



ISSN:1306-3111

e-Journal of New World Sciences Academy
2012, Volume: 7, Number: 1, Article Number: 1C0499

NWSA-EDUCATION SCIENCES

Received: May 2011

Accepted: January 2012

Series : 1C

ISSN : 1308-7274

© 2010 www.newwsa.com

İbrahim Şahin

Mehmet Yalvaç

Duzce University

ibrahimsahin@duzce.edu.tr

m.yalvac@gmail.com

Duzce-Turkey

MYROBOT: KABLOSUZ KONTROL EDILEBİLEN MOBİL ARAŞTIRMA ROBOTU

ÖZET

Gelişen teknoloji ile birlikte robotların hem endüstride hem de günlük hayattaki kullanım alanları gittikçe artmaktadır. Bu alanlar arama kurtarmadan ilk yardıma, seri üretimden hasta bakımına kadar çok geniş bir yelpazeyi içermektedir. Bu projede bir mobil robot prototipi tasarlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Robotu oluşturan mekanik, elektronik ve yazılım parçaları tek tek gerçekleşip birbirine entegre edilerek MyRobot başarı ile hayata geçirilmiştir. MyRobot sekiz farklı hareket kabiliyetine sahiptir. Bunlardan dört tanesi robotun kendi hareketleri diğer dört tanesi ise robot üzerinde bulunan robot kolun iki eksenli hareketleridir. MyRobot'un üzerinde bulunan kamera, robot kol sayesinde iki eksenli hareket yapabilmekte ve aldığı ses ve video sinyallerini yine kablosuz olarak kontrol bilgisayarına aktarabilmektedir. MyRobot üzerine yapılacak eklemelerle çok değişik amaçlar için kullanılabilir şekilde tasarlanmıştır. Kablosuz görüntü aktarımı sayesinde uzaktan izleme, hayati tehlike bulunan bölgelerin keşfinde, bomba imhasında rahatlıkla kullanılabilir durumdadır.

Keywords: Mobil Robot, Prototip, Kablosuz Kontrol, Gözetleme, PIC Mikro Denetleyici

MYROBOT: WIRELESS CONTROLLED MOBILE EXPLORATION ROBOT

ABSTRACT

With the advances in technology, the number of fields where robots are utilized continuously grows both in industry and in daily life. These fields require fulfillment of a wide variety of tasks from search and rescue mission to first aid and from mass production to patient care. In this research work, a mobile robot prototype was designed and implemented. MyRobot was come to life by designing, implementing, and integrating together the mechanic, electronic and software components of the robot. MyRobot has eight different movement abilities. Four of these are for the robots self movements and the others are the movements of a robotic arm in four directions around two axis. The video camera attached to the robotic arm on MyRobot can move around two axes and transmits the audio/video signals wirelessly to the back to the control computer. MyRobot was designed to be extendable. With some additional components MyRobot can be utilized in several different tasks such as remote surveillance, exploration in the hazardous areas, explosive disposal.

Anahtar Kelimeler: Mobile Robot, Prototype, Wireless Control, Surveillance, PIC Microcontroller

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Gelişen teknoloji ile birlikte robotların hem endüstride hem de günlük hayattaki kullanım alanları gittikçe artmaktadır [1,2,3,4]. Bu alanlar insan sağlığını tehdit eden tıbbi, nükleer ve kimyasal maddelere müdahalelerden arama kurtarma ve ilk yardıma, yüksek binaların dış cephe ve tüm iç mekanların temizliğinden seri üretime, hasta bakımından [5] uzay araştırmalarına [6], askeri operasyonlardan emniyet güçlerinin bomba imha ve ortam keşiflerine [7] kadar çok geniş bir yelpazeyi içermektedir. Bu kadar yaygın bir şekilde kullanılan robotların tasarımı, üretilebilmesi ve eğitiminin verilmesi de büyük önem taşımaktadır.

