

8051 Mikrodenetleyicili Bir Sumo Robot Tasarımı ve Uygulaması

Mehmet ALBAYRAK, Yaşar Gökhan YÜKSEL

Süleyman Demirel Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Elektronik-Bilgisayar Eğitimi Bölümü / ISPARTA

Alınış tarihi: 14.08.2006, Kabul: 23.05.2007

Özet: Bu çalışmada, 8051 mikrodenetleyici kontrollü bir sumo robotun mekanik tasarımı, kontrol kartı ve yazılımı gerçekleştirilmiştir. Robot, yarışma ve eğitim amaçlı tasarlandığı için hücum amaçlı strateji içeren yazılım geliştirilerek yüklenmiştir. 8051 mikrodenetleyici içindeki kontrol yazılımı PC 'nin seri portuna bağlı mikrodenetleyici programlama kartına takılıp, kolaylıkla güncellenebildiği için yazılım stratejisi her yarışma için değiştirilebilir niteliktedir. Mikrodenetleyici yazılımı µVision Keil derleyicisinde C kodu kullanılarak hazırlanmıştır. Mekanik tasarım aşamasında robot dış yüzeyinin darbelere dayanıklı malzemeden seçilmesine ve tekerleklerin sürtünmesinin fazla (kaymaz) olmasına özen gösterilmiştir. Robotun gücünü belirleyen ağırlık sınırları içinde en fazla hale getirebilmek için 4 ayrı dişli DC motor ve 4 amperlik akü kullanılmıştır. Rakip algılama mesafe sensörü ve kontrast sensörü (beyaz algılama) seçiminde cevap verme süresi çok az olan sensörler tercih edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sumo Robot, 8051 Mikrodenetleyici, Mesafe Sensörü, Kontrast Sensörü

Design and Implementation of a Sumo Robot by 8051 Microcontroller

Abstract: In this paper; a sumo robot has been designed, implemented and, developed. The robot has been developed for education and competition. So, its' software has been programmed for tactic algorithm. The control software in 8051 microcontroller can be able to upload and download by any PC 's serial port. Control software has been developed by C based µVision Keil. Mechanical parts are external structure which is composite metal and the tires have very high friction factors. There are four geared DC motors and a battery has 4Ah capacity. The external case was painted black color for prevent from rival sensing. The sensors are chosen have very short response time is an important factor. Sumo robot must be maximum 3 kilo's and 200x200mm dimensions. For that reason parts and external structures have been chosen accordingly.

Keywords: Sumo Robot, 8051 Microcontroller, Distance Sensor, Contrast Sensor.

Giriş

Robot kelimesi ilk olarak 1920 'lerin başında yazılmış bir kitapta ortaya çıkar. Yazar, angarya- zorunlu iş anlamındaki "robata" kelimesi ile işçi anlamına gelen "robotnik" kelimelerini birleştirerek, "Robotic" kelimesini türetmiştir. Karel Capek 'in Rossum 'un Evrensel Robotları kitabında mekanik ve otonom, ama arzularından yoksun yaratıklar olarak kullanılan robot, daha sonra birçok bilimkurgu romanına konu olmuştur. Isaac Asimov ünlü robot serisiyle teknolojik açıdan tutarlı bir robot kavramı yaratır ve robotların amacının insana hizmet olduğunu, bir robotun kendi amaçlarını insanların amaçlarına hiçbir zaman tercih edemeyeceğini, koyduğu üç robot kuralı ile belirler:

1. Bir robot bir insana zarar veremez veya pasif kalmak suretiyle zarar görmesine izin veremez.
2. Bir robot kendisine insanlar tarafından verilen emirlere 1. Kural ile çelişmediği sürece itaat etmek zorundadır.
3. Bir robot 1. ve 2. Kurallar ile çelişmediği sürece kendi varlığını korumak zorundadır (ORT,2007).

Robot teknolojisi, insan örnek alınarak fiziksel kapasite ve duyulara sahip, cihazlar üretmeyi amaçlar.

Robot teknolojisi bilgisayar destekli kontrol sistemleri ile gelişmiş ve yapay zekâ alanındaki gelişmelerle ilerlemektedir (Albayrak vd., 2003)

Geçmişten günümüze kadar robotik alanında, çeşitli alanlara hitap eden, insan kontrolünden bağımsız hatta insanın yerine görev yapabilen birçok proje gerçekleştirilmektedir. Örneğin yüksek basınç altında, yüksek sıcaklıkta ve insan sağlığı için elverişsiz ortamlarda robotlar kullanılmakta, endüstriyel üretimde PLC ve bilgisayar desteği ile programlanan robot kollar fabrikalarda hammaddeyi insan gücüne ihtiyaç duymadan ürüne dönüştürmektedir. Artık insanlar kendilerine ayırdıkları zamanı değerlendirirken, en son teknolojiyi de kullanarak insanlığın küçük oyuncakları olan hobi robotlarını yapmaya başlamışlardır.

