

Mobil Robotlar İçin Engel Ařma Algoritmasının Oluşturulması

Furkan AYDINLIK; İsmail KAMİL; Mesut KÖKSAL; Ebubekir ÇOLAK

Mühendislik ve Mimarlık Fakóltesi, Elektrik-Elektronik Mühendislięi Bölümü, Erzurum Teknik Üniversitesi

Özet:

Robotlar günlük yaşamda ve endüstriyel otomasyon uygulamalarında gün geçtikçe daha yaygın bir biçimde yer almaya başlamıştır. İnsana özgü eksiklerden arındırılmışlardır ve görevlerini eksiksiz bir biçimde gerçekleştirmektedirler. dış dünya ile sensörleri aracılığıyla haberleşirler ve gelen bilgileri mantıksal işlemlerle değerlendirip karar verirler.

Bu projedeki robot da koordinatları bilinen bir hedefi engellere çarpmadan bulacaktır. Başlangıçta hedefin ve robotun bırakıldığı koordinatlar girilecek ve bunun dışında robot otonom olarak hareket ederek hedefi bulacaktır. Hedefe doğru yönelen robot herhangi bir engelle karşılaştığı takdirde, engeli ultrasonik sensör ile algılayacak ve engeli aştıktan sonra hedefe yönelmeye devam edecektir. Hedefin ve engellerin yerleri değiştirilirse bile robot bırakıldığı yerden hedefi bulacaktır.

Proje geliştirildiği takdirde, robot insanların ulaşamayacağı yerlere ulaşıp, istenilen işi eksiksiz bir şekilde yerine getirebilecektir.

Formation Of Obstruction Algorithm For Mobile Robots

Abstract:

Robots are becoming more and more common in everyday life and industrial automation applications. They are free from human-imperfect incompleteness and fulfill their tasks in a complete manner. communicate with the outside world via sensors and judge the incoming information by logical operations.

The robot in this project will also find the coordinates of a known target without hitting the obstacles. Initially, the coordinates where the target and robot are left will be entered, and the robot will move autonomously and find the target. If the robot facing the target meets any obstacles, it will detect it with the obstructed ultrasonic sensor and will continue to aim at the target after it is obstructed. Even if the target and obstacles are changed, the robot will find the target from where it left off.

If the project is developed, the robot will be able to reach the places that people can not reach and complete the desired work in a complete way.

1. Giriş

İnsan hayatını kolaylaştırmaya yönelik gelişen teknoloji, robotların da geliştirilmeye ve gerekli alanlarda kullanılmaya başlamasıyla etkisini bir kez daha ciddi anlamda göstermiştir. Robotik çalışmalar ilerledikçe, robot uygulamalarının ne kadar çok uygulama alanı için gerekli ve uygun olabileceği anlaşılmıştır.

Engellere çarpmadan, koordinatları bilinen hedefe ulaşan robot projesi, GPS yardımıyla, istenen hedefe insan müdahalesi olmadan, ulaşmayı amaçlamaktadır. Robot görevini gerçekleştirirken, karşılaşılabilecek engelleri algılayıp, hedeften sapmayacak bir şekilde aşarak, yoluna devam edecektir. Hedefi bulduğunda ise başka bir işlem yapmadan duracaktır. Projede esas amaç hedefin bulunmasıdır.

Bu proje bir gezgin robot uygulamasıdır. Projenin daha iyi anlaşılması için öncelikle robotlar hakkında genel bilgiler, robotların tarihçesi ve gezgin robot uygulamaları hakkında bilgiler verilecektir. Daha sonra projede kullanılan elektriksel ve mekaniksel elemanlar teker teker ele alınacak ve son olarak yazılım ve simülasyon çalışmaları hakkında bilgiler verilecektir.

2. Kullanılan Malzemeler

Arduino:



Resim 1. Projede kullanılan denetleyici devreleri.

