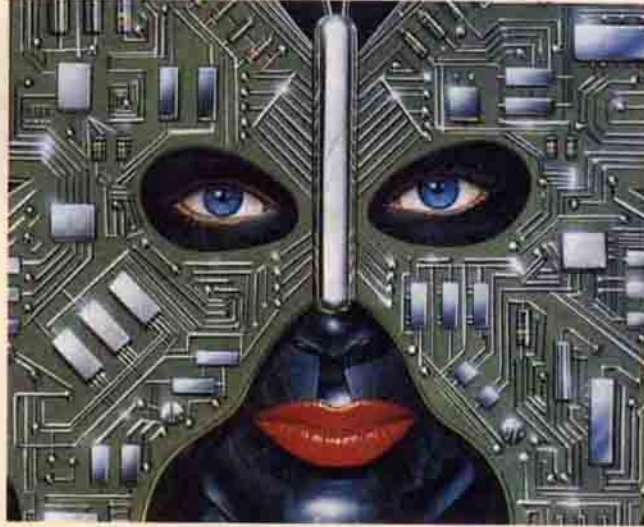


Robotlar ve Görüntü Sistemleri

20. yüzyılın ortasında tanıştığımız ilk robotların, fazla güç gerektiren tekdüze işlerde insanların yerine kullanılması hedefleniyordu. Bugün robotlar, özellikle üretim başta olmak üzere birçok alanda boy gösteriyor. Robotlar otomobil montajından, mikroelektronikte elektronik elemanlarının yerleştirilmesine kadar birçok farklı alanda başarıyla kullanılıyorlar. Hiç şüphesiz bu, insan kolunun kaba bir kopyası olan mekanik yapının büyük bir başarıyla denetlendiğinin göstergesi. Ancak bütün bu çalışmalar robotlara, bir insanın sahip olduğu yetenekleri henüz kazandıramadı. Robotlar seri üretimde daha hızlı çalışsalar da, insanlar gibi farklı işleri yapabilecek yetilere sahip değiller. Son yirmi yılda gerçekleştirilen çalışmalar, algılayıcılar sayesinde robotlara buldukları ortam hakkında bilgi iletmeyi amaçlıyor. Gelişen teknolojiyle, özellikle yarı iletkenler konusundaki önemli atılımlar sayesinde önemli mesafeler kat edilmiş durumda. Bu konudaki önemli çalışmalardan biri de, robotların çalışmalarına uygun görüntüleme sistemlerinin geliştirilmesi. Bilim adamları, belirli bir görüntüleme sisteminin geliştirilmesiyle, robotların çalışmasında otomatik denetleme mekanizmasının daha da geliştirilmesini hedefliyorlar.

Günümüzde kullanılan robotlar belirli özelliklerine göre çeşitli sınıflara ayrılmakta. Buna göre robotlar genel olarak üç gruba toplanıyor. Birinci grubu algılayıcılardan elde edilen verilerle belirli bir kapalı sistemin kullanılmadığı robotlar oluşturuyor.



Bu robotların hareket güzergahları belirli noktalara ayrılarak denetleniyor. Yani robotların istenilen noktalardan geçip geçmediğine bakılıyor ve iki nokta arasında nasıl bir yol izlediği gözleniyor. Böylece karmaşık hesaplamaların yapılmasına gerek kalmıyor ve çalışmalar sırasında yüksek hızlara ulaşılabiliyor. Bu tip robotlara en iyi örnek, belirli nesnelerin kaldırılmasında ve yerleştirilmesinde kullanılan robotlardır. İkinci gruba ise robotların denetimi geliştirilmiş küçük programlarla gerçekleştiriliyor. Bu tipteki robotların hareketleri algılayıcılardan alınan verilerle oluşturulan kapalı bir denetim mekanizmasına sahip. Ancak algılayıcılardan alınan bilgi çok karmaşık olmuyor. Bu grubun tipik örnekleri arasında boyamada ve metallerin şekillendirilmesinde kullanılan robotlar geliyor. Üçüncü grubuysa, daha gelişmiş programlama dillerinin kullanıldığı robotlar oluşturuyor. Yaygın olarak kullanılan diller arasında ADA, Multilap, Pascal ve NC (sayısal kontrol) programlama dilleri yer alıyor.

Bu sınıflandırma görüntü sistemine sahip robotları da kapsıyor. Görüntü sisteminin basit olarak bir kameradan oluştuğu düşünülürse, kameranın yeri bu tip robotların ait olduğu sınıfı belirliyor. Örneğin robotun bulunduğu ortamda kameranın sabit bir noktada tutulması, kapalı olmayan bir denetleme mekanizması oluşturuyor. Yani kameradan alınan bilgiler denetleme sırasında hata hesaplamasında kullanılmıyor. Kamera sadece ulaşılabilecek nesnenin konumu,

cinsi gibi parametreler yolluyor. Sistem de gönderilen bu değerlere göre programını çalıştırıyor. Kamera robot kol üstünde yer aldığı yapıları işler farklılaşıyor. Bu durumda robot kolun hareketiyle beraber kamera da hareket ettiğinden, kol ve kameradan oluşan sistemin sürekli olarak denetlenmesi sağlanıyor. Diğer bir deyişle, kameranın verilerine göre hata hesaplamaları yapılabiliyor ve kapalı bir denetim mekanizması oluşturulmuş oluyor. Ayrıca bu yöntem bazı kolaylıklar da sağlıyor. Uygun bir denetimin gerçekleştirilebilmesi için kameranın ve kolun konumunun bilinmesi gerekiyor. Bu sistemde iki değişken de aynı koordinat sisteminde yer aldığından, yani kamera kolun üstüne monte edildiğinden, daha az hesaplama ihtiyacı duyuluyor. Bunun yanı sıra, kamera kolun ulaşacağı nesneye daha yakın olduğundan, ayrıntılı bir görüntü elde edilebiliyor.

Görüntü Sistemleri

Yukarıda bir görüntü sisteminin basitçe bir kameradan oluştuğu diye tanımladığımız da, görüntüden faydalanılması farklı birkaç işlemin gerçekleştirilmesini gerektiriyor. Görüntü sisteminin istenilen verileri elde etmesi dört basamakta toplanabilir. Bunlar görüntünün elde edilmesi, görüntünün transformu, silüetlerin belirlenmesi ve sınıflandırılmasıdır. Görüntüye algılayıcılar yardımıyla ulaşıyor daha sonraki işlemlerle bilgisayarlar ya da mikroislemciler tarafından gerçekleştiriliyor. Gerekli işlemlerin birçoğu bilgisayarlar tarafın-

dan gerçekleştirilse de görüntü kalitesi sonucun doğruluğunu önemli ölçüde etkiliyor. Bu noktada, görüntünün istenilen yapıya uygun şekilde elde edilmesi önem kazanıyor.

Aydınlatma ve Algılayıcılar

Elde edilecek bir görüntünün kalitesini kontrasttan, yansımalar çözünürlükten gölgelere kadar birçok faktör etkilemektedir. Bu yüzden izlenecek nesnenin özelliklerine uygun bir ortam sağlanmalıdır ki istenilen sonuca ulaşılabilsin. Genelde, görüntüleme sırasında nesnenin oldukça fazla aydınlatılması istenir. Ancak bunu yaparken ışık kaynaklarının açısına, spektral özelliklerine ve polarizasyonuna dikkat edilmelidir. Bunun yanı sıra, nesnelerin ışığı geçirip geçirmediği veya ışığı soğurup soğurmadığı gibi özellikleri de dikkate alınmalıdır. Günümüzde en yaygın olarak kullanılan yöntem arkadan aydınlatmadır. Bu yöntemde cismin arkasına yerleştirilen bir floresan ışığı cam içerisinden geçirilir. Böylece görüntüdeki kontrastın artması sağlandığından cisimlerin ayırılması kolaylaşır. Yaygın olarak kullanılan diğer bir yöntem ise cismin belirli açılardan ışık kaynakları tarafından aydınlatılmasıdır. Kaynaklardan farklı açılardan gelen ışın demetleri, farklı tonda gölgeler oluşturduğundan, cismin kaba hatlarının belirlenmesi mümkün olur. Cismin arkasında oluşan gölgeler cismin şekli hakkında bilgi verir. Ayrıca bu yöntemin uygulandığı cisimlerin parlak yüzeyleri ışığı düzgün yansıtırken, çatlaklar farklı yönde yansıtıklarından cisimler üzerindeki çatlakların bulunması mümkündür.

Nesneler her yönden yoğun ışıkla aydınlatıldığında, belirgin gölgeler oluşmaz, fakat rahatsızlıkla belirlenecek bir yansıma gerçekleşir. Bu yansımanın algılanmasıyla nesnenin hangi maddeden yapıldığı anlaşılabilir. Aydınlatmada kullanılan ilginç diğer bir yöntemde renkli ışığın kullanılmasıdır. Renkli ışık, benzer renkteki cisimlerin farklı miktarda aydınlanmasını sağlar. Bir filtre yardımıyla belli bir renkteki ışığın cisimler üzerine düşürülmesi renklerin ayırılmasını sağlar. Bu yöntemde, kullanılan algılayıcının hangi spektrumdaki ışığa duyarlı olduğu da önemlidir. Gelişen teknoloji aydın-



latma konusunda farklı yöntemle-
r-kullanılmasına olanak sağlamıştır.
Örneğin, bir cisim üzerine lazer yön-
lendirildiğinde, algılayıcıların oluş-
turduğu görüntüde çeşitli modifikas-
yonlar gözlenir. Bunlar cismin uzak-
lığı ve eğimi konusunda bilgi verir.
Kullanılan diğer bir ilginç yöntem kı-
sa süreli yoğun bir ışık demetinin ya-
ni flaşın kullanılmasıdır. Cisim gö-
rüntünün oluşturulması için gerekli
20-30 ms'den daha hızlı hareket etti-
ğinde kullanılır.

Bütün aydınlatma şekillerinin so-
nucunun gözlenebilmesi için algı-
layıcıların kullanılması gerekmektedir.
Görüntü sistemlerinde kullanılan al-
gılayıcılar aktif ve pasif olmak üzere
iki gruba ayrılır. Pasif olanların kulla-
nımında aydınlatma aletlerinin kulla-
nılması zorunludur. Bu tipe örnek
olarak vidikonlar ve katı hâl kameraları
gösterilebilir. Aktif algılayıcılar ise,
aydınlatma işini gören aletleri kendi
içlerinde barındırırlar. Bunlara en iyi
örnek lazerli tarayıcılardır. Aydınlatma
yöntemi kadar algılayıcıların seçimi de
önemlidir. Örneğin vidikon kameralar
video sinyallerine uygun standartlara
sahiplerdir. Yani bu kameraların pik-
selleri kare şeklindedir ve 4:3 oranında
bir dikdörtgendir. Pikselleri kare şeklin-
de olmadığından bu kameralar ölçme
işlemi için uygun değildir. Öte yan-
dan bazı katı hâl algılayıcılar ışığa
duyarlı elementlerin oluşturduğu li-
neer dizilerden oluşmakta ve yüksek
bir çözünürlük sunmaktadırlar. CCD
olarak da bilinen bu algılayıcılarda
ışığa duyarlı elementler az yer tuttu-
ğundan aynı çip üzerine mantıksal
işlemciler yerleştirilebilmektedir.

Günümüzde kullanılan diğer bir
algılayıcı tür de lazerli tarayıcıdır.
Aynalar yardımıyla cisimlerin üzeri-
ne lazer ışınları gönderilir ve fotode-
tektörler yardımıyla geri yansıyan
ışık ölçülür. Bütün bu algılayıcılarda
kullanılan ışığa duyarlı cihazlar CCD
(charge-coupled dexices) olarak bili-
nir. Algılayıcıların yanı sıra, astigma-
tik mercekler, aynalar ve filtreler yar-
dımıyla bir cismin üzerindeki kontrast
değiştirilebilir veya farklı bir açıdan
görüntü elde edilebilir. Bu özel-
likleri de görüntü oluşturulmasında
yaygın olarak kullanılır.