Bu çalışmanın araştırma ve kaynak tarama safhasında, sumo robotlarının dünya çapında çok ilgi çeken, ulusal ve uluslararası ödüllü yarışmaları düzenlenen, büyük bir robotik alanı olduğu fakat bu konuda literatürde çok fazla yayın bulunmadığı dikkat çekmektedir. Sumo Robot Turnuvaları 1980 'li yılların sonunda ortaya çıktıktan sonra özellikle Amerika ve Kanada'da büyük ilgi toplamış, 1990 'lı yılların sonunda dünya çapında yarışmaları düzenlenen büyük bir sektör haline gelmiştir. Ülkemizde çeşitli üniversitelerde hobi robot yapımı gerçekleştirilmektedir.

Sumo robot orijinal olarak 1980 'lerin sonunda Japonya 'da, Fuji Yazılım Şirketinin Başkanı Hiroshi Nozawa tarafından icat edilmiştir. İlk gösteri oyunu Ağustos 1989 'da 33 robot ile gerçekleştirilmiştir. İlk resmi turnuva ise 1990 yılında 147 robot ile gerçekleştirilmiştir. Bundan

sonra, sumo robotu Japonya 'da muntazam bir şekilde gelişmiş, ilerlemiştir. 2001 yılında ise ülke çapında gerçekleştirilen 4 ay süren turnuva sezonunda 4000 'den fazla robot yarışmıştır. Son yıllarda bu turnuvalara katılan katılımcı sayısı ve düzenlenen turnuva sayısı hızla artmıştır.

1990 'ların başında, Mato Hattori (Japonya'dan bir sumo robotu yarışmacısı) sumo robotunu Birleşmiş Milletlere tanıtmıştır. Bill Harrison ve Robert Jorgenson, Kuzey Amerika 'da 3kg 'lık sumo robot turnuvalarının iki katından daha fazla olan ve çok popüler hale gelen mini sumo sınıfını icat etmişlerdir

1990 'ların başında sumo robotu turnuvaları tüm dünyada gerçekleştirilmeye başlanmıştır. Ayrıca sumo robotlarının sayısı ve bu robotlara olan ilgi gün geçtikçe artarak ciddi bir orana ulaşmıştır.

Sumo Robotları

Sumo robotu; Japonların en popüler sporlarından biri olan sumonun robotiğe uyarlanmış halidir. Sumo Güreşinde iki insanın birbirini sumo ringinin dışına atmaya çalışması yerine, sumo robot yarışmalarında iki robot birbirini özel olarak hazırlanmış ringin dışına atmaya çalışır. Sumo robot yarışmalarının birtakım kuralları vardır. Ancak genel olarak özetlersek; rakibini ringin dışına iterek atan çıkaran robot galip gelir (ORT,2007).



Şekil 1. Sumo Güreşi Yapan Robotlar

Tablo 1. Sumo Robot Kategorileri

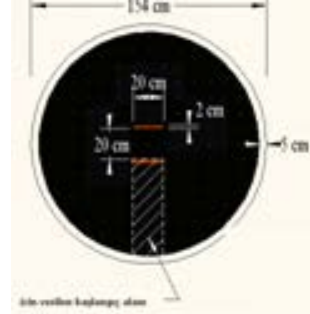
Sınıf	Yükseklik	En	Boy	Ağırlık
Ağır Japon Sumo	Sınırsız	30	30	10.000
Sumo	Sınırsız	20	20	3.000
Mini Sumo	Sınırsız	10	10	500
Micro Sumo	5	5	5	100
Nano Sumo	2.5	2.5	2.5	25
	(cm)	(cm)	(cm)	(gr)

Dohyo, sumo robot turnuvalarının üzerinde yapıldığı, içi siyah renkte, dışı beyaz şerit şeklinde çizgi bulunan halka şeklinde özel olarak hazırlanan ringin adıdır.

Dohyo özellikleri aşağıdaki gibi olmalıdır:

- Dohyo, yerden 5cm yükseklikte, daire şeklinde, dışı beyaz şerit şeklinde çizgi dâhil olmak üzere 154cm çapında olacaktır.

- Robotların başlama yerleri arası 20cm 'dir. Bu yerler 2cm kalınlığında kahverengi çizgilerle işaretlenmiştir.
- Dohyo 'nun dışındaki 100cm 'lik mesafe boş ve beyaz dışı bir renk olmalıdır. Bu 100cm 'lik mesafe kurallara aykırı olmamak şartıyla herhangi bir maddeden yapılmış veya herhangi bir şekilde olabilir.



Şekil 2. Dohyo ölçüleri.