Arduino, elektronik ile ilgili olan her insanın kolayca kullanabilmesi için geliştirilmiş açık kaynaklı bir mikrokontrolcü platformudur. Arduino kullanarak çeşitli sensörlerden gelen sinyalleri okuyabilir, ışık yakıp söndürebilir, motor çalıştırabilir; kısacası aklınıza gelebilecek tüm elektronik uygulamaları yapabilirsiniz.

Motor Sürücü Kartı:



Resim 2. Projede kullanılan motor sürücü devreleri.

Mikrodenetleyicilerin çıkışları DC motorları veya step motorları direkt olarak kontrol etmek için yetersiz olduğundan motor sürücü devreler kullanılır. Motor sürücü devreler ile mikrodenetleyicilerin çıkışlarından alınan sinyaller yükseltilerek motorların kontrolü sağlanır. Motor sürücü devreler transistörler kullanılarak H köprüsü ve benzeri şekillerde hazırlanabilir. Ancak genellikle kolaylık açısından motor sürücü entegre devreler tercih edilmektedir.

DC Motor:



Resim 3. Projede kullanılan DC motorlar.

DC motorlar küçük boyutla sahip olması ve maliyetinin düşük olması sebebiyle yaygın kullanım alanına sahiptirler. Kutuplarına uygulanan DC gerilim motorun dönmesini sağlamaktadır. Uçlarının ters çevrilmesi ile motorun dönüş yönü de ters değişmektedir. Dönüş hızı ise doğrudan uçlara uygulanan DC gerilimin büyüklüğü ile ilgilidir. Yüksek gerilim motorun hızlı dönmesini sağlar. DC motorun çalışma prensibi çok basittir. Tamamen içine sarılmış olan bobinlerin enerjilenerek mıknatıslanması özelliğine dayanır. Mıknatısın 2 kutbu vardır. Bunlar N ve S kutuplarıdır. Aynı kutuplar birbirini iter ve zıt kutuplar birbirini

eker. Dc motorlar manyetik kutupların birbiriyle bu etkileşim ilişkisi üzerine kurulmuş dönme hareketi sağlayan cihazlardır.

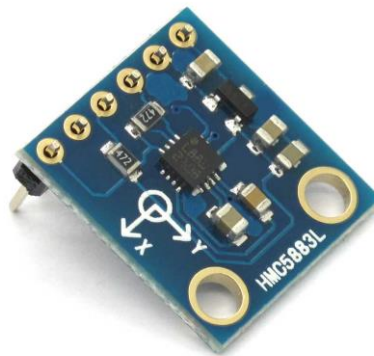
GPS Modülü:



Resim 4. Projede kullanılan GPS devresi.

Robotumuzun başlangıç ve bitiş noktalarının koordinatlarını alabilmek ve robotu istenilen şekilde koordine edebilmek için devremizde GPS modülü kullanılacaktır. 11 Enkoder Robotunun dönebilmesi için dönecek olan taraftaki tekerin yavaşlayıp diğer tekerin hızlanması gerekir. Bunu sağlayabilmek için encoder kullanılacaktır.

Magnetometre:



Resim 5. Projede kullanılan kumpas devresi.

GPS'den robotun koordinatlarını alabiliriz fakat robotun hangi yöne baktığını GPS üzerinden okuyamayız. Bu sağlamak için magnetometre kullanılır.

Mekanik Aksam Mekanik aksam olarak tekerlek, sarhoş teker, gövde gibi malzemeler kullanılacaktır. Bu robot için iki adet tekerlek, 2 adet ise ön ve arkaya olmak üzere sarhoş teker kullanılacaktır.

Ultrasonik Sensör:



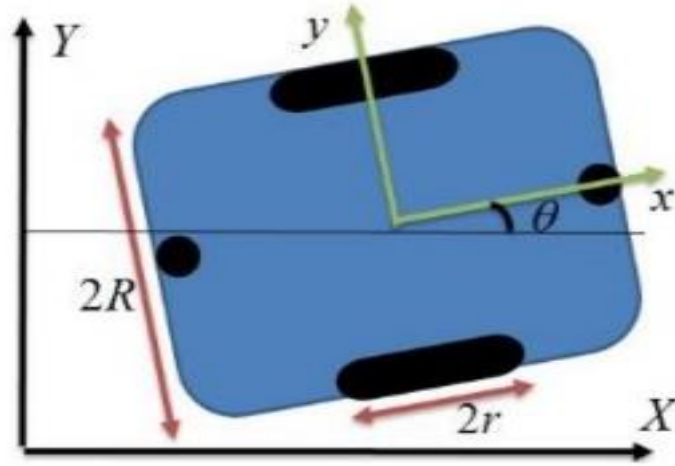
Resim 6. Projede kullanılan mesafe sensörleri.

