

GEZGİN ROBOT TASARIMI VE KENDİ KENDİNE ORGANİZE OLAN HARİTALAR İLE ROBOTUN ENGELLERDEN UZAKLAŞMASI

Ülkü YÜCEL¹

Tülay YILDIRIM²

¹Tübitak-UEKAE, P.K.74, Gebze, Kocaeli

² Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü
Yıldız Teknik Üniversitesi, 34349, Beşiktaş, İstanbul

¹e-posta:uyucel@uekae.tubitak.gov.tr

² e-posta: tulay@yildiz.edu.tr

Anahtar sözcükler:Robot, Kendi Kendine Organize Olan Haritalar, Ultrasonik mesafe algılayıcı

ÖZET

Üzerinde çeşitli algılayıcılar bulunan, hareket kabiliyeti yüksek, doğru akım motorları yardımı ile hareket edebilen, kişisel bilgisayar ile kablosuz haberleşebilen bir robot tasarlanmıştır. Robot, kişisel bilgisayar ile etkileşimli çalışarak MATLAB®'da tasarlanmış yapay sinir modelinin kontrolü ile hareket etmektedir. Robotun içerisinde hareket edebileceği nitelikte bir labirent oluşturulmuştur. Yapılan çalışmada amaç, bir labirent içindeki robotun duvarlara çarpmadan ilerleyerek belirlenen hedef noktaya ulaşmasının sağlanmasıdır. Robot için hedef nokta belirteci olarak ışık kaynağı seçilmiştir. Robotun labirent duvarlarına çarpmadan ilerleyebilmesi için kendi kendine organize olan özellik haritaları yöntemi kullanılmıştır.

1.GİRİŞ

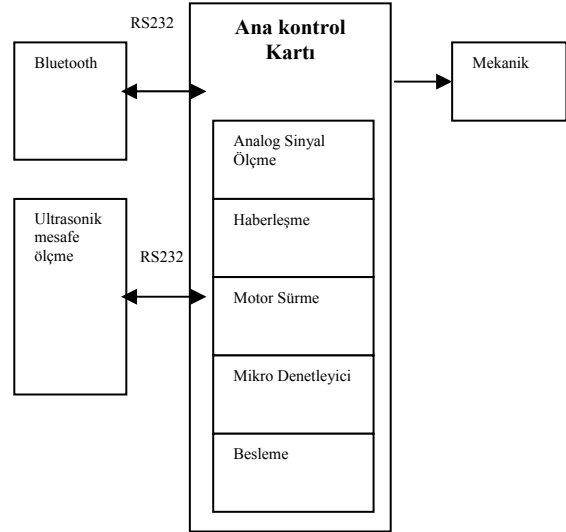
Günümüzde robot uygulamaları oldukça geniş bir alanda ve hızla ilerlemektedir. Robot uygulamalarında çeşitli amaçlarla yapay sinir ağı modellerinin kullanılması başarılı sonuçlar vermektedir. Literatürde bu tür çalışmalara sık rastlanmaktadır.[1,2,3]

Bu çalışmada bir gezgin robot tasarımı yapılmıştır. Çalışma ortamı olarak robotun içinde gezineceği basit bir labirent oluşturulmuş, bu labirentin içine robotun ulaşması istenen noktaya hedef olarak ışık kaynağı konulmuştur. Robotun labirent duvarlarına çarpmadan ilerleyebilmesi için yani engellerden uzak durması için kendi kendini organize eden haritalar (SOM) yöntemi kullanılmıştır. SOM yapay sinir ağı modelinin, iyi bir sınıflandırıcı olma özelliği ve beklenen çıkışın belirlenemediği durumlarda kullanılabilmesi, iyi sonuçlar vermesi nedeniyle son yıllarda popülerliği oldukça artmıştır.

2.SİSTEM TASARIMI

Çalışmada kullanılan gezgin robot üstlendikleri görevler bakımından mekanik bölüm, ultrasonik mesafe ölçme bölümü, ana kontrol bölümü ve Bluetooth haberleşme bölümü olmak üzere 4 ana

bölümden oluşur. Tasarlanan robotun donanım blok diyagramı Şekil-1'de görülmektedir.



