



MAKİNA GÖRÜŞÜ

Bilindiği gibi insanların beş duyu organı vardır. Bunlar görme, işitme, tat, koklama ve dokunmadır. Bu duylar insanın çevrelerini algılamalarını sağlarlar. Tümü de önemli olan bu duyguların en çok kullanılanı ve en güçlü olanı görme duyuşudur. Bu duyu çevre ile ilgili en fazla bilgi almamızı sağlayan duyudur. Bu duyu kullanılarak nesnelerin şekillerini, pozisyonlarını algılar, onları tanıır ve aralarındaki ilişkiyi belirleriz.

insanlar, tarihin ilk çağlarından beri duyu organlarını kullanarak çevreyi algılamışlar ve doğayı öğrenmeye çalışmışlardır. Bu öğrenme ile birlikte bilgi birikimleri artmış ve doğadaki olayları taklit etme isteği doğmuştur. Bu istek sonucunda ateşin yakılmasından uçakların yapımına kadar bir çok bilgi birikimi sonuçlandırılması elde edilmiştir.

Sayısal bilgisayarların kullanılmaya başlanması ile birlikte insanların kendilerinde olan, beş duyunun benzetişimi için çok güçlü bir istek sonlandırılmaya doğru ilerlemiştir. Bu konuda konuşabilen, koku ve tat moleküllerini çözümlayebilen, dokunmayı duyabilen makineler yapılmıştır. Yapılanmasına çalışılan diğer bir duyu da görmedir, insanların çevreyi algılamakta en fazla kullandığı görme, aynı zamanda en karmaşık duyudur. Bu duyunun nasıl çalıştığı tam olarak anlaşılamamıştır.

Karmaşıklığı nedeniyle evrensel anlamıyla görme duyuşu ve bu duyuyla algılanan bilginin başarılammıştır. Konu ile ilgili çalışmalar genel anlamı olarak sürdürülmekte ve aynı zamanda özel uygulamalar için sistemler geliştirilmektedir. Bu uygulamalar genellikle endüstri alanına yöneliktir.

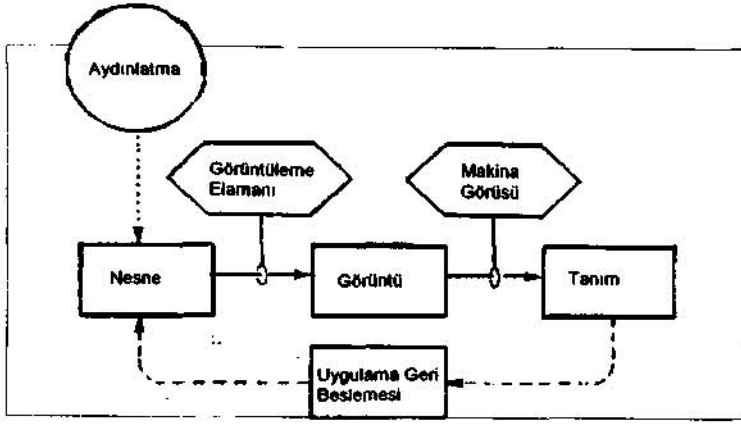
Bu yazıda, en genel çizgileriyle makina görü sisteminin bir özeti yer almaktadır. Daha ayrıntılı bilgi için kaynakçadan yararlanılabilir.

Makina Görü Sistemi İçin İşlemler

Bir makina görü sistemi görüntüleri çözümlyerek görüntünün tanımını çıkarmak için kullanılır. Bu tanımlamalar görüntülen nesnenin uygulama alanıyla ilgili bilgileri yakalamak zorundadır. Bilgi fazlalığını engellemek için de uygulamada kullanılmayacak tanımlamaların çıkarımı engellenir. Örneğin bir yoldan geçen kamyon ve otomobil sayısı ile ilgilenen bir sistemde renk bilgisine gerek yoktur. Öte yandan yalnızca otomobillerin geçtiği bir yoldaki sarı arabaların sayısı uygulamada kullanılacaksa şekil bilgisine gerek yoktur. Eksik

Mehmet Mete BULUT ()*

() ODTÜ, Elektrik - Elektronik Mühendisliği.*



• Şekil 1:
Makina görü sisteminin genel yapısı

bilgi tanımsızlığı getirirken, fazla bilgi bellek ve zamanlama sorunlarına neden olur.