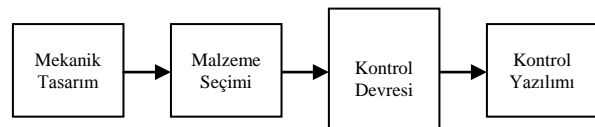
Tablo 2. Sumo Robot Ring Özellikleri

Sumo Robot Kategorisi		Dohyo Ebatları (cm)					
Sumo Cinsi	Sumo Ağırlığı	Çap	Beyaz kenar	Yükseklik	Başlama çizgileri aralığı	Başlama çizgileri boyu	Başlama çizgileri kalınlığı
Ağır Japon sumo	10.000	227	10	10	30	30	2
Sumo	3.000	154	5	5	20	20	2
Mini Sumo	500	77	2,5	2,5	10	10	1
Micro Sumo	100	38,5	1,25	1,25	5	5	0,5
Nano Sumo	25	19,25	0,625	0,625	2,5	2,5	0,25
	(gr)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)

Gerçekleştirilen Çalışma ve Detaylar

Yapılan çalışmada dört adet DC motor, iki adet kontrast sensörü ve bir adet algılama sensörünün uyum içinde çalışmasını sağlayacak bir kontrol devresi yapılmıştır. ATMEL AT89C51ED2 mikrodenetleyicisini kontrol etmek için C Programlama dilinde bir program yazılmıştır.

Mekanik tasarımı daha önceki sumo robot turnuvalarında yarışmış ve aynı zamanda derece almış robotlar göz önünde bulundurularak hazırlanmıştır. Robot hareketinin sağlanması için dört adet 12V 200rpm dişli DC motor, bir adet 12V, 4A 'lık akü, iki adet kontrast sensörü (QRD1114), bir adet algılama sensörü (Keyence PZ2-41P) kullanılmıştır. Çalışmanın blok şeması, Şekil 2'de ayrıntılı olarak verilmiştir.



Şekil 3. İşlem sırası blok şeması

Kurallara uygun boyut ve ağırlıkta, yarışma sırasında rakibe üstünlük kurabilecek bir tasarım yapılmasına özen gösterilmelidir. Robotta kullanılacak sensör, motor, mikrodnetleyici ve güç kaynağı seçimi yapılırken, seçilen malzemelerin uyum içinde çalışmasını sağlayacak bir kontrol devresi hazırlamak önemlidir. Sensörlerden alınan bilgiler yapılması gereken işlemler, hazırlanan algoritma ve yazılıma dönüştürülür.

Mekanik Tasarım

Gerçekleştirilen sistemin mekanik tasarım Resim-2 'de görüldüğü gibidir. Çalışmada, robotu rakibin darbelerinden korumak için mekaniğin sağlam bir malzemeden yapılması önemlidir. Bu sebeple; dış cephe 1,2mm kalınlığındaki alüminyum malzeme ile kaplanmıştır. Bu malzeme istenilen boyutlarda torna tezgâhlarında milimetrik ölçülerde işlenmiştir. Kesim işleminden sonra bu parçalar vida yardımıyla birleştirilmiştir.

Kullanılan tekerlekler 54mm çapında ve 38mm enindedir. Tekerlekler Resim-3 'de görülmektedir. Tekerlekler yumuşak süngerden yapılmış ve sürtünmesi fazladır. Tercih edilme sebebi zemine daha çok tutunarak rakibin olası itme durumunda sürtünmeyi artırarak kendine avantaj sağlamasıdır. Tekerleklerden dört adet kullanılmıştır. Mekanik aksama motorların montajını kolaylaştırmak için belirlenen kısımlarda yuvalar açılarak motorun mekaniğe daha sıkı bir şekilde tutunması sağlanmıştır.



Şekil 4. Robotun mekanik tasarımı



Şekil 5. Tekerlekler ve motorlar

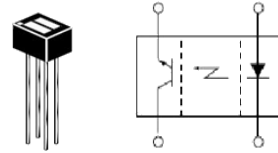
Robotta Kullanılan Elektrik ve Elektronik Donanımlar

Robotta kullanılan elektrik ve elektronik donanımlar; sensörler, motorlar, mikrodnetleyicili kontrol kartı, güç kaynağı ve diğer elektronik malzemeler olmak üzere beş kısımdan oluşmaktadır.

Sensörler

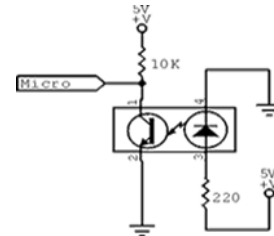
Sensör kelimesi hissetmek anlamına gelen İngilizce "to sense" kelimesinden gelmektedir. Türkçe 'de sensör yerine "duyurga" kelimesi de kullanılmaktadır. Sensör, bir ölçüm sistemine giriş sinyali gönderen cihaz olarak tanımlanmaktadır. Bu tanıma göre basit bir limit şalteri, bir akımölçer, bir gerilim bölücü ya da karmaşık bir kütle spektrometresi sensör olmaktadır. *Transdüser* ölçülen bir büyüklüğü, özelliği ya da durumu kullanılabilir bir elektriksel büyüklüğe çevirir. Transdüser sensörlerin bir alt grubu olarak görülebilir (EO,2007).