Robotlar genellikle yapılması istenen işe yönelik olarak tasarlanmakta ve bir iş için üretilen robot diğer bir iş için kullanılamamaktadır. Ayrıca bu robotlar genellikle yerli olarak üretilememekte ve yüksek maliyetlerle ithal edilmektedir. Bu projede hem "Robotik", "Mikroişlemciler/Mikrodenetleyiciler", "Sayısal Elektronik" gibi dersler için örnek ders materyali oluşturmak hem de mobil robotların kolaylıkla milli kaynaklarla üretilebileceği göstermek amacıyla bir kontrol bilgisayarı ile kablosuz olarak haberleşebilen bir mobil robot prototipi tasarlanmıştır ve gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla önce robotun mekanik aksamı tasarlanmış ve üretilmiştir. Ardından robotun kontrolünü sağlayan PIC 16F877 tabanlı ana kontrol ünitesi, kablosuz iletişim ünitesi, konuşma ünitesi gibi birçok elektronik modül ayrı ayrı tasarlanarak birbirine başarıyla entegre edilmiştir. Son olarak robotu kontrol etmek ve robotla iletişim kurmak amacıyla üç farklı yazılım geliştirilmiştir. Bu yazılımlar PIC 16F877 tabanlı ana kontrol ünitesi üzerinde çalışan robotun ana kontrol yazılımı, kontrol bilgisayarı üzerinde çalışan ve kullanıcı komutlarını robota ileten kullanıcı arayüzü ve yine kontrol bilgisayarı üzerinde çalışan ve robottan gelen ses ve görüntü bilgilerini görüntüleyen istenirse bu bilgileri kaydeden görüntü arayüzüdür.

Yukarıda sayılan bütün donanım ve yazılımlar birbirine entegre edilerek MyRobot başarı ile hayata geçirilmiştir. MyRobot sekiz farklı hareket kabiliyetine sahiptir. Bunlardan dört tanesi robotun ileri, geri, sağa ve sola dönüş hareketleridir. Diğer dört hareket ise robot üzerinde bulunan robot kolun iki eksenli hareketleridir. MyRobot'un üzerinde bulunan kamera, robot kol sayesinde iki eksenli hareket yapabilmekte ve aldığı ses ve video sinyallerini yine kablosuz olarak kontrol bilgisayarına aktarabilmektedir. Kontrol bilgisayarında, gelen ses ve video sinyalleri canlı olarak izlenebileceği gibi istenirse kayıt da yapılabilmektedir. MyRobot istenildiğinde uyku moduna alınabilmekte ve yine kablosuz olarak uyandırılabilir. Engel algılama özelliği sayesinde önüne engel çıktığında engel yönünde hareket komutu gelse bile durmakta ve görsel-işitsel uyarı / bilgilendirme mesajları verebilmektedir. Kontrol bilgisayarı robota yapması gereken işleri bir ön tanımlayıcı kodun ardından 7 bitlik komutlar şeklinde göndermektedir. Robot 128 değişik komut algılayabilme yeteneğine sahiptir. Bu sayede robot üzerine yeni modüller takıldığında bu modüllerin kontrolü kolaylıkla yapılabilecektir. Komut öncesinde gönderilen ön tanımlayıcı kod sayesinde tek bir bilgisayardan aynı frekansta dinleme yapan birden fazla robotu kontrol etmek mümkündür.

Halı hazırda MyRobot çok değişik amaçlar için kullanılabilir şekilde tasarlanmıştır. Kablosuz görüntü aktarımı sayesinde her türlü uzaktan izlemeye kullanılabilir. İnsanların girmesinde hayati tehlike bulunan bölgelerin keşfinde, bomba imhasında rahatlıkla kullanılabilir gibi menzili arttırılarak, gerekli zırh ve teçhizatla donatılarak askeri operasyonlarda da kullanılabilir.

Görüntü aktarımı dışında MyRobot ile kontrol bilgisayarının iletişimi tek yönlüdür. Gelecekte robota iki yönlü iletişim modülü eklenerek geri besleme sinyalleri alınabilir. Ayrıca robot üzerine takılacak değişik algılayıcılarla, robotun bulunduğu ortamın fiziki koşulları kumanda merkezine aktarılabilir.

MyRobot 23kg ağırlığında, 50cm uzunluğunda, 30cm genişliğinde ve 17cm yüksekliğindedir. Geliştirilen model bir prototip olması sebebiyle açık alanda sadece 100m'ye kadar kontrol edilebilmektedir. MyRobot hakkında daha fazla bilgi <http://www.mehmetyalvac.com/myrobot/> web sitesinden alınabilir.