Makina görü sistemine girdiler bir veya daha fazla görüntü, çıktı ise aşağıdaki iki özelliği sağlayan tanımlamadır.

- Görüntülenen nesne ile ilgili ilişkilerin taşınması.

- Verilen işi yapabilmek için tüm bilginin yakalanabilmesidir.

Şekil 1'de en genel çizgileriyle bir makina görü sistemi verilmektedir.

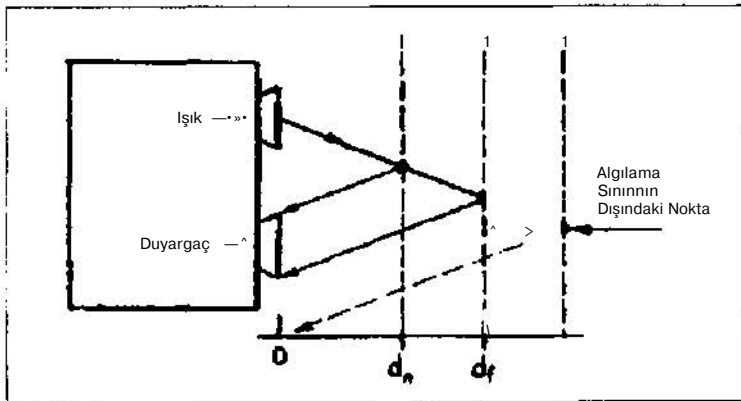
Görüntüleme Elemanları

insanlarda, çevreyi görme ile algılama işleminde göz, sinirler ve beyin kullanılmaktadır. Makina görüntüsünde beyin işlevini merkezi işlemci yerine getirirken, göz olarak kullanılan elemanlar görüntüleme elemanı olarak adlandırılırlar.

Görüntüleme elemanı görü sistemindeki ilk bağlantıdır. Işığın elektrik sinyallerine dönüştürülmesinde kullanılan görüntü duyargaları değişik şekillerde sınıflandırılmaktadır. Bu sınıflandırma duyargacın boyutuna göre olabileceği gibi, dalga boyu duyarlılığına göre de olabilir.

Görüntü duyargalarını boyutlarına göre sınıflandırdığımızda dört ana grup ortaya çıkar.

Şekil 2:
Nokta duyargaç sisteminin genel yapısı



Bunlar

- Nokta duyargaçlar.
- Çizgi duyargaçlar.
- Düzlemsel duyargaçlar.
- Oylumsal duyargaçlardır.

Nokta Duyargaçlar:

Bu duyargaçlar tek bir noktadaki ışık ilgisinin alınması için kullanılırlar. Işık çarpıcılar (Photomultiplier) veya ışık tranzistörü (Photo transistor) gibi ışığa duyarlı herhangi bir eleman bu amaçla kullanılabilir. Bu tür elemanlar uzaydaki tek bir noktanın ışık bilgisini algılayabilecek kapasitede oldukları için nokta duyargaç olarak adlandırılırlar. Bu elemanların kullanımında bir ışık kaynağı da gerekmektedir. Nokta duyargaçların kullanımı için genel bir yapı Şekil 2 de gösterilmiştir. Burada D_n ve D_f sınırları arasında kalan nesnelere görüntülenebilirler.

Işık kaynağı ve görüntü duyargacının konumu ve dalga boyu değiştirilerek eldeki uygulamaya yönelik yeterli görüntü bilgisi alınabilir.

Nokta duyargaçlar doğrusal hareketle, çizgisel bilgi; düzlemsel taramayla da yüzey bilgisi algılayabilirler. Ancak nokta duyargaçların bu amaçla kullanılması zaman açısından verimsizdir. Eldeki uygulamanın özelliğine ve zaman - fiyat ikileminin sonucuna göre nokta duyargaçların kullanımı seçilir.

Çizgi Duyargaçlar

Çizgi duyargaçlar tek boyutlu elemanlardır. Bu amaçla genellikle doğrusal olarak bir dizi şeklinde yerleştirilmiş ışık diyotları (photodiode) veya CCD (Charge Coupled Device - Yük Kuplajlı Eleman) elemanları kullanılır. Bu şekilde bir çizgi üzerindeki ışık bilgisinin bir defada alınması sağlanmış olur. Bu duyargaçlar kullanılarak düzlemsel görüntüleme işlemleri de yapılabilir. Bunun için çizgisel duyargacın veya görüntülenecek nesnenin bir değerine dik olarak hareket ettirilmesi gerekmektedir.

Düzlemsel Duyargaçlar

Düzlemsel duyargaçlar, çizgisel duyargaçların iki boyutlu düzlemesidir. Bu amaçla kullanılan duyargaçların genel olarak iki tipi vardır. Bunlar tarayıcı ışık çarpıcıları ve katı durum (solidstate) duyargaçlardır.

Tarayıcı ışık çarpıcılara örnek televizyon kameralarıdır. En çok kullanılan televizyon

kamera tipi optik-elektrik dönüşümünü sağlayan vidicon tüplerdir.

Vidicon tüpler dışında görüntü alma işleminde kullanılan diğer teknolojiler ise CCD ve CID (charge injected device - Yük enjeksiyonlu Eleman) dir.

Bu üç teknolojinin karşılaştırılması şöyledir:

Özellikler	Vidicon	CCD	CID
Ayırım	1	2	2
Duyarlılık	1	2	3
Hız	3	2	1
Boyut	2	1	1
Güvenirlilik	2	1	1
Şu andaki fiyat	1	2	3
Gelecekteki fiyat	2	1	3

* 1 en yüksek performansı göstermektedir.

Şekil 3'te düzlemsel duyargacın kullanıldığı bir sistemin yapısı verilmektedir.

Oylumsal Duyargaçlar

Bu duyargaçlar ticari olarak pazara sunulmamışlardır. Üç boyutlu görüntüleme işlemleri için birden fazla iki boyutlu sistemlerden kurulu düzenekler kullanılmaktadır.

Görüntü Bilgisinin Gösterimi

Duyargaçlar kullanılarak görüntülenen nesnenin ışık bilgisi elektrik işaretlerine dönüştürülüp kodlanması gerekir.

Halen, robot görü sistemlerinin çoğu iki boyutludur. Bu nedenle görüntüler bir televizyon monitöründe gibi ele alınır. Bu şekilde görüntünün tanımı

$$V(x, y) = i(x, y) R(x, y)$$

şeklinde verilebilir.

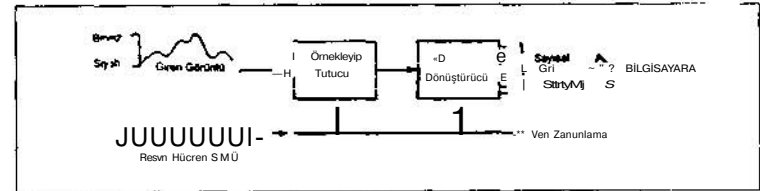
Burada, $i(x, y)$ bir enerji kaynağının fiziksel aydınlatmasının işlevi, $R(x, y)$ ise yansıma işlevidir, işlemi kolaylaştırmak için genelde ışık kaynağı sistemi aydınlatma fonksiyonu $i(x, y)$ sabit olacak şekilde seçilir. Bunun anlamı nesnenin bütün noktalarına düşen ışığın şiddetinin aynı olması demektir. Bu durumda, görüntü bilgisi, nesne üzerindeki noktalardan yansıyan ışığın şiddet bilgisidir ve görüntü işlevi $V(x, y)$ ışık şiddetinin sürekliliği ölçümüdür. Bu ölçümün genliği sayısal

bilgiye çevrilerek resim hücresi anlamında "pixel" olarak adlandırılır. Resim hücreleri aylık resim elemanlarıdır. Resim hücreleri nesne üzerindeki belli bir noktadan yansıyan ışığın şiddetine göre belli bir sınır içinde sayısal değerler alırlar. Bu sayısal değerler gri-seviyesi olarak adlandırılırlar.