Robotun dohyo üzerindeki siyah ve beyaz rengi ayırt etmesi ve dohyo içerisinde kalmasını sağlamak için robotun ön-alt kısmında iki adet siyah beyaz algılayıcı kontrast sensörü kullanılmıştır. Robot mücadele esnasında, rakip robot tarafından çizgi dışına itilmek istendiğinde veya kendi algoritmasını uygularken, dohyo üzerindeki beyaz şerit üzerine gelirse bu sensörler beyaz çizgiyi algılayarak kontrol devresine lojik "0" bilgisini gönderir. Bu bilgi mikro denetleyiciye iletilir. Kontrast sensörü olarak kullanılan QRD1114 'ün çalışma prensibi aşağıda anlatılmıştır.



Şekil 6. Kontrast sensörü QRD1114 'ün yapısı (FCS,2007)

QRD1114 'ün çalışma prensibi kısaca şu şekildedir. İçerisinde prensip olarak bir infrared led ve foto transistör bulunmaktadır. Şekil 3 'de görüldüğü gibi infrared diyot gözle görülmeyen ışınları yansıtıcı yüzeye gönderir. Yansıtıcı yüzey yani platformun rengine göre ışığı soğurma mantığıyla siyah rengin tamamını emer, beyazı yansıtır. Platformdan yansıyan ya da yansımayan ışığı foto transistör beyz akımı olarak kabul ederek kolektör ile emiter arasında değişen akımı oluşturmaktadır. QRD1114 sensör devresinin bağlantısı Şekil 4 'deki gibidir:



Şekil 7. QRD1114 sensör devresinin bağlantısı

QRD1114 'ün çalışma prensibine göre yansıtma yüzeyi yani o anda dohyodan algılanan kısım siyah olduğunda, infrared led 'den gelen ışık soğrulur. Yani yansıtılmaz ve böylece mikrodnetleyicinin port ucuna "1" değeri gelir. Çıkış foto transistörün kolektör ucundan alındığı için çıkış lojik "1" olur. Yansıtıcı yüzey beyaz olduğunda ise infrared led 'den gelen ışık yansıtılacak ve mikrodnetleyicinin port ucuna lojik "0" değeri

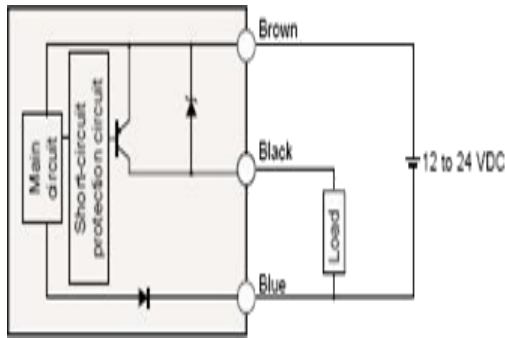
gelecektir. Bu durumda kontrol devresinde kullanılan ATMEL AT89C51ED2 'ye lojik "1" ve lojik "0" yani 5V ve 0V bilgileri gönderilmiş olur.

QRD1114 'ten hariç robotun dohyo üzerinde diğer rakibini algılayabilmesi için bir adet algılama sensörü kullanılmıştır. Robot mücadele esnasında rakip robotu algıladığında bu sensör kontrol devresine lojik "0" bilgisini gönderir ve bu bilgi mikro denetleyiciye iletilir. Algılama sensöründe olarak kullanılan Keyence PZ2-41P 'nin çalışma prensibi; ışınların yüzeye gönderilip yüzeyin rengine göre yansımalarıdır.



Şekil 8. Keyence PZ2-41P IR mesafe sensörü (EO,2007)

Kullanılan sensörler arasında fark olarak sayılabilecek en belirgin özellik QRD1114 'ün infrared, Keyence PZ2-41P 'nin ise gözle görülebilir ışın göndermesidir. Keyence PZ2-41P sensörü rakip robotu algılayamadığı sürece gönderdiği ışın geriye yansımaz ve sensör çıkışında lojik "1" bilgisi oluşacaktır. Sensör rakip robotu algıladığında gönderdiği ışın geri yansır ve sensör çıkışında lojik olarak "0" bilgisi oluşacaktır. Kontrol devresinde kullanılan ATMEL AT89C51ED2 'ye lojik "1" ve lojik "0" yani 5V ve 0V bilgileri gönderilmiş olur. Projede kullanılan Keyence PZ2-41P IR mesafe sensörünün bağlantısı Şekil 5 'de görüldüğü gibidir.



Şekil 9. Keyence PZ2-41P bağlantı şeması (EO,2007)

Motorlar

Yapılan çalışmada 4 adet 12V 200Rpm 'lik dişli DC motor kullanılmıştır. Kullanılan motorun saniyede yaklaşık 60cm' ye kadar yol alması planlanmıştır.

$$\begin{aligned} \text{Motor hızı: } 1 \text{ saniye} &= 60 \text{ cm} \\ 1 \text{ dakikada; } 60 \text{ cm} \times 60 \text{ saniye} &= 3600 \text{ cm} \cdot \text{sn} \\ &= 3600 / (3,14 \times 5,4 \text{ cm}) = 211 \text{ devir/sn} \end{aligned}$$

211Rpm 'lik bir motor standardı olmadığı için standartlar çerçevesinde en yakın olan 200Rpm 'lik motor seçilmiştir. DC motorun dönüş yönünü uygulanacak gerilim polaritesi belirler.