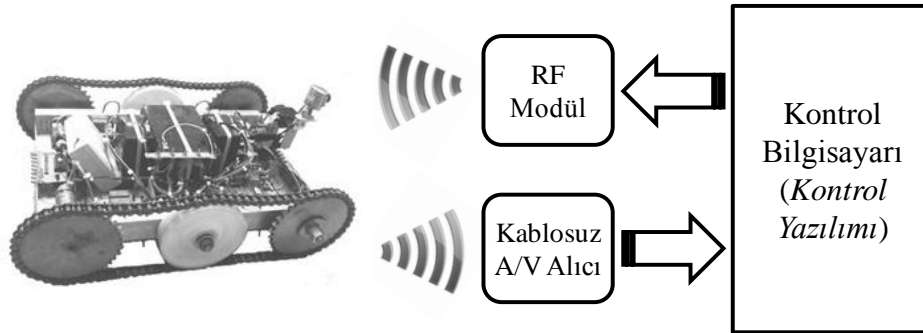
Makelenin devamı şu şekilde organize edilmiştir. Öncelikle MyRobot genel olarak tanıtılmıştır. Ardından yazılım ve donanım bileşenleri detaylı olarak anlatılmıştır.

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Gelişen teknoloji ile artık günümüzde; hızlı üretim açısından endüstri de, güvenli/can kaygısı taşınmayan yeni nesil orduların oluşturulması amacıyla askeriyede ve yeni yaşam konforları yaratması açısından gündelik hayatta robotların büyük bir önemi vardır. Robot tasarımı ve üretimi konusunda Türkiye'de büyük bir boşluğun olduğu bir gerçektir. Bu çalışma geliştirilen robot prototipi ile robot tasarımı ve üretiminin sanıldığından daha az karmaşık bir yapıya ve daha az bir maliyete sahip olduğunu gözler önüne serilmiştir.

3. MYROBOT'UN GENEL YAPISI VE ÇALIŞMA PRENSİBİ (GENERAL STRUCTURE AND OPERATION OF MYROBOT)

MyRobot bir kontrol bilgisayarı aracılığıyla kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Şekil 1'de MyRobot sistemi görülmektedir. Bu sistemde kullanıcı kontrol bilgisayarı üzerinde çalışan Kontrol Programı (kullanıcı arayüzü) aracılığıyla komutları girmektedir. Girilen komutlar uygun şekilde kodlandıktan sonra komut koduna robot tanımlayıcı kimlik bilgisi eklenerek seri port ve Radyo Frekans (RF) modülü aracılığıyla robota gönderilir. MyRobot, üzerinde bulunan RF modülü aracılığıyla sürekli dinleme modunda gelen komutları alır. Bir komut alınır alınmaz önce komutla birlikte gelen tanımlayıcı kimlik bilgisi kontrol edilir. Eğer kimlik bilgisi MyRobot'un kimlik bilgisi ile aynı ise robota gelen komutu yorumlama aşamasına geçer. Bu aşamada bir if zinciri ile komut çözülür ve işletilir. Ardında robot tekrar dinleme moduna geçer. MyRobot üzerindeki kamera aracılığıyla istenirse bulunduğu ortamdan elde ettiği ses ve görüntü bilgilerini yine kablosuz olarak gönderebilmektedir. Bu bilgiler kontrol programı tarafından canlı olarak görüntülenebilir ya da daha sonra işlenmek üzere kaydedilebilir.



Şekil 1. MyRobot sisteminin genel yapısı
(Figure 1. MyRobot system structure)

4. MYROBOT'UN BİLEŞENLERİ (COMPONENTS OF MYROBOT)

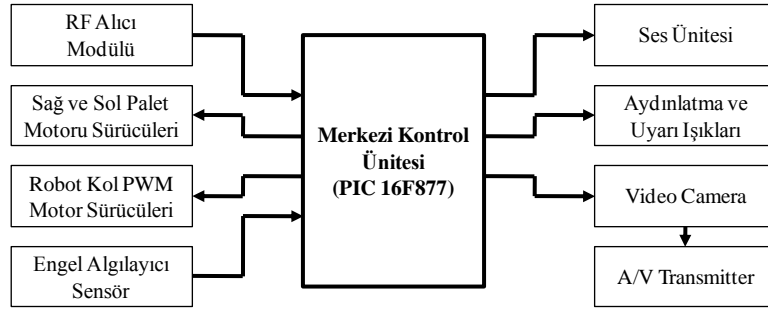
MyRobot'un ve MyRobot ile iletişim için geliştirilen bileşenleri donanım ve yazılım olmak üzere iki ana başlık altında inceleyebiliriz.