Sonuç olarak, nesnenin görüntüsü ile ilgili bilgi resim hücresi değerleri olarak gösterilir, saklanır ve işlenirler.

Donanım

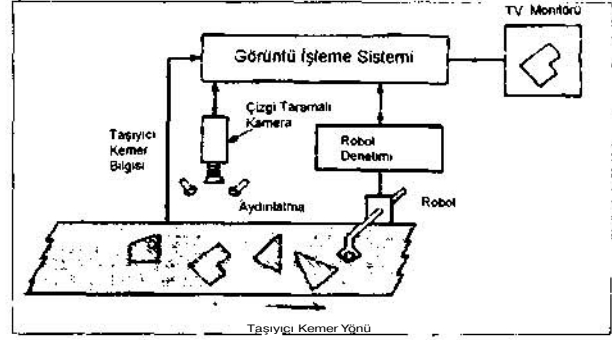
Görüntü çalışmalarında en büyük problemlerden ikisi görüntünün daha sonraki kullanımlar için saklanması ve görüntü işleminin hızıdır. Görüntünün saklanması için, resim hücresi değer bilgisinin örneklenip sayısal değerlere çevrilerek bilginin bir bilgisayar veya mikro-işlemcinin işleyebileceği duruma getirilmesi gerekmektedir. Bunun için şekil 4 te gösterilen yapıdakine benzer bir A/D dönüştürücü gerekmektedir.



Ancak resim hücresi değer bilgisinin saklanması oldukça fazla bellek gerektirmektedir. Örneğin 10 cm x 10 cm boyutunda bir nesnenin her cm si için 100 değer alındığı, ve her noktanın 256'lı bir seviye ile saklandığı durumda 1MByte bellek gerekmektedir. Bu çoklukta verinin işlenmesi de durağın nesne çalışmaların da bile oldukça fazla zaman gerektirmektedir. Hareketli nesne çalışmalarında ise bellek işlemi korkunç boyutlara ulaşırken, hız faktörü de çok önemli bir sınırlayıcı haline gelir. Bu nedenlerle, görüntü çalışmalarında büyük bellekleri olan ve paralel işleme yapabilen sistemler kullanılmaktadır.

Nesne Belirleme

Robot görü sistemlerinin en çok uygulandığı alanlar izleme, tanım - belirleme ve denetimdir.



• Şekil 3:
Bir robot sınıflandırma sisteminde kullanılan düzlemsel duyargaç sistemi.

• Şekil 4:
A/D dönüştürücü sistem.

"Örneğin, renk bilgisini kullanarak mavi bir zeminde kırmızı bir nesne kolaylıkla ayrıştırılabileceği gibi renklerin tonları da ayrıştırma işlemi için kullanılabilir."



Bu işlemler yapılabilmemesi için nesnenin tanınması ve sınıflandırılması gerekmektedir. Bu işlem için iki ana adım vardır.

1. Boyut indirimi: Bu görüntünün sayısala çevrilip doğrudan saklanması çok fazla bellek gerektirmektedir. Boyut indiriminden amaç, görüntü bilgisini daha yalın bir şekilde saklayabilmektir. Örneğin bir küpün tüm görüntüsü yerine, yalnızca bir köşesinin koordinatlarını, bir kenarının uzunluğunu ve bir referans noktasına göre konum açısını saklamak yeterli olabilir.

