

Robotik El Projesi

Robotic Hand Project

Cengiz Karaçizmeli, Gökçe Çakır, Dilek Tükel

Kontrol ve Otomasyon Mühendisliği Bölümü
Doğuş Üniversitesi
{2k836004,2k936005,dtukel}@dogus.edu.tr

ÖZETÇE

Eldivene monte edilmiş esneklik sensörleri yardımıyla insan elinden alınan konum bilgileri ile mekatronik tabanlı robotik elinin kontrolü sağlanmıştır. İnsan elinin parmaklarının açılma hareketleri algılanarak bir mikrodenetleyici tarafından işlenir ve servo motorlar yardımıyla robotik el kontrol edilir. Bu robotik el insan için tehlikeli ortamlarda manipülasyon işlemlerinin uzaktan kontrolü için kullanılabilir. Robot eline monte edilen sıcaklık algılayıcılarıyla da ortam sıcaklık bilgisi ana merkeze iletilebilmektedir.

ABSTRACT

In this work, the mechatronic based robotic hand is controlled by the position data taken from the glove which has flex sensors mounted to capture finger bending of the human hand. The angular movement of human hand's fingers are perceived and processed by a microcontroller, and the robotic hand is controlled by actuating servo motors. This robotic hand can be used not only in automation, but also handling operations in dangerous environment. By the help of temperature sensor integrated to the robotic hand, environment temperature information can also be monitored.

1. GİRİŞ

Robotik el, birçok parçadan oluşan elektro-mekanik bir sistemdir. Böyle bir sistemde hareket, mekanik yapıyla tahrik ve kontrolü sağlayan elektrikli parçalarla sağlanır. İnsan eli, insan vücudunun en karmaşık organlardan biridir, bu konuda hem tıp hem mühendislik alanında birçok araştırma yapılmıştır. Robotik el araştırmaların ilham kaynağı insan eli gibi aynı kinematik yapıya sahip sistemler geliştirmektir. İnsan eli birbirinden farklı kavrama ve duruş durumları için 4 pasif olmak üzere 24 serbestlik derecesine sahiptir. Kavrama işlemlerinin gerçekleşmesi için sırasıyla, eklemlere bağlı tendonlar, kaslar ve uyarıcı sinirler tarafından gerçekleşir. Günlük yaşamımızdaki aktivitelerimizin çok büyük bir kısmını karşılamak için, 5-6 farklı hareket yeterli olmaktadır. Bu hareketler: işaret, çengel, anahtar tutuş, silindirik tutuş olarak isimlendirilebilen el pozisyon ve kavramalarıdır[1]. Bu hareketleri gerçekleştirebilmek için beş serbestlik derecesi yeterli olmaktadır.

Endüstriyel tutucuların çoğu genellikle iki ya da üç parmaklıdır. Tek tip kavrama gerçekleştirebilmekte, tek tahrikle kontrol edilmektedir. Bu tip sistemlerin kontrolü ve tasarımı kolay olabilmekte, ama esnekliği yeterli olmamaktadır. Projemiz amacı, eldiven giymiş insan tarafından uzaktan yapılan hareketleri tekrarlayabilecek beş özerklik dereceli robot elinin kontrolünü gerçekleştirecek donanım ve yazılım ortamını geliştirmektir (Şekil 1). Uygulamamızda esneklik sensörleri kullanılarak eş zamanlı olarak birebir insan hareketlerini taklit edebilmenin mümkün olduğu görülmüştür.

Robot elinde ki tendonlar servo motor yardımıyla sürülmekte, eldivenden gelen sinyaller Arduino mikro işlemcide işlenip, servo motorlar yine aynı kart tarafından sürülmektedir. Servo motorların yörüngeleri mikrodenetleyici kartı ile gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen prototipte sistemimiz için 5 serbestlik derecesi öngörülmüştür



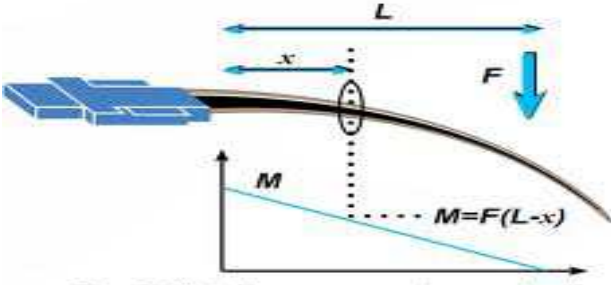
Şekil 1: Robotik el

2. ESNEK ALGILAYICI SENSOR

Esnek algılayıcılar (flex sensor) üzerine uygulanan basınçla direncini değiştiren (Şekil 2) bir yapıdır. Esnek algılayıcılara birçok uygulamada rastlanılmaktadır. Kullanılan alanlardan örnekler[2]:

- Robotik Uygulamalar
- Oyun Konsolları
- Tıbbi Cihazlar
- Müzik Enstrümanları

Esnek sensörleri üretiminde[3] tek yönlü ve çift yönlü olmak üzere iki yöntem kullanılmaktadır.



Şekil 2: Esnek Sensör: eğilme miktarı ile orantılı olarak direnci değişir.

İnsan parmakları sadece tek yöne bükülebildiğinden algılayıcının tipi tek yönlü seçilmiştir ve bu sensörler yardımıyla 0°dan 90° ye servo motor kontrolünün mümkün olduğu görülmüştür. Eldivene monte ettiğimiz esneklik algılayıcı sensörler ile ve servo motor açı değerleri arasında ki bağlantı Tablo 1 de gösterildiği gibidir.

Tablo 1: Esnek sensör açı-direnç bağlantıları

Parmak	Eldiven Açısı	Robotik el açısı	Esnek Sensör Direnci
1	0	0	9.05kΩ
	90	78	14.01kΩ
	170	164	16.54kΩ
2	0	0	9.74kΩ
	90	83	13.27kΩ
	170	168	16.18kΩ
3	0	0	7.635kΩ
	90	4	12.14kΩ
	170	172	16.21kΩ
4	0	0	8.84kΩ
	90	82	15.041kΩ
	170	163	17.31kΩ
5	0	0	8.49kΩ
	90	88	1438kΩ
	170	168	17.034kΩ

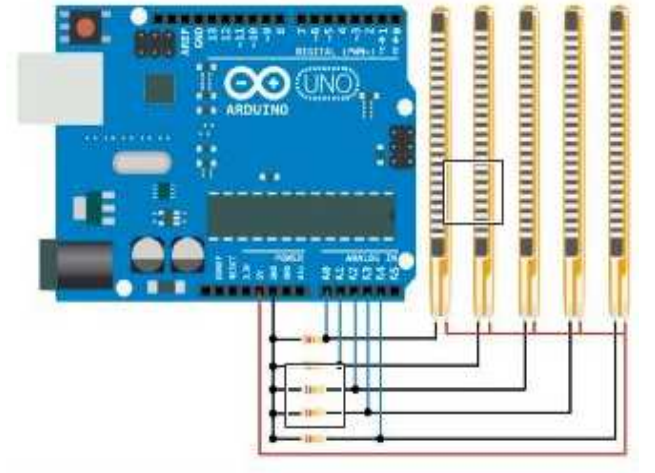
3. BAĞLANTILAR

Esneklik algılayıcı sensörler, eldiven üzerine dikilerek (Şekil 3) insan elinin hareketlerini en iyi algılayacak şekilde konumlandırılmıştır.



Şekil 3: Esneklik algılayıcı sensör bağlantıları.

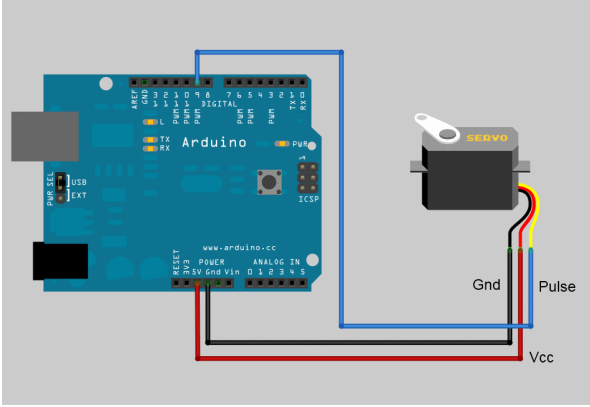
Esneklik algılama sensörlerinden çıkan kablolar bir devre kartı üzerinde birleştirilerek Ethernet kablo bağlantısına uygun hale getirilmiştir. Ethernet kablosunun tercih nedeni sensör eldiveninin insan eline giydirilmesi sırasında kolaylık sağlamasıdır. Böylelikle rahat bir şekilde giyilen eldivenin sonrasında, kablo bağlantısını tamamlamak mümkün kılınmıştır. Şekil 4 de esneklik algılayıcı sensör ve arduino mikrodenetleyici bağlantıları vardır. Sensörler, voltaj bölücü presensörüne göre mikroişlemci analog girişine bağlanmıştır.