4.1. Donanım (Hardware)

MyRobot'un mekanik donanımı bir metal gövde üzerine monte edilmiş 4 adet çelik dişli tekerlek ve bunların arasına yerleştirilmiş fiber plastik tekerlekler ile yine gövde üzerine monte edilmiş bir adet robot koldan oluşmaktadır. Robotun ileri, geri gidiş ve sağa, sola dönüş hareketleri için arka iki metal tekerleğe çelik dişli, redüktörlü 12V'lik DC motor takılmıştır. Bu motorlar robotun hareketini sağlayan ana motorlardır. Robot kolun iki eksenli hareketi için ise yine çelik dişli iki adet 5V servo motor kullanılmıştır.

Şekil 2'de MyRobot için geliştirilen ve Robot tarafında bulunan elektronik donanımın blok şeması görülmektedir. Bu donanım Merkezi Kontrol Ünitesi dahil toplam dokuz elemandan oluşmaktadır. Merkezi kontrol ünitesi kontrol bilgisayarından gelen ve RF alıcı modül tarafından alınan komutları işlemekle ve robotun bütün elemanlarını kontrol etmekle sorumludur. Bu ünite temelde bir mikro denetleyici olan PIC16F877A kullanılarak oluşturulmuştur. Bu mikro denetleyicinin seçilmesinin nedenleri, USART [8] arabirimine sahip olması, teminin kolay olması ve sistemin geliştirilmesine yönelik birçok gelişmiş arabirime sahip olmasıdır. RF alıcı ünitesi ARX-34S/C [9] alıcı modülü kullanılarak oluşturulmuştur. Bu modül radyo dalgası olarak gönderilen komut bilgilerini alarak sayısal bilgiye dönüştürür ve merkezi kontrol ünitesine iletir. Sağ ve sol palet motorları yüksek akım çektiklerinden bu motorların sürücüleri güç transistörleri ve röleler kullanılarak oluşturulmuştur. Kameranın tutturulduğu robot kolun iki eksenli olarak istenen açılarda hassas döndürülebilmesi için her iki eksen için de ayrı ayrı PWM tabanlı motor sürücü üniteleri tasarlanmıştır. Bu üniteler yine merkezi kontrol ünitesi tarafından kontrol edilmektedir. MyRobot'un ön kısmında bir adet de engel algılayıcı bulunmaktadır. Bu algılayıcı robotun hareket doğrultusunda her hangi bir engel tespit ettiğinde merkezi kontrol ünitesine bir kesme (interrupt) sinyali gönderir. Kontrol ünitesi böyle bir kesme sinyali aldığı anda robotun hareketini durdurur ve sesli bir uyarı mesajı verir. Ses ünitesi ISD1760 cipi kullanılarak tasarlanmıştır. Bu ünite sayesinde robot gerekli yerlerde sesli uyarılarla etrafındakileri uyarabilmektedir. Hali hazırda robot 9 farklı sesli mesaj verebilmektedir. Kullanılan çip 12 kHz de toplam 40sn 4kHz de ise 120 saniyeye kadar mesaj kaydedebilme imkanı sunmaktadır. Kaydedilen ses bilgisi istenildiği kadar parçaya bölünebilmekte ve adreslenebilmektedir [10]. MyRobot ayrıca aydınlatma LED lerine sahiptir. Bu LED ler gönderilen komutlar aracılığıyla aktif ya da pasif yapılabilmektedir. Kamera ünitesi ortamdan elde ettiği ses/görüntü bilgilerini TV görüntüsü formatında kontrol bilgisayarına göndermektedir. Burada kullanılan kameranın görüntü çözünürlüğü 640x480 pikseldir.

