları tanıtılmıştır.

4. Bölümde, yapılan diğer çalışmalar hakkında bilgi verilmiş son bölümde ise gelecekte yapılması planlanan çalışmalardan söz edilmiştir.

2. Robotlar Konusunda Yüksek Lisans ve Doktorada Sunulan Dersler

ESOGÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik-Elektronik Anabilim dalı altında açılan derslerle i) robotların modellenmesi ve kontrolü, robotların otonom ve zeki şekilde hareket edebilmeleri konularında öğrencilerin eğitilmesi ii) bu konularda araştırmalar yapılarak bilime katkı sağlanması amaçlanmaktadır. Bu çerçevede önerilen dersler aşağıda verilmiştir.

1) *Robotik*: Bu derste endüstriyel robotların kinematik ve dinamik modellemeleri öğretilmektedir. Ders boyunca verilen ödevler ve projeler yardımıyla konuların pekiştirilmesi sağlanmaktadır. Ders sonunda öğrenciler, robotik sistemlerin kontrolü için gerekli altyapıya sahip olmaktadır. Kaynak olarak Craig, J.J. [1] tarafından yazılan kitap kullanılmaktadır.

2) *Robotik Sistemlerin Kontrolü*: Bu dersin amacı endüstriyel robotların pozisyon, hız ve kuvvet kontrollerini yapan yöntemlerin öğretilmesidir. Robotların kontrolünde kullanılan hesaplanmış tork yöntemi, gürbüz ve uyarlanabilir kontrol metotları ödev ve projeler verilerek öğretilmektedir. Ayrıca pozisyon ve kuvveti kontrol eden melez kontrol yapıları öğretilmektedir. Takip edilen ders kitabı Lewis ve Abdallah [2] tarafından yazılan kitaptır.

3) *Mobil Robotlar*: Bu ders, algılama ve navigasyonu içeren uygulamalarda, gezgin robotları programlamak için gerekli konuları içerir. Robotların programlama yaklaşımlarından olan hiyerarşik, tepkisel ve melez paradigmlar anlatılmaktadır. Benzetim ortamında ve gerçek robotlar üzerinde uygulamalar ders dönemi boyunca öğrenciler tarafından verilen ödevler dâhilinde gerçekleştirilmektedir. Ayrıca, dönem sonunda proje olarak kendilerine verilen bir konuda çalışmalarını uygulamalarla destekleyerek sunmaktadırlar. Yapay zekâ ve robotik laboratuvarı bünyesinde bulunan 3 adet Pioneer 3-DX gezgin robot ve bu robotlar için benzetim yazılımı olan MobileSim öğrenciler tarafından ödevlerin ve projenin yapılmasında kullanılmaktadır. Öğrenciler, anlatılan yöntemleri programlayabilme ve gerçek ortamdaki uygulamalarda karşılaştıkları hataları yorumlayarak çözüm üretmeyi öğrenmektedirler. Bu derste, robotları programlamayı öğrenen öğrenciler, robot hareket planlama ve çok erkinli sistemler gibi lisansüstü derslerde öğrendikleri yöntemleri robotlarda uygulayabilir duruma gelmektedirler. Kaynak olarak, Robin R. Murphy [3] kullanılmaktadır.

4) *Akıllı Sistemlerde Planlama*: Bu derste gezgin robotlarda planlamada kullanılacak yapay zekâ teknikleri verilmektedir. Burada genel olarak problemlerin ne olduğu ve bazı problemlerin nasıl modellendiği ele alınmaktadır. Özel olarak arama teknikleri ile problem çözme detaylarına girilip, gezgin robotların kinematik ve dinamik modelleri de dikkate alınarak arama tekniklerinin nasıl revize edilebileceği verilmektedir. Örnek olarak: otonom araba yol planlaması, park manevralarının planlanması verilebilir. Dersin %35 i projeden oluşmaktadır. Kaynak olarak Russell and P. Norvig [4] ve H. Choset [5] kullanılmaktadır.

5) *Robot Hareket Planlaması*: Bu derste gezgin robotların izleyecekleri yörüngelerin planlanması ve planlanan yörüngelerin takip edilebilmesi için gerekli yöntemlerin geliştirilmesi anlatılmaktadır. Öncelikle robotun çalışacağı ortamın modellenmesi için yöntemler anlatılmaktadır. Modellenen ortamda robotun konumunu bulması, gideceği yolu planlaması, ortamın haritasını çıkarması için kullanılan deterministik ve stokastik yöntemler öğretilmekte, verilen ödev ve projelerle konuların pekişmesi sağlanmaktadır. Takip edilen kitaplar: Choset ve arkadaşları [5], La Valle [6].

