

GÖRÜNÜŞE ALDANMAMALI

- Görme, basit bir olgu sanılır. Görmek için ne düşünmek, ne de başka bir çaba gerekmez. Oysa bu sanı aldatıcıdır. Yalnızca bu sayfayı görebilmek için beynimizin üçtebirinden daha fazla bölümü bilgisayar benzeri ve inanılmaz çapta geniş kapsamlı bir hesaplama işlemi yapar. Bu hesaplama işlemini kavrayabilmenin bir yolu "görebilen" makineler yapabilmektir.

İnsanın gözleri ve beyni, bir saniyede yaklaşık 100 milyar adet "yüzer-nokta mantık işlemi" yapabilir. Bu, bir süper bilgisayarın kapasitesinden 400 kat daha fazla kapasite demektir. Ama görme duyusu, böyle basit bir rakam karşılaştırmasının çok ötesindedir ve karmaşık hesaplama işlemleri ile açıklanması gerekir.

Görme olgusu, genellikle televizyon kamerasına veya fotoğraf makinesine benzetilir. Oysa bu alandaki bir takım yeni araştırmalar ve bunların ortaya çıkardığı buluşlar, bu benzetmeyi tamamlayıcı yönlerin yanısıra bazı farklı yönleri de ortaya çıkarmış bulunmaktadır.

Görme, fotoğrafın bir anlamda tam tersidir; Görmede, iki boyutlu bir görüntü retinadan alınarak, asıl cismin gerçek özelliğini içeren sembol sistemlere dönüştürülür. Bazen bu işlemde yanlışlar da olabilir. Örneğin Fraser Sarmalı'nda beynimiz yanlış olarak, ortak merkezli daireleri sarmal olarak algılar.

Görme olgusunun çok yönlü soruları ve sorunları kapsadığı öteden beri biliniyordu. Nitekim, Massachusetts Institute of Technology'deki yapay zekâ laboratuvarı araştırmacıları tarafından, bu alanda bilgisayar destekli matematiksel kuramların ortaya atılması, yeni ufuklar açtı.

MIT araştırmacılarından Profesör Poggio'ya göre, görme olgusu "sorununu" çözebilmek için, sorunun kendi kapsamı dışında olan dış dünyaya ile ilgili bir takım etkenleri de çözüme katmak gereklidir. Örneğin iki resimden soldaki yüz kalıbının fotoğrafı tersten çekilmiştir ve çukurdur. Ama beynimiz, "insan yüzü kabarık olur" bilgisini gördüğümüze uy-



Döner Bilmecesi:

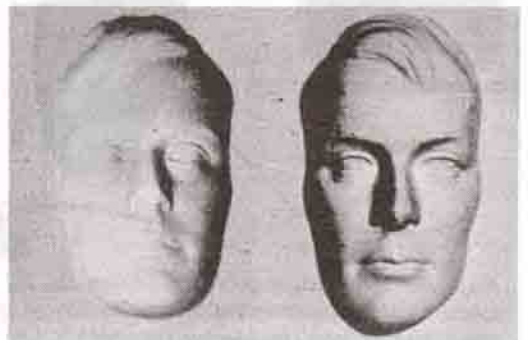
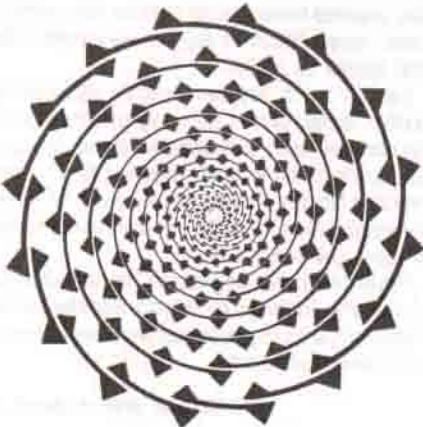
Bir Fransız ressamı olan Isia Leviant'ın yaptığı bu "Video-aktif" şeklindeki daireler, sürekli olarak dönüyor gibi görünmektedirler. Bu durumun kesin nedeni bilinmiyor. Bir psikolog, bunun gözlerin hareketinden ileri geldiğini öne sürerken; Bir fizyolog da durumu siyah çizgilerin uyardığı beyin hücrelerinin tepkisi olarak açıklıyor.

guladığı için, biz soldaki fotoğrafı da kabarık olarak algılıyoruz.

Görme olgusunu yeni bir açıdan ele alarak araştırmak isteyen matematik bilimcileri, bu alanda beynimizin işlemlerinin aynısını yapabilecek bilgisayar yazılım yöntemleri geliştirmeye girişmiş bulunuyorlar. Ne var ki bu, hiç de söylendiği kadar kolay bir iş değildir; çünkü bunu başarabilmek için görme olgusunun gerisindeki ilkeleri bulup ortaya çıkarmak gerekiyor.