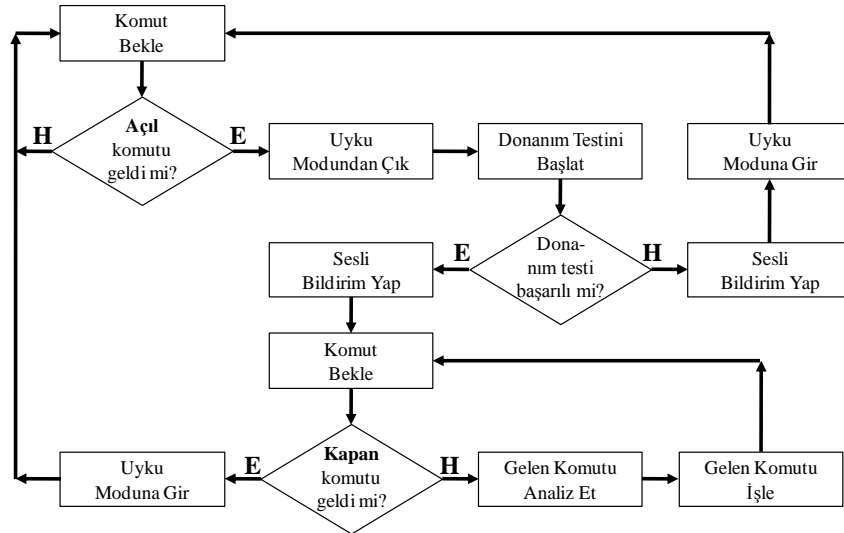
Bilgisayarın seri portundan sayısal olarak gelen komut bilgisini radyo sinyalleri ile mobil robot üzerindeki kontrol kartına göndermek üzere ATX34S [11] tabanlı ayrı bir elektronik kart oluşturulmuştur. Bu kart, kontrol yazılımının çalıştırıldığı bilgisayarın seri portuna bağlıdır. Bilgisayarda kontrol yazılımı aracılığı ile kullanıcı tarafından oluşturulan komutlar COM portu üzerinden bu karta iletilir. Kart, seri porttan aldığı komutları, üzerinde bulunan RF verici modülü ile mobil robota radyo sinyalleri halinde iletir.



Şekil 2. MyRobot'un robot tarafı elektronik donanımı blok diyagramı
(Figure 2. Robot side electronic hardware block diagram of MyRobot)

4.2. Yazılım (Software)

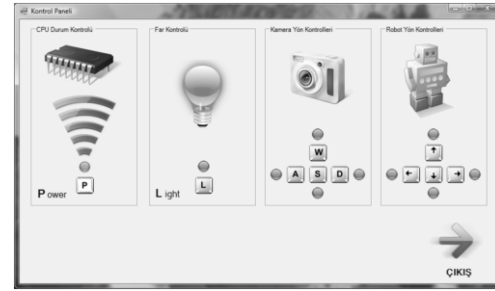
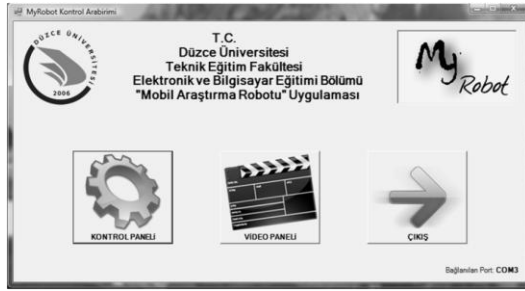
Robotu kontrol etmek ve robotla iletişim kurmak amacıyla üç farklı yazılım geliştirilmiştir. İlk yazılım PIC 16F877 tabanlı Merkezi Kontrol Ünitesi üzerinde çalışan robotun ana kontrol yazılımıdır. Kontrol kartı için geliştirilen bu yazılım Microchip Firmasına ait olan MP-LAB isimli programlama ortamında PIC Assembler kodları kullanılarak geliştirilmiştir. Özellikle PIC16F877A mikro denetleyicisinin seri haberleşmeyi sağlayabilmesi için USART birimi kullanılmıştır. Bu yazılım kontrol bilgisayarından gelen komutları yorumlayarak robotu işletmekle sorumludur. Şekil 3'de Merkezi kontrol ünitesi yazılımının basitleştirilmiş akış diyagramı görülmektedir. MyRobot normalde uyku modunda gelen komutları dinler. Eğer gelen komut AÇIL komutu ise uyku modundan çıkarak bütün birimleri aktif eder. Bu arada bir donanım testi yapılır. Eğer donanım testi başarısız olursa robot tekrar uyku moduna döner. Eğer donanım testi başarılı bir şekilde tamamlanırsa, sesli bildirim yapıldıktan sonra robot normal modda komut beklemeye başlar. Bu modda "KAPAN" komutu gelene kadar sonsuz bir döngü içinde gelen komut önce analiz edilir ve ardından işletilir. "KAPAN" komutu geldiğinde ise enerji tasarrufu için robotun birçok birimi kapatılarak uyku moduna gidilir (stand by modu).