Şekil 1 Gezin robotun blok diyagramı

2.1 Mekanik Bölüm

Robotun mekanik bölümü, labirent içerisinde dar alanlarda rahatça manevra yapabilmeleri için tank modelinden meydana getirilmiştir. Tank modeli paletli sistemden oluşmaktadır. Sağ ve sol paletler için ayrı DC motor kullanılması robotun manevra kabiliyetini çok yükseltmiştir. Motorlar 5- 12V DC gerilimlerde çalışmaktadır.

2.2 Ultrasonik Mesafe Ölçme Bölümü

Ultrasonik mesafe ölçüm modülü üzerinde bir adet mikro-denetleyici, bir adet 0°-180° derece dönme özelliğine sahip servo-motor ve 0,15m ile 2,6m arasında mesafe ölçümü yapabilen ultrasonik verici-alıcı bulunmaktadır. Modül RS232 seri arabirime sahiptir ve dışardan gelecek komut dizisine göre servo-motoru istenen açı değerine göre döndürür, ses kaynağından çıkışı sağlar ve yankı sonunda hesapladığı mesafe değerini 0-255 arasında bir sayı

değeri olarak RS232 seri arabirimden anakart üstündeki mikrodenetleyiciye iletir.

2.3 Bluetooth Bölümü

Bluetooth modülü, kişisel bilgisayardan kablosuz olarak gönderilen komutları seri haberleşme sinyaline dönüştürerek mikro-denetleyiciye iletir ve mikro-denetleyiciden gelen ölçüm bilgilerini de kablosuz haberleşme kullanarak kişisel bilgisayara aktarır. Gezgin robot ile kablosuz haberleşmeyi sağlamak amacıyla TDK firmasının Bluetooth seri modülü ürünü kullanılmıştır. Bu modül seri haberleşme (RS232) ile kontrol edilebilen bluetooth teknolojisine sahip bir kablosuz modemdir. Genel olarak görevi, bluetooth kanalından gelen verileri seri haberleşme kanalına, seri haberleşme kanalından gelen verileri de bluetooth kanalına aktarmak olarak özetlenebilir.

2.4 Ana Kart Bölümü

Ana kontrol modülü gezgin robotun tüm işlevlerini kontrol eden bölümdür. Üzerinde NEC 78F0078 model 8-bit mikro-denetleyici bulunmaktadır. Mikro – denetleyici içersinde C++ ile yazılmış bir alt düzey program çalışmaktadır. Bu modülün görevi; kişisel bilgisayardan Bluetooth ile gelecek olan komutları işlemek, istenen verileri bilgisayara iletmek, ultrasonik alıcı modülünden mesafe bilgilerini almak, ışık yoğunluğunu ölçmek, robot hareketini sağlamak üzere motorları sürmek olarak özetlenebilir. Tasarlanan ana kontrol kartı üzerinde, besleme bölümü, haberleşme bölümü, motor sürme bölümü, ışık yoğunluğu ölçme bölümü ve mikrodenetleyici bölümü olmak üzere başlıca 5 adet bölüm vardır.

Ana kontrol kartı besleme bölümü, gerilim girişini anahtarla kontrol eden ve bir sigorta ile kullanılan tüm devreleri koruma altına alan bölümdür. 12VDC gerilim girişini 5VDC' ye çevirerek tüm modüller için gerekli enerjiyi sağlamaktadır.

Ana kart motor sürme bölümü, robotun mekanik bölümünde bulunan DC motorları sağa ve sola olmak üzere iki yönde de döndürebilen ve iki adet motora hizmet verebilen bölümdür. Motor sürme bölümünün yapısı bir transistör köprüsü şeklindedir. Bu transistörler mikro-denetleyici tarafından sürülürler ve iletimde olan transistörlere göre motorlar sağa yada sola dönüş yaparlar.

Ana kontrol haberleşme modülünde mikro-denetleyiciye bağlı iki adet RS232 seri arabirimi vardır. Bunlardan biri Bluetooth modülü diğeri ise ultrasonik mesafe ölçme modülüne bağlantı için kullanılır. Haberleşme bölümünde kullanılan MAX232 entegresi seri haberleşme sinyallerinin gerilim seviyelerinin dönüştürülmesi için kullanılmaktadır.

