

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**GÖRÜNTÜ DENETİMLİ ÜÇ EKSEN
KARTEZYEN ROBOT**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elektrik-Elektronik Müh. Orkun AKPINAR

**Enstitü Anabilim Dalı : ELEKT.-ELEKTRO. MÜH.
Enstitü Bilim Dalı : ELEKTRONİK
Tez Danışmanı : Doç. Dr. Saadettin AKSOY**

Haziran 2007

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

GÖRÜNTÜ DENETİMLİ ÜÇ EKSEN KARTEZYEN ROBOT

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elektrik-Elektronik Müh. Orkun AKPINAR

Enstitü Anabilim Dalı : ELEKT.-ELEKTRO. MÜH.

Enstitü Bilim Dalı : ELEKTRONİK

Bu tez 20 / 06 /2006 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

**Doç.Dr. Saadettin AKSOY
Jüri Başkanı**

**Prof.Dr. Uğur ARİFOĞLU
Üye**

**Yrd.Doç.Dr. Ali Fuat BOZ
Üye**

TEŐEKKÖR

Tezin hazırlanması aşamasında bana her tÖrlÖ desteği veren danıŐman hocam sayın Doç. Dr. Saadettin AKSOY'a, her tÖrlÖ maddi ve manevi desteklerinden dolayı aileme, yazılım konusunda her tÖrlÖ yardımını eden Bilgisayar YÖksek MÖhendisi sevgili dostum Musa DEMİRCİÖĞLU'na, ve her tÖrlÖ maddi ve manevi yardımları için tÖm arkadaŐlarıma teŐekkÖrÖ bir borę bilirim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİLLER LİSTESİ	v
ÖZET.....	vi
SUMMARY.....	vii
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2.	
GÖRÜNTÜ TANIMA.....	6
2.1. Giriş.....	6
2.2. Görüntünün Sayısallaştırılması.....	7
2.3. CCD Kamera ve Yük Bağlamalı Düzen.....	9
2.4. Piksel.....	10
2.5. Çözünürlük.....	11
2.6. Gri-Düzey Skala.....	12
2.7. Histogram.....	12
2.8. Eşikleme.....	13
2.9. Renkli Görüntü.....	13
2.10. Renk Modelleri.....	14
2.10.1. RGB renk modeli.....	14
2.10.2. CMY renk modeli.....	16
2.10.3. YIQ renk modeli.....	16

BÖLÜM 3.

NESNE TANIMA	18
3.1. Giriş.....	18
3.2.Ön işlem.....	18
3.2.1. Eşikleme.....	19
3.2.2. Kenar çıkarma.....	19

BÖLÜM 4.

ROBOTUN GERÇEKLENMESİ.....	22
4.1. Giriş.....	22
4.2. Endüstriyel Robotlar.....	23
4.3. Kartezyen Robot.....	24
4.4. Robot Tahrik Sistemleri.....	25
4.4.1. Pnömatik tahrik sistemleri.....	25
4.4.2. Hidrolik tahrik sistemleri.....	25
4.4.3. Elektrik tahrik sistemleri.....	26
4.5. Tutucular.....	26
4.6. Servo Motorlar.....	27
4.6.1. Yük.....	27
4.6.2. Motor.....	28
4.7. Robotun Gerçeklenmesi.....	31

BÖLÜM 5.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	33
KAYNAKLAR.....	34
EKLER.....	35
ÖZGEÇMİŞ.....	38

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1.	Kartezyen robotun çalışma alanı.....	4
Şekil 2.1.	Görüntünün görme sınırları ile beynin görme bölgesine ulaşımı..	7
Şekil 2.2.	Görüntü önce optik formda yakalanır, analog forma dönüştürülür ve son aşamada dijital forma çevrilir.....	8
Şekil 2.3.	CCD kameranın çalışma prensibinin şematik gösterilişi.	9
Şekil 2.4.	CCD kamera sensörleri.....	9
Şekil 2.5.	Piksel gösterimi.....	11
Şekil 2.6.	16 farklı gri-ton aydınlanma değeri için gri-seviye parlaklık değeri.....	12
Şekil 2.7.	Gri düzey histogramı.....	13
Şekil 2.8.	RGB renk küpü.....	15
Şekil 3.1.	Örüntü tanıma sistemi.	18
Şekil 3.2.	Eşikleme işlemi.	19
Şekil 3.3.a	n5 nesne noktasının komşuları.....	21
Şekil 3.3.b	Geliştirilen kenar çıkarma şablonu.	21
Şekil 3.4.	Kenar çıkarma işlemi.....	21
Şekil 4.1.	Elektrikli ve pnömatik tutucular.....	26
Şekil 4.2.	Servo motor kontrol blok diyagramı.....	27
Şekil 4.3.	Mekanik yük dönüştürücüsü (redüktör)	28
Şekil 4.4.	Servo motor türleri.....	29
Şekil 4.5.	Servo motor kontrol blok diyagramı.....	29
Şekil 4.6.	Motor torkunun uygulanan gerilimin açısıyla değişimi.....	30
Şekil 4.7.	Prensip şeması.....	32
Şekil 4.8.	Genel blok diyagramı.....	32

ÖZET

Anahtar kelimeler: Kartezyen Robot, Görüntü İşleme, Servo Motor, Obje Tanıma

Bu çalışmada öncelikle görüntü işleme yöntemleri ele alınmış, görüntü işleme sonuçlarına göre kartezyen robotun yönetimi gerçekleştirilmiştir. Depolanacak olan parçaların kamera ile görüntüleri alınıp, çıkartılan özelliklerle bir veri tabanı oluşturulmuştur. Bu veritabanına objelerin ilgili depolama alanlarına ilişkin veriler de kullanılarak bir konveyör tarafından depolama alanına gönderilen objelerin daha önceden tanımlanmış olan yerlerine transferi sağlanmış olur. Bu çalışmada, görüntü denetimli kartezyen robot bir depolama uygulaması için gerçekleştirilmiştir.

IMAGE PROCESSING CONTROLLED 3 AXES CARTESIAN ROBOT

SUMMARY

Key Words: Cartesian Robot, Image Processing , Servo Motor, Object recognition

In this study, firstly, techniques of image processing are mentioned. By the results of image processed by these techniques, the Cartesian robot controlled. After capturing image from camera, features of objects are extracted and collected in a database. By collecting the datas, according to depot areas, the objects moved by a conveyor can be transferred to before arranged areas. In this study, an image processing controlled Cartesian robot is used for an depot application.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Günümüzde endüstriyel kuruluşların maliyet merkezlerinden biri olan depolama ve depo yönetimi, işletmeler için büyük önem arz etmektedir. İşletmelerdeki lojistik yönetimi; işletmelerin kar maksimizasyonu amacıyla malzemelerin, parçaların ve mamullerin stratejik bir şekilde sağlanması, depolanması ve kontrol edilerek iyileştirilmesinin hedeflendiği bir sistem yönetim şeklidir. Bu yönetim kavramı ;

- Lojistik maliyetlerin kabul edilebilir düzeyde olması,
- Süreçlerin doğru tanımlanması,
- Yeterli ve fonksiyonel işgücü ile çalışılması,
- Para, insan, makine ve zaman kaynaklarının optimum kullanım gibi kilit kurgu, süreç, veri ve değerlerin belirlenen hedef ve stratejiler doğrultusunda organize edilmesini gerekli kılmaktadır.

İşletmelerin tedarik zincirlerinde yüksek önem arz eden depolama yönetimi, entegrasyon yetersizliği ve bunun neticesinde oluşan darboğazlar ile işletmeleri doğrudan veya dolaylı etkileyen maliyetlerin oluşmasına neden olmakta, bu maliyetler de firma hedef ve stratejilerinde sapmaya yol açmaktadır.

Bu entegrasyon kopukluğu depolamada;

- Rafta mal bulundurmama riski,
- Müşteri siparişlerinde gecikme,
- Müşteri kaybı,
- Fire hasarlı ürün sayısında artış,
- Stok maliyetlerinde artış

- Ölü stok sayısında artış gibi sonuçlar doğurmaktadır. Bu gibi istenmeyen durumları önlemek için depolama sistemlerinin optimizasyonu gerekmektedir.

Tüm bunlara bağlı olarak depo yatırımı karar çalışmaları kapsamında;

- Depo koşulları
- Depo personeli
- Depolama ve istif makineleri
- Teknolojik gereksinimler belirlenen kriterlere göre en uygun şekilde seçimi önem arz etmektedir.

Günümüzde depo denetim sistemleri;

- Depo giriş/çıkış işlemlerini kayıt altına almak ve hızlandırmak,
- Depodaki ürün yerleşimini ve geçmişini takip etmek,
- Depo içerisinde optimum alan kullanımı sağlamak
- Yapılabilecek hataları minimuma indirmek
- Hızlı sayım yapabilmek
- Depo personelinin performans takibi
- Adres yazdırma fonksiyonu ile yerleşimlerde kullanılacak adresleme modeli oluşturulduktan sonra tanımlanan adresler için etiket basımı yapabilme gibi gerekli ve önemli unsurlar içermektedir.

Bu unsurların takibi için otomasyon sistemleri en iyi performansı veren uygulamalardır. Bu tür otomasyon sistemleri robotlar ve ihtiyaca en uygun yazılımları içermektedir.

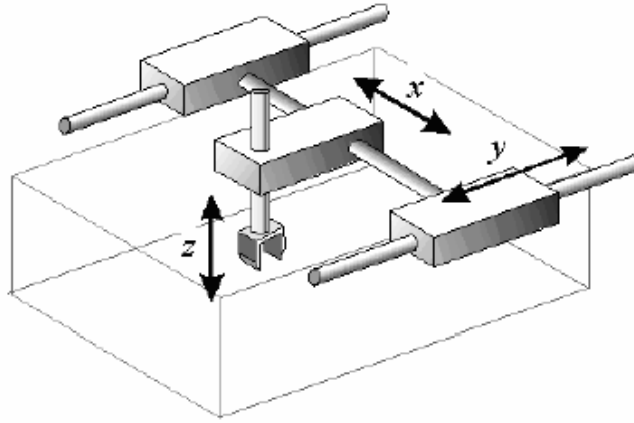
Robotlar kısaca; verilen bir dizi görev çerçevesinde programlanmış çeşitli hareketler ile materyalleri, parçaları, aletleri ve ya özel donanımları hareket ettirmek için tasarlanmış programlanabilir, çok işlevli manipulatörlerdir.

Depolama sistemlerinde robot kullanılmasının başlıca nedenleri;

- İşçilik maliyeti,
- Daha esnek çalışabilme (3 vardiya),
- Çıktı miktarını arttırma,
- İnsana göre daha çabuk sonuca varma,
- Usandırıcı ve tekrarlanan işlerde yeterlilik,
- Ucuz maliyet, kendini kısa sürede amorti etme,
- İnsan hatalarını ortadan kaldırma,
- Kalite kontrol hatalarını en aza indirmektir.

Kartezyen robotlar bu tür uygulamalarda en çok tercih edilen robotlardır. Kartezyen Robot; sadece tutma ve taşıma özelliğine sahip olup; X,Y,Z, eksenlerinde doğrusal olarak hareket etme yeteneğine sahiptirler. Basit bir yapıya sahip oldukları için hareketlerin planlanması çok kolaydır. Bu tür robotlarda; pozisyon hesaplamaları, robot uç elemanının bulunduğu pozisyon, mafsalların o anda olduğu yerde bulunduğundan çok kolaydır. Şekil 1.'de kartezyen robotun prensip şeması verilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi kartezyen robotlar eğilme ve bükülme işlemlerini gerçekleştiremez. Çalışma alanları kare veya dikdörtgen prizma şeklindedir. Yük taşıma kapasitesi diğer robot türlerine göre daha büyüktür. İnsan gücünün taşıma kapasitesini aşan yüklerin taşınmasında kullanılır. Bu nedenle genellikle yük araçlarında, yükleme ve boşaltma işlerinde, fabrikalarda ağır yükleri taşımak amacı ile fabrikaların tavanlarına monta edilerek kullanımı yaygındır. Islak, nemli, rutubetli çalışma ortamlarında kullanılabilir. Küçük güçte olanları pnömatik tahrik sistemine sahiptir. Büyük güç gereken yerlerde hidrolik tahrikli kartezyen robotlar kullanılır. Bunların yağ sızdırma problemleri olduğu için temizliğin önem arz ettiği ortamlarda pnömatik tahrikli olanlar tercih edilir. Hava tahrikli olan robot tipinde sadece basınçlı hava ve havanın kontrolüne ihtiyaç olduğu için yatırım maliyetleri daha ucuz olup işletim maliyetleri de düşüktür. Büyük güçteki kartezyen robotların tahrik sistemleri elektrik motorları veya hidrolik tahrik sistemleri ile sağlanmaktadır.

Depolama sisteminde ayrıca robotu kontrol eden bir yazılım donanım bulunmaktadır.



Şekil 1.1. Kartezyen robotun prensip şeması

Bu ekipmanlar;

- Barkot okuyucu
- Manyetik çubuk
- Görüntü işleme için kullanılan kamera sistemi
- Depo ile ilgili talepleri oluşturabilmek için kullanılan terminaller (bilgisayarlar)dir.

Görüntü işleme teknikleri, endüstriyel uygulamalardan değişik problemlerin çözümü için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu uygulamalara örnek olarak;

- Robotik uygulamaları (Çizgi takip eden robotlar, Mobil robot uygulamaları, Mayın imha robotu, Sanayi kaynak ve montaj robotları, Uzay araştırma araçları vs...)
- Güvenlik sistemleri (İris belirleme ve tanıma sistemleri, Parmak izi tanıma sistemleri, İmza tanıma sistemleri, Plaka tanıma sistemleri vs...)
- OCR (Optik karakter tanıma sistemleri)
- Tıbbi görüntüleme sistemleri (MR, Röntgen ve bunlara bağlı hastalık teşhis uygulamaları)
- Askeri uygulamalar (Radar sistemleri, uçaksavar füzesavar vb sistemler)
- Kalite kontrol sistemleri (Tarım sektörü ürün kalite ayırma uygulamaları, Renk, şekil, ebat, baskı vs kontrol sistemleri)
- Barkot tanımlama verilebilir.

Nesne tespiti ve sınıflandırmasına ilişkin literatürde yapılmış muhtelif çalışmalar mevcuttur[1,2,3].

Videoda hareketli nesne tespiti doğal sahnelerde meydana gelen ani ışık ve hava durumu değişimi ve karışıklığa neden olan tekrar eden hareketler (rüzgarda salınan ağaç yaprakları) gibi dinamik değişikliklerden dolayı güvenilir bir şekilde gerçekleştirilmesi zor olan bir sorundur. Hareketli nesne tespiti için sıkça kullanılan yöntemler arka plan kestirimi; istatistiksel metotlar, zamansal farklama ve optik akıştır. Literatürde şekil tabanlı ve hareket tabanlı olmak üzere iki çeşit nesne sınıflandırma yöntemi mevcuttur. Şekil tabanlı metotlar nesnelerin kuşatan kutusu, alanı, silüetleri ve tespit edilen alanın gradyanı gibi iki boyutlu bilgilerden yararlanırken; harekete dayalı yöntemler nesnelerin zamansal olarak izlenen özelliklerinden faydalanırlar. [1,2,3,4].

Bu çalışmada, depo takip sistemi için, belirli bir bölgeden geçmekte olan nesnelerin video görüntüleri işlenerek ayrıştırılma işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu uygulama bir işletmeye, depo giriş/çıkış işlemlerini kayıt altına almak ve hızlandırmak, depodaki ürün yerleşimini ve geçmişini takip etmek, depo içerisinde optimum alan kullanımı sağlamak, yapılabilecek hataları minimuma indirmek, hızlı sayım yapabilmek gibi bir çok kolaylıklar sağlamaktadır. Bütün bu üstünlüklerin yanı sıra; işletmenin depolama giderlerini düşüren bu uygulama, işletmeye çevrimiçi depo stok kontrolü hakkında da bilgi vermektedir. Böylece işletme, günümüzde önem kazanan e-ticaret uygulamalarına da kolaylıkla uyarlanabilir.

Bölüm 2'de, görüntü tanımaya kısa bir giriş yapıldıktan sonra, görüntünün sayısallaştırılması ve ardından tanınabilecek formata getirilmesi için gerekli adımlardan bahsedilmiştir. Bölüm 3'de obje tanıma adımları ele alınmıştır. Bölüm 4'te endüstriyel robotlardan kısaca bahsedilip, kartezyen robot incelenmiş, robot tahrik sistemlerinden ve de tutuculardan bahsedildikten sonra uygulamada gerçekleştirilen robottan ve kullanılan tahrik sistemi yani servo motorlardan bahsedilmiştir.

BÖLÜM 2. GÖRÜNTÜ TANIMA

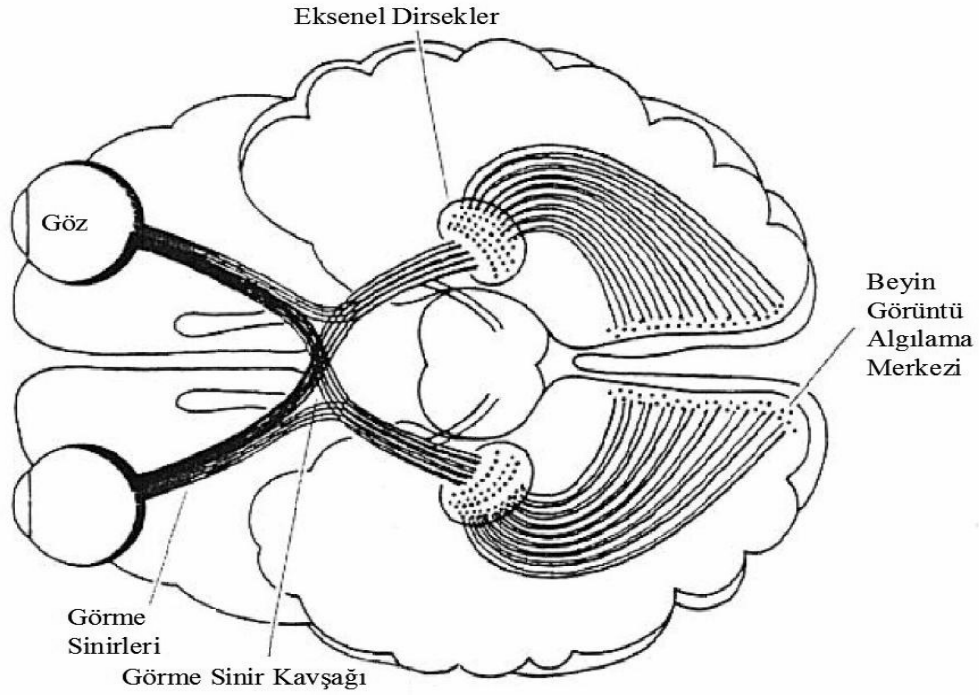
2.1. Giriş

Bilgisayarla görme, bir veya daha çok sayıda işlemci kullanılarak birden fazla görüntü üzerinde çeşitli teknikler kullanılarak gerekli bilgisayar analizinin gerçekleştirilmesidir. Bir başka ifade ile görüntü setleri bilgisayar tarafından işlenerek nesnelere ilgili bilgilerin elde edilmesidir. Nesnenin konumu, yönlendirilmesi ile ilgili ve boyutuyla ilgili kavramları içerir.[5]

Şekil 2.1' de gözün temel bölümleri görülmektedir. Gözün ön kısmı kornea denilen saydam bir zarla kaplıdır. Bunu temiz bir sıvı, değişken bir açıklık (iris ve gözbebeği) ve göz merceği izlemektedir [6].

Kırılmanın çoğu, kornea tabakasında meydana gelmektedir, zira merceği çevreleyen sıvı ortamın kırılma indisi, merceğin kırılma indisine yakın bir değerdedir. İris ise gözbebeğinin boyutunu kontrol eden adaleli bir diyaframdır. İris yüksek şiddetteki ışıkta gözbebeğini küçülterek ve bunun aksi durumunda ise gözbebeğini büyülterek göze giren ışık miktarını ayarlar, kontrol altında tutar. Gözbebeğinin açıklık miktarının ölçütü olan f sayısı $f / 2,8$ ile $f / 16$ arasındadır. Burada f sayıları göze giren ışık miktarını ayarlar.

Göze giren ışık, kornea-mercek sistemi tarafından retina adı verilen gözün arka yüzeyine odaklanır. Retinanın yüzeyi ise rod ve kod adı verilen milyarlarca ışığa duyarlı hücrelerden oluşmaktadır. Bu hücreler ışık tarafından uyarıldığında, optik sinirlerin vasıtası ile görüntülerin algılandığı beyine sinyaller gönderir. Yani görüntüsü retina üzerinde oluşan obje, beyin tarafından algılanır [6].



Şekil 2.1 Görüntünün görme sinirleri ile beynin görme bölgesine ulaşımı

Göz, uyum adı verilen bir süreçle, esnek göz merceğinin şeklini değiştirerek, verilen obje üzerine odaklanır. Burada ise merceğe bağlı kirpik kası devreye girmektedir. Göz, uzak objeler üzerine odaklandığı zaman kirpik kasları gevşer, bunun tam tersi olan yakın objelere olan odaklanmalarda ise kirpik kasları gerilir.

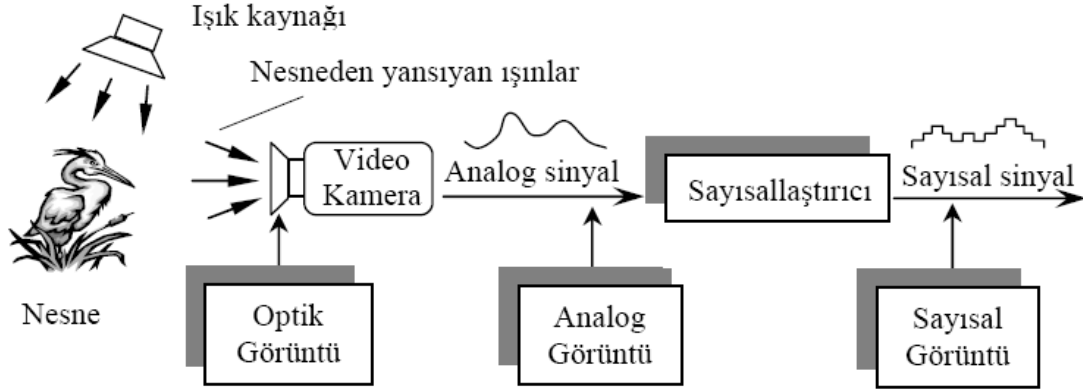
Bu hareket etkin olarak, retina üzerinde görüntünün odaklanmasına izin veren merceğin eğrilik yarıçapını hafifçe azaltarak, odak uzaklığını azaltır. Bu mercek ayarlamalarının hızı farkına varılmayacak kadar hızlı olmaktadır.

2.2. Görüntünün Sayısallaştırılması

Görüntünün sayısallaştırılması, kameradaki görüntünün optik-elektrik mekanizma ile elektriksel sinyallere dönüştürülmesi işlemidir. Mercekte oluşan görüntü kameranın sensörleri üzerine odaklanır.

Bir ışık kaynağı ile aydınlatılmış nesne mevcuttur. Nesneden yansıyan ışınlar optik formda kameraya aktarılır. Nesneyi tanımlayan bu ışınlar, kamerada elektrik sinyallerine dönüştürülür. Böylece görüntü analog sinyallere çevrilmiş olur. Analog

sinyaller bir sayısal dönüştürücüde üzerinden sayısallaştırılır. Son aşamada sayısal forma dönüştürülen görüntü bilgisayar ortamına aktarılarak işlenecek hale getirilmiş olur. Bu işlem için görüntü sensörü ve bu sensörün üretmiş olduğu sinyalleri dijital forma dönüştürebilecek sistemlere ihtiyaç vardır. Sensörlerden elde edilmiş sinyaller hala analog formda ise analog-sayısal dönüştürücüler ile sayısal hale getirilebilir.



Şekil 2.2. Görüntü önce optik formda algılanır, analog forma dönüştürülür ve son aşamada dijital forma çevrilir

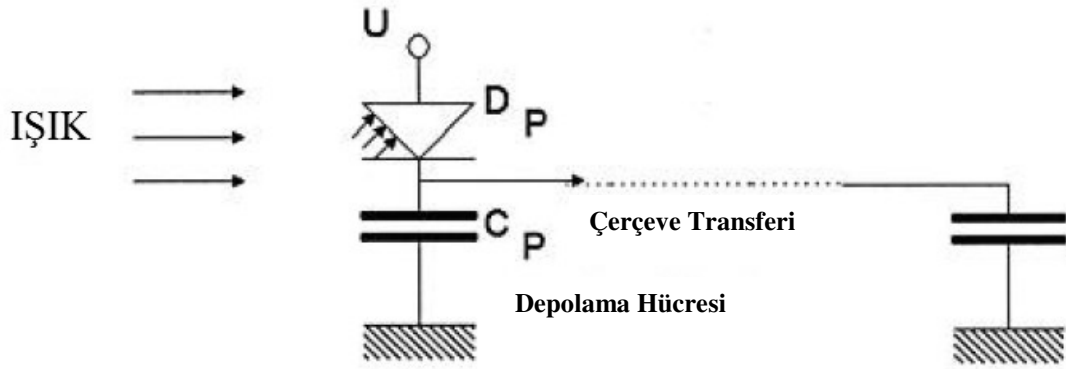
Sayısal görüntü elde edildikten sonraki adım ön işleme aşamasıdır. Bu aşamada, alınan görüntü bir sonraki aşamada hatasız ve kolay işlenebilmesi için daha belirgin ve anlaşılır hale getirilir. Bu işlemlerden bazıları:

- Görüntüyü belirginleştirmek
- Görüntüde bulunan kirlilikleri filtrelemek
- Görüntü üzerindeki yapısal bozuklukları en aza indirmek

Bir sonraki işlem ise görüntüyü, kendisini meydana getiren alt görüntülere parçalama, ayırma işlemidir. Buna, görüntü ayırma işlemi ya da segmentasyon işlemi denir. Detaylı görüntü ayırma işlemleri, görüntü işlemede en zor işlemlerden sayılır. Bu nedenle genellikle küçük hatalarla birlikte kaba görüntü ayırma işlemleri uygulanır. [5]

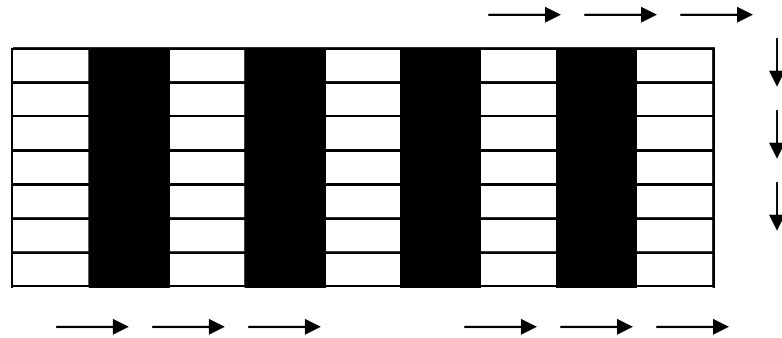
2.3. CCD Kamera ve Yük Bağlamalı Düzen

CCD Kameralar ile ilgili ilk çalışmalar 1970' li yıllarda başlamış olup, geometrik yapısının diğer resim kayıt cihazlarına göre daha küçük ve kullanımının daha kolay olması. CCD kameralarının hızlı bir şekilde yayılması ve geliştirilmesine neden olmuştur. Esas da silikon yarı iletken görüntü alma elemanlarıdır. Hassas görüntü alma imkanına sahip, yüksek performansta çalışma imkanı olan, analog sinyaller üretebilen kameralardır. Takip ve kontrol için oldukça elverişli olduklarından, genellikle hızlı işlemler için tercih edilirler.



Şekil 2.3 CCD kameranın çalışma prensibinin şematik gösterilişi.

CCD kameralarda her bir depolama hücresi (C_p), bir kondensatör ve bir fotodiyottan oluşmaktadır. Burada ışık, mercek (U) ten geçerek sensörlere (D_p) ulaşması ile kondansatör yüklenmektedir.



Şekil 2.4 CCD kamera sensörleri

Mercekten gelen ışınlar Şekil 2.4'de şematik olarak gösterilmiş sensörlerin üzerine düşmektedir.

Sensörlerde sonlu elektrik yüklerine sahip paketler, silikon yarı iletkenler üzerinde belirli düzende yerleşirler (Şekil 2.4). Bu yerleşimler birer depolama elemanı olarak yüzeye çok yakın biçimde iki çift kapılı ve birbirine çok yakın elektrotların yerleşiminden oluşur.

Her depo elemanı diğerine komşu olarak adlandırılır ve aralarında geçişi sağlayabilecek elektrot kapıları bulunmaktadır. Bu kapılardan biri yüksek değere sahip iken diğeri alçak değere sahiptir. Paketlerin geçişi bu elemanlar ile sağlanmakta ve bu durum tüm elemanlar için tekrarlanmaktadır. Her paket çeşitli miktarda yük taşıyacağından, kaydedilmek üzere elemanlar boyunca analog bir değişim gözlenmektedir. Bu geçişler bir elemandan diğerine çok hızlı ve etkilidir.

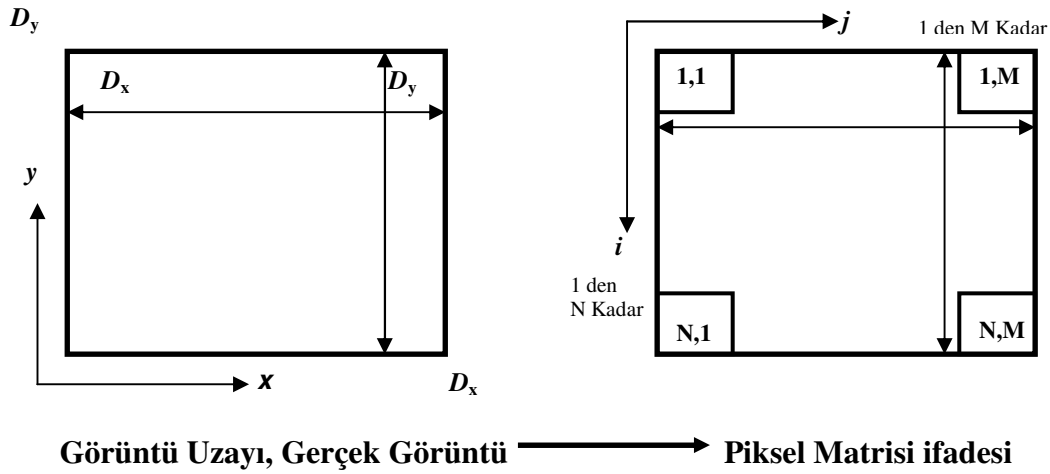
CCD kameranın sensörleri 2 boyutlu tarama yapabilme özelliğine sahip olduğundan, çizgi tarama veya matris tarama yapılabilmektedir. Bu tarama sonucunda görsel bilgilerin transfer oranları x ekseninde daha yüksek ve hassastır. CCD kameralarının geometrik bozulma, sürüklenme ve kayma oranlarının düşük olmasından dolayı kullanımda tercih edilirler. Bu kameraların alanı tarama süreleri kısa olup kullanıma göre yüksek piksel değerlerinde çalışma imkanı sağlamaktadırlar.

2. 4. Piksel

Bilgisayar ekranını küçük noktalardan oluşmuş bir zemin olarak tanımlayabiliriz. Ekrandaki noktaların her birine piksel denir. Piksel kare şeklinde olan, görüntünün en küçük birimidir. Ekranın kaç pikselden meydana geldiği, monitörün duyarlılığına bağlıdır. Örneğin standart bir VGA ekranın da, her birinde 640 piksel bulunan 480 satır vardır.

Dijital görüntüler yan yana gelen pikseller topluluğundan oluşmaktadır. Dijital görüntü, imgenin eninde ve boyunda bulunan piksel sayısı ile tanımlanır. Pikselin kendi başına standart uzunluk birimi cinsinden en ve boy değerleri yoktur. Standart

bir ölçülendirme yapılması halinde ise, bu kullandığımız ekran kartı özellikleri, ayarları ve kullanılan ekranın büyüklüğüne bağlı olarak değişim gösterecektir. Demek ki dikdörtgen biçimindeki tek bir piksel 1x1 mm, 1x1 cm hatta 3x2 mm bile olabilir. Aksi belirtilmedikçe piksellerin en ve boy oranı eşittir. Çözünürlük ise boyut tanımlamalarında ek olarak gereken bir kavram. Kendi başlarına boyut sahibi olmayan piksellere çoğu zaman bir boyut değeri tanımlamak gereklidir. Bu şekilde piksellerin boyutu belirlendiğinde uzunluk biriminde kaç piksel bulunacağı da belirlenmiş olur. Örneğin bir pikselin boyutu 1 mm olarak tanımlanmışsa her santimetrede 10 piksel bulunacaktır.



Şekil 2.5 Piksel gösterimi

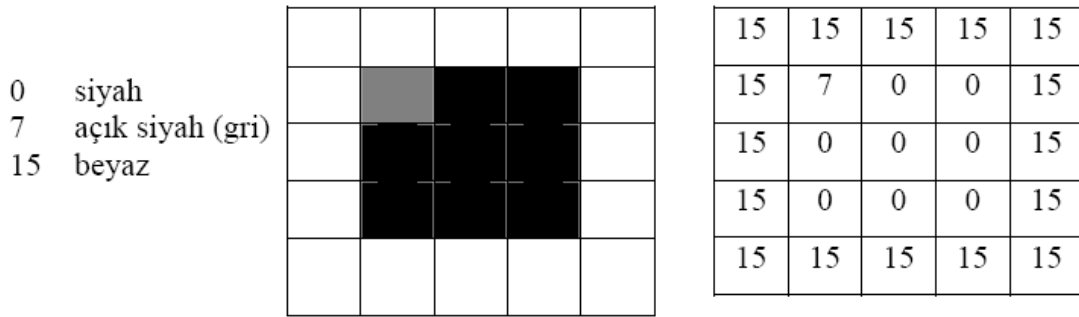
2.5. Çözünürlük

Bir görüntünün çözünürlüğü; iki boyutlu piksellerin sayısal büyüklüğünün ifadesidir. Görüntünün belirli sayıdaki piksellerle gösterimini içerir. Görüntü üzerindeki piksel yapılanmasına göre görüntünün çözünürlüğü oluşur. Ekrandaki çözünürlük, bir görüntüde görülebilen detay miktarının ölçülmesi, bir test kalıbının üstünde görülebilen yatay ve dikey çizgilerin adedi olarak ifade edilir. Çözünürlüğün görüntü kalitesini belirleyen en önemli faktör olduğu söylenebilir. Çözünürlük, ekrandaki görüntünün kaç pikselden oluşacağını yatay ve dikey piksel cinsinden belirler (Örneğin 800x600, 1024x768 gibi). Çözünürlük arttıkça, görüntü birbirinden

bağımsız olarak kontrol edilebilen daha çok pikselden oluşur ve görüntü kalitesi yükselir.

2.6. Gri-Düzy Skala

Görüntü üzerindeki aydınlatma değerlerinin farklı seviyelerde olması, piksel düzeylerinin farklı olmasındandır. Bu şekilde ifadelerde görüntü siyah-beyaz renk tonlarından meydana geliyorsa, görüntü üzerindeki her bir nokta gri-düzy skala üzerindeki renk değerleriyle ifade edilir. Görüntü üzerindeki noktalar farklı olduğundan, her bir aydınlatma düzeyi için gerekli bitlerin yerleşimi farklıdır.



Şekil 2.6. 16 farklı gri-ton aydınlanma değeri için gri-seviye parlaklık değeri

Dört bitlik yani 16 farklı gri-ton aydınlanma değeri için her bir pikselin üzerinde bulunacak gri-seviye parlaklık değeri Şekil 2.6'da gösterilmiştir. Bu gibi değişik düzeylerin oluşturduğu görüntüler, gri-düzy veya gri-düzy skala ile ifade edilirler. Piksel başına düşen bit sayıları; Burada 4 bit/piksel yani bir pikselin değerini belirtmek için 4 bit kullanılmıştır. 0 ile 15 arasında 16 gri-düzy değerleri mevcuttur.

2.7. Histogram

Histogram, görüntü üzerindeki piksellerin değerlerinin grafiksel ifadesidir. Buna görüntü histogramı veya gri-düzy histogramı denir. Görüntü histogramı, görüntünün herbir noktasındaki piksellerin tespiti ile bu piksellerin sayısının ne olduğunu gösterir. Bu sayede histogram üzerinden görüntü ile ilgili çeşitli bilgilerin çıkartılması sağlanır. Görüntü üzerindeki piksellerin nerede yerleştiği tam olarak çıkartılamaz. Fakat görüntünün Şekil 5'de gösterildiği gibi aydınlık-karanlık bölge

değerlerinden görüntü hakkında genel bilgiler elde edilebilir. Uygulanmak istenen eşik değerleri tahmin edilebilir.

7	5	5	5	6	6	6
7	4	0	0	6	6	6
0	4	2	2	6	1	1
0	1	2	2	6	1	7
1	1	2	2	2	7	7
1	1	2	2	3	8	8



Şekil 2.7. Gri düzey histogramı

2.8. Eşikleme

Eşikleme işlemi, görüntü işlemenin önemli işlemlerinden biridir. Özellikle görüntü içindeki nesnenin kapalı ve ayırık bölgelerinin belirginleştirilmesinde kullanılır. Piksellere ayrılmış görüntünün, ikili yapıdaki görüntüye kadar düzenlenmesini içerir. Basit olarak, eşikleme işlemi görüntü üzerindeki piksel değerlerinin belirli bir değere göre atılması ve yerine diğer değer/değerlerin yerleştirilmesi işlemidir. Böylece görüntü üzerindeki nesnelerin arka planı ile nesne hatlarının çıkartılması sağlanır. [5]

2.9. Renkli Görüntü

Görüntü işleme esnasında renkli resim kullanmanın getirdiği çeşitli avantajlar vardır. Otomatik görüntü analizinde renk, nesnelerin tanımlanmasını ve çevrelerin izole edilmesini kolay hale getiren etkili bir araçtır. Ayrıca insan gözü yaklaşık 2 düzine gri renk seviyesini ayırt edebilme imkanına sahip iken, bilgisayar ile binlerce renk tonu ayırt edilebilmektedir.

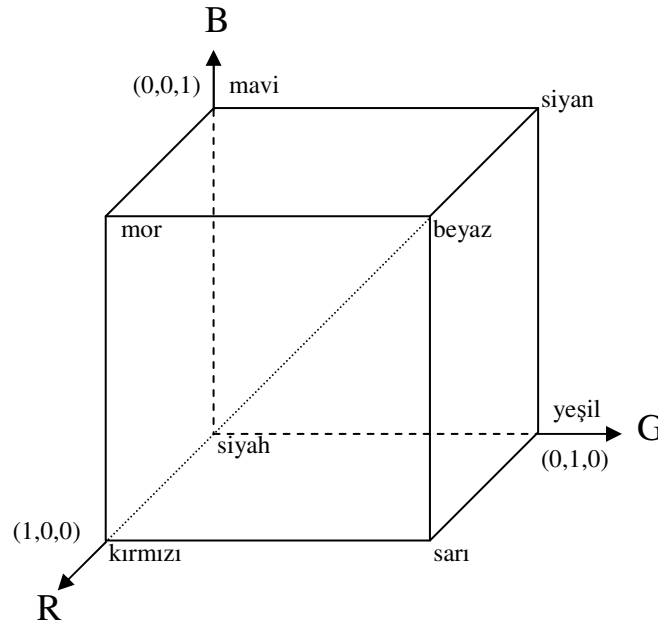
2.10. Renk Modelleri

Renklerin gösteriminde ve ifade edilmesinde belli bir standardı sağlamak amacıyla çeşitli renk modeli, üç boyutlu bir koordinat sisteminin ve bu sistem içinde her bir rengin tek bir nokta ile gösterilebileceği bir alt uzayın belirlenmesidir. Günümüzde kullanılan renk modellerinin çoğunluğu donanıma (renkli monitör, yazıcı veya scanner) veya renkli görüntü işlemeye (animasyon için renkli grafik oluşturma) yöneliktir. Donanıma yönelik modeller arasında en çok kullanılan renkli monitörlerde ve video kameralarda kullanılan RGB modelidir. Renkli yazıcılar için CMY modeli ve renkli televizyon yayıncılığında ise standart YIQ renk modeli kullanılmaktadır.

2.10.1. RGB renk modeli

RGB renk modelinde her renk; kırmızı, yeşil ve mavinin birincil bileşenlerinden meydana gelir. Bu modelin esasta temeli kartezyen koordinat sistemidir. Renk alt uzayı Şekil 2.8' de görülen küpün orijin noktasında siyah, küpün orijinden en uzak noktasında beyaz bulunur. Birincil renkler eksenler üzerinde bulunan üç köşededir. Diğer üç köşede ikincil renkler olan mor, siyan ve sarı bulunur. Gri renk düzeyi ölçeği, siyahtan beyaza doğru giden doğru üzerinde yer alır. Renkler küpün üzerindeki ve içindeki noktalara karşılık gelmektedir (Gonzales ve diğ., 1993).

RGB renk modelinde görüntüler, her biri bir adet birincil renge karşılık gelmek üzere toplam üç adet renk düzleminden oluşmaktadır. Renkli resimlerde bilgisayar ortamına aktarılan piksellerin renk değerlerini belirlemek için direk renklendirme yapılır. Yani rengin gerçek ortamdaki değeri baz alınarak görüntü yakalamada değeri atanır. Bir pikselin sahip olduğu değer üç ana renk düzeyinde 3 farklı değer tespit edilecek şekilde hesaplanır. Bunlardan her biri piksel rengini oluşturan üç ana rengin oranını gösterir. Yani gerçek piksel renginin RGB sisteminde, kırmızı, mavi veya yeşil miktarlarını belirler. Örneğin 24 bit'lik grafik kartı işlemleri bir ortamda grafik kartından bir piksele 24 bit'lik yer ayrılır. Görüntü oluşturulurken bu değer 8'er bitlik 3 farklı guruba ayrılır ve her bir gurubun değeri kendi içinde hesaplanır.



Şekil 2.8 RGB renk küpü

Bu sistemlerde her pikselin rengi diğerinden bağımsız olarak verilebilir. Bu işlem görüntü tonlamasında ve analizinde büyük rahatlıklar sağlar. Burada her bir pikselin kaç farklı renk alabileceği ve ekranda aynı anda kaç farklı renk gösterebileceği o piksele ayrılmış hafıza miktarı ile belirlenir. Eğer bir piksel 18 bit'lik yer kaplıyor ise $2^{18} = 262.144$, eğer 24 Bit kaplıyor ise $2^{24} = 16.777.216$ ayrı renk kullanılabilir.

Normalde 800x400 çözünürlükte bir 24 bit grafik grafik kartı ile toplam $800 \times 400 = 480.000$ piksele denk gelen Renk tonları gösterilebilir. 24 bitlik bir sistemde bu 2^{24} renk demektir ki 4096x4096 kadar bir çözünürlükte her noktanın rengi farklı olarak atanabilir.

Renkli monitörler, video kameraları ve dijital televizyonlar RGB renk modelinin kullanıldığı yerlere örnek olarak gösterilebilir. Ayrıca bilgisayarlar renk bilgilerini bu modele uygun olarak saklamaktadır. Modelin en büyük dezavantajı renkli görüntü işleme uygulamaları için elverişli olmamasıdır.

2.10.2. CMY renk modeli

CMY (siyan mor sarı) renk modelinde renkler, renklendirici pigmentlerin birincil renkleri olan siyan, mor ve sarı renklerin çıkarmalı karışımından oluşur. Kağıt üzerine renklendirici pigment bırakan pek çok cihaz (renkli yazıcı veya kopyalayıcı) CMY renk modelini kullanılmaktadır. Bu cihazlar işlem aşamasında CMY formatında veri girişine ihtiyaç duyulmakta veya kendisi RGB modelinden CMY modeline dönüşüm yapmaktadır. Bu dönüşüm aşağıdaki denklem yardımıyla yapılmaktadır.

$$\begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

Burada bütün renk değerlerinin [0,1] aralığında olduğu kabul edilmiştir (Pitas, 1993).

2.10.3 YIQ renk modeli

YIQ renk modeli renkli televizyon yayıncılığında kullanılan bir modeldir. Aslında bu model, data iletiminde verimlilik sağlamak ve renkli yayınların siyah beyaz televizyonlarda da seyredilebilmesi amacıyla RGB modelin farklı bir biçimde kodlanmış halidir. Modelin Y bileşeni siyah beyaz televizyon için gereken ışık yoğunluğunu belirtir. I ve Q bileşenleri ise sırasıyla inphase ve quadrature olarak adlandırılan kromatik bileşenlerdir. RGB' den YIQ modeline dönüşüm aşağıdaki şekilde ifade edilmiştir (Gonzales ve diğ., 1993).

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.620 \\ 0.596 & -0.275 & -0.647 \\ 0.212 & -0.523 & 1.705 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

Ters Dönüşüm Formülü ise;

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.956 & 0.620 \\ -0.272 & -0.647 \\ -1.108 & 1.705 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix}$$

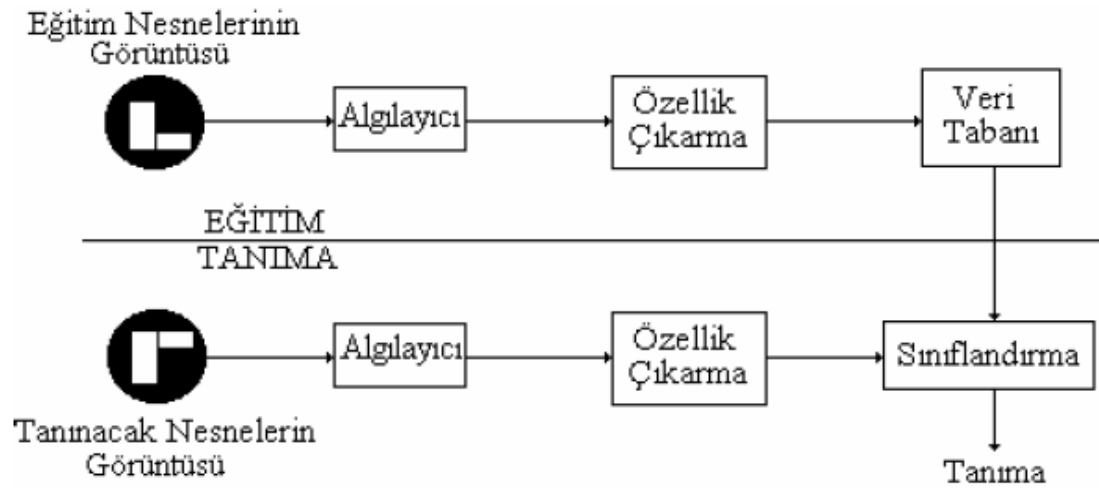
YIQ modeli, insan gözünün parlaklıktaki değişikliklere olan hassasiyetinin, renk tonu doygunluğundaki değişikliklere oranla daha hassas olmasından faydalanmak için tasarlanmıştır. Bu yüzden Y bileşeni için ayrılan bant genişliği, I ve Q bileşenleri için ayrılan bant genişliklerinden daha fazladır.

YIQ renk modelinin görüntü işleme açısından önemi, bu modelde parlaklık ve renk bilgilerinin birbirinden bağımsız olmalarıdır. Böylece görüntünün renk içeriğini değiştirmeden sadece parlaklık bileşeni üzerinde işlem yapma olanağı sağlanır.

BÖLÜM 3. NESNE TANIMA

3.1. Giriş

Tipik bir örüntü tanıma sistemi, Şekil 3.1.de görülmektedir. Sistem, eğitim ve tanıma olmak üzere iki evreden oluşur. Sistemin en önemli elemanları; özellik çıkarma (niteleme), veri tabanı oluşturma ve sınıflandırma (eşleme) bileşenleridir. Eğitim ve tanıma evrelerindeki algılayıcılar ve özellik çıkarma elemanları değişik olabilir. Alt bölümlerde her elemanın işlevi, daha ayrıntılı olarak tartışılacaktır.



Şekil 3.1 Örüntü tanıma sistemi.

3.2.Ön işlem

Algılayıcılar vasıtasıyla, bilgisayara sayısal olarak alınmış olan örüntü, daha basit bir şekle getirmek için bir dizi ön işlem sürecinden geçirilir. Örneğin alınan örüntü bir nesne görüntüsü ise; sırasıyla, görüntü eşikleme, kenar çıkarma gibi aşamalardan geçirilir. Sonraki bölümlerde bu aşamalar detaylı olarak verilmektedir.

3.2.1. Eşikleme

Sayısal bir görüntünün eşikleme işlemine tutulmasındaki amaç, nesne örüntüsünün özelliklerini belirlemede kolaylı sağlamaktır. Eşikleme işlemiyle, görüntü iki renkle ifade edilebilir biçime getirilir. Görüntüyü eşikleme işlemine tabi tutmadan önce bir eşik değeri saptanır. Eşik değerinden daha yüksek gri seviye değerine sahip olan piksellere “1” değeri, daha küçük değerlere sahip olan piksellere ise “0” değer ataması yapılarak görüntü daha basit bir biçime (siyah-beyaz) getirilmiş olur. Şekil 3.2.de bir görüntünün, eşikleme işleminden önceki ve sonraki durumu gösterilmektedir.



Şekil 3.2. Eşikleme işlemi.

3.2.2. Kenar çıkarma

Kenar çıkarmadaki amaç, görüntünün içerdiği bilgiyi değerlendirip, gereksiz ve tanıma işlemlerinde zaman kaybettiren bilgiyi eleyerek yeterli düzeye indirgemektir. Kenar çıkarma, görüntü işleminin en temel konularından biridir. Görüntü analizinde ve sınıflandırılmasında çok değerli bilgiler taşıdığından, ilgi çeken bir araştırma alanı olmuştur. Kenar çıkarma, robotik nesne örüntüsü tanımada çok önemli rol oynar. Bunu şu şekilde açıklayabiliriz. İnsan görme sistemi, nesnelere tanıma süreci içinde nesnenin dış çizgilerini izleyerek bir göz gezdirilir. Bu yaklaşımı yapay görme sistemlerine uyarladığımızda, şayet nesnenin sınırları başarılı bir şekilde izlenirse nesne tanımada çok daha iyi sonuçlar alınabilir.

Böylece tanıma olayında kenar çıkarma önemli bir rol oynar. Çoğu görüntüler somut nesnelere içermez ve bu görüntüleri anlamak onların yapısal özelliklerine bağlıdır. Yapısal özelliklerin çıkarımı ise kenar çıkarma ile ilgilidir. Bir kenar çıkarma yönteminin başarısını değerlendirmede kenar noktasının tanımı çok önemli yer tutar. Görüntüdeki bir nesnenin kenarı, nesnenin yüzey yoğunluğundaki değişimi ile ilgilidir. Kenar, farklı aydınlık değerlerindeki iki homojen alan arasındaki sınır olarak tanımlanabilir. Bu tanım, kenarın görüntüdeki aydınlık seviyesinin yerel değişimi şeklinde de düşünülmesini sağlar. Kenar çıkarıcılarının etkinliği, homojen alan noktalarından gerçek kenar noktalarını ayırt etme yeteneğine bağlıdır.

Robotlarda nesne örüntüsü tanınması amacıyla geliştirilen kenar çıkarma algoritmalarının, iki boyutlu görme işlemini hızlı bir şekilde gerçekleştirmeye çalışırken, yüksek bir başarı yüzdesine ulaşmaları beklenir. Örüntü tanıma sağlanabilecek olan en üst düzey başarı; boyuttan, parlaklıktan, yer ve duruş açısındaki değişimlerden etkilenmemedir. Bu başarıya ulaşmak için, görüntü işlenirken bilgi kaybı olmamalıdır. Fakat tüm görüntünün işlenmesi çok fazla zaman almaktadır. Bu sebeple, tanınması istenen nesnelere kenarları çıkarılarak, nesne tanıma işleminin hızlı ve yüksek performanslı olması sağlanır.

Örüntü tanınması işleminde, en önemli bilginin nesnenin kenarları olduğunu belirtmiştik. Nesnenin kenarlarını çıkarma algoritmalarında arzulanan sonuç hiçbir bilgi kaybına olanak tanımadan, hafızada en az yer tutan, tek piksel genişliğindeki en ince kenar izinin bulunmasıdır. Böylece nesne tanıma işlemi daha hızlı yapılabilir ve aynı zamanda nesne tanımak için oluşturulacak veri tabanları daha kolay elde edilebilir. Nesne örüntüsü analizinde kullanılan kenar çıkarma algoritmalarının bazıları; Prewitt, Sobel, v.s.

Aşağıda nesne örüntüsünün komşuluklarını esas alan bir kenar çıkarma algoritması örneklerle açıklanmıştır:

Bu algoritmada; nesne örüntüsünün her noktasını diğer komşu noktalar ile birlikte yorumlayarak, bu noktanın nesnenin kenarına ait olup olmadığını tespit edilmektedir. Bu yöntem, bilgisayarlı grafikte herhangi bir noktanın poligon içinde olup olmadığını

bulmak içinde kullanılmaktadır. Şekil 3.3.a 'da nesnenin her hangi bir noktası (n_5) ve komşuları ($n_1, n_2, n_3, n_4, n_6, n_7, n_8, n_9$) gösterilmiştir.

n_1	n_2	n_3
n_4	n_5	n_6
n_7	n_8	n_9

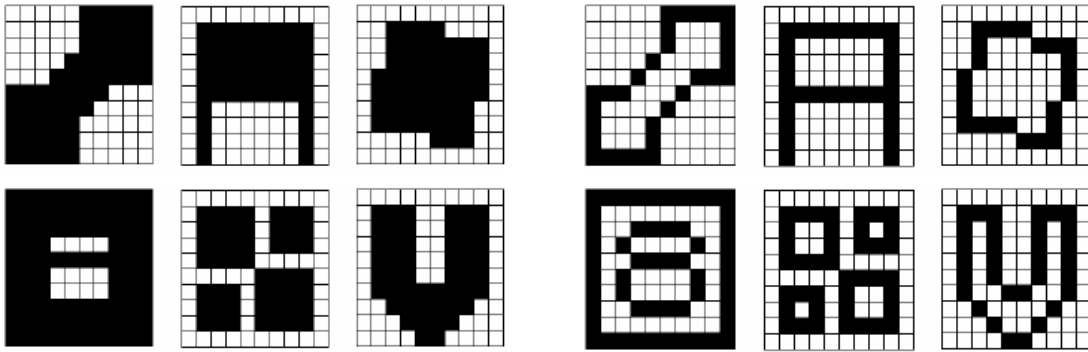
(a)

0	1	0
1	n_5	1
0	1	0

(b)

Şekil 3.3. a) n_5 nesne noktasının komşuları, b) Geliştirilen kenar çıkarma şablonu.

Sayısal görüntüde, şayet nokta nesneye ait ise değeri "1", değil ise "0" olarak alınmak üzere Şekil 3.3.b 'deki şablon, her bir nesne noktası ve komşularına uygulanarak, o noktanın nesnenin kenarına ait olup olmadığı belirlenir. Bu kenar çıkarma şablonunu klasik var/yok mantığı ile aşağıdaki gibi ifade edebiliriz.



Şekil 3.4. Kenar çıkarma işlemi

BÖLÜM 4. ROBOTUN GERÇEKLENMESİ

4.1. Giriş

Teknolojinin çok hızlı bir şekilde gelişme kaydettiği günümüzde, teknolojinin getirmiş olduğu bu yenilikler insan hayatının bir parçası olmuştur. Bu yeniliklerden insanları haberdar etme ve yenilerini insanlara sunma bir zorunluluk haline gelmiştir. Globalleşen dünya da iletişimin çok artması insanları değişik dünya pazarlarına yöneltmiştir. Artık kaliteli ürünü daha ucuza imal etmek rekabet piyasasında bir zorunluluk olmuştur. Bu da ancak otomasyon teknolojisini kullanarak üretim yapmakla mümkün olmaktadır [7].

İnsanlar fiziksel yapılarından dolayı bedensel olarak bütün işleri yapma imkânına sahip olmadıkları için, gücünün yetmediği yerlerde kullanmak üzere değişik makineler geliştirmiştir. İlk çağlarda ilkel ve fonksiyonel olmayan bu makineler, teknolojinin gelişme süreci içerisinde insanlar tarafından geliştirilmiş ve insan meziyetlerine yakın meziyetlere sahip olan makineler üretilmiştir. İlk önceleri insan yardımı ile çalışan bu makineler, zamanla geliştirilerek ve çeşitli çevre birimlerini de beraberinde kullanarak insana ihtiyaç duymadan otomatik olarak çalışır hale getirilmiştir.

Sanayide kullanılmak için tasarlanmış birçok robot bulunmaktadır. Robotlar genellikle, üretim maliyetini düşürmek ve daha kaliteli üretim yapmak için kullanılmaktadır. Ayrıca insan sağlığının zarar görme riskinin olduğu işlerde (kimyasal enerji, nükleer enerji, çok yüksek ısı, titreşim, yüksek ses v.b) ve insan elinin ulaşamayacağı yerlerde robotlar kullanılmaktadır. 18. YY. da tekstil endüstrisinde otomatik makinelerin kullanılmaya başlaması, robotlar bakımından teknoloji alanında atılan ilk adımdır. Jacquard'ın dokuma tezgâhını kontrolde kullandığı delikli kart ilk adım olarak bilinmektedir.

20.YY. da ise kendi kendini kontrol eden ve ölçebilen programlanabilir makineler icad edilmiştir. 1950 lerde otomasyonun, elektroniğin ve haberleşmenin gelişmesi ile birlikte Robot teknolojisinde büyük gelişmeler yaşanmıştır. Bunlardan ilk üretilen robot “Sammie” dir. Bu robot insanın değişik ortamlara nasıl uyum sağladığını anlamak amacıyla tasarlanmıştır.

Robotları endüstride ilk olarak kullanan ülke Japonya’dır. İlk robot kullanma fikrinin ortaya atılması ile birlikte, işsizlik oluşturacağı endişesi ile büyük tepkiler almıştır. Ama kullanılmaya başlandıktan sonra kaygıların yersiz olduğu anlaşılmıştır. Robot kullanımı ile birlikte birçok iş kolu türemiş ve işsizlik daha çok azalmıştır[8].

Bu gün robot kullanımı hayatımızın birçok alanına girmiş olup, özellikle insan sağlığını aşırı derecede tehdit eden iş kollarında, yüksek ısı, titreşim, kimyasal ve nükleer enerji ile çalışılan yerler vb. kullanımı çok daha yaygındır [9].

Bu çalışmada; dünyada hızla gelişmekte olan robot kullanımını yaygınlaştırmak ve bu konuda araştırma yapan, araştırmacılara yardımcı olmak için endüstriyel robot kollar tanıtılmıştır.

4.2. Endüstriyel Robotlar

ISO 8373 tarafından verilen sanayi robotu tanımı: Üç veya daha fazla programlanabilir eksenli olan, otomatik kontrollü, programlanabilir, çok amaçlı, bir yerde sabit duran veya tekerlekleri olan endüstriyel uygulamalarda kullanılan manipülatör dür [10].

Bir robot, çeşitli işleri yerine getirmek üzere, malzeme, parça veya özel aletleri değişken programlanabilir hareketlerle taşımak üzere tasarlanmış, yeniden programlanabilir, çok fonksiyonlu bir aygıttır. Robot uygulamaları başlıca otomotiv, elektrik, elektronik ve mekanik olmak üzere endüstrinin hemen her alanında görülebilir[11].

Endüstride robot kullanımının başlıca nedenleri aşağıda görülebilir:

1. İşçilik maliyetini azaltmak.
2. Tehlikeli ve riskli yerlerde çalışanların yerini almak
3. Daha esnek bir üretim sistemi sağlamak
4. Daha tutarlı bir kalite kontrol sağlamak
5. Çıktı miktarını artırmak
6. Vasıflı işçilik sıkıntısını karşılayabilmek
7. Üç vardiya boyunca aralıksız çalışma kabiliyeti,
8. İnsana göre daha fazla yük kaldırma kabiliyeti,
9. İnsana göre daha çabuk sonuca ulaşma kabiliyeti,
10. Usandırıcı ve tekrarlı işlerde yeterlilik,
11. Tehlikeli ortamlarda çalışabilme kabiliyeti,
12. İnsan hatalarını elimine etme,
13. Kalite kontrol hatalarını minimuma indirme,
14. Kendini hızla amorti etme,
15. Yüksek hareket esnekliği,

4.3. Kartezyen Robot

Sadece tutma ve taşıma yeteneği olan bu robot tipi X,Y,Z, eksenlerinde doğrusal olarak hareket etme yeteneğine sahiptirler. Basit bir yapıya sahip oldukları için hareketlerin planlanması çok kolaydır. Bu tür robotlarda; pozisyon hesaplamaları, robot uç elemanının bulunduğu pozisyon, mafsalların o anda olduğu yerde bulunduğundan çok kolaydır.

Çalışma alanları şekil1. de görüldüğü gibi robotun yapısından daha küçüktür. Eğilme ve bükülme işlemlerini gerçekleştiremez. Çalışma alanları kare veya dikdörtgen prizma şeklinde dir. Yük taşıma kapasitesi diğer robot türlerine göre daha büyüktür. İnsan gücünün taşıma kapasitesini aşan yüklerin taşınmasında kullanılır. Bu nedenle genellikle yük araçlarına, yükleme ve boşaltma işlerinde, fabrikalar da ağır yükleri taşımak amacı ile fabrikaların tavanlarına monta edilerek kullanımı yaygındır. Islak, nemli, rutubetli çalışma ortamlarında kullanılabilir.

Küçük güçte olanları pnömatik olarak tahrik sistemine sahiptir. Büyük güç gereken yerlerde hidrolik tahrikli olan kartezyen robotlar kullanılır. Bunların yağ sızdırma problemleri olduğu için temizliğin önem arz ettiği ortamlarda pnömatik tahrikli olanlar tercih edilir. Hava tahrikli olan robot tipinde basınçlı hava ve havanın kontrolüne ihtiyaç olduğu için yatırım maliyetleri daha ucuz olup işletim maliyetleri de düşüktür. Büyük güçte yapılan kartezyen robotların tahrik sistemleri elektrik motorları veya hidrolik tahrik sistemleri ile sağlanmaktadır.

4.4. Robot Tahrik Sistemleri

Günümüzdeki modern yapıya ulaşmış robotlarda tahrik sistemi olarak genellikle AC. servo motorlar kullanılırken, sanayide kullanılan birçok robot kolda, farklı tahrik sistemleri kullanılmaktadır[12].

4.4.1. Pnömatik tahrik sistemleri

Birçok endüstriyel robotta tahrik sistemi olarak kullanılmakta olup, maliyetleri oldukça düşüktür. Ancak kontrolleri oldukça karmaşıktır. Basit yapılu robotlarda eksen hareketlerinin tahrikinde kullanılırken, gelişmiş robotların tutucu kısımlarının tahrik edilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Hemen hemen bütün fabrikalarda basınçlı havanın bulunması kullanımını yaygınlaştırmaktadır.

4.4.2. Hidrolik tahrik sistemleri

İlk zamanlarda çok kullanılan bir tahrik sistemi olmasına rağmen bazı vazgeçilemeyen alanlar dışında yerini diğer tahrik yöntemlerine bırakmaktadır. Büyük güçlü robotlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Çünkü hidrolik olarak elde edilen tahrik gücünü diğerlerinde elde etmemiz mümkün değildir. Dez avantajları yavaş çalışmaları ve buldukları ortamı yağ sızdırmalarından dolayı kirletmeleridir.

4.4.3. Elektrik tahrik sistemleri

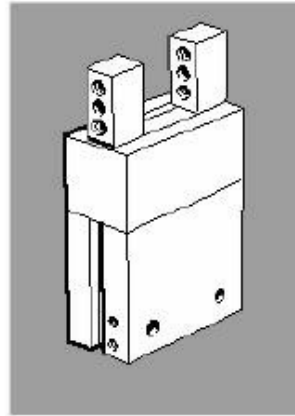
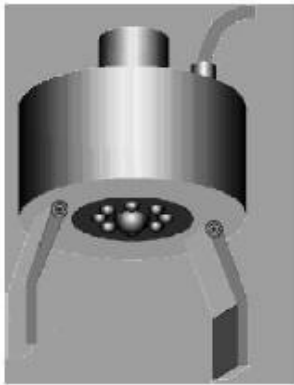
DC Servo Motorlar: Pozisyon ve hız kontrolünün geniş ölçülerde ve kolay yapılabildiği motorlar olduğu için kullanılmaktadırlar. Bakım masrafları ve kurulum masrafı diğerlerine göre çok daha fazladır. Bu sakıncalardan dolayı yerini giderek diğer elektrik motorlarına bırakmaktadır.

AC Servo Motor: Elektronik kontrol ün gelişmesi ile birlikte bu motorlarda hız ve konum kontrolünde büyük ilerlemeler kaydedilmesi sonucu dc servo motorların yerini almaktadırlar. DC Servo motorlara göre daha ucuzdurlar, bakıma az ihtiyaç duyarlar ve sessiz çalışma özellikleri vardır.

Step Motor: Diğer motorlara göre sürücü ünitelerinin ucuz olmasından dolayı tercih edilirler. Diğer motorlara göre konum kontrolünde daha hassas kontrol sağlama olanağı vardır. Daha çok robot tutucularında kullanımı yaygındır.

4.5. Tutucular

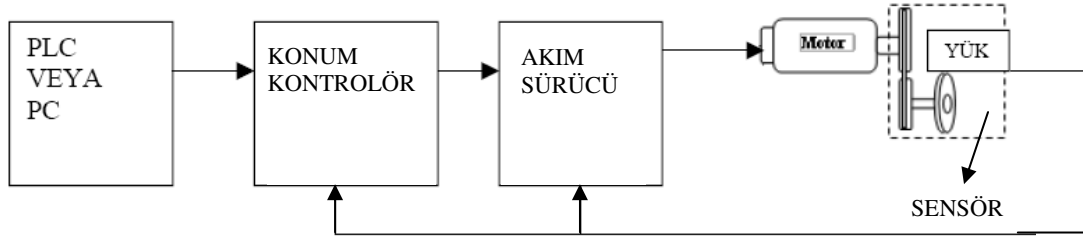
Bir parçayı tutmak amacıyla değişik büyüklük ve yapılarda tasarlanmış tutucular bulunmaktadır. Tutma işlemi robotun yapacağı işe bağlı olarak pnömatik tutucuyla veya bir elektrik motorlu tutucuyla gerçekleştirilebilir. Bazen ise robot kolun ucuna iş makinesi direk olarak bağlanmıştır. Örneğin kaynak makinesi veya vida sıkma aparatı gibi. Tutucuların sıkma kuvvetlerinin kontrolünde pnömatik basınç valfleri veya sensörler kullanılmaktadır. Şekil 8. de pnömatik bir tutucunun şekil 7. de elektrikli bir tutucunun resmi görülmektedir.



Şekil 4.1. Elektrikli ve pnömatik tutucular

4.6. Servo Motorlar

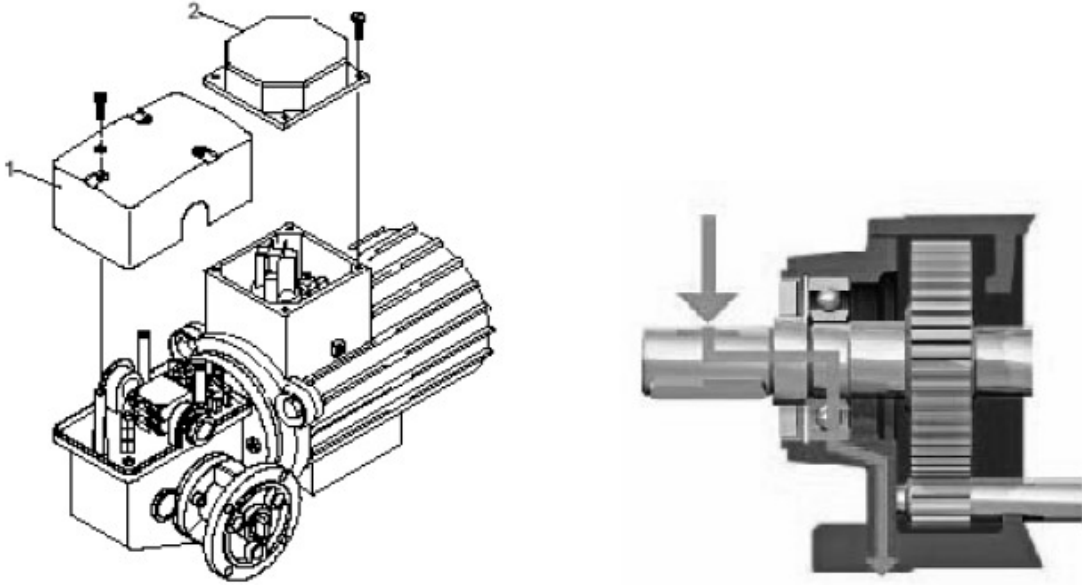
Günümüzde servo sistemler endüstrinin farklı bir çok alanında uygulama yeri bulmaktadır. Özellikle endüstriyel otomasyonda; hız, tork, konumlandırma, çok eksenli hareket, ölçme ve bilgisayar destekli üretim gibi alanlarda genellikle servo sistemler kullanılmaktadır. Servo sistemler ile gerçekleştirilen bir uygulamada, yüksek düzeyde duyarlılık ve kontrol sağlanabilmektedir. Ancak servo sistemler, diğer klasik kontrol sistemlerine göre daha karmaşık ve maliyetlidirler. Servo sistemler günümüzde pnömatik, hidrolik ve özellikle de elektrik kontrolü sistemlerde, gün geçtikçe kullanımları artmaktadır.



Şekil 4.2. Servo motor kontrol blok diyagramı

4.6.1. Yük

Kontrol edilecek, sürülecek herhangi bir mekanik etki, dirençtir. Servo sistemin tasarımı bu yükün büyüklüğüne, ataletine, hızına ve konumlandırma gibi büyüklüklerine göre yapılır. Bu büyüklüklerin değerleri ve duyarlılıkları uygulanacak sisteme göre değişir. Örneğin yük hızının ve hız kararlılığının ne olacağı prosese göre tasarımcı tarafından belirlenmelidir. Uygulamada yükün türüne ve büyüklüğüne göre, özel mekanik yük dönüştürücüler (redüktörler) kullanılır. Bu yük dönüştürücüleri genellikle motora uygulanacak yükü azaltırlar, ancak sistemin genel duyarlılığını azaltmamak için özel olarak tasarlanırlar. Aşağıda bir mekanik yük dönüştürücüsü görülmektedir.

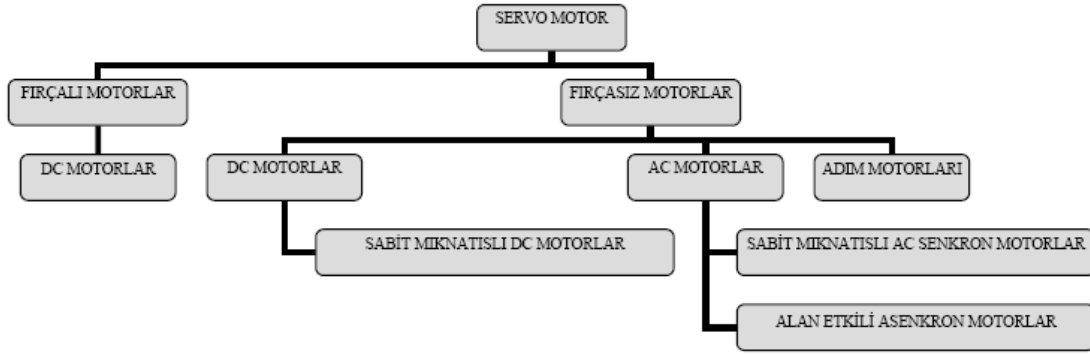


Şekil 4.3. Mekanik yük dönüştürücüsü (redüktör)

Yük hızının ölçümü için çeşitli türdeki tako generatör, ve enkoderler kullanılmaktadır. Hız bilgisinin duyarlılığına göre ve servo sistemin yapısına göre uygun türdeki bir eleman seçilmelidir. Yükün çeşitli sınır ve ölçüm değerleri için de uygun sensörler kullanılmalıdır. Bu sensörler genel amaçlı mekanik veya elektronik yaklaşım sensörleridir.

4.6.2. Motor

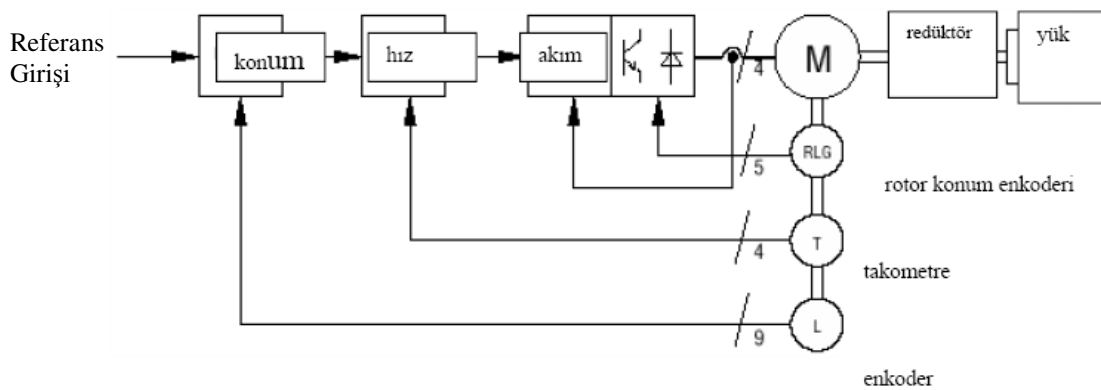
Servo sistemin hareketini sağlayan birimdir. Servo sistemlerde motor tipi uygulamanın yapısına göre hidrolik, pönomatik ve elektrik motoru olarak değişir. Ancak günümüzde uygulamanın zorunluluğu dışında en çok elektrik motorları kullanılmaktadır. Servo sistemlerde çeşitli yapıdaki farklı elektrik motorları kullanılabilir. Aşağıda servo sistemlerde kullanılan elektrik motor türleri görülmektedir.



Şekil 4.4. servo motor türleri

Görüldüğü gibi servo sistemlerde her tür elektrik motorları kullanılmaktadır. Uygulama türüne ve her motorun diğerine olan üstünlüklerine göre uygun motor türü seçilmelidir. İlk zamanlar kontrollerinin daha kolay olmaları nedeni ile uygulamalarda en çok DC motorlar kullanıldı. Ancak DC motorların, fiyat/performans, performans/ağırlık, onarım ve servis güçlüğü ile aşırı ısınmaları gibi kötü tarafları nedeni ile günümüzde daha çok AC motorlar kullanılmaktadır. AC motorların kontrolleri DC motorlara oranla daha güçtür. Ancak mikroelektronığe paralel olarak servo motor sürücülerindeki gelişmeler, yaygın olarak AC motorların kullanılmasını sağlamıştır.

Uygulanacak kontrol yöntemi seçilen motor türüne doğrudan bağlıdır. Bir servo sistem ile kontrol edilen motorun blok diyagramı aşağıdaki gibidir.



Şekil 4.5. Servo motor kontrol blok diyagramı

Blok diyagramında da görüldüğü gibi, bir servo sistemdeki motorun iki temel büyüklüğünün bilinmesi ve kontrol edilmesi gerekir. Bunlardan biri motorun o andaki hızı, diğeri ise motor milinin konumudur. Motor hızı, bir takometre veya

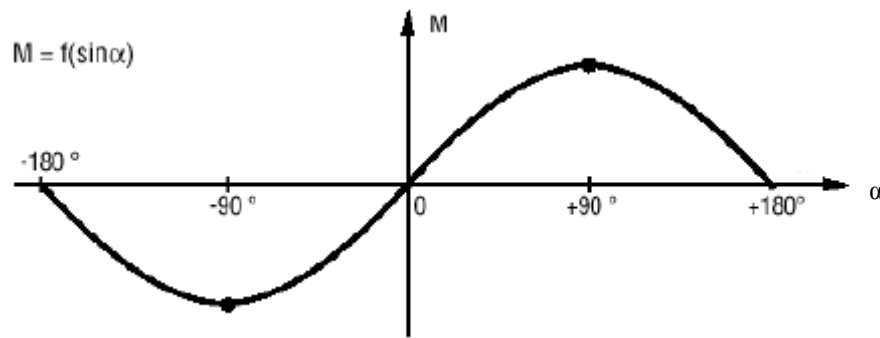
enkoder ile ölçülür. Motor milinin konumu ise genellikle doğrudan motor miline akuple edilmiş olan motor konum enkoderi (resolver) ile ölçülür ve. Bazı uygulamalarda ise motor miline uygulanan tork kontrol edilmek istenir. Bunun için ise motorun kullandığı akım şiddeti göz önüne alınır.

Pratikte 0,1-250 kW ile 40.0000 NM güçlerde servo motorlar üretilmektedir. Seçilecek motor gücü hareket ettireceği mekanik yük aracılığı ile hesaplanır. Servo motor hızı aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır.

$$n_d = (f \cdot 60) / p \text{ [dev/dak]}$$

Burada n_d , motorun dönüş hızıdır. Tipik servo motorlar için bu değerler 2000,3000,4500 dev/dak civarlarındadır. f ise uygulanan gerilimin frekansı, p ise stator kutup çifti sayısıdır. Tipik olarak uygulamalarda f değeri 100, 150, 225 Hz olarak seçilir.

Bir servo motorun yapısı ve çalışma ilkesi klasik bir asenkron motoru veya DC motoru ile aynıdır. Asenkron servo motorunun statoruna uygulanan gerilim rotora döndürme yönünde bir elektromanyetik etki yapar ve bu etki ile motor döner. Motora rotoruna uygulanan torkun değişimi ve matematiksel bağıntısı aşağıdaki gibidir.



Şekil 4.6. Motor torkunun uygulanan gerilimin açısıyla değişimi

Şekilde de görüldüğü gibi motor miline (rotoruna) uygulanan torkun tepe değerleri -90 ve +90 derece açılarındadır. Servo motor hız kontrolü, diğer motorlarda olduğu gibi uygulanan gerilimin frekansı ile doğru orantılıdır. Bu nedenle motor hızının

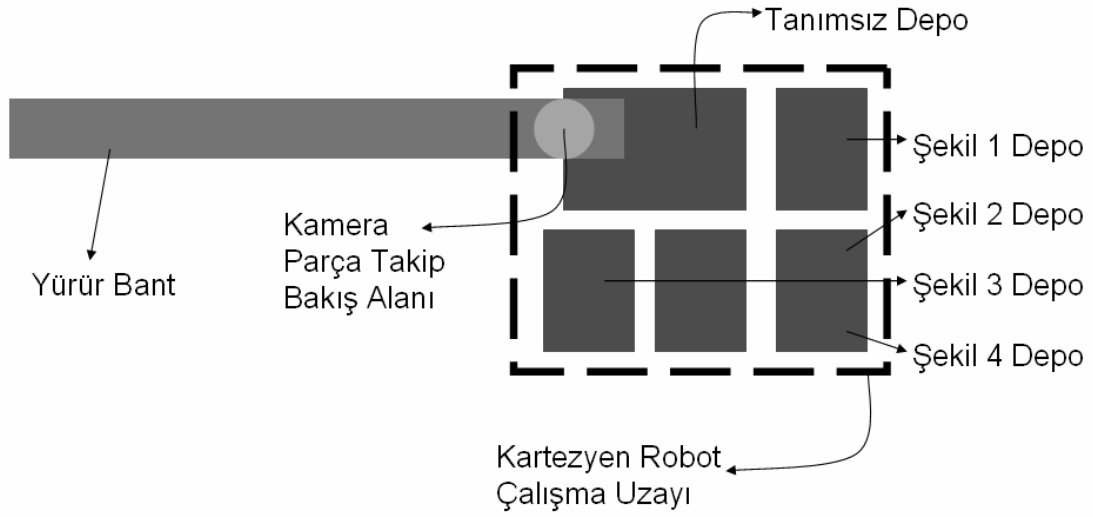
kontrolü için sürücüler bölümünde anlatılacak olan frekans değiştirme yöntemleri uygulanır. Motor hızının istenen değerde kararlı kalabilmesi için de P, PI, PID kapalı çevirim kontrol yöntemleri kullanılır.

4.7. Robotun Gerçeklenmesi

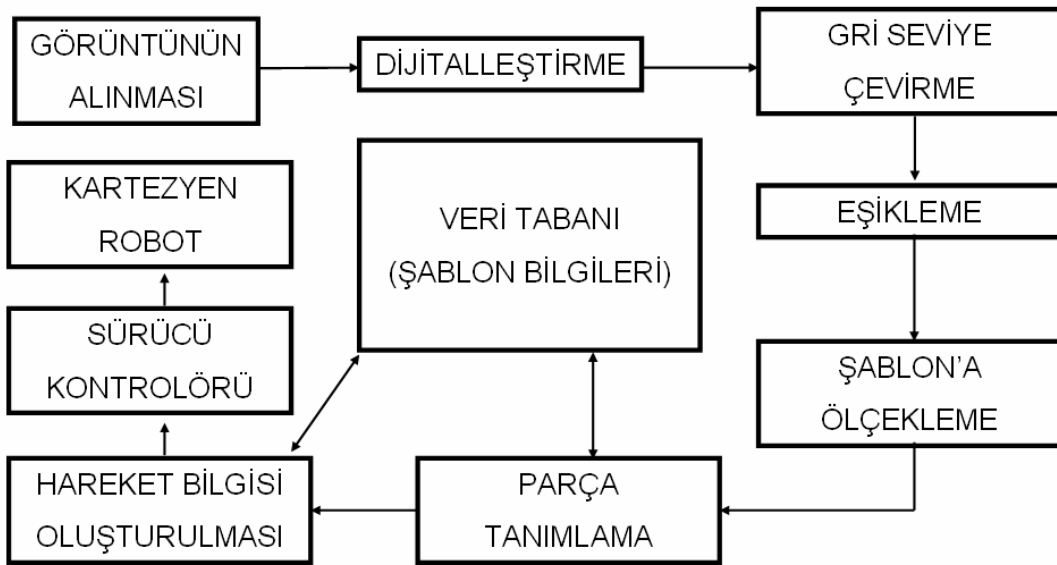
Gerçeklenene kartezyen robotun prensip şeması Şekil 4.7’de genel blok diyagramı ise Şekil 4.8’de verilmiştir. Üç eksenli kartezyen robot, bir konveyör sisteminin ürün beslediği, 30x40 santimetrelik bir alanda X-Y koordinat sisteminde ilerlerken, robotun Z eksenin 5 santim boyunca hareket edebilecek şekilde tasarlanmıştır. X ve Y eksenleri, AC servo motorlar tarafından tahrik edilirken, Z eksenini pinömatik silindir ile hareket ettirilmektedir. Z ekseninin uç kısmına bağlanan pinömatik vantuz, sistemin taşıyacağı nesneyi tutarak, nesneyi taşınmaya hazır hale getirir. Bunun için sistem bir adet vakum jeneratörü kullanır. Sistem üzerine konulan kamera, robotun başlangıç noktasına konumlandırılmıştır.

Bant konveyör tarafından robotun çalışma alanına sevk edilen nesne, kameranın önüne geldiğinde konveyör durur ve aynı anda cismin fotoğrafı alınarak nesnenin tanımlanması sağlanır. Bu tanımlama işlemi nesnenin daha önceden sisteme tanıtılması ve bir veri tabanı oluşturulması ile gerçekleşmektedir. Sistem almış olduğu görüntüdeki nesneyi kendi veri tabanındakiyle karşılaştırarak, nesnenin, depolama bölgesinde konumlandırılacağı alanı belirler ve bu bilgilere göre kartezyen robotu pozisyonlayarak, nesnenin depo bölgesinde ilgili alana taşınmasını gerçekleştirmiş olur.

Aynı şekilde, depodan herhangi bir malzeme istendiğinde, sistem kartezyen robotu harekete geçirerek ilgili malzemeyi konveyöre kadar taşır ve buradan da depo alanı dışına çıkarılmasını temin eder.



Şekil 4.7. Prensiş şeması



Şekil 4.8. Genel blok diyagramı

BÖLÜM 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, görüntü destekli nesne tanıma kullanılarak, lojistik sektörünün en önemli dalı olan, depolama ve istifleme bölümüne yönelik bir uygulama geliştirilmiştir. Bu uygulama sonucu; verimli, hızlı, düşük maliyetli, istifleme ve depolamaya yönelik hataların en aza indirilebileceği bir sistemin, görüntü destekli nesne tanıma yöntemiyle gerçekleştirilebileceğini göstermiştir. Sistemin bir veri tabanı tarafından da yönetilebiliyor olması, lojistik sektöründe kullanılan tüm ERP ve MRP uygulamaları tarafından da desteklenebileceği manasına gelmektedir.

Bu uygulamanın, özellikle lojistik sektörünün daha verimli hale getirilebilmesi için barkot okuyucu ve benzeri sistemlerle de desteklenmesi sağlanabilir. Bu tür teknolojik desteklerin sistem içerisine dahil edilmesi, sistemde meydana gelebilecek hatalara karşı sistemi oldukça verimli hale getirecektir. Yapılan çalışmanın geliştirilmeye açık olduğu söylenebilir.

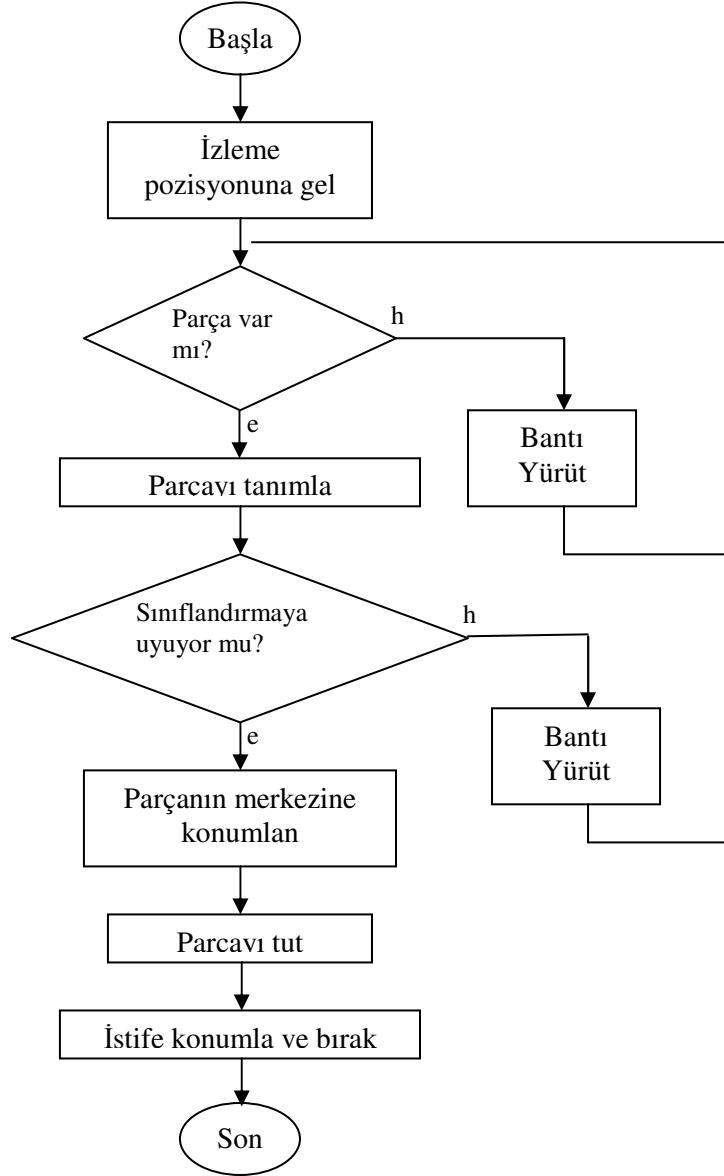
Sonuç olarak, ele alınan çalışmanın dalının oldukça geniş bir kullanım alanına sahip olduğu ve sürekli olarak araştırma ve geliştirmeye açık olduğu bir gerçektir. Ülkemizde ise yeni yeni uygulama alanı bulan bu teknolojinin, amaca bağlı olarak doğru kullanıldığı ve geliştirildiği takdirde, ülke ekonomisine büyük kazançlar sağlayacağı aşıkardır.

KAYNAKLAR

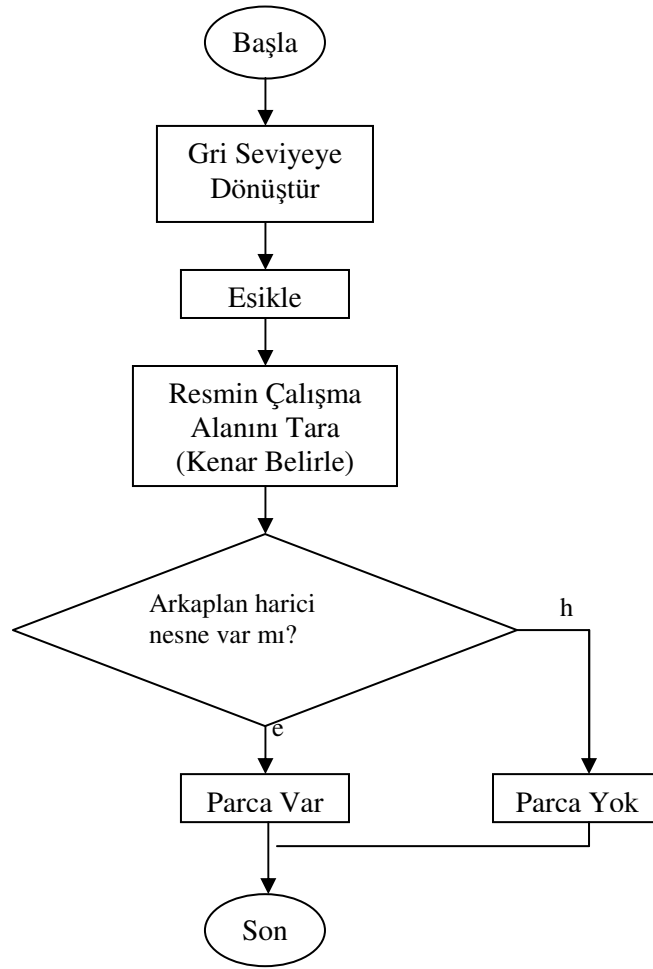
- [1] I. Haritaoglu, D. Harwood, and L.S. Davis. W4: A real time system for detecting and tracking people. In Computer Vision and Pattern Recognition, pages 962–967, 1998.
- [2] J. Heikkila and O. Silven. A real-time system for monitoring of cyclists and pedestrians. In Proc. of Second IEEE Workshop on Visual Surveillance, pages 74–81, Fort Collins, Colorado, June 1999.
- [3] C. Stauffer and W. Grimson. Adaptive background mixture models for realtime tracking. In Proc. of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, page 246252, 1999.
- [4] A. M. McIvor. Background subtraction techniques. In Proc. Of Image and Vision Computing, Auckland, New Zealand, 2000.
- [5] Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt 16, No 1, 2001
- [6] Sağlık Ans., 1982
- [7] Sosyal Planlama Genel Müdürlüğü “Sanayide Robot Teknolojisi, Uygulaması Ve Önemi”Aralık 1991.
- [8] Peşkircioğlu, N., “Otomasyon ve Entegre Kalite Kontrolü”, Verimlilik Dergisi, Sayı 15, Mayıs, s. 19–40
- [9] De Silva, D.,“Reactions to Robots, Engineering”. April, 1987, s. 227-230
- [10] Altınay Robotik ve Otomasyon A.Ş., “Dünya Robot Nüfusu-1997”, Makina Magazin Dergisi., Sayı:23, Mart 1998, s. 89-94
- [11] Browne et al.1998 Browne, I.W.A., et al. 1998 MNRAS 293, 257 Interferometer phase calibration sources - II
- [12] Shimon Y.”Endustrial Robotics” 605 Thirt Avenue,New York,N.Y. 10158–0012, 1999

EKLER

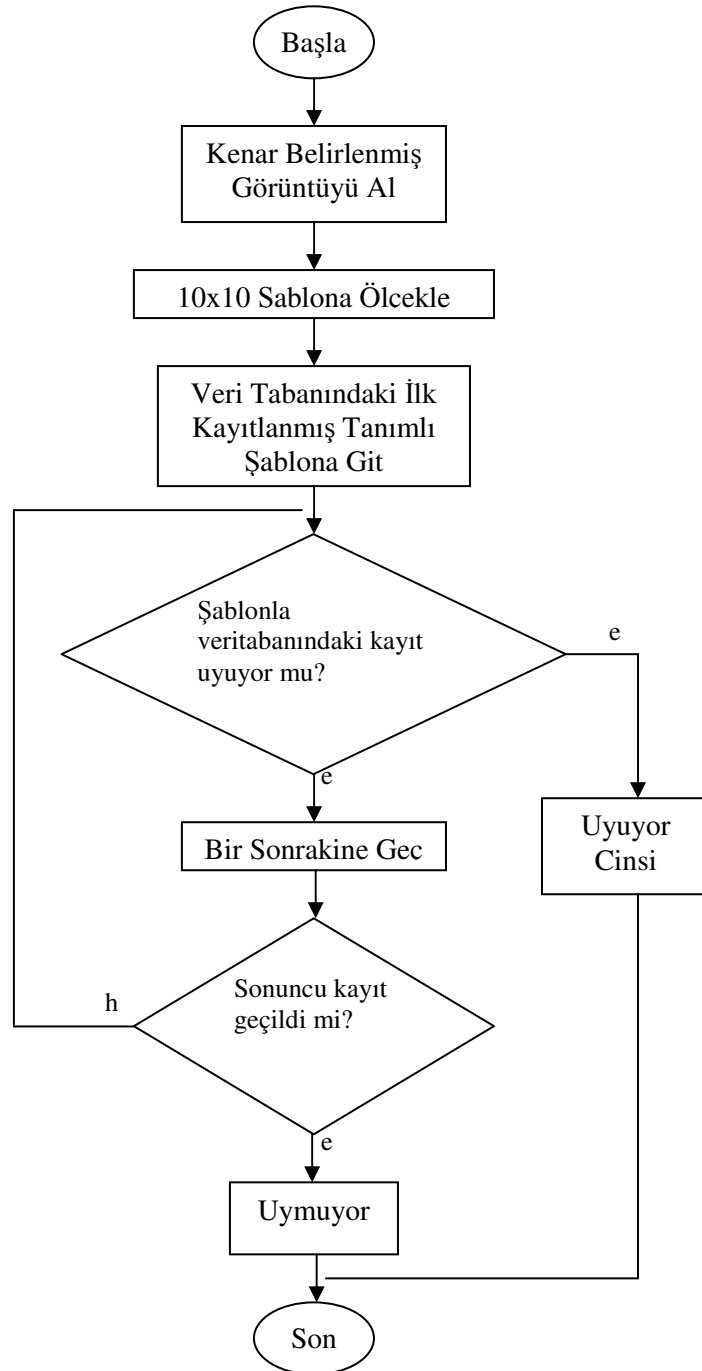
ÇALIŞMA PRENSİBİ AKIŞ DİYAGRAMI



PARÇA VAR MI KONTROL AKIŞ DİYAGRAMI



SINIFLANDIRMA UYUYOR MU KONTROL AKIŞ DİYAGRAMI



ÖZGEÇMİŞ

Orkun Akpınar, 04.01.1979' da Kemaliye (Erzincan)' da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Kemaliye'de tamamladı. 1995 yılında Kemaliye Hacı Ali Akın Lisesi'nden mezun oldu. 1995 yılında başladığı Atatürk Üniversitesi Kontrol Sistemleri Teknolojisi bölümünü 1997 yılında bitirdi. 1997 yılında Sakarya Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümüne girdi ve 2000 yılında mezun oldu. 2000 – 2007 yılları arasında Aydın Örme San.Tic. A.Ş.'nde mühendis olarak çalıştı. Bu süre içerisinde şirketin makine parkurunun sorumluluğunun yanı sıra otomasyon projeleri, verimlilik projeleri ve toplam kalite yönetimi projelerinde aktif rol aldı. Şu anda kendisi ve bir ortağı ile kurduğu Atom Mühendislik Ltd. Şti.'de Şirket Müdürü olarak görev yapmaktadır.