Şekil 3. Merkezi kontrol ünitesi yazılımını sadeleştirilmiş akış diyagramı
(Figure 3. Simplified flow chart of central control unit software of MyRobot)

İkinci yazılım ise kontrol bilgisayarı üzerinde çalışan bir kullanıcı kontrol programıdır (kullanıcı ara yüzüdür). Bu yazılımın

amacı ise görsel ara yüzü aracılığı ile kullanıcıdan aldığı komutları robota göndermektir. Bu sayede kullanıcı, robotu istediği gibi kontrol edebilmektedir. Şekil 4-a ve Şekil 4-b'de kontrol programının ana paneli ve kontrol paneli görülmektedir. Geliştirilen üçüncü yazılım yine kontrol bilgisayarı üzerinde çalışan ses ve görüntü ara yüzüdür. Bu yazılım, robotun gönderdiği ses ve video bilgilerini kablosuz olarak hem kayıt edebilmekte hem de canlı olarak kullanıcıya izleme imkanı sunmaktadır. Şekil 5'te MyRobot'tan gelen ses ve görüntü bilgilerini göstermek için oluşturulan panel görülmektedir.



a) Ana Panel (Main Panel)

b) Kontrol Paneli (Control Panel)

Şekil 4. MyRobot kontrol programı panelleri
(Figure 4. Panels of the MyRobot control software)



Şekil 5. A/V görüntüleme paneli
(Figure 5. A/V visualisation panel)

5. MYROBOT'UN HABERLEŞME TEKNOLOJİSİ (COMMUNICATION TECHNOLOGY OF MYROBOT)

MyRobot için geliştirilen RF iletişim protokolünün ilk denemelerinde robot komut bekleme modunda iken herhangi bir komut gönderilmemesine rağmen, robotun bazı zamanlar yersiz komutlar aldığı ve kontrolsüz çalıştığı fark edilmiştir. Bu kontrolsüzlüğün nedeni araştırıldığında bazı parazitik radyo sinyallerinin (GSM, TV ve Radyo yayınları) olduğu görülmüştür. Bunun üzerine robota gönderilecek olan komutların robotu tanımlayan bir kimlik bilgisi ile birlikte

gönderilmesi ve robotun da gelen komutlardan sadece uygun kimlik bilgisi olanları değerlendirmesi öngörülmüş ve bütün yazılımlar bu amaç doğrultusunda güncellenmiştir. Kimlik bilgisi ayrıca bize aynı ortamda bulunan ve tek bir merkezden gelen komutları dinleyen birden fazla robotu kontrol etme imkanı sunmaktadır. Her robot gelen komutun önce kimlik bilgisini kontrol eder. Eğer gelen komutun kimlik bilgisi o robot için tanımlı kimlik bilgisi ile aynı ise robot komutu işletir değil ise komutu görmezden gelir. MyRobot'un kimlik bilgisi Düzce Üniversitesini simgeleyen 'D' - 'Z' - 'c' - 'U' karakterlerinin ikili kodlanmış halinden oluşmaktadır. Dolayısıyla MyRobot her gelen veride bu kodları arar. Eğer gelen veride bu kod dizilimi varsa robot bu dizilimden sonra gelen ilk 7 bitlik karakteri komut olarak algılar ve işler. Hali hazırda MyRobot Tablo 1 de görülen 12 değişik komuta cevap vermektedir. Ama istenirse bu kodlama yöntemiyle komut sayısı 128'e kadar çıkartılabilir.