Şekil 4: Arduino esnek sensör bağlantısı

Robot elin hareketi için, küçük olmalarından dolayı mikro servo motorlar kullanılmıştır. Her bir servo motorun 2kg.cm torku bulunmaktadır ve bu tork işlevsel el hareketleri için yeterlidir, yük taşıma uygulamaları için daha güçlü motor

seçmek gerekmektedir. Arduino servo motor bağlantısı Şekil 5 gösterilmiştir.



Şekil 5: Arduino servo motor bağlantısı

Mikro servo motor bağlantıları için 22 kanallı kamera kablosu kullanılmıştır. Servo motorların beslemeleri ortak bir kanal üzerinden yapılarak sinyal kabloları 5 ayrı kanala bölünmüştür.

Kullanılan Servo motorlar iki telli DC motor , dişli, potansiyometre ,entegre devre ve bir çıkış mili içeren mikro motordur. Kontrol sistemi, servo motora kodlanmış sinyal göndererek belirli açısal pozisyonlara gitme komutu yollar, bu kodlanmış sinyal giriş hattı üzerinde tutularak servo motorun konumlanmasını sağlayacaktır. Potansiyometre kontrol devresi servo motorun mevcut açısının izlenmesi için olanak sağlar. Entegre kontrol ünitesi potansiyometreden aldığı geri besleme ile konum kontrolünü sağlar. Kontrol devresi pozisyonu doğru olduğunu tespit ettiğinde, motoru durur. Kontrol devresi açısı doğru olmadığını tespit ederse, açı doğru olana kadar, motorun konumlar.

Şekil 6 de, manken kolu içersini yerleştirilen beş adet servo motorlar görülmektedir.



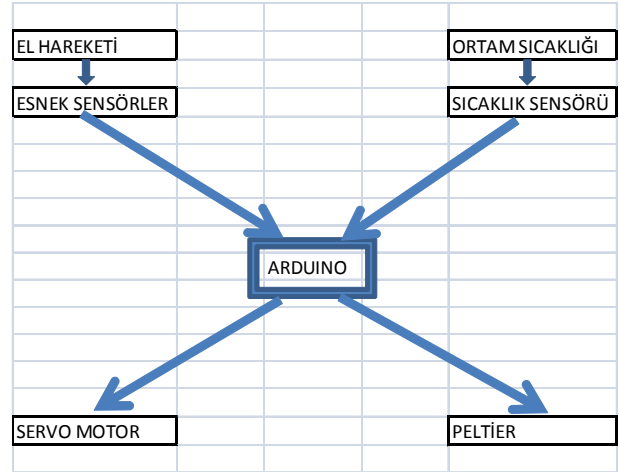
Şekil 6: Servo Motorların kol içinde yerleşimi

4. SİSTEM ÇALIŞMA AKIŞI

Esnek sensörler ve sıcaklık algılayıcılarından elde edilen bilgiler, ana denetleyicimiz olan mikro kontrolörde (Arduino) işlenir, analog giriş değerleri pozisyon bilgilerine dönüştürülerek servo motorları kontrol edebilmek için darbe genişlik modülasyonu PWM[4,5,6] uygulanarak, servo motorlara yollanır. Bu işlem beş servo motor içinde yapılır.

Bilgi akış diyagramı şekil 7'te görüldüğü gibidir. Esnek sensörler ortama koşullarına duyarlı olduğu için, sistem ilk enerjilendirildiğinde kalibrasyon yapılarak, mikro denetleyici esnek algılayıcılardan aldığı değeri ilk olarak bir değışkene kaydeder, bu değeri, daha sonraki ölçümleri düzeltmek ve doğruluğu sağlamak amacıyla kullanılır.