Işık yoğunluğu ölçme bölümünde, robotun labirent içersindeki ışık yoğunluğunu, bir anlamda da hedefe

olan uzaklığını ölçmek için LDR olarak bilinen ve üzerine düşen ışık şiddeti ile direnci değişen bir algılayıcı kullanılmıştır. Üzerine düşen ışık şiddeti ile direnci değişen LDR'nin seri bir dirençle kullanılması durumunda üzerine düşen gerilim de değişmektedir. Mikro-denetleyici LDR üzerine düşen gerilimi ölçerek ışık şiddetini belirlemektedir.

Şekil-2'de robotun resmi görülmektedir.



Şekil 2 Gezgin robot

3.KENDİ KENDİNE ORGANİZE OLAN ÖZELLİK HARİTALARI(SOM)

SOM ağları Kohonen tarafından geliştirilmiş, eğitimci çalışabilen, rekabete dayalı öğrenme (competitive learning) ile giriş verisinin yapısına göre kendini organize edebilen yapılarıdır. Bu ağların giriş vektörlerini sınıflandırmak ve giriş vektörlerinin dağılımını öğrenebilme yetenekleri çok yüksektir [4]. SOM, giriş paternlerini topolojik düzendeki iki boyutlu özellik haritasına aktarır. Giriş uzayındaki birbirine benzer verileri gruplar, bunları iki boyutlu özellik haritasında yakın birimlere atar.

SOM ağları yapısal olarak diğerlerinden farklıdır. Ağ bir giriş ve bir de çıkış olmak üzere iki katmandan oluşur. Çıkış katmanı iki boyutlu bir düzlemi göstermektedir. İşlem elemanları bu düzlem üzerinde dağılmış vektörleri göstermektedir. Çıkıştaki her işlem elemanı, bütün giriş işlem elemanlarına bağlıdır. SOM ağları yarışmayı kazanma ve kazanan işlem elemanının 1 diğerlerinin 0 değerini alması ilkesine dayanmaktadır. Ağa bir giriş verildiğinde çıkış uzayında yarışmayı kazanan ve onun etrafındaki komşuları eğitim sırasında ağırlıklarını değiştirmektedir.

SOM ağının eğitim algoritmasının adımları şu şekilde özetlenebilir. [5]

1. Örnek setinden bir örnek ağa verilir.
2. Ağırlık vektörlerine rasgele küçük değerler verilir.
3. Tüm işlem birimlerinin yeni girişe olan uzaklığı hesaplanır. (Genelde uzaklık hesaplaması için öklid uzaklığı kullanılır)

$$d_j = \| i(k) - m_j(k) \|$$

$i(k)$: Giriş

$m_j(k)$: j işlem biriminin ağırlık vektörü

d_j : Girişin j işlem elemanına uzaklığı

4. Kazanan işlem elemanı seçilir (örneğin c). Bu girişe en yakın ağırlık vektörüne sahip olan işlem elemanıdır.

$$c = \min(d_j)$$

5. Kazanan işlem elemanının ve onun komşularının ağırlık vektörleri güncelleştirilir. Bu yaklaşım, kazanan işlem elemanı için en fazla, bu işlem elemanından uzaklaştıkça daha az yapılacaktır.

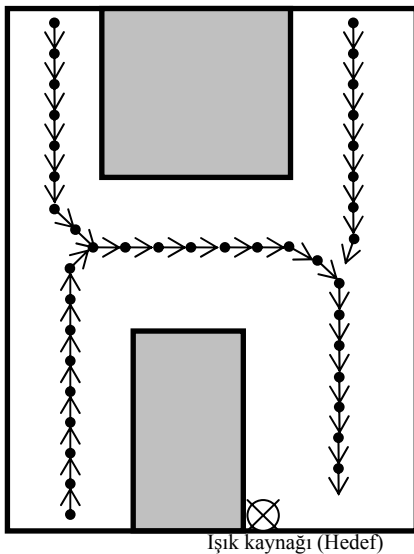
6. İterasyon yeterli ise işlem bitirilir, değil ise birinci adıma dönülür.

Öğrenme ilerledikçe komşuların sayısı azalmakta ve öğrenmenin sonunda sadece kazanan işlemci elemanının ağırlığı güncellenmektedir.