Tablo 1. Robotun kabul ettiği komutlar
(Table 1. Commands accepted by the robot)

Komut	Onluk Karşılığı	İkili Karşılığı
Robot-Açık	17	0010001
Robot-Kapalı	20	0010100
Robot-İleri	10	0001010
Robot-Geri	5	0000101
Robot-Sol	6	0000110
Robot-Sağ	9	0001001
Kamera-Yukarı	7	0000111
Kamera-Aşağı	11	0001011
Kamera-Sağ	3	0000011
Kamera-Sol	15	0001111
Far Işığı-Aç	13	0001101
Far Işığı-Kapat	12	0001100

6. SONUÇ VE GELECEKTE YAPILABİLECEKLER (CONCLUSIONS AND FUTURE RESEARCH POSSIBILITIES)

Bu çalışmada elektrik, elektronik, bilgisayar ve makine alanında lisans seviyesinde okutulan birçok derste örnek ders materyali olarak kullanılabilecek bir mobil robot prototipi tasarlanarak gerçekleştirilmiştir. Robotun tasarım ve gerçekleştirme aşamasında birçok yeni bilgi, beceri ve deneyim kazanılmıştır. Kazanılan bu birikim robotun kullanıldığı derslerde öğrencilere aktarılmaktadır. Gelecekte robot üzerinde birçok yenilik yapmak ve böylece bilgi birikimimizi artırmak mümkündür. Örneğin kontrol bilgisayarı üzerinde yapılacak bir değişiklik ile bir dizi komut serisini işler hale getirilebilir. Yine kontrol yazılımında yapılacak değişikliklerle robotun gönderdiği görüntüler bulanık mantık ya da yapay sinir ağları yöntemleriyle işlenir hale getirilebilir. Böylece robotun bir noktadan diğerine kendi kendine gitmesi, gittiği yolu öğrenmesi (saha eğitimi), engeller karşısında karar vermesi sağlanabilir. Görüntü aktarımı dışında MyRobot ile kontrol bilgisayarının iletişimi tek yönlüdür. Gelecekte robota iki yönlü iletişim modülü eklenerek geri besleme sinyalleri alınabilir. Ayrıca robot üzerine takılacak değişik algılayıcılarla, robotun bulunduğu ortamın fiziki koşulları kumanda merkezine aktarılabilir.

NOT (NOTICE)

Bu çalışma, 22-24 Eylül 2011 tarihleri arasında Elazığ'da düzenlenen "(ICITS-2011) 5. Uluslararası Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Sempozyumu"nda sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Thrun, S., Beetz, M., Bennewitz, M., Burgard, W., Creemers, A.B., Dellaert, F., Fox, D., Hahnel, D., Rosenberg, C., Roy, N., Schulte, J., and Schulz, D., (2000). Probabilistic Algorithms and the Interactive Museum Tour-Guide Robot Minerva. *International Journal of Robotics Research*, 19(11), 972-999.
2. Thrapp, R., Westbrook, C., and Subramanian, D., (2006). Robust localization algorithms for an autonomous campus tour guide, *IEEE International Conference on Robotics and Automation*. 2, 2065-2071.
3. Ben-Tzvi, P., Shingo I., and Goldenberg, A.A., (2007). Autonomous stair climbing with reconfigurable tracked mobile robot. *IEEE International Workshop on Robotics and Sensor Environment*. 1-6.
4. Wu, S., Cheng, M., and Hsu, W., (2005). Design and implementation of a prototype vision-guided golf-ball collecting mobile robot. *IEEE International Conference on Mechatronics*, 611-615.
5. Yukawa, T., Nakata, N., Obinata, G., and Makino, T., (2010). Assistance system for bedridden patients to reduce the burden of nursing care (First report - Development of a multifunctional electric wheelchair, portable bath, lift, and mobile robot with portable toilet). *IEEE International Symposium on System Integration*, 132-139.
6. Bajracharya, M., Maimone, M.W., and Helmick, D., (2008). Autonomy for Mars Rovers: Past, Present, and Future. *Journal of Computer*. 41(12), 44-50.
7. Kayani, S.A., Bhatti, W.H., and Jarral, K.K., (2009). On design and fabrication of a prototype teleoperated mobile surveillance robot. *International Conference on Emerging Technologies*, 157-161.
8. PIC16F87X Data Sheet, August 16, 2011, <http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/30292c.pdf>
9. RF Receiver ARX-34S/C Data Sheet, August 17, 2011, <http://www.udea.com.tr/selectedItem.aspx?ID=87>
10. ISD1700A Series Multi-Message Single-Chip Voice Record & Playback Devices Data Sheet, August 17, 2011, http://www.datasheetcatalog.org/datasheets2/36/368701_1.pdf.
11. RF Transmitter ATX-34S Data Sheet, August 17, 2011, <http://www.udea.com.tr/selectedItem.aspx?ID=12>