6) *Çok Erkinli Sistemler*: Bu derste, yazılım mühendisliğinin ilgilendiği ancak, dağıtık robot sistemlerinde de kullanılan konular anlatılmaktadır. Erkin kavramı, erkinler arasında haberleşme ve

etkileşim protokolleri, dağıtık problem çözme ve planlama yaklaşımları, dağıtık rasyonel karar oluşturma yaklaşımları anlatılmaktadır. Anlatılan yaklaşımlar, öğrenciler tarafından erkinler arası haberleşme altyapısı sunan yazılımlar kullanılarak uygulanmaktadır. Mobil robotlar dersini almış olan öğrenciler, bu uygulamaları robotlar üzerinde deneyebilmektedir. Bu ders, çok robotlu sistemlerde çalışma yapacak öğrenciler için bir altyapı sağlamaktadır. Kaynak kitap olarak Gerhard Weiss [7] kullanılmaktadır.

7) *Dağıtık Otonom Robotik Sistemleri*: Gelecek öğretim döneminde açılması planlanan bu ders, araştırmaya açık bir alan olan çok robotlu sistemlerde incelenen temel konuları içerecektir. Henüz üzerinde fikir birliği oluşmamış farklı sınıflandırmalar, çok robotlu takımlarda konumlandırma, koordinasyon, görev paylaşımı, işbirliği gibi üzerinde araştırmaların devam ettiği konular uygulamalar ile desteklenerek öğrencilere sunulacaktır. Kaynak kitap olarak, Tucker Balch, Lynne E. Parker [8] kullanılacaktır.

Yukarıda bahsedilen dersler yanı sıra öğrencilerin yapacakları tez çalışmalarına uygun şekilde Görüntü İşleme, Genetik Algoritmalar, Çizelgeleme vb. dersleri takip etmeleri de istenmektedir. Derslerin tümünde değerlendirme ödev ve proje üzerine olmakta ve böylece öğrencilerin konu hakkında deneyimli olmaları sağlanmaktadır.

3. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Yapay Zekâ ve Robotik Laboratuvarı

Derslerde teorik olarak anlatılan konuların uygulanabilmesi ve araştırma-geliştirme faaliyetlerinde bulunabilmek amacıyla 2004 yılında Yapay Zekâ ve Robotik Laboratuvarı oluşturulmuştur. Laboratuvar bünyesinde 1 adet BAP (Farklı Yeteneklere Sahip Robotlardan Oluşan Gezgin Robot Grubunun Kontrolü (ESOGU Bilimsel Araştırmalar Fonu), 1 adet DPT projesi (Homojen Robotlardan Oluşan Gezgin Robot Grubunda Dinamik Rol Dağıtımıyla Görevlerin Gerçekleştirilmesi) tamamlanmıştır. 1 TÜBİTAK projesi (Devinik İç Ortamların Tam Kapsanması Amacıyla Gezgin Robot Rota Planlaması) halen devam etmektedir. Laboratuvarında geliştirilen değişik yöntemlerin uygulanması için Şekil 1.a.b deki gibi test platformları oluşturulmuştur.



(a)

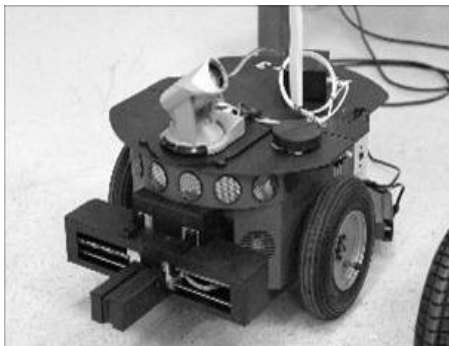


(b)