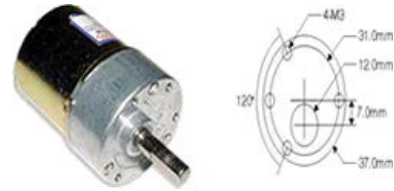
Sensörlerden alınan bilgilere göre hangi motoru hangi yönde ve ne kadar döndürüleceği bilgileri mikrodenetleyici içerisindeki kontrol yazılımı tarafından belirlenmektedir.

Tablo 3. Motorların pozisyonlarına göre robotun hareketi

	Sağ Arka Motor	Sağ Ön Motor	Sol Arka Motor	Sol Ön Motor	Robotun Hareket Yönü
1	İleri	İleri	İleri	İleri	İleri
2	Geri	Geri	Geri	Geri	Geri
3	İleri	İleri	Geri	Geri	Sol
4	Geri	Geri	İleri	İleri	Sağ

Tablo 4. Kullanılan motorun teknik özellikleri

Ağırlık	151.95gr.
Azaltma Oranı	30:01:00
Durdurma Torku	4.6kg-cm
Uzunluk(motor ve dişli)	4.88cm
Uzunluk(sadece şaft)	2.26cm
Çap(motor ve dişli)	3.68cm
Çap(sadece şaft)	6mm
Dış Çapı	37mm
Çektiği Akım(Boşta iken)	90mA
Çektiği Akım(Şaft kilitlendiğinde)	1.5A



Şekil 10. Kullanılan dişli DC motor ve ölçüleri

Mikrodenetleyici

Mikrodenetleyiciler; gömülü sistemlerin bir parçası olan bütünleşmiş çiplerdir. Özel görevleri kontrol etmek amacı ile tasarlanmışlardır. Çok küçüktür ve tüm isteklere cevap verebilecek özelliklere sahiptir (MC, 2007).

Yapılan çalışmada sensörlerden gelen bilgilerin işlenmesi, gerekli kararların verilmesi ve uygulamaya konulması faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi için; ATMEL AT89C51ED2 mikrodenetleyicisi kullanılmıştır. Tek mikrodenetleyici kullanılarak, motor sürücü entegreler yardımıyla 4 motorda kontrol edilmektedir. Sensörlerden gelen bilgiler için; P1_0, P1_1 ve P1_2 giriş portları kullanılmıştır. Verilen kararların uygulanmasını sağlayan motorlar içinde P2_0, P2_1, P2_2, P2_3, P2_4, P2_5,

P2_6 ve P2_7 çıkış portları kullanılmıştır. Mikrodenetleyicinin çalışma frekansı ise 12 MHz 'lik kristal osilatör ile sağlanmaktadır.

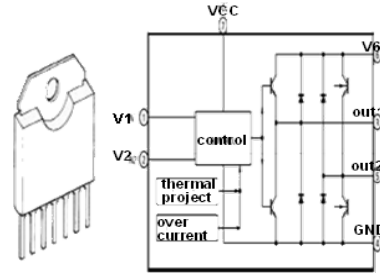
Mikrodenetleyici çevrede olan değişiklikleri sensörler vasıtası ile algılar. Sensörlerin ürettiği değerlere göre mikrodenetleyici, yüklenen programa göre gerekli kararları verir. Verilecek tepki doğrultusunda motorların hareketlerini, ilgili portları aktif hale getirerek gerçekleştirir. Örneğin robot ileri yönde hareket edecekse; P2_0, P2_3, P2_4 ve P2_7 numaralı port pinleri mikro denetleyici tarafından lojik "1" yapılır. Motorlar geri yönde hareket edecekse P2_1, P2_2, P2_5 ve P2_6 numaralı port uçları "1" yapılır. Sistemde, mikrodenetleyici yüklü olan programın ilk satırından itibaren tekrar çalıştırılabilmesi için reset butonu kullanılmamıştır. Robotu çalıştırmak için kullanılan anahtar her açıp kapatma işleminde reset görevi görmektedir.