Ultrasonik ses dalgaları 20 kHz ile 500 kHz arasında frekanslara sahip ses dalgalarıdır. Bizim duyabildiğimiz 300 Hz-14000 Hz bandının üzerindedir. Ultrasonik sensörler ultrasonik ses dalgaları yayan ve bunların engellere çarpıp geri dönmesine kadar geçen süreyi hesaplayarak aradaki uzaklığı belirleyebilen sensörlerdir.

Bu sensörlede bu kadar yüksek frekanslarda ses dalgalarının yayılmasının nedeni; bu frekanslardaki dalgaların düzgün doğrusal şekilde ilerlemeleri, enerjilerinin yüksek olması ve sert yüzeylerden kolayca yansımasıdır.

3. Analizler

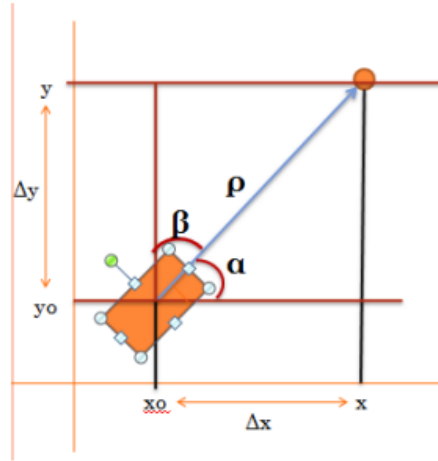
Bir mekanik sistemin dinamik olarak modellenmesi bir mühendisin uygulamak zorunda olduğu en önemli görevlerden biridir. Dinamik bir model elde etmek için bazı temel ve güçlü teknikler vardır. En temel ve en iyi bilinen teknik, Newton'un hareket yasalarına dayanmaktadır. Hareket denklemleri fiziksel koordinatlar ve kuvvetler ile ifade edilir ve her iki nicelik de vektörlerle temsil edilir.



Resim 7. Mobil Robot Tasarımı.

Robotik'te eğer bir robotun toplam serbestlik derecesi, kontrol edebildiğimiz serbestlik derecesine eşitse bu platform holonomic diyebiliriz. Kontrol edebildiğimiz serbestlik derecesinin sayısı daha düşükse non-holonomic olur.

Yukarıdaki şekilde gösterilen holonomik olmayan bir robot düşünelim. Burada x ve y robot çerçevesine göre Kartezyen konumları göstermektedir. “d” ise robotun kütle merkezi ve arka eksen arasındaki mesafeyi “r”, “R” sırasıyla arka tekerleklerin yarıçapı ve robot genişliğinin yarısıdır.



Resim 8. Kutupsal koordinatlarda robot durum değişkenleri.

Eğer ρ 'ya robotun başlangıç ve bitiş noktaları arasındaki uzaklık, α 'ya robotun ana eksenine göre hedefe işaret eden vektörün açısı, β 'ya ise yönlendirme hatasına göre aynı işaretleme vektörünün açısı olarak verilirse;

$$\rho = \sqrt{(\Delta x^2 + \Delta y^2)}$$

$$\alpha = -\theta + \tan^{-1}2(\Delta y, \Delta x) + \pi$$

$$\beta = \alpha + \theta - \theta d$$

Daha sonra, robotun kutupsal koordinat kinematiği aşağıdaki gibi verilir;

$$(5) \begin{bmatrix} \dot{\rho} \\ \dot{\alpha} \\ \dot{\beta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\cos(\alpha) & 0 \\ \sin(\alpha)/\rho & -1 \\ \sin(\alpha)/\rho & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v \\ \omega \end{bmatrix}$$

Robotumuzun istenilen koordinata gittiği durumda $\rho=0$ olacaktır. $\rho=0$ olabilmesi için W ve V ifadeleri aşağıdaki gibidir;

$$V_d = k_p \rho \cos \alpha$$

$$(6) W_d = k_\alpha \alpha + k_\rho \left(\frac{\sin \alpha \cos \alpha}{\alpha} \right) (\alpha + k_\beta \beta$$

Burada k_ρ , k_α ve k_β pozitif tasarım sabitleridir. Hız izleme hatası şu şekilde tanımlanırsa;

$$(7) e_v^R = \begin{bmatrix} e_{v1}^R \\ e_{v2}^R \end{bmatrix} = \bar{v}_d - \bar{v}$$

(7) numaralı denklem (5) numaralı denklemde yerine yazılırsa aşağıdaki denklem elde edilir.

$$\begin{bmatrix} \dot{\rho} \\ \dot{\alpha} \\ \dot{\beta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -k_\rho \rho \cos^2 \alpha + e_{v1}^R \cos \alpha \\ -k_\alpha \alpha - k_\rho \left(\frac{\sin \alpha \cos \alpha}{\alpha} \right) k_\beta \beta + e_{v2}^R - \frac{\sin \alpha}{\rho} e_{v1}^R \\ k_\rho \sin \alpha \cos \alpha - \frac{\sin \alpha}{\rho} e_{v1}^R \end{bmatrix}$$

Bu denklemlere göre sağ ve sol tekerlere verilecek olan açısal hızlar aşağıdaki gibidir.

Sağ tekerin açısal hız ifadesi;

$$W_R = \frac{2V_d + 2RW_d}{r}$$

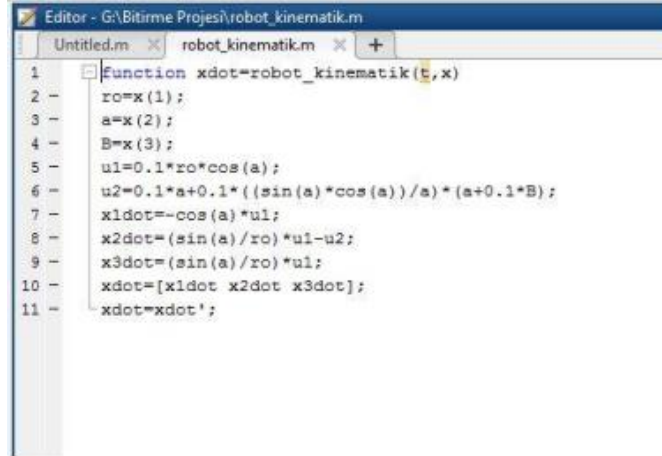
Sol tekerin açısal hız ifadesi;

$$W_L = \frac{2V_d - 2RW_d}{r}$$

Eğer sağ ve sol tekerin açısal hızları aşağıdaki gibi ayarlanırsa araç istenilen hareket sistemini doğru bir şekilde gerçekleştirir.

4. Simülasyon Sonuçları

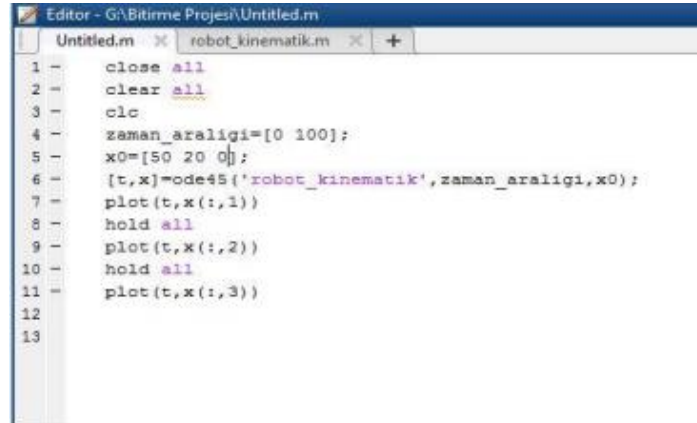
Alt Program Matlab Kodları;



```
Editor - G:\Bitirme Projesi\robot_kinematik.m
Untitled.m  robot_kinematik.m  +
1  function xdot=robot_kinematik(t,x)
2  -   ro=x(1);
3  -   a=x(2);
4  -   B=x(3);
5  -   u1=0.1*ro*cos(a);
6  -   u2=0.1*a+0.1*((sin(a)*cos(a))/a)*(a+0.1*B);
7  -   x1dot=-cos(a)*u1;
8  -   x2dot=(sin(a)/ro)*u1-u2;
9  -   x3dot=(sin(a)/ro)*u1;
10 -   xdot=[x1dot x2dot x3dot];
11 -   xdot=xdot';
```