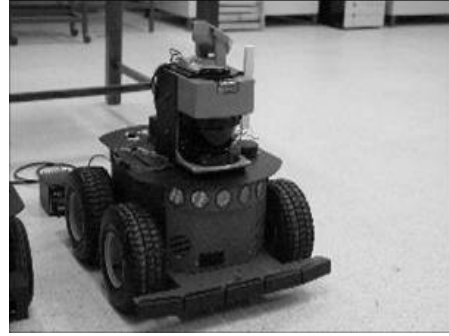
Şekil 1.a.b. Yöntem test platformları

3.1. Araştırma ve Eğitim amaçlı kullanılan robotlar

Laboratuarda 1 adet Pioneer 3-AT ve 3 adet Pioneer 3-DX (Şekil 2 a-b) gezgin robotu bulunmaktadır. Bu robotlar yürütülen projelerden sağlanan fonlarla alınmıştır. Robotların her birinde P3 800 bilgisayar, Linux işletim sistemi, bulunmakta ve kablosuz haberleşme aracılığıyla kendi aralarında ve laboratuardaki bilgisayarlarla haberleşmektedirler. Robotların üzerinde lazer mesafe algılayıcı, 16 adet sonar algılayıcı, PTZ renkli kamera, çarpma algılayıcı, kumpas bulunmaktadır. Robotların konumlarını belirlemek amacıyla 3 adet kameradan oluşan bir tepe kamera sistemi kullanılmaktadır. Bu robotlar kullanılarak koordineli nesne toplama, koordineli hareket, konumlandırma, engelden kaçınma gibi birçok algoritma başarı ile uygulanmaktadır



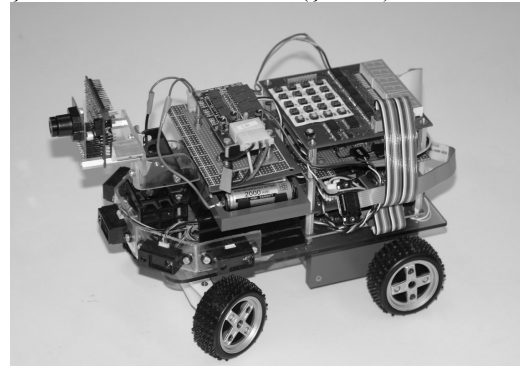
(a)



(b)

Şekil 2 (a) Pioneer3-DX Gezgin Robotu, (b) Pioneer3-AT Gezgin Robotu

Ayrıca son sınıf bitirme projeleri çerçevesinde öğrenciler tarafından yapılan PIC kontrollü 2 adet küçük robot kullanılmaktadır (Şekil 3).



Şekil 3. PIC Kontrollü Gezgin Robot

Bu robotlar kullanılarak yapılan çalışmalarda kendi kendine hareket edebilen, üzerindeki algılayıcılarla engellere çarpmadan dolaşabilen, istenilen bir renkte nesneyi takip edebilen, yola çizilen bir çizgiyi izleyebilen uygulamalar yapılmıştır.

3.2. Proje Çalışmaları

Grup olarak alınan proje destekleri kapsamında çalışmalar devam etmektedir. Bu kapsamda alınan proje destekleri ve yapılan çalışmalar ile ilgili kısa bir özet aşağıdaki gibi verilebilir.

Proje 1. Farklı Yeteneklere Sahip Robotlardan Oluşan Gezgin Robot Grubunun Kontrolü: Bu proje Eskişehir Osmangazi Üniversitesi araştırma fonu tarafından desteklenmiş olup, bu alanda yaptığımız çalışmaların başlangıcı sayılabilir. Proje kapsamında, algılama ve işleme yetenekleri birbirinden farklı gezgin robotların oluşturduğu robot gruplarına verilen bir görevi yerine getirmeleri için aralarındaki haberleşme ve koordinasyonun düzgün bir şekilde planlanmasını sağlayacak bir kontrol mimarisi gerçekleştirilmiştir. .

Proje 2. Homojen Robotlardan Oluşan Gezgın Robot Grubunda Dinamik Rol Dağıtımıyla Görevlerin Gerçekleştirilmesi: Bu proje için DPT den destek alınmıştır. Bu projede verilen karmaşık görevlerin bir grup robot tarafından işbirliği yapılarak yerine getirilmesi problemine farklı çözüm önerileri getirilmiştir. Bu projede iş dağıtım problemi gezgin satıcı, proje yönetimi vb. yaklaşımlarla modellenip çözülmektedir.

Proje 3. Devinik İç Ortamların Tam Kapsanması Amacıyla Gezgın Robot Rota Planlaması: Bu proje için TÜBİTAK tan destek alınmıştır Bu proje halen devam etmekte olup, devinik iç ortamların robot grupları tarafından algılayıcı tabanlı kapsanması için değişik yöntemler geliştirilmektedir. Bu bağlamda kapasiteli ayrıntı rotalama, genetik algoritmalar gibi yaklaşımlar ile probleme özgün çözüm yöntemleri geliştirilmektedir.