GÖRME OLGUSU VE BEYİN

1950'li ve 1960'lı yıllarda görme olgusuna, temelde biyolojik bir konu olarak bakılıyordu. Amerikalı iki uzman olan Dr. Stephen Kuffler ve Profesör Horace Barlow, kurbağaların gözlerinde bulunan retina hücrelerinin yalnızca küçük, koyu



Fraser Sarmalı: Şekil altında sarmal değil; ortak merkezli dairelerdir. Soldaki maske çukurdur.

renkli, hareketli bir cisim geçtiğinde ışık saldıklarını saptadılar: yani kurbağalar bizim gibi "dünyayı" değil, ancak sinekleri görebiliyorlardı. Konuya biyolojik açıdan yaklaşım, çok sayıda araştırmacının da katkılarıyla birçok yeni buluşa yol açtı. Örneğin, buluşlarıyla Nobel Ödülü kazanan Dr. David Hubel ve Dr. Torsten Wiesel, maymunların beyinlerinin korteks tabakasında bulunan görme merkezinin, ışıktan çok kenar ve köşe gibi "keskinliklere" yanıt verdiğini ortaya çıkardılar. Yine aynı Amerikalı araştırmacıların bulgularına göre, beyindeki görme merkezinin yapısı öyle özellik taşımaktadır ki; bir grup hücre modülü, retinanın da belli bir noktasını çözümlerler. Her modül, sıralı bir grup hücreden oluşur. Bazı hücreler, retinadan belli bir açıdan koyu bir çizgi algılandığında ışık salırlar; bazıları, retinadan belli bir açıdan parlak bir çizgi algılandığında ışık salırlar; üçüncü bir grup ise belli açıdan gölge köşeleri algılandığında ışık salırlar.

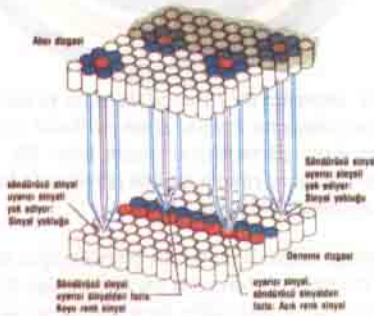
1970'li yıllara gelindiğinde, görme olgusunun bu açıdan araştırılmasının hızı azaldı. Çünkü, "Beyin, görme için neden önce çizgileri ve köşeleri algılama gereksinimi duyuyor?" sorusuna, nörofizyoloji bilim dalının tek başına yanıt veremeyeceği anlaşıldı.

Görme olgusunu yeni bir açıdan araştıranların öncülerinden olan, Amerikalı Dr. Marr, görme işlevini anlayıp çözümlenebilmek için bilgisayar yazılım tekniklerinden yararlanma gereğini öne sürdü. Dr. Marr'a göre algoritmalar (bilgisayar



Görsel kabuk (korteks): Resim, bir maymun beyninin sağ yarıküresinin arka kısmından alınan bir kesitin üstten görünüşüdür. V1 alanı sinyalleri gözden alır ve diğer görsel alanlara geçirmeden önce görüntüyü oluşturma işleminin büyük bir bölümünü gerçekleştirir. Örneğin, rengi işleyen hat, kırmızı-yeşilliğin, mavi-sarılığın ve siyah-beyazlığın ölçüldüğü (belirlendiği) V1'deki "blob"lardan (renk lekeleri), belki de renk kontrastının ayırılması için daha büyük ölçekte karşılaştırmaların yapıldığı V2'ye, oradan da V4'e kadar uzanır. V4 üzerindeki tartışmalar sürmektedir. V4, özellikle renk belirlemesiyle ilgili gibi görünmektedir, fakat, Prof. Semir Zeki'nin V4'ün görüntünün dalgaboylarından çok maymunun gördüğü renkleri kaydeden hücreler içerdiği yolundaki iddiası herkes tarafından kabul görmemektedir.

Gözümüz, kenar ve köşeleri nasıl görür? Berthold Horn'un deneme programı



Alıcı dizgesindeki her hücre, onu karşılayan ve deneme dizgesinde bulunan hücreden bir uyancı sinyalle, bu uyancı sinyali veren hücrenin çevresinde yer alan 6 hücreden söndürücü sinyaller alır. Uyancı sinyalin, söndürücü sinyalden 6 kat güçlü olduğunu varsayalım. Bu durumda, eğer bir gölge ortamı alıcı hücrelerin bir bölümünü kapatmazsa, sinyaller birbirlerini yok ederler. Gölge durumunda ise, deneme dizgesi, gölgenin kenarını görülebilir.

yar yazılım yöntemleri) kullanılarak, "görüntüden" "görmeye" geçilebilir.