2. Görüntü Ayrıştırılması: Alınan bir görüntüde birden fazla nesnenin bilgisi olabilir ya da tek bir nesne homojen olmayıp birden fazla kısımdan oluşmuş olabilir. Bu durumda görüntü almanın amacına uygun olarak nesnelerin ya da kısımların birbirinden ayırılması gerekmektedir. Bu işlem için genelde kullanılan iki yöntem vardır.

* Renk ve gri-seviyesi bilgisi bir nesnenin onu diğer nesnelere ayırt etmek için kullanılan bir kriterdir. Uygun bir ışıklandırma ve ışık süzme ile görüntülenecek bölgenin istenen kısmı daha yoğun ışıklandırılarak ayrıştırma işlemi yapılabilir. Örneğin, renk bilgisini kullanarak mavi bir zeminde kırmızı bir nesne kolaylıkla ayrıştırılabileceği gibi renklerin tonları da ayrıştırma işlemi için kullanılabilir. Ayrıca gri seviyeleri kullanarak aynı renkteki nesnelerin veya aynı nesnenin kısımlarının birbirlerinden ayrıştırılması sağlanabilir.

* Kenar Belirleme: Görüntü ayrıştırması için kullanılan

diğer bir yöntem ise kenar belirlemesidir. Genelde kenarlar gri seviyelerin en fazla değiştiği yerlerdir. Kenar belirlenmesi için bir takım yöntemler geliştirilmiştir.

Bu yöntemler bir noktanın çevresindeki diğer noktaların gri seviyelerini de kullanarak sonuca giderler.

Örnek olarak aşağıdaki görüntü alt grubunu ele alırsak

A B C
D E F
G H I

ilk fark / tek - boyut diye adlandırılan yöntemler

$$\text{Kenar1} = \text{II} - \text{EI} + \text{IE} - \text{AI}$$

$$\text{Kenar 2} = \text{IF} - \text{EI} = \text{IE} - \text{DI}$$

$$\text{Kenar 3} = \text{IH} - \text{EI} + \text{IE} - \text{BI}$$

$$\text{Kenar 4} = \text{IG} - \text{EI} + \text{IE} - \text{CI}$$

işlevlerini kullanarak kenar belirleme işini yaparlar. Bu tip operatörler görüntü pürüzsüzleştirme işi için de kullanılırlar.

Sobel operatörü olarak adlandırılan diğer bir yöntem ise

$$\text{Kenar} = \{(A+2B+C - G*2H-I)^2 +$$

$$(A+2D+G-C-2F-I)^2\}^{1/2}$$

işlevini kullanır.

Bu operatör, görüntünün alt grubundaki ekanraların ağırlıklı ortalama ışık şiddeti işlevini hesaplayıp, birbirine dik iki kenar ölçümü oluşturur. Daha sonra bu iki kenar ölçümü ikinci dereceli olarak birleştirilir. Bu yöntem, yerel bölgelerin pürüzsüzleştirme işlemi için de kullanılır.

Ton farkı operatörü diye adlandırılan yöntem, ton farklarını kullanarak kenar belirleme işlemini yapar. Bu operatör işlevsel olarak

$$\text{Kenar} = E - (A + B + C + D + F + G + H + I) \setminus 8$$

şekindedir. Genel anlamda merkez resim hücrelerinin çevresindeki resim hücrelerine göre ışık şiddetini karşılaştırarak kenar belirler.

Çizgi İzgelemesi

Makina görü sistemlerinden istenebilecek diğer bir iş çizgi izgelemesidir. Çizgi izgeleme için en yalın yöntem şu şekildedir.

* Bir kenar noktası bul ve köşegen üzerinde iki test resim hücrelerini incele

- Eğer eldeki nokta bölge içindeyse, yani iki test resim hücreleri de içerdeyse bölgeden çıkıncaya kadar sola dön.

Eldeki nokta bölge dışındaysa, yani iki test resim hücreleri de dışındaysa bölgeye girinceye kadar sağa dön.

- Eldeki noktanın yeri belirlenememişse, yani test resim hücrelerinden bir bölge içinde diğeri bölge dışındaysa düz git.

Bu yöntem şekilsel olarak aşağıda özetlenmiştir.

x
→ : Belirsiz
0

Bir adım ilerle ve iki yeni resim hücrelerini test et.

x
~> : Belirsiz
0

Bir adım ilerle ve iki yeni resim hücrelerini test et.

0
0 I: Nesnenin dışında

Sağa dön ve iki yeni resim hücrelerini test et.

X I: Nesnenin içinde
X

Sola dön ve iki yeni resim hücrelerini test et.

Şekil 5'de ise bu yöntem kullanılarak elde edilen çizgi izgelemesi verilmektedir.

Bu yöntemle, görüntülenen nesnenin tüm kenarları bulunabilir.

Nesne Tamını, Sınıflandırma ve Tanıma

Bir nesnenin ana hatlarını bulup kodlamak için en yalın yapı bir başlangıç noktasından başlayarak bitişik bir noktaya ilerlemek için hangi yönde gidileceğini belirlemektir. Kenarlar üzerindeki bitişik noktalar izlenerek, nesnenin ana hatları çıkarılıp saklanır.

Nesnelere sınıflandırma için kullanılan bir yöntem, nesneyi tanımlayan özellik vektörlerinin çıkarımıdır. Bu çıkarımdan sonra, özelleştirilmiş seti, öğrenme grubundaki bir setle karşılaştırılarak sınıflandırma işlemi yapılır. Bu işlem için en yakın komşu tekniği olarak bilinen yöntem sıkça kullanılmaktadır.

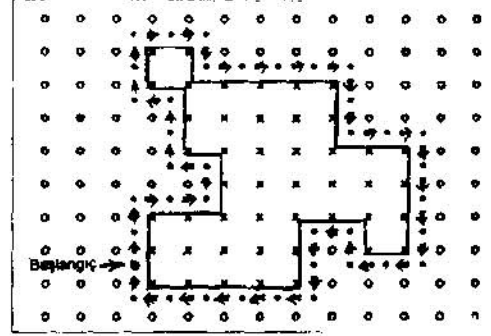
Tanım işlemi için önce bir şablon tanımlanır. Bu şablon, nesnenin görüntüsünün bir bölgesi olabileceği gibi, resim hücrelerinin tamamı da olabilir. Seçilen şablon, test görüntüsünün üzerine uygulanır. Bu işlem için şablonun bazı noktaları referans olarak alınır.

Ters görüntüsüyle şablonun çakışan nokta sayısı veya oranı hesaplanır. Bu sayı önceden belirlenmiş olan bir eşik değeri ile karşılaştırılarak, nesne sınıflandırılır ve tanıma işlemi sonuçlandırılır.

Kullanımda Olan Sistemler

Piyasada bulunan görüş sistemleri aşağıdaki genel sınıflara ayrılabilirler.

- İki seviyeli görüş sistemleri
- Gri seviyeli görüş sistemleri
- Yapısal ışık sistemleri
- Karakter tanıma sistemleri
- Özel amaç sistemleri



• Şekil 5:

Çizgi izgelemesi örneği

* *İki Seviyeli Görüş Sistemleri:* Bu sistemler görüntü bilgisi olarak iki seviye kullanırlar. Silüet sistemleri olarak da adlandırılan bu sistemlerde ışığın son derece denetimli kullanılması gerekmektedir ve genellikle arkadan ışıklandırma kullanılır.

İki seviyeli görüş sistemleri, öncelikle parça tanıma, parça yeri bulma ve yerleştirme ve parça denetimi gibi ana hatların yeterli olduğu ve fazla ayrıntı gerektirmeyen uygulamalarda kullanırlar. Açıl dönmelemin önemli olmadığı uygulamalarda da genellikle bu tür sistemler tercih edilirler.

* *Gri Seviyeli Görüş Sistemleri:* Bu sistemler genellikle 4,6 veya 8 bitlik görüntüler yakalayıp bir takım özel uygulamalar için geliştirilen yöntemleri kullanırlar. Çoğu durumda ışıklandırma denetimli değildir veya nesnenin yüzeyinden olan yansımalar değişkendir. Gri seviyeli sistemler genellikle ayrıntının önemli olduğu veya açıl dönmelemin bulunabileceği durumlarda kullanılırlar. Böyle durumlarda şablon farklılığı önemli bir kriterdir.

* *Yapısal Işık Sistemleri:* Bu sistemler, ışığı değişik yapılarıdaki çentiklerden veya izgaralardan uygulayarak ek bilgi alınmasını sağlarlar. Bu ek bilgiyi kullanarak nesnenin yerleşimi, yönlendirilmesi ve yüzey ayrıntıları belirlenebilir.

* *Karakter Tanım Sistemleri:* Bu sistemler, genellikle, parçalar veya paketler üzerindeki etiketlerin okunması için kullanılırlar. Okunacak yer bar kod ile kodlanmış ise bar kod okuyucuları kullanılır. Günümüzde, öğrenme aşamasından sonra çok çeşitli

karakter setlerini okuyabilen sistemler bulunmaktadır.

* Yukarıda bahsedilen sistemler günümüzde genel olarak kullanımda olan sistemlerdir. Bunların dışında, piyasada bulunmayan, çok özel amaçlı görü sistemleri de bulunmaktadır. Bunların kullanımları genellikle askari uygulamalara veya uzay çalışmalarına yöneliktir.

SONUÇ

En güçlü ve en fazla kullanılan duyumuz olan görme, bilgisayarların kullanımının yaygınlaşmasıyla mikanalara uygulanmaya çalışılarak makina görü sistemleri ortaya çıkmıştır. Bu konudaki çalışmalar oldukça yeni olup, günümüzde henüz genel anlamıyla bir görme sistemi geliştirilememiştir. Geliştirilip kullanıma açılan görü sistemlerinin tümü de, eldeki uygulamaya bağımlı özel amaçlı sistemlerdir. Bu alandaki çalışmalar bilim ve teknolojinin desteği ile tüm hızıyla devam etmektedir.

KAYNAKLAR

1. Richard O. Klafter, Thomas A Chmielewski Michael Negin Robotic Engineering, Prentice Hall 1989
2. Berthold Klaus, Paul Horn, Robot Vision, McGraw-Hill 1986
3. Dana H. Ballard Christopher M. Brown Computer Vision, Prentice Hall.
4. Takeo Kanade, Three-Dimensional Machine Vision, Kluwer Academic Publishers.
5. David G Lowe, Perceptual Organization and Visual Recognition, Kluwer Academic Publishers.
6. Steven A. Shafer Shadows and Silhouettes in Computer Vision, Kluwer Academic Publishers.
7. Peter K. Ailen, Robotic Object Recognition Using Vision and Touch Kluwer Academic Publishers.



SÖNMEZ TRANSFORMATÖR SANAYİİ A.Ş.

DAĞITIM VE GÜÇ TRANSFORMATÖRLERİ TAMİRAT VE İMALATI



- **Transformatör imalatında 30 yıllık deneyim**
- **TSE Güvencesi**
- **ISO.9001 Güvenceli**
- **İki Yıl Garanti**

İMALAT PROGRAMI

- 16 KVA dan 1600 KVA birim güç ve 34500 volt üst gerilime kadar dağıtım transformatörleri imalat ve tamirati
- 5000 KVA ta kadar güç transformatörleri imalat ve tamirati
- Ark ocağı İndüksiyon ocağı ve her çeşit özel maksat transformatörü imalat ve tamirati.

Fabrika : Ankara Asfaltı No. 15 P.K.: 65 - GEBZE
Tel: Fab. Gebze (9-19) 555 450 • Fax : (9-19) 555 752