

HOLOGRAM KURAMI VE BEYİN

Beyin, görme, işitme, koklama, dokunma, tatma duyularının yanında hareket mekanizmasını çalıştıran, diğer organlarla ilişkileri ve dengeyi sağlayan, yaşamı düzenleyen bir yönetici ve denetleyicidir. Beynin çeşitli bölümlerinin belirli görevleri üstlendiği bilinmekle birlikte,, algılama, mantık, konuşma, bellek gibi özel işlevlerin beynin hangi bölümleri tarafından yürütüldüğü ve bir bütün olarak nasıl saklanabildiği konusu bilim adamlarının sürekli ilgisini çekmiştir. Körlük, sağırılık, dilsizlik, duyumsuzluk gibi özürlükler, çeşitli hastalıklar, ağır yaralanmalar ve felç gibi beynin belirli bölümlerinin çalışmasını engelleyen etkenler, bilinci tam anlamıyla yok edememiş, zekanın dilimlere bölünmesine neden olmamış, belliyi silmemiştir. Öyle ki, beynin bazı bölümlerinin, bir takım araştırmacılar tarafından bilerek zedelenip çalışmaz duruma getirilmesi bile, beyin bu özel işlevlerini sürdürmesini önleyememiştir.

Fizyolojik psikolojinin babası sayılan Karl Lashley, 1920'lerde bellek deposunun yerinin saptanması konusunda araştırmalara başlamıştı: Lashley, beyinleri özel olarak zedelenmiş farelerin karışık labirentlerdeki hareketlerini izlemiştir. Bu araştırmada, hayvanın yapacağı hatalarla, zedelenmiş bölgenin çalışmaması sonucu doğabilecek karşılıklı ilişkiler ele alınmıştır. Ancak gördüğü ki, zedelenmiş bölümün hayvanın labirentteki becerisine etkisi olmuyordu. İşin ilginç yanı, beyin hücrelerinin büyük bölümünün yok edilmesi bile belliyin tümüyle silinmesini sağlıyamamıