

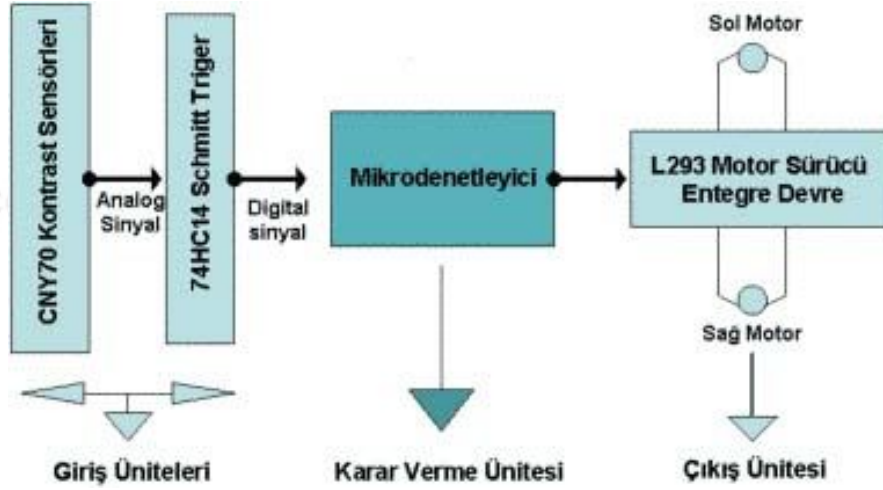
Çizgi İzleyen Robot Yapımı ve Teknik Bilgiler



ÇİZGİ İZLEYEN ROBOT NEDİR ?

Çizgi izleyen robot belirli bir yolu otonom olarak takip edebilen robottur. Bu yol siyah zemin üzerinde beyaz renkte ya da beyaz zemin üzerinde siyah renkte olabilir. Çizgi izleyen robotlar yarışma ve hobi amaçlı robotlardır. Ancak geliştirilerek farklı alanlarda kullanılmaları mümkündür. Endüstride ve günlük hayatta çizgi izleyen robotlar belirli bir güzergah üzerinde çeşitli eşya ve gereçlerin taşınması amacıyla kullanılabilir.

ÇİZGİ İZLEYEN ROBOTLAR NASIL ÇALIŞIR ?



Çizgi izleyen robotların çalışması giriş üniteleri, karar verme ünitesi ve çıkış ünitesi başlıkları altında incelenebilir.

★ Giriş Üniteleri

Giriş üniteleri beyaz zemin üzerindeki siyah çizgiyi ya da siyah zemin üzerindeki beyaz çizgiyi ayırt edebilmek için kullanılan elemanlardan oluşmaktadır. Çizgi izleyen robotlarda kullanılacak farklı sensör seçenekleri mevcuttur.

Bunlardan ilki LDR (Light Dependent Resistor) yani ışığa bağlı dirençlerdir. LDR 'lerin dirençleri, LDR üzerine düşen ışığın şiddeti ile ters orantılı olarak değişir. LDR ve led kullanarak yapılacak bir sensör devresi ile ışık zemine yansıtılır ve zeminden geri yansıyan ışığa



göre LDR' nin değişen direnci kullanılarak siyah ve beyaz renk ayırt edilir. Ancak LDR' nin sensör olarak kullanılması için değişen direnç değerinin programda işlenmesi gerekir. LDR nin sensör olarak kullanımı gerek sensör devresinin hazırlanması gerekse kontrol açısından diğer sensör seçeneklerine göre daha teferruatlı olduğundan çok tercih edilmez.

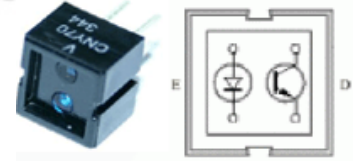
Bir diğer sensör seçeneği QRD1114 yansımali sensörlerdir. QRD1114 siyah bir hazne içerisine yerleştirilmiş bir infra-red yayıcı diyot ve bir adet NPN fototransistörden oluşur. Diyotun yaydığı ışık zemin üzerinde yansıyarak fototransistörü tetikler. Beyaz zeminde yansıyan ışık siyah zeminden daha fazla olacağından renklerin ayırımı sağlanır ve analog sinyal alınır. QRD1114 algılaması iyi ve kullanımı kolay bir sensördür. Ancak hem biraz pahalı olduğundan hem de her yerde kolaylıkla temin edilemediğinden CNY70 kontrast sensörleri QRD1114 sensörlere göre daha sık kullanılır.

CNY70 kontrast sensörü içerisinde bir adet fotodiyot ve bir adet fototransistör bulunur. Fotodiyot 950 nm dalga boyunda bir ışık yayar. (IR ışık). Fototransistörün base'i bu IR ışığın zemine çarpıp geri yansınasıyla tetiklenir. Bu şekilde siyah ve beyaz zeminlerde IR ışığın geri yansınası farklı olacağından CNY70 kontrast sensörü ile siyah ve beyaz renklerin ayırt edilmesi sağlanmış olur.

→ CNY70 Kontrast Sensörünün 74HC14 Schmitt Triger ile Kullanılması

CNY70 kontrast sensörü analog sinyaller üretir. Analog sinyallerin mikrodenetleyicide işlenmesi için bu sinyaller 74HC14 schmitt triger çevirici kullanılarak digital sinyallere çevirilir.

CNY70 kontrast sensörü siyah renk algıladığında analog sinyal değeri 0 V olmaktadır. 74HC14 schmitt triger çevirici ile bu analog sinyal lojik 0 değerine çevirilerek mikrodenetleyiciye gönderilir. CNY70 kontrast sensörü beyaz rengi algıladığında ise analog sinyal değeri 5 V olur ve 74HC14 schmitt triger çevirici bu değeri lojik 1 değerine çevirip mikrodenetleyiciye gönderir.



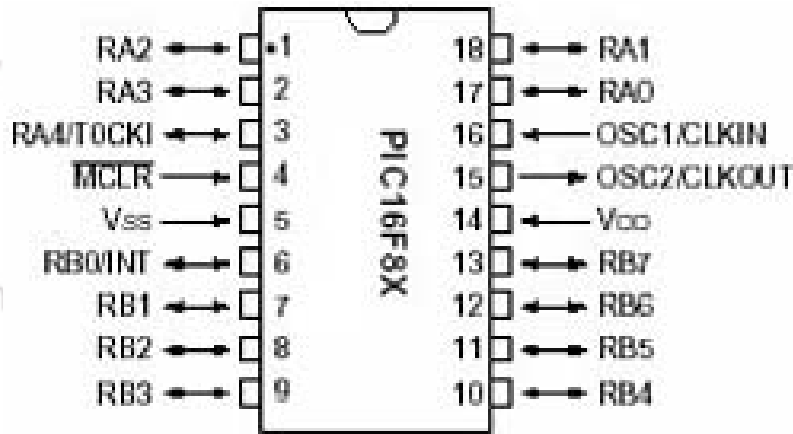
★ Karar Verme Üniteleri

Kullanılan mikrodenetleyici devresi, çizgi izleyen robotun karar verme ünitesidir. 74HC14 schmitt trigger çeviriciden alınan sinyaller mikrodenetleyicinin giriş portlarına gönderilir. Mikrodenetleyici bu sinyalleri yazılan programa göre işler ve çizginin yerini belirleyerek motor çıkışlarına uygun sinyalleri gönderir.

Çizgi izleyen robot projeleri için PIC16F84 ya da PIC16F628 gibi 16 bacaklı bir mikrodenetleyici yeterli olacaktır.

→ PIC16F84 Mikrodenetleyici

PIC16F84 18 pinli bir mikrodenetleyicidir. Bu pinlerden 13 tanesi I/O (giriş/çıkış) portudur. Bunların dışında Vdd, Vss, MCLR ve osilatör girişleri bulunur. Sahip olduğu flash bellek sayesinde clock girişlerine uygulanan sinyal kesilse de registerleri içindeki veri saklandığından clock sinyali yeniden verildiği zaman program kaldığı yerden çalışmaya devam eder. I/O portlarından girilen digital sinyalleri yüklenmiş olan programa göre işleyerek digital çıkışlar verir.



Temel Özellikleri

- * Çalışma gerilimi 2 V - 5.5 V 'tur.
- * 4 MHz - 20 MHz arasındaki hızlarda çalışabilir.
- * PIC16F84 1 Kbyte 'lık bir program belleğine sahiptir. Bellek hücrelerinden her birinde 14 bitlik veri saklayabilir.
- * Program belleği elektrikselsel olarak yazılıp silinebilir (flash), programın çalıştığı sırada ise sadece okunabilir.
- * PIC16F84 'ün iki banktan meydana gelen 68x8 byte 'lık bir RAM belleği vardır.
- * PIC CPU sunun çalışmasını kontrol eden RAM bellekteki file register 'lardır.

* File register 'ların haricindeki bellek alanı ise normal RAM bellek olarak kullanılır.

* PIC16F84 64 byte 'lık bir EEPROM veri belleğine sahiptir.

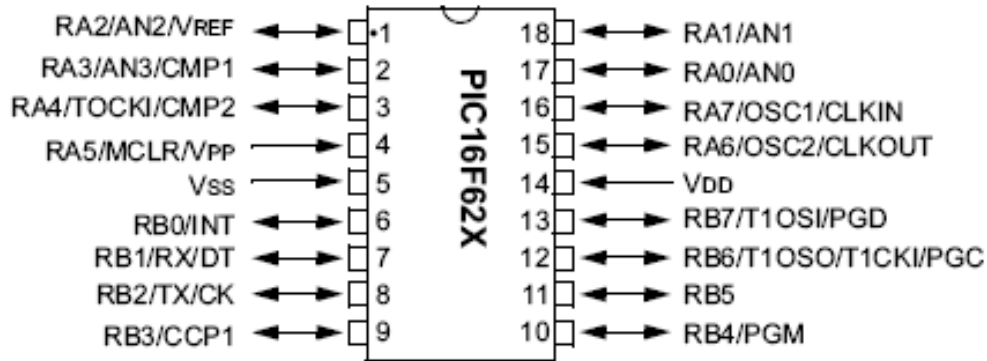
* PIC16F84 mikrodenetleyicisinin 13 tane I/O protundan 5 tanesi A portu (RA0 - RA4),

8 tanesi de B portudur (RB0 - RB7).

*Portların giriş ve çıkış yönlendirmeleri PIC içerisinde bulunan özel bir yönlendirme registeri olan TRIS registeri ile yapılır.

→ PIC16F628 Mikrodenetleyici

PIC16F628 de PIC16F84 gibi 18 bacaklı bir mikrodenetleyicidir. Ancak PIC16F84 'ten farklı olarak 16 tane I/O pini vardır. Vdd ve Vss pinleri hariç tüm pinlerinin birden fazla işlevi vardır ve her biri gerektiğinde I/O pini olarak kullanılabilir.



Temel Özellikleri

* Çalışma gerilimi 3.0 V - 5.5 V 'tur.

* Çalışma hızı PIC16F84 ile aynıdır, 4 MHz ile 20 MHz aralığında çalışabilir.

* Elektriksel olarak yazılıp silinebilir.

* PIC16F84 ten farklı olarak 2Kx14 word lük Flash program belleği vardır.

* Ram belleği 224x8 byte, EEPROM veri belleği ise 128 byte 'tır.

* PIC16F628 'in data belleği 4 bank 'a ayrılmıştır ve bu bank 'larda genel amaçlı registerler ve özel fonksiyon registerleri bulunur.

* PIC16F628 kendi iç RC osilatörüne sahiptir.

* 16 I/O pininin 8 tanesi A portu 8 tanesi de B portudur.

★ Çıkış Üniteleri

Çıkış üniteleri çizgi izleyen robotun hareket üniteleri olan motor sürücü ve motorlardır. Çizgi izleyen robotlarda genellikle iki adet redüktörlü dc motor kullanılır. Mikrodenetleyicilerin çıkışları direkt DC motorları sürmek için yetersiz olduğundan motorları sürmek için çıkışlarını yükseltmek gerekir. Bunun için transistör ya da özel motor sürücü entegreler kullanılır.

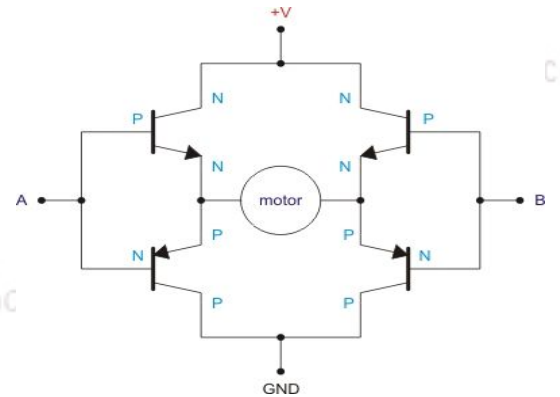
→ H Köprüsü Devreleri

Transistörler kullanılarak hazırlanan motor sürücü devrelerinde yarım ya da tam H köprüsü devreleri kullanılır. H köprüsü devreleri transistörler ya da fetler ile DC motorların direkt elektrik sinyallerinden kontrol edilmesi için hazırlanan devrelerdir.

İki transistör kullanılarak hazırlanan yarım köprü motor kontrol devrelerinde kontrol voltajının kutbu kullanılan transistörün tipine bağlıdır. NPN transistör ya da P kanal Fet kullanılıyor ise bu elemanlar pozitif voltaj uygulandığında iletme geçer. PNP transistörler ise negatif voltaj uygulandığında iletkenidir. Yarım köprü devresi için yukarıda verilen şemada; birinci girişe sinyal verildiğinde motor ileriye doğru döner, ikinci girişe sinyal verildiğinde motor geriye doğru döner, her iki girişe de sinyal verilmediğinde motor durur. İki girişe aynı anda sinyal vermek bataryalarda kısa devreye neden olacağı için yasaklı bir koşuldur. Yarım köprü devrelerinin dezavantajı dual ya da simetrik bir güç sağlayıcının kullanılmasının gerekmesi ve devrenin karmaşıklaşmasıdır. Bu nedenle dört transistörlü H köprüsü devrelerinin kullanılması daha uygundur.

Dört transistörlü H köprüsü devresinde iki sinyal kaynağı kullanılmaktadır. Bu uygulamada dört olasılık bulunmaktadır.

- 1) Birinci girişe sinyal verildiğinde motor ileriye doğru döner,
- 2) İkinci girişe sinyal verildiğinde motor geriye doğru döner,
- 3) Her iki girişe de sinyal verilmediğinde motor durur,
- 4) Her iki girişe aynı anda sinyal vermek yasaklı koşuldur.



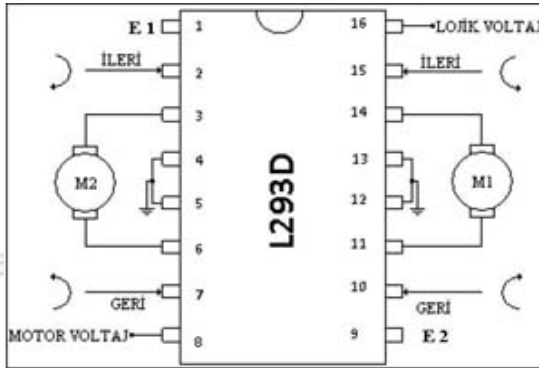
Yarım köprüde ya da H köprüsünde kullanılacak olan transistörler kontrol edilecek olan akıma bağlıdır. Bu akım motorlara göre kararlaştırılır ve birkaç miliamperden 2 amperin üstündeki akım değerlerine kadar değişebilir.

→ Motor Sürücü Entegreleri

Robot devrelerinde genellikle H köprüsü devrelerinden daha kolay olduğu için motor sürücü entegre devreler kullanılır. DC motor kontrolü için en sık kullanılan motor sürücü entegreleri L293D, L293B ve L298 motor sürücü entegreleridir.

L293D ve L293B motor sürücü entegreleri içlerinde iki adet H köprüsü barındıran 16 bacaklı motor sürücü entegrelerdir. Genellikle DC motor kontrolünde tercih edilen motor sürücü entegreler olan L293D ve L293B ile iki motor birbirinden bağımsız olarak çift yönlü kontrol edilebilmektedir. Ayrıca L293 motor sürücü entegrelerin enable bacaklarının kullanılmasıyla PWM kontrolü de yapılabilmektedir.

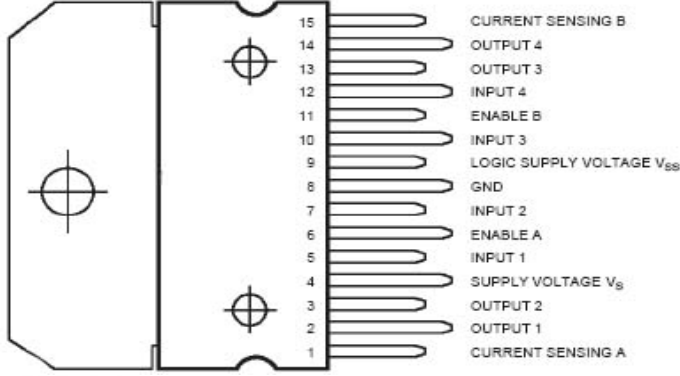
L293D motor sürücü entegresi 4,5 V ile 36 V aralığında maksimum 600 mA akım sınırına kadar kullanılabilir. L293B motor sürücü entegrenin ise aynı voltaj aralığında, maksimum 1 A akım sınırına kadar kullanılması mümkündür.



Yukarıda L293 motor sürücü entegrenin bacak yapısı ve bağlantıları verilmiştir. Bu özellikler L293D ve L293B için aynıdır. Şemada iki motorun birbirinden bağımsız olarak çift yönlü sürüşü için gerekli bağlantılar gösterilmiştir. Burada lojik voltaj değeri 5 V, motor voltajı ise kullanılan motoru sürmek için gerekli voltaj değeri olup bu değer 36 V değerini geçmemelidir.



L298 motor sürücü entegresi genellikle L293D ve L293B gibi motor sürücü entegrelerin maksimum akım sınırlarını aşan motorların kontrolü için tercih edilen 15 bacaklı bir motor sürücü entegredir. L298 motor sürücü entegre kullanımında voltaj sınırı 46 V, akım sınırı ise 2 A değerindedir. L298 motor sürücü entegre de L293 motor sürücü entegreler gibi içerisinde 2 adet H köprüsü bulundurur ve iki motoru bağımsız ve çift yönlü olarak kontrol edebilir.



Yukarıda L298 motor sürücü entegresinin bacak yapısı verilmiştir. Burada 5. ve 7. bacaklar birinci motorun, 10. ve 12. bacaklar ise ikinci motorun çift yönlü kontrolleri için giriş bacakları olup 2. ve 3. bacaklar ve 13. ve 14. bacaklar ise bunlara karşılık gelen çıkış bacaklarıdır. L298 4. bacağına kontrol etmek istenilen motora uygun voltaj verilmeli ve bu voltaj değeri 46 V değerini aşmamalıdır. 9 numaralı bacağına uygulanacak olan voltaj 5 V değerindedir. 8 numaralı bacak ise toprak bağlantısının yapılacağı baktır.

BASİT ÇİZGİ İZLEYEN ROBOT YAPIMI

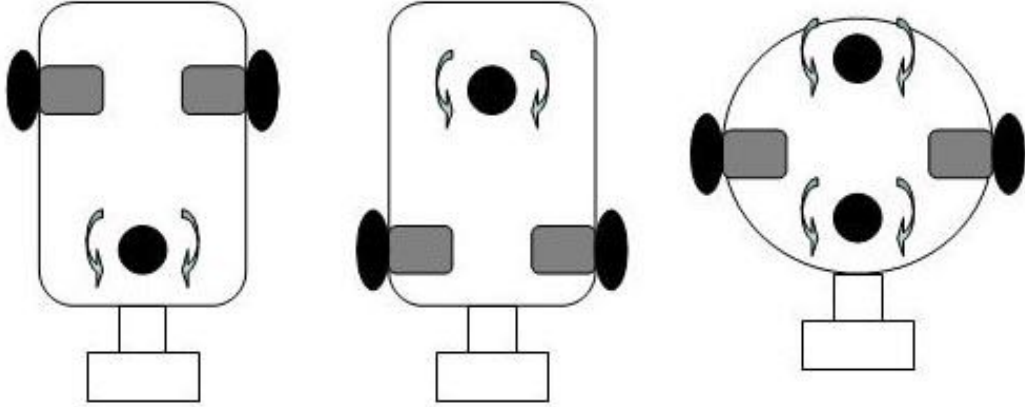
Siyah zemin üzerinde beyaz çizgi takip edecek basit bir çizgi izleyen robot yapımı için belli aşamalar vardır.

- 1) Mekanik Kısım (Gövde ve motor)
- 2) Elektronik Kısım (Kontrol devresi, motor sürücü ve sensör devresi)
- 3) Programlama Kısım

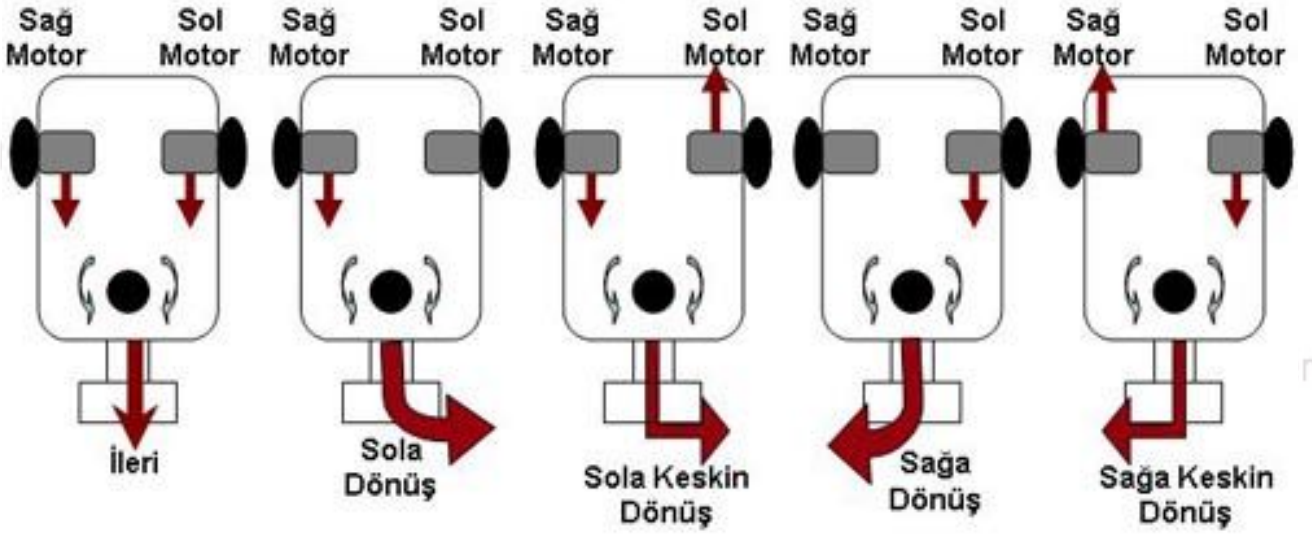
1) MEKANİK KISIM

Robotun gövdesi için bir çok farklı tasarım yapılabilir. Hazır gövdeler de kullanabilirsiniz (örneğin oyuncak araba gövdeleri), ya da pleksiglas, sert plastik malzemeler kullanarak da robotunuzun gövdesini hazırlayabilirsiniz. Bu tip malzemeler kullandığınızda robotun gövdesini değişik şekiller hazırlama imkanınız olur (üçgen, dikdörtgen, daire vb. geometrik şekillerde yapabilirsiniz.)

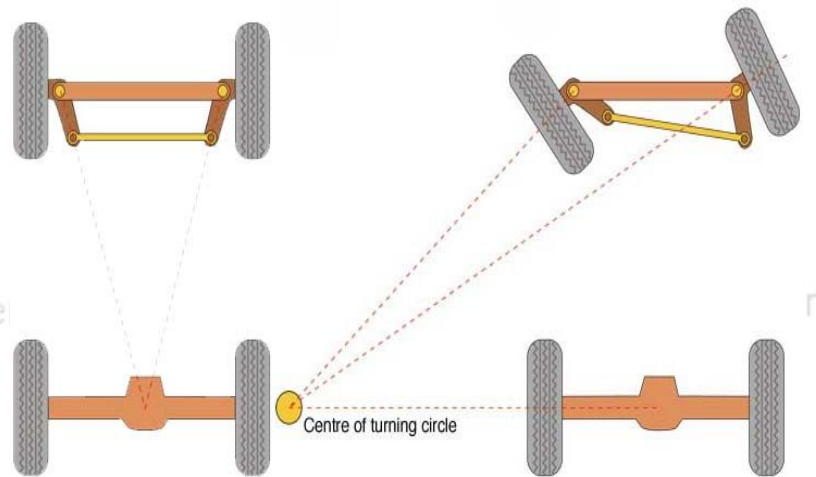
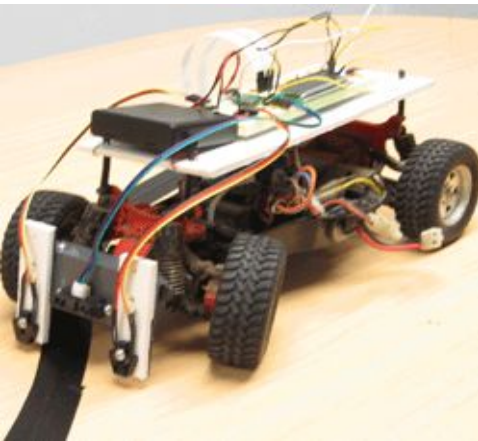
Çizgi izleyen robot projelerinde en çok tercih edilen sürüş sistemi diferansiyel sürüş sistemidir. Bu sistemde robotun sağında ve solunda birbirinden bağımsız motorlar ve bunlara bağlı tekerlekler bulunur. Genellikle maliyet açısından sağ ve solda birer motor ve birer tekerlek kullanılır. Bu şekildeki kullanımlarda robotun daha rahat hareketi ve dönüşleri için robotta kullanılan gövdenin durumuna göre önde ve / veya arkada sarhoş tekerlek ya da bilye tekerlek (roll-on tekerlek) kullanılır.



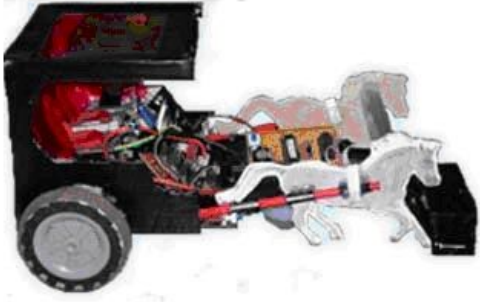
Diferansiyel sürüş sisteminde robotun dönüşü birbirinden bağımsız çalışan iki motorun arasındaki hız farkıyla sağlanır. Aşağıdaki şemada diferansiyel sürüş sisteminin çalışması gösterilmiştir.



Robotun hareketini sağlayacak olan sürüş sistemini arabalarda olduğu gibi arkada motor önde direksiyon sistemi (ackerman sürüş sistemi) şeklinde de hazırlanabilir. Bu tip çizgi izleyen robotlarda arkadaki motor robotun hızını öndeki motor ise yönünü kontrol eder. Basit oyuncak arabalardaki sistemler direkt olarak kullanıldığında çok hassas sonuçlar alınmamaktadır. Yalnız direksiyon kontrolü servo motor ile yapıldığında daha iyi sonuç vermektedir.



Bazı robot yarışmalarında ve sergilerde robotun hızından ve performansından ziyade görüntüsü de önemli olmakta. Bu nedenle robotun elektronik ve mekanik kısımlarını göze hoş görünebilecek şekilde kapatacak farklı gövde tasarımları yapılabilir.



1.1) Motorlar

Çizgi izleyen robotlarda daha çok DC motorlar kullanılır. DC motorlar piyasada farklı çalışma voltajına ve rpm değerlerine sahip redüktörlü ya da redüktörsüz pek çok çeşitte bulunabilmektedir. DC motorlar hakkında detaylı bilgi için www.robotiksisitem.com/dc_motor_ozellikleri.html adresini ziyaret edebilirsiniz.

Çok hızlı çizgi izleyen robotlar yapmak istiyorsak, hızlı ve yüksek torklu DC motorlar bulmamız gerekecektir. Tork, motordan hareket parçalarına (tekerlek, dişli, palet...vb) iletilen itme kuvveti ya da dönme momentidir. Torku düşük olan yüksek hızlı motorlar kullanıldığında; robotun manevra kabiliyeti düşer, hız kontrolü zorlaşır. Tork hakkında daha detaylı bilgiyi www.robotiksisitem.com/tork_nedir_tork_hesaplama.html adresinde bulabilirsiniz.

Genellikle motor alırken redüktörlü motorlar tercih edilir. Redüktör oranları motorun torkunun artmasına ve azalmasına etki eder.

1.2) Tekerlekler

Çizgi izleyen robotlarda, robotun pistte kaymasını engellemek için yüksek sürtünmeli tekerlekler tercih edilir. Tekerlek seçiminde kullanılan motorun rpm değeri dikkate alınmalıdır. Yüksek rpm li bir motor kullanılıyorsa ve robotunuzun çok hızlı gitmesini istiyorsanız, belli denemelerden sonra en uygun tekerlek çapını belirlemeniz gerekir.

Örneğin; İTÜRO 2008 Basit Çizgi İzleyen Robot Kategorisi Birincisi ve EBSO 3. Ulusal Robot Yarışması Üçüncüsü olan Symirna adlı robotta yüksek torklu 300 rpm 'lık 2 adet redüktörlü DC motor kullanıldı. Motorların rpm değeri düşük olduğundan 6 cm çapında ve 1.5 cm kalınlığında yüksek sürtünmeli tekerlekler kullanılmıştır.



Robotun rahat hareketi ve dönüşü için sarhoş tekerlek veya bilye tekerlek kullanılır. Bilye tekerlek kullanımı verimi arttırmaktadır.

2) ELEKTRONİK KISIM

Çizgi izleyen robotlarda elektronik kısım; ana devre, motor sürücü devresi ve sensör devresinden oluşur.

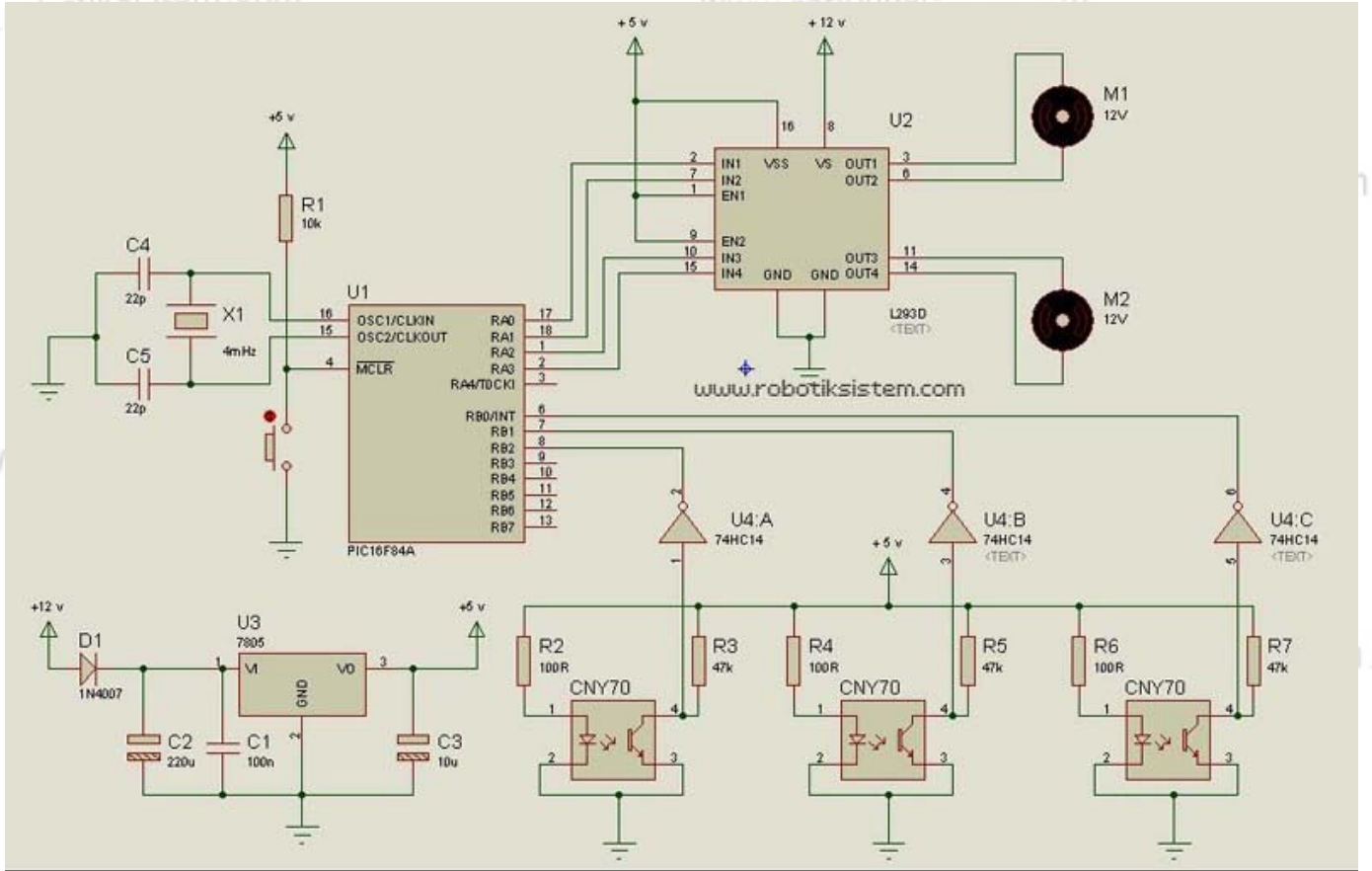
Ana devre üzerinde voltaj regüle devresi, mikrodenetleyici devresi ve giriş / çıkış terminalleri bulunur. İstenirse motor sürücü devre de ana devre üzerine eklenebilir. Mikrodenetleyici olarak, PIC, Atmel, Basic Stamp gibi kontrol elemanları kullanılabilir. Ülkemizde piyasada kolaylıkla bulunabildiği, kolay programlanabildiği ve örnek projeler bulunabildiği için PIC mikrodenetleyiciler çoğunlukla kullanılmaktadır. Microchip firmasının ürettiği , adını Peripheral Interface Controller (çevresel ünite denetleme arabirimi) ifadesinden alan PIC , giriş - çıkış (input - output I/O) işlemlerini çok hızlı gerçekleştirebilecek şekilde tasarlanmış bir chip 'tir. Voltaj regüle devresi için ise piyasada uygun fiyatlı ve çok bulunan 7805 voltaj regüle entegresi kullanılabilir. Bu entegre mikrodenetleyicinin çalışabilmesi için ideal gerilim olan 5 voltu sağlar. 7805 voltaj regüle entegresinin dezavantajı yüksek akım çekilen devrelerde çabuk ısınmasıdır. Bu nedenle bu tip devrelerde 7805 yerine, daha yüksek akımlara dayanabilen ayarlanabilir voltaj regüle entegreleri kullanılabilir (LM350 gibi).

Motor sürücü devresi için çizgi izleyen robotta kullanılacak olan DC motorların çekeceği akım göz önünde bulundurulmalıdır. Genellikle kullanımı transistörlü H köprüsü devrelerine göre daha kolay olduğu için L293D, L293B ya da L298 gibi motor

sürücü entegre devreler tercih edilmektedir. Bu tip motor sürücü entegrelerin her birinin kendine özgü akım ve voltaj sınırları vardır. Kullanacağınız motorlara en uygun olan motor sürücü entegreyi seçmek için ürünlerin datasheetlerini incelemenizi öneririz.

Çizgi izleyen robotların sensör devrelerinde kullanılan sensörleri giriş üniteleri kısmında anlatmıştık. Başlangıç olarak hazırlayacağınız basit bir çizgi izleyen robot projesi için 3 adet CNY70 kontrast sensörü kullanmanız yeterli olacaktır.

Çizgi izleyen robot devresini delikli devre kartı (pertinaks) üzerine kurabilir ya da baskı devre kartı hazırlayabilirsiniz. Baskı devrenizi Proteus, Eagle, Boardmaker gibi baskı devre çizimi programlarını kullanarak ya da bakır plaket üzerine kendiniz baskı devre kalemi ile çizerek hazırlayabilirsiniz. Baskı devre yapımı ile ilgili detaylı bilgiyi http://www.robotiksistem.com/baski_devre_yapimi.html adresinde bulabilirsiniz. Aşağıdaki resimde 3 sensörlü basit bir çizgi izleyen robot için ISIS devre şeması gösterilmiştir.



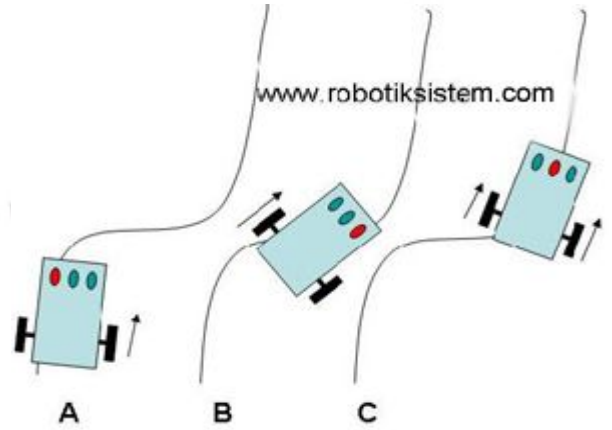
Çizgi izleyen robotunuzda şarjlı nikel metal hidrit (NiMH), ya da şarjsız alkaline piller ile çalıştırabilirsiniz. Alkaline kalem piller dışında şarjsız kalem pillerin sağlayacağı akım düşük olacağından bu tip piller robotunuzun düzgün çalışmasını engeller. Pil seçiminde çizgi izleyen robotta kullandığınız motorların çektiği akım değerleri önemlidir. Pil çeşitleri, özellikleri ve kullanımı hakkında detaylı bilgi için http://www.robotiksisitem.com/pil_cesitleri_ozellikleri.html adresini ziyaret edebilirsiniz.

3) YAZILIM

ASM , C veya Pic Basic Pro gibi programlama dillerinden birinde çizgi izleyen robotunuzun programını yazabilirsiniz. Özellikle programcılığa yeni başlayanlar için Pic Basic Pro daha uygun bir dildir. Çünkü üst seviye bir dil olduğundan komutları ve döngüleri daha kolay kavranabilir.

Çizgi izleyen robotunuzun programını yazmaya başlarken ilk yapmanız gereken kullanacağınız sensör sayısına göre bir algoritma belirlemektir. Algoritma, kelime olarak bir problemin çözümünde izlenecek olan yol anlamına gelir. Çizgi izleyen robotlarda problem robotun çizginin dışına çıkmamasıdır. Üç sensörlü bir çizgi izleyen robotun algoritması aşağıdaki şekilde hazırlanabilir.

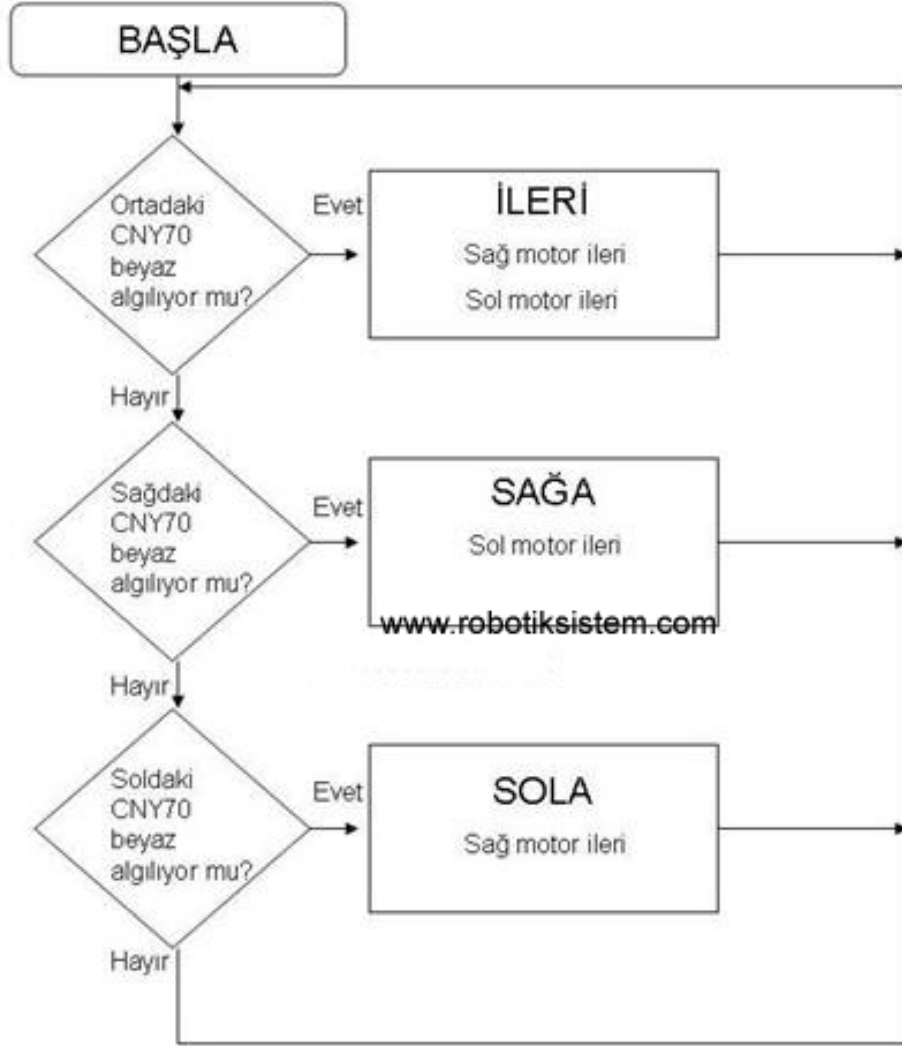
A) Çizgi izleyen robotun en sol sensörü çizgi üzerindedir. Yani çizgi izleyen robot yolun sağ tarafındadır. Bu nedenle çizgi izleyen robotun piste doğru yönelmesi için sağ motorun ileriye doğru çalışması sol motorun ise bu esnada durması gerekmektedir.



B) Çizgi izleyen robotun en sağ sensörü çizgi üzerindedir. Yani çizgi izleyen robot yolun sol tarafındadır. Bu nedenle çizgi izleyen robotun piste doğru yönelmesi için sol motorun ileriye doğru çalışması sağ motorun ise bu esnada durması gerekmektedir.

C) Çizgi izleyen robotun orta sensörü çizgi üzerindedir. Yani çizgi izleyen robotun pist üzerindeki konumu doğrudur. İki motor da ileri doğru sürülmelidir.

Hazırladığımız algoritmayı aşağıdaki gibi bir akış diyagramıyla ifade edebilirsiniz.



Yazılım kısmını da tamamladığınızda basit bir çizgi izleyen robotu hazırlamış bulunmaktasınız. Çizgi izleyen robotunuzu siyah mat bir zemin üzerine (çadır bezi gibi), beyaz elektrik bandı ile hazırlayacağınız bir pistte deneyebilirsiniz.

Kolay gelsin...

HAZIRLAYAN: www.robotiksisitem.com

Aralık 2010