Bu alandaki çalışmaların sonunda Dr. Marr, bir cismin gerçekteki üç boyutluluğunun onun fotoğrafından yola çıkarak saptayabilmek için üç aşama gerektiğini ortaya çıkardı.

Birinci aşamada, fotoğraftaki görüntü kabataslak bir resme dönüştürülerek görüntünün sınırları ve lekeleri belirleniyor; ikinci aşamada ise yüzeylerin üç boyutlu biçimlerinin nasıl olabileceği ortaya çıkıyordu. Ancak bu aşamada, tıpkı fresklerdeki gibi, yalnızca cisme bakan kişinin görebildiği yüzeylerin üçüncü boyutları ortaya çıktığında, Dr. Marr bu duruma "2½ boyutluluk" adını vermişti. Sonuncu aşamada ise, görünen cismin tam ve gerçek üç boyutlu görüntüsü elde ediliyordu.

MIT'deki araştırmacılar, geliştirdikleri bilgisayar yazılım tekniklerinden yararlanarak, birinci aşamanın bir bölümünü yapay olarak uygulayabildiler.

Gerçi beynimizin de söz konusu algoritmalar gibi çalışıp çalışmadığı kesin olarak söylenemez; ancak Dr. Stephen Kuffler'in yukarıda değinilen buluşu, ışıkla uyarılan retina hücrelerinin, ikinci hücre grupları aracılığı ile, yakınlarındaki hücrelerin sinyallerini söndürdüklerini göstermiştir.

TAM ÜÇ BOYUTLU GÖRÜNÜM

Çizgi ve yüzeylerden oluşan görüntünün tam ve gerçek üç boyutlu görüntü olarak algılanmasında ortaya bir soru çık-



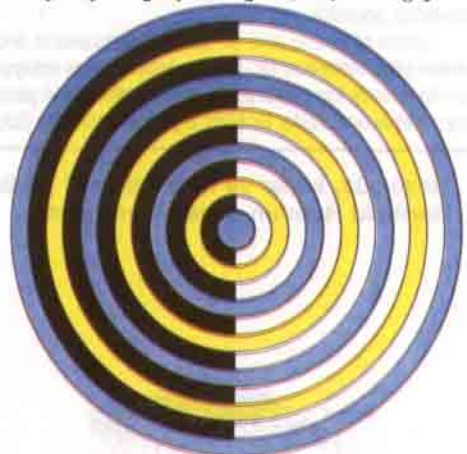
KAMUFLAJ DA BİR GÖZ ALDANMASIDIR



Şekilde, yuvasında bir çobanaldatan kuşu görüyoruz. Kuşun üzerindeki renkli lekeler yuvadaki gri ve kahverengi yaprakların renk ve biçimlerine çok iyi uyduğundan, beynimiz de resimdeki renk ve lekeleri bütün olarak algıladığından, kuşun vücut çizgileri ilk bakışta görülemiyor.

Bu kurbağının üstünde de renkli lekeler var; ancak bu lekeleri ayrı ayrı algılayabildiğimizden, kurbağayı ilk bakışta fark edebiliyoruz.

maktadır: Bilinç ve bellek, görüntüyü üç boyutlu olarak keskinleştirirken aşağıdan yukarı doğru mu, yoksa yukarıdan aşağı doğru mu tarama yapmaktadır? Psikologlar, bu konuda daha işlevin başlangıcında, yani bakış sırasında yukarıdan aşağıya doğru tarama yapıldığını; matematikçiler ise, bunun bey-



Yayuma: Dairenin iki yarısındaki mavi ve sarı halkaların aynı olmasına karşın, siyah halkalar soldakilerin daha koyu görünmesine neden olur. Bu, beynin rengi yorumunun, rengin hemen çevresinde bulunanlardan etkilendiğini akla getirir.

nin çalışması sırasında bu şekilde gerçekleştiğini ileri sürüyorlar. Fotoğrafta görülen yatay beyazlıkların ikisi de aynı biçim ve boyutta oldukları halde, birisi diğerinden daha büyük görünmektedir. Acaba bunu şöyle açıklayabilir miyiz: Bu resme baktığımızda "beynimiz geriye doğru uzaklaşan bir manzaraya baktığı yargısına varır; böylece yukarıdaki beyaz şeklin daha uzakta bulunduğunu ve dolayısıyla daha büyük olması gerektiğini düşünür."