Bilgisayarlar

Görüntü elde edildikten sonra
bilgisayarlar alınan görüntü üzerinde
işlem yaparlar. Bilgisayarlar, sadece
rakamlar üzerinde işlem yapabildik-
lerinden ve kullanabilecekleri rakam
kümesinin büyüklüğü sınırlı oldu-
ğundan görüntüyü küçük küçük böl-
gelere ayırırlar. Bu küçük bölgelerin
her birine piksel denir. Bu yapı bir
anlamda sürekli bir giriş sinyalinin,
dijital değerlere dönüştürülmesi ola-
rak düşünülebilir. Her piksel belirli
bir noktalar kümesindeki ortalama
değeri alır. Örneğin kontrast o piksel-
deki ortalama kontrastı gösterir. Her
piksel, kullanılan bit sayısına göre
belli bir değer alır. Genelde ışık şid-
deti için 8 bit kullanılır. Yani bir pik-
selin alabileceği 256 farklı değer var-
dır. Hiç şüphesiz kullanılan bit sayı-
sının artırılması, görüntünün ayrıntı-
larının daha iyi bir şekilde belirlenme-
sini sağlar. Ancak, artan bit sayısı-
yla beraber yapılacak hesaplamaların da
sayısı artar. Bu yüzden bit sayısı
mümkün olduğunca düşük tutulmalı-
dır.

Görüntü sistemlerinde, bilgisay-
arlar genelde belirli bir iş gerçekle-
ştirirler. Temelde yapılan bir nesne-
nin var olup olmadığı belirlenmesi
ve nesnenin cinsi, konumu gibi bazı
parametrelerin bulunmasıdır. Diğer
işlemler ise görüntünün incelenmesi
ve robotla haberleşmesidir. Robotun
işlerinin geciktirilmemesi için izlerin
büyük bir süratle gerçekleştirilmesi
gerekir. Saniyede yapılan işlem sayısı
bazı bilgisayarlarda 500 milyonu bul-
maktadır. Bunun yanı sıra bilgisayarın
esnek bir yapıda olması yani bir-
çok işlemi gerçekleştirme yeteneğine
sahip olması gerekir. Kullanılan ilk
tip bilgisayarlar bu iki görüş arasında
kutuplaşmıştı. Oldukça değişik yapı-
da işlem yapabilen, yavaş makineler
ya da belli bir işlemi yapan hızlı ma-
kineler kullanılıyordu. Ancak PC ko-
nusunda kaydedilen gelişmelerle bu
iki tip arasında orta bir nokta buluna-
bildi. Özellikle VLSI konusundaki ge-
lişmeler istenilen kapasiteye sahip
bilgisayarların kullanılmasını sağla-
mıştır. Performans konusunun önem
taşıdığı diğer bir konu da, robotla ha-
berleşmesidir. Daha hızlı bilgi alış-
verişinde bulunma gereği, robot üre-
ticilerinin sadece robotlarda kulla-

lan dillerin geliştirilmesine yol açmış-
tır. Görüntünün bilgisayarlara ulaş-
masından sonra gerçekleştirilen işlem
görüntünün transformasyonudur. Bu
transformasyon piksel bazında, kom-
şuluk bazında ya da bütün bir görün-
tü bazında gerçekleştirilir. Piksel pik-
sel yapılan incelemeyle genellikle
her pikselin değerinin istenen belli
bir değerden büyük olup olmadığı
araştırılır. Komşuluk bazındaysa, bir
piksel grubu üzerinde belirli bir iş-
lem gerçekleştirilir. Tüm bir görüntü
bazındaysa Fourier transform gibi
matematiksel transformasyonlar ger-



çekleştirilir. Bu noktadan itibaren gö-
rüntü görebildiğimiz şekli kaybeder.
Artık mikroislemcinin kullanabile-
ceği bir bilgi halini almıştır. Daha
sonra önceden belirlenen yöntemle
nesnelerin silüeti belirlenir ve sınıfla-
ndırılır. Sonuçta yapılan, iki boyut-
lu bir veriden üç boyutlu bilgilere
ulaşmaya çalışılmasıdır. Yassı şekil-
lerin belirlenmesi oldukça kolaydır.
Ancak çeşitli yükselticilere ve eğimlere
sahip bir cisim için aynı şeyi söyle-
mek mümkün değildir. Bu noktada
üç boyutlu bir değerlendirme yapı-
lması gerekir. Bu değerlendirme hiç
kuşkusuz akıllı bir yöntem olmalıdır.
Yani, yapay zekâ ve akıllı denetim
yöntemleri kullanılmalıdır.

Görüntü transformasyonunda ve
cisimleri ayırdedilmesi sırasında bir-
çok veri üzerinde, çeşitli işlemler ger-
çekleştirilir. Bu işler bilgisayarlarla
yapıldığından, izlenecek yöntem bil-
gisayarlar için geliştirilmiş yöntemler
olacaktır. Bunlar kabaca iki gruba
toplanabilir: Birden fazla veri grupları
üzerinde tek bir işlemin gerçekleştiril-
mesi ve birden fazla veri grubu
üzerinde birden fazla işlemin ger-
çekleştirilmesi. Bu iki yöntem de siste-
min donanımının belirlediği özellik-
lerdir. Genel eğilim bu iki tekniğin
birarada kullanılmasıdır. Bunun so-
nucunda hesaplama işlemi için kulla-

nılan bazı temel yöntemler ortaya
çıkılmaktadır. Bunlardan ilki her mik-
roislemcinin kendi görevini yaptıktan
sonra veriyi diğer mikroislemciye ak-
tırmasıdır. Böylece pikselleri belli bir
sıradaki mikroislemciler tarafından
sırayla kullanılır. Diğer bir yöntemse
benzer işlemlerin farklı mikroislem-
ciler tarafından aynı anda gerçekleştiril-
mesidir. Bu durumda belli bir çıktı
için birden fazla pikselin kullanılması
gerekirse, bu işlem yöntemi sırayla
gerçekleştirilir. Ya da diğer bir yön-
temle, her mikroislemci belirli bir
piksel grubu üzerindeki işlemlerini
sırayla gerçekleştirir. Kullanılan yön-
tem ne olursa olsun görüntünün iş-
lenmesi oldukça fazla hesaplamanın
yapılmasını gerektirmektedir.

Görüntü Sistemlerinin Önemli

Görüntü sistemine sahip robotla-
rın en büyük özelliği çevresindekileri
tanımlayabilme yeteneğidir. Bu saye-
de bir robot belirli bir özgürlüğe sa-
hip olacaktır. Bu nedenle bir robotun
yaptığı işin içeriği daha esnek bir ya-
pıya kavuşacaktır. Örneğin bugün bir
robotun kullandığı parçaların robota
ayrı ayrı gönderilmesi gerekmektedir.
Bu da, üretim alanında, taşımaya ayrı-
lılan bütçenin artmasına neden ola-
maktadır. Fakat bir robot parçaları
ayırt etme yeteneğine sahip olduğun-
da farklı yapıdaki parçalar tek bir
bant üzerinde taşınabilir. Hatta robo-
tun kendisinin bu parçalara ulaşması
sağlanabilir. Böyle bir durumda hiç
kuşkusuz taşıma için kullanılan bir-
çok mekanik parçaya ihtiyaç kalma-
yacaktır. Bunun yanı sıra, üretim sıra-
sında meydana gelebilecek bazı hata-
lar üretim sırasında giderilebilecektir.
Hatta bazı parçalardaki bozukluklar
kullanım sırasında tespit edilebilece-
ğinden üretim kalitesinde artış sağla-
nacaktır. Görüntü sistemine sahip ro-
botların sağladığı avantajlardan biri
de, üretim sisteminde yapılacak mo-
difikasyonlara kolaylık sağlamasıdır.
Belirli bir zekâyı ya da yapıyı taşıma sis-
temine sahip bu robotlar çevrelerini
ayırt edebildiklerinden, üretim siste-
minde yapılan yeni düzenlemeler da-
ha kısa sürede gerçekleştirilecektir.

Yirmi dört saat çalışabildiğinden
ve insan gücünden daha ucuza üre-
tim gerçekleştirdiklerinden, robotlar
birçok alanda yaygın olarak kullanı-
lmaya başlandı. Görüntü sistemine sa-
hip robotların, görüntüleme sistemle-
ri için harcanan parayı kısa bir sürede
çıkardıkları düşünüldüğünde, bu ro-
botların hızla yaygınlaşmasını bek-
lemek hayâl olmaz. Hatta daha
yetenekli olduklarından, insanların
yerini almalan daha da hızlanacaktır.
Bu yüzden, bütün üstünlüklerine
rağmen bu robotlar çeşitli sosyal
sorunlara da yol açacaktır.

Kaynaklar
Trautenberg, S.G.(ed.), *Intelligent Robotic Systems* 1991.
Groover, M. Weiss, R.N. Nagel, *Industrial Robotics*, 1986.