Güç Kaynağı

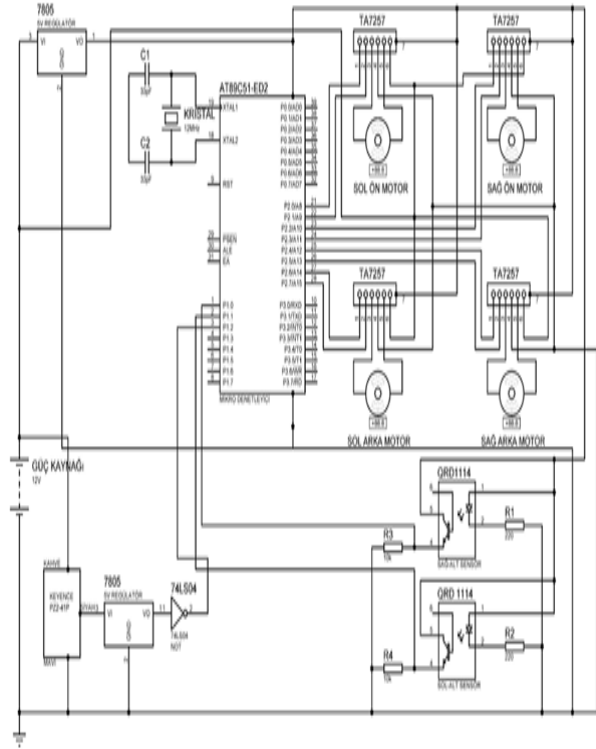
Çalışmada bir adet 12V 4A 'lık güç kaynağı kullanılmıştır. Güç kaynağı; hem motorları hem de kontrol kartını beslemektedir. Bu güç kaynağının seçimindeki sebep; motorların her birinin maksimum performansta 1A çekmesidir. 4 adet motor ve motorların çalışma gerilimi 12V olduğu için 12V 4A 'lık bir güç kaynağı seçilmiştir. Güç kaynağının ağırlığı 1424 gramdır.

Diğer Elektronik Elemanlar

Çalışmada kullanılan diğer elektronik elemanlar direnç, kondansatör, 40 pinli zif soket, 12MHz kristal, 7805 entegresi ve TA7257 motor sürücü entegresidir. Dirençler sensörleri yüksek akımlardan korumak amacı ile kullanılması önerilen değerlerde kullanılmıştır. Kondansatörler mikrodenetleyicinin XTAL pinleri için kullanılmıştır. 12MHz 'lik kristal mikrodenetleyicinin XTAL pinleri için kullanılmıştır. Zif soketin kullanılma amacı; mikrodenetleyiciyi kolayca yuvasından çıkarıp, takmak için kullanılmıştır. Mikrodenetleyici içerisindeki yazılım kontrole tabi tutulacak ve olası hatalar durumunda yerinden çıkarılması gerekebilecektir. Pin sayısının fazla olmasından ve pinlerinin hassas oluşundan dolayı da zif soket tercih edilmiştir. 7805 entegresi 12V 'luk gerilimi 5V 'a düşürmek için kullanılmıştır. Mikrodenetleyici ve QRD1114 sensörler 5V 'luk gerilim ile çalıştığından devre beslemesi olan 12V, 7805 entegresi ile 5V 'a düşürülmüştür. TA7257 entegresi motor sürücü entegresidir. Bu projede motor sürücü katı devrelerinin yaptığı görevi yapabilen TA7257 motor sürücü entegresi seçilmiştir. Bu işlevi yerine getiren farklı entegreler bulunmaktadır. Fakat bu entegrenin çıkış akımı değer aralığı motor çıkış akım değerini içine aldığı için bu entegre tercih edilmiştir.



Şekil 11. TA7257 motor sürücü entegresi yapısı (CD, 2007)



Şekil 12. Gerçekleştirilen devrenin şeması.

Kontrol Algoritması ve Yazılımı

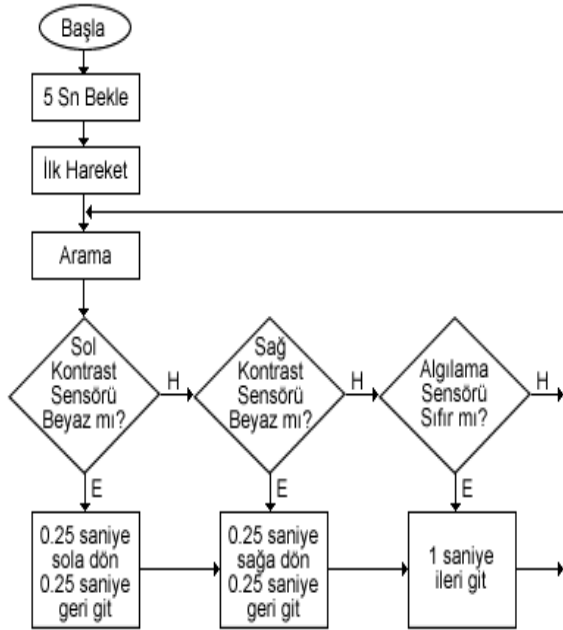
Kontrol yazılımı algoritması sumo robot yarışmaları kuralları göz önünde bulundurularak hazırlanmıştır. Robot çalıştırıldığında beş saniyelik bir bekleme süresi bulunmaktadır. Robotumuzun algılama sensörleri uzun mesafeli bir algılamaya sahip olduğu için, ilk hareket robotun kendi eksenini etrafında dönerek, rakip robotu arama yapması olarak planlanmıştır. Arama algoritması içerisinde robotun sensörleri tek tek kontrol edilmiştir.