4.UYGULAMA SONUÇLARI

Uygulamanın ilk aşamasında robotun labirent içinde belirlenen bir başlangıç noktasından ışık kaynağına (hedefe) gitmesi durumu test edilmiştir. Robotun bu durumda hedef kaynağa doğru hareket ettiği, ancak henüz engellere uzak durma özelliği olmadığından duvarlara çarptığı görülmüştür.

İkinci aşamada, robotun labirentin duvarlarına çarpmadan ilerleyebilmesi için SOM yapay sinir ağı modeli kullanılmıştır. Robot, labirent içersindeki izleyeceği güzergah üzerinde adım adım ilerletilmiş, her noktada 0° , 90° ve 180° lik açılarda ultrasonik mesafe ölçüm verileri kaydedilmiştir. Bu verileri kaydetmek için izlenen güzergah Şekil-3'de görülmektedir. Kaydedilen bu veriler SOM'un giriş uzayını oluşturmaktadır. SOM ağı bu giriş verileri kullanılarak 50000 iterasyon ile eğitilmiştir.



Şekil3 SOM ağı eğitim veri kümesi oluşturulurken izlenen güzergahlar

SOM ağı eğitildikten sonra, robotun labirent içinde t anındaki pozisyonunu gösteren 3 mesafe sensör verisinden oluşan giriş değeri ağa verildiğinde, bu girişe en yakın ağırlık vektörüne sahip olan nöron (kazanan nöron) engel olmayan bir noktayı temsil etmektedir. Dolayısıyla SOM ağına girilen robotun t anındaki pozisyonunu temsil eden giriş değeri bu nörona ne kadar yakın ise robot engellerden o derece uzak denebilir.

Oluşturulan SOM ağı önce kendi giriş uzayından seçilen değerler için test edilmiştir. Bu testin sonucunun (kazanan nörona uzaklığının) küçük değerler çıkması (0-3 aralığında) SOM ağına eğitildiğini göstermiştir.

Daha sonra robot labirentte tekrar dolaştırılarak yeni bir veri kümesi elde edilmiş bu SOM ağına test etmek amacı ile kullanılmıştır. Bu test kümesi SOM girişine verilmiş ve SOM'un büyük oranda (%75) beklenen küçüklükte çıkışları ürettiği gözlenmiştir. SOM ağına bazen hatalı çıkışlar vermesi ultrasonik sensör ölçümlerindeki kısıtlamalardan kaynaklanmaktadır. Robotun dönüş yaptığı adımlarda ultrasonik sensörlerin gönderdiği ses dalgasının dönüşte yansımadan yüzeyi sıyırması, bu noktalarda ölçümü hatalı yapmasına ve ölçüm sonucu olarak en uzak mesafeyi (2,6 m) belirten 255 değeri döndürmesine neden olmaktadır. SOM ağına test sonucu incelendiğinde test setindeki robotun hatalı ölçüm yaptığı adımlarda (255 ölçülen), SOM çıkışının çok büyük değerler olduğu görülmüştür. Diğer durumlarda SOM sonucu başarılıdır.

SOM eğitim ve test çalışması tamamlandıktan sonra robotun engellere çarpmadan hedefe ulaşması testi yapılmıştır.

Robotun çalışması şöyledir:

Robot labirent içinde, başlangıç noktasında rasgele bir hareket yaparak gezinmeye başlar. İlerlediği her adımda 3 mesafe sensör ölçümünü ve ışık yoğunluğu bilgisini bluetooth üzerinden PC'ye gönderir. PC'de çalışan program robottan gelen mesafe sensör verilerini SOM ağına verir, elde edilen çıkış bilgisine göre robotun engele yaklaşıp yaklaşmadığının kontrolünü yapar. Ayrıca ışık yoğunluğunun artış kontrolünü de yapar. Bu kontrollerin sonucuna göre hareketi kabul eder veya etmez, etmez ise başka yönde yeni bir hareket yaptırır. Her hareket sonrası işlem tekrarlanır.

Bu şekilde yapılan test sonucunda robotun duvarlara çarpmadan hedefe başarı ile ulaştığı görülmüştür. Bu işlem sırasında robotun labirent içinde yapmış olduğu hareket adımları Şekil-4'de görülmektedir.