3.3. Yayın Çalışmaları

Yapay Zekâ ve Robotik Araştırma Laboratuvarının kurulduğu 2004 yılı itibariyle çok sayıda yayın gerçekleştirilmiş, yüksek lisans ve doktora çalışmaları tamamlanmıştır. Tablo 1’ de bu sayıların yıllara göre dağılımı verilmiştir.

Tablo 1. Yıllara göre yayın çalışmaları

	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Uluslararası Makale	--	--	1	1	1	2
Uluslararası Bildiri	--	4	3	1	2	6
Ulusal Bildiri	2	3	1	1	8	2

4. Diğer Çalışmalar

Proje ve araştırma çalışmalarının dışında laboratuvarda aşağıdaki çalışmalarda yapılmaktadır.

4.1 Öğrenci grup çalışmaları

Yaz döneminde veya ara dönemlerde yapılan kısa kurslar ile gezgin robotlar konusunda çalışmaya istekli Lisans ve Yüksek Lisans öğrencilerine otonom sistemler konusunda kısa eğitimler verilmektedir. Bu eğitimlerden sonra öğrencilere kendi içinde bütün projeler verilip konuyu uygulamalı olarak öğrenmeleri sağlanmaktadır.

4.2 Disiplinler arası çalışmalar ve dış ortaklıklar

Gezgın robotlar konusunda yapılan çalışmalar farklı disiplinlerin bir arada olmasını gerektirmektedir. Bu bağlamda mevcut projelerde Elektrik-Elektronik,

Bilgisayar ve Endüstri Mühendisliğinden öğretim üyeleri ve öğrenciler beraber çalışmaktadır. Bunların yanı sıra yurt dışında bazı laboratuvarlarla ortak çalışmalar da devam etmektedir. Bu kapsamda en son 2007 Kasım ayında, teknolojinin daha ileriye götürülmesi (*pushing the technology*) sloganıyla şehir içi araba yarışına katılan OSU-ACT (Ohio State University- The Autonomous City Transport) takımına teknik destek verilmiştir [9].

5. Sonuçlar

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim dalı bünyesinde gezgin robotlar konusunda yüksek lisans ve doktora programı hakkında bilgi verilmiştir. Programda verilen derslerin içerikleri ve yapılan ar-ge çalışmaları anlatılmış, yayınlar hakkında sayısal bilgiler verilmiştir.

Gezgın robotlar, bomba ve mayın gibi patlayıcıların tespit ve imhası, askeri alanlarda keşif yapma, tarımsal alanda tohum ekilmesi ve ilaçlama evlerde ve büyük binaların temizlik işlerinde, müze rehberlik hizmetleri vb. gibi birçok alanda kullanılmaktadırlar. Gezgın robot gruplarında ve geliştirilen robotlarda oluşan bilgi altyapısı, imkânlar olduğunda ülkemizin bu alanlarda ihtiyaçlarını karşılama noktasında da büyük destek sağlayacaktır.

Kaynaklar

- [1] Craig, J. J. Introduction to Robotics, Mechanics and Control, 3rd Ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 2005.
- [2] Lewis, F.L., Abdallah, C. T., Dawson, D. M., Control of Robot Manipulators, MacMillan Publishing Co., New York, 1993.
- [3] Robin R. Murphy [3], Introduction to AI Robotics, MIT Press, Cambridge, MA, 2000.
- [4] Russell and P. Norvig Artificial Intelligence A Modern Approach, Second Edition, Prentice Hall, 2003.
- [5] Choset, H., K. M. Lynch, S. Hutchinson, G. Kantor, W. Burgard, L. E. Kavraki and S. Thrun, Principles of Robot Motion: Theory, Algorithms, and Implementations, MIT Press, Boston, 2005
- [6] LaValle, S. M. Planning Algorithms, University of Illinois, <http://planning.cs.uiuc.edu>, 2006
- [7] Weiss, Gerhard Multiagent Systems: A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence, MIT Press, 2000.
- [8] Balch, Tucker and Parker, Lynne E. Robot teams: from diversity to polymorphism, AK Peters, Ltd., 2002.
- [9] <http://www.ece.osu.edu/osuact>