Herhangi bir sensörden gelecek olan lojik "0" bilgisine göre algorithmada ilgili prosedüre yönlendirme yapılmıştır. Robotumuzun algılama sensöründen gelebilecek lojik "0" bilgisi ile rakip robota doğru bir hamle yaparak rakibi dohyonun dışına itmesi planlanmıştır. Bu işlem; algılama sensörden aralıksız alınacak lojik "1" bilgisi ile sağlanmıştır.

Kontrast sensörlerinin herhangi birinden lojik "0" bilgisi alındığında, robot; dohyonun beyaz şeridi üzerinde olduğunu anlayacak ve dohyonun beyaz şeridinden kurtulmak için, lojik "0" bilgisi alınan kontrast sensörünün aynı yönünde, 0.25sn lik bir dönüş yapacaktır.

Daha sonra 0.25sn lik geriye doğru hareket edecek bir kontrol algoritması hazırlanmıştır. Sensörlerden lojik “0” bilgisi alınmadığında robot arama algoritmasına geri dönecektir.

Mikrodenetleyicinin sensörlerden gelen verilere göre motorları kontrol etmek üzere hazırlanmış yazılımı C programlama dili kullanılarak yapılmıştır. Kodlar Keil µVision programı ile derlendikten sonra bu program ile otomatik olarak “.asm” ve “.hex” dosyaları oluşturulmaktadır. Seri porta takılan programlama devresi yardımı ile yazılım (HEX dosyası) mikrodenetleyiciye yüklenmiştir.



Şekil 13. Hazırlanan Kontrol Yazılımı Algoritması.

Yazılan program altı prosedür ve ana program bloğundan oluşturulmuştur. Prosedürlere bekle, zeminsag, zeminsol, keyiki, ilkhareket ve arama isimleri verilmiştir.

Bekle prosedürü 50ms gecikme oluşturmak için yazılmıştır. Bu prosedür 16 bitlik mod1 zamanlayıcı kullanılarak oluşturulmuştur.

Zeminsag prosedürü; sol alttaki kontrast sensörü beyaz gördüğünde robotun dohyo içine dönüş yapması için yazılmıştır. Sol alttaki kontrast sensörü beyaz gördüğünde öncelikle sol tarafın çizgiden kurtulması için robota 0.25 saniyelik bir sol dönüş yaptırılmıştır. Daha sonra robota 0.25 saniye kadar geri hareketi yaptırılmıştır. Robot bu hareketleri yaptıktan sonra arama algoritmasına geri döndürülmüştür.

Zeminsol prosedürü; sağ alttaki kontrast sensörü beyaz gördüğünde robotun dohyo içine dönüş yapması için yazılmıştır. Sağ alttaki kontrast sensörü beyaz gördüğünde öncelikle sağ tarafın çizgiden kurtulması için robota 0.25 saniyelik bir sağ dönüş yaptırılmıştır. Daha sonra robota 0.25 saniye kadar geri hareketi yaptırılmıştır. Robot bu hareketleri yaptıktan sonra arama algoritmasına geri döndürülmüştür.

Keyiki prosedürü; algılama sensörü rakip robotu algıladığında rakibe doğru hamle yapması için yazılmıştır. Algılama sensörü robotun ön kısmında tam orta noktaya konulduğundan dolayı rakip robotu algıladığında ileri komutu verilerek rakibine doğru hücum yapması planlanmıştır. Robota 1 saniye kadar ileri hareketi yaptırılmıştır. Ayrıca bu fonksiyon içerisinde kontrast sensörlerinin beyaz algılayıp algılamadığı kontrol edilmiştir. Yarışmada ilk amaç robotun dohyonun içerisinde kalması olduğundan bu kontrol algoritması yazılmıştır.

İlkhareket prosedüründe; robot çalıştırıldığında kurallar gereği beş saniye hareketsiz kalması işlemi için yaptırılmıştır. Prosedürün devam eden kısmında 0.5 saniye kendi ekseninde dönerek arama işlemi yaptırılmıştır.

Arama prosedürü ile robotumuzun kendi ekseninde dönerek rakip robotu algılaması planlanmıştır. Robot kendi ekseninde dönerken sensörlerin kontrolü yaptırılmış ve lojik “0” bilgisi alınan sensöre göre uygun prosedüre yönlendirme yapılmıştır.

Ana program bloğunda; programda giriş ve çıkış yapılacak olan portlara uygun değerler verilmiştir. Program daha sonra sonsuz döngüye sokularak sensörler kontrol edilmiştir. Sensörlerin lojik “0” çıkışı devamlı kontrol edilerek bu bilgi elde edildiğinde uygun prosedürlere yönlendirmeler yapılmıştır. Ana program bloğu EK 'de verilmiştir.

Kontrol yazılımını oluşturan temel kısım rakibi arama ve bulduğunda atağa geçme üzerine kurulu bir algoritmaya sahiptir. Arama algoritması robotun kendi ekseninde dönmesinden oluşturulmuştur. Bu hareket robota soldaki iki motoru geriye doğru sağdaki iki motor ise ileri yönde sürülerek yaptırılmıştır. Robot arama algoritması içerisinde iken algılama sensörü rakibi algılar ise program algılama yaptığı noktada kesilerek robot o yöne doğru yönlendirilmiştir.

Robotu sağ yöne yönlendirmek için sol motorlar ileri yönde sağ motorlar ise geri yönde sürülerek; sol yöne yönlendirmek için ise sol motorlar geri yönde sağ motorlar ileri yönde sürülerek yönlendirmeler yapılmıştır. Dohyo 'nun sınırlarındaki beyaz çizgi algılandığında robotun tüm motorları geri yönde sürülerek beyaz çizgiden kaçması sağlanmıştır.

Sonuç ve Öneriler

Sumo Robotları, standartlara uymak şartı ile tasarımcının hayal gücüne ve mekatronik altyapısına bağlı olarak geliştirilebilen, tasarımcıların gelecekteki robotik çalışmalarında ihtiyaç duyacakları motor kontrolü, kontrol devreleri için yazılım geliştirme, elektronik devrelerle tasarım ve uygulama konularında kendilerini geliştirmeleri açısından önemli bir çalışmadır.

Çalışma geliştirilmeye açık, eğitim amaçlı olarak kullanılmaya müsait bir yapıdadır. Çalışmanın

geliştirilmesi için algılama sensörlerinin sayısı artırılıp, farklı taktik algoritmaları geliştirilebilir. Sensör sayısının artırılması; hem sensörlerden hem de kontrol kartında yapılması gereken bazı değişikliklerden dolayı robotun ağırlığını artıracaktır.

İleriki çalışmalarda sensörlerin algılama süresinin kısalığı (hızlı algıladığı) dikkate alınarak, daha yüksek devirli motorlarla ve daha fazla sayıda algılama sensörü ile denenecektir. Algılama sensörü sayısının artışı dikkate alındığında, mekanik tasarımda değişiklik yapılabilir ya da kullanılan metal parçaların içleri boşaltılabilir.

Çalışmada tasarlanan sumo robot, aynı zamanda rakibe etkiyecek yük olarak da düşünüldüğünden, çıkılabilecek son ağırlık limiti olan 3 kg 'a kadar arttırılmıştır. Batarya toplam ağırlığın yaklaşık yarısı kadardır. Motor akımları dikkate alındığında batarya akımının düşürülmemesi önemlidir. Gücün düşmemesi için ancak farklı yapıdaki yüksek performanslı daha düşük ağırlığa sahip şarj olabilen farklı bataryalar seçilebilir. Daha sonraki çalışmalarda ağırlık bakımından daha hafif ve verebileceği güç bakımından yaklaşık benzer Li-Ion bataryalar kullanılarak toplam ağırlık biraz daha azaltılmaya çalışılacaktır. Çalışmanın yazılımı bir sonraki aşamada, yurt dışında yapılan benzer çalışmalarda uygulanmaya başlayan çok görevli (multitask) yapıya dönüştürülerek hız kazandırılacaktır (DSRP,1997).

Kaynaklar

Albayrak, M., Çakır, A., Coşkun, A. 2003. Sumo Robotları İçin Bulanık Mantıkla Hareket Optimizasyonu Uygulaması. International Twelfth Turkish Symposium on Artificial Intelligence & Neural Networks, 2003, Çanakkale.

Chipdocs Datasheet 2007.Toshiba TA7257 Datasheet.
<http://www.chipdocs.com/datasheets/datasheet-pdf/Toshiba/TA7257.html> (Erişim Tarihi: 01.05.2007).

Dave's Sumo Robot Project 1997. Software Page.
<http://users.ensc.concordia.ca/~dave/project/soft.html#Multi-Tasking> (Erişim Tarihi: 02.05.2007).

Entek Otomasyon 2007. Fotoelektrik Sensörler.
<http://www.entekotomasyon.com.tr/product.asp?secid=1&catid=2&proid=2&tabid=3> (Erişim Tarihi: 01.05.2007).

Fairchildsemiconductor 2007. QRD1114 Datasheet.
www.fairchildsemi.com/pf/OR/QRD1114.html (Erişim Tarihi: 01.05.2007)

Microcontroller 2007. What is Microcontroller.
<http://www.wisegeek.com/what-is-a-microcontroller.htm> (Erişim Tarihi: 01.05.2007).

ODTU Robot Topluluğu 2007. Robot Nedir?
http://www.robot.metu.edu.tr/dosya/robot_nedir.pdf (Erişim Tarihi: 01.05.2007).

Ek (Ana Program Bloğu)

```
void main ()
{
    P1 = 255;
    P2 = 0;
    ilkhareket();
    while ( 1 )
    {
        if (P1_0 == 0)
        {
            zeminsag();
        }
        if (P1_1 == 0)
        {
            zeminsol();
        }
        while (P1_2 == 0)
        {
            keyiki();
        }
        P2 = 0;
        arama();
    }
}
```