Resim 9. Kinematik kontrol denklemlerin matlab kodu.

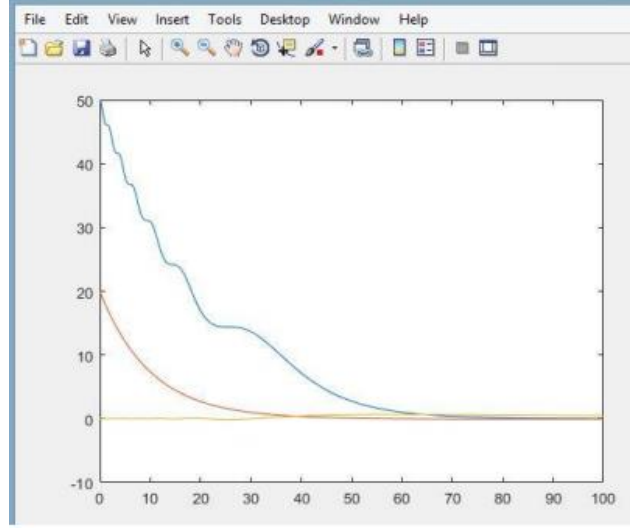
Ana Program Matlab Kodları;



```
Editor - G:\Bitirme Projesi\Untitled.m
Untitled.m  robot_kinematik.m  +
1  -   close all
2  -   clear all
3  -   clc
4  -   zaman_araligi=[0 100];
5  -   x0=[50 20 0];
6  -   [t,x]=ode45('robot_kinematik',zaman_araligi,x0);
7  -   plot(t,x(:,1))
8  -   hold all
9  -   plot(t,x(:,2))
10 -   hold all
11 -   plot(t,x(:,3))
12
13
```

Resim 10. Kinematik kontrolün ana matlab kodu.

Elde Edilen Sonuçlar;

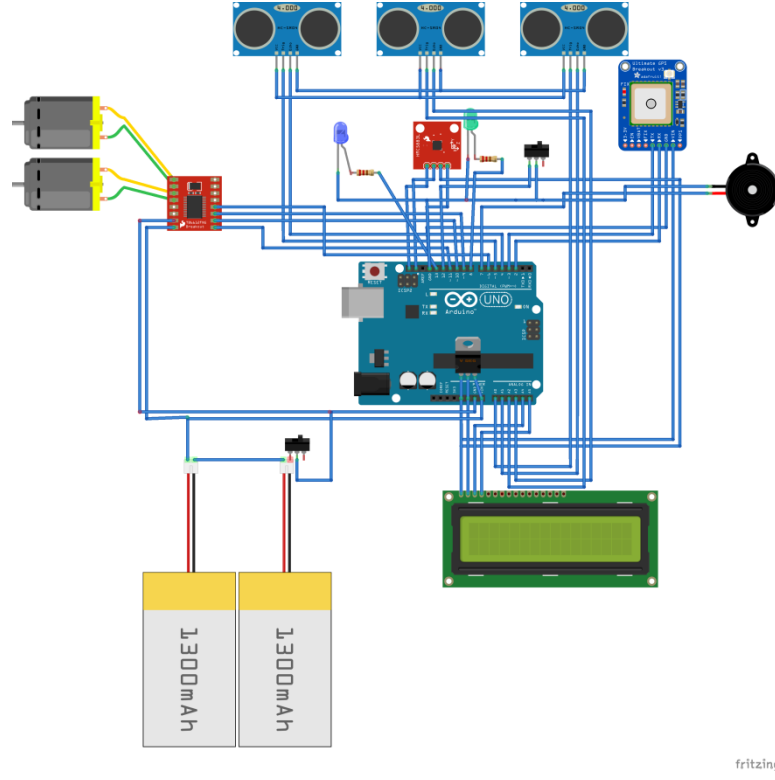


Resim 11. Robotun polar koordinat durumlarının sifira yakinsaması.

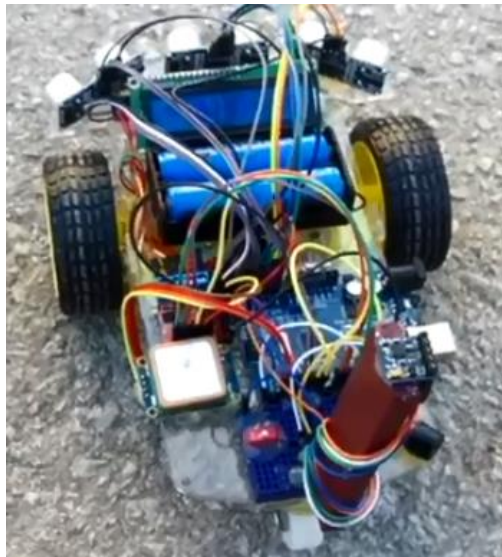
Programımızı iki aşamada yazdık. 'robot_kinematik' adını verdiğimiz alt programda kinematik denklemlerimiz olduğu bir program yazdık. Ana programda ise grafik çizimimizi gerçekleştirdik. Mavi(ρ : başlangıçla bitiş arasındaki mesafe) ,kırmızı(α : başlangıdaki durduğu açı), turuncu(β :bitişdeki durmasını istediğimiz açı)

Simölasyon sonuçlarında da görüldüğü gibi eğer robota yukarıda verilen sağ ve sol açısal hız değeri uygulanırsa robotumuzun ρ , α ve β değeri zamanla sifira gidecektir. Bu değeriin sifira gitmesi robotumuzun istenilen koordinatlara gittiğini gösterir.

Robot Bağlantı Şeması



Resim 12. Projenin genel blok diagramı.



Resim 13. Proje sonucu ortaya çıkan hareketli, engel aşabilen robot.

Sonuçlar

Engellere çarpmadan, koordinatları bilinen hedefe ulaşan robot projesine robotik hakkında araştırma yapılarak başlanmıştır. Araştırmaların ardından eksiklerin tamamlanması için bir plan hazırlanmış ve plan doğrultusunda altyapı çalışmaları yapılmıştır. Altyapı çalışmalarının tamamlanmasının ardından eleman seçimleri, temini ve denemeleri yapılmıştır. Yapılan planlı deneme sonucunda istenilen yere gelinmiştir. Hedefin koordinatlarının girilmesi halinde robot hedefi bulmakta ve hareket etmektedir.

Proje boyunca karşılaşılan en büyük sorun manyetometrenin kalibrasyonudur. Ayrıca proje boyunca farklı araç tasarımları gerçekleştirilmiştir. Tasarımların değiştirilmesinin sebepleri aracın fazla ağır olması, büyük olması gibi sebeplerdir.

Teşekkür

Bu çalışma Erzurum Teknik Üniversitesinde yapılmıştır, değerli fikirlerinden yararlanmış olduğumuz hocalardan, deney modelinin kurulmasında destekleri ile karşılayan Mühendislik ve Mimarlık Fakültesine sonsuz teşekkürlerimizi sunarız.

Kaynaklar

<http://maker.robotistan.com/kategori/arduino/>

http://www.robotiksistem.com/motor_surucu_entegreler.html

http://www.robotiksistem.com/sensor_cesitleri_engel_mesafe_sensorleri.html