Ama bu açıklama doğru olamaz; çünkü aynı göz aldanması, şeklin hemen altında bulunan dört basit çizgiyle de sağlanabilmektedir. Burada birbirlerine yaklaşan çizgiler, kendiliklerinden derinlik duygusu uyandırmaktadırlar. Bu durumla ilgili olarak, göz aldanmaları konusunda uzman İngiliz profesörü Richard Gregory, yukarıdan aşağıya doğru taramanın, görme işlevinin daha erken aşamasında, yani Dr. Marr'ın saptadığı aşamaların ikincisinde olduğunu öne sürüyor.



FAR NEAR

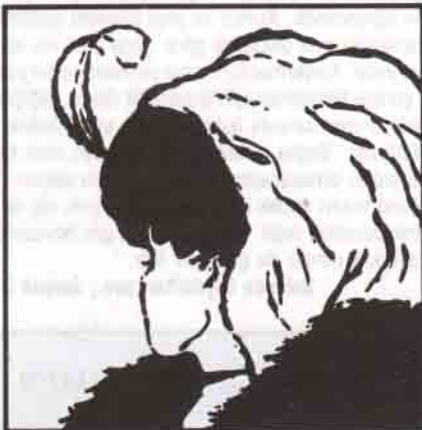
FAR NEAR

Mekanik bir yanılsama: Siyah zemin üzerinde mavi yazılar sönmük kalırken, kırmızılar göze çarpar. Beyaz zemin içinde ise bunun tersi geçerlidir. Bu etkiyi artırmak için, her iki göz-bebeğinin bir kısmını burun kenarlarında tutulan iki kartla kapayınız. Bu yanılsamanın psikolojik değil, ışığın kırınımına ve gözün optiğine dayanan fiziksel bir açıklaması vardır.

Psikologlar ve matematik bilimcileri görme alanındaki araştırmalarında, bazı konularda ortak kanılara varmış bulunuyorlar. Bu ortak kanılardan birine göre, gözlerden iletilen bilgiler, beyindeki ayrı kanallarda, fakat aynı anda işleme tabi tutulurlar. Bu bilgiler ve onlara bağlı olarak yapılan işlemlerin, şimdilik en az dört ayrı türde olduğu saptanmıştır. Bunlar biçim, renk, derinlik, uzaklık ve harekettir.

BEYNİMİZDEKİ KATALOG

Görme olgusunun matematiksel yöntemlerle açıklanması çalışmaları önemli bir varsayıma dayanmaktadır. Bu, beynimizde çeşitli cisimleri kapsayan bir katalogun bulunduğu; retinadan gelen uyarıların bu katalogdaki bilgilerle karşılaştırıldığı varsayımdır. Hepimizin bildiği göz aldanmaları, bu varsayımı doğrular. Göz aldanmalarını açıklamak için, beynimi-



Serbest bırakılmış perspektif: 15. yy İtalyan ressamı Carlo Crivelli, "Annunciazione" adlı yapıtında derinlik yanılsaması verme becerisini sergilemiştir. Bu tabloyu iki boyutlu olarak göremezsiniz; birbirine yaklaşan doğrular, değişik büyüklükteki insanlar, birbirini gizleyen nesnelere gibi ipuçları çok tutarlı verilmiştir. O zaman ışık ışını neden bu kadar yapay görünmektedir? Belki yaklaştıkça daraldığı için; beyin bu kadar olmayacak bir fikre karşı çıkmaktadır. Tablo, görmenin, insan beyni tarafından yapıldığında, iki boyutlu bir görüntünün üç boyutlu zihinsel bir resme dönüştürüldüğü zekice bir işlem haline geldiğini göstermektedir.

zin belirsizliklerden hoşlanmadığını; bu yüzden de hiç bilmediği bir şeyi algılasa bile, onu bildiği bir şey gibi görmek istediğini ileri sürebiliriz.

Psikolog Edwin Boring'ın buluşu olan göz aldatma resmine bakanlar, zaman zaman genç ve güzel; zaman zaman da yaşlı ve çirkin bir kadın göreceklerdir. Bu, beynimizin iki ayrı bellek diliminin etkisi altında kaldığının kanıtıdır.

GELECEĞİN GÖRÜNTÜSÜ

Görme olgusunun, bilgisayar programlarının yazılım tekniklerinden yararlanılarak matematiksel yöntemlerle araştırılmaya başlanması, daha bugünden ilginç ve önemli bazı sonuçlar vermiş bulunuyor: Gelişmiş bilgisayarlar, belli programları kullanarak çizgi ve köşeleri tanıyabiliyor, derinlik görebiliyor; hatta optik yanılgıya düşebiliyorlar.

Ancak, görme olgusunu tam olarak çözümlenebilmek için geçmemiz gereken uzun yolun henüz başlangıcında olduğumuz da bir gerçektir. Nitekim, psikologlar da, matematikçiler de, nörofizyologlar da bu konuda aynı kanadırlar.

"The Economist"ten özetleyerek çeviren: Melih ÜLÇER