Sistem devamlı olarak esnek sensörlerden gelen analog bilgileri izler, bu verileri haritalandırma komutu yardımıyla servo motor konumuna lineer olarak dönüştürür. Böylelikle esnek algılayıcıda ki her değeri değışimi belli bir açıya sahip olmuş olur. Elde edilen konum bilgisi darbe modülasyon kullanılarak servo motorlara aktarılır. Bu döngüyü devamlı olarak tekrarlanır.

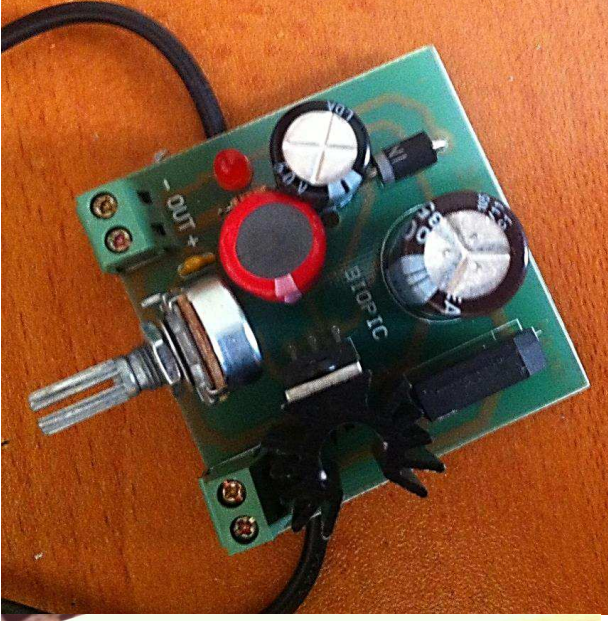


Şekil 7: Bilgi akışı.

5. MİKRODENETLEYİCİ VE REGÜLATÖR

Arduino Uno, ATmega328 mikroişlemcili geliştirme kartıdır. Bu kart, 14 dijital giriş / çıkışlı (bunlardan 6 tanesi PWM çıkışları olarak kullanılabilir), 6 analog girişli, 16 MHz rezonatörlü, USB bağlantılıdır[6].

Sistemimizde 5 adet servo motor olduğu için ek karta gerek kalmamıştır. Bu servo motorları besleyebilmek için güç devresine gerek olmuştur. Harici bir regülatör devresi yapılmıştır. Regülatör devresi ve mikrodenetleyici ısınma ve manyetik alan gibi sorunlar nedeniyle iki ayrı kutuda konumlandırılmıştır . (Şekil. 8). Bütün sistem tek bir adaptör üzerinden beslenmektedir ve adaptörün çalışma değerleri 12V-3A dir.



Şekil 8: Güç modülleri

6. SONUÇLAR

Yapılan testlerde esneklik algılayıcı sensörlerin, insan elinin hareketlerini sorunsuz bir şekilde ölçebildiği görülmüştür. Robot el ile insan eli parmak açılarında ufakta olsa farklar vardır, bu farkların nedeni esnek sensörde ki direnç değişimini voltaj bölücü prensibiyle okuduğumuz içindir, burada enstrümental yükseltici ve her parmağa bağlı iki adet sensör kullanarak sistemimizin performansı artırabiliriz. Karşılaşılan diğer problemse, mikro servo motorların ilk çalışma sırasında çekmiş oldukları yüksek akımdan dolayı az da olsa robot elde titremeler gözlemlenmesidir.

7.KAYNAKÇA

- [1] Akgün G., Alveroğlu A., Kaplanoğlu E., "Sonlu Durum Makine Yöntemi ile Protez El Kontrolü", *Otomatik Kontrol Ulusal Toplantısı, TOK2013, 26-28 Eylül 2013, Malatya, p158-162*
- [2] Fabric Bend Sensor, <http://www.instructables.com/id/Fabric/ZBendZsensor>
- [3] Akkan T., Olcay T., Çelik H., Öztürk S., Erem O., "Esnek Algılayıcı Kontrollü Animatronik El Uygulaması", *MKT2012, Proje Tabanlı Mekatronik Eğitim Çalıştayı, 25-27 Mayıs 2012*
- [4] Arduino Wireless Animatronik Hand, <http://www.instructables.com/id/Arduino-Wireless-Animatronik-Hand/?ALLSTEPS>
- [5] The Software Servo Library, <http://playground.arduino.cc/ComponentLib/Servo>
- [6] Arduino Türkiye, <http://arduinoturkiye.com/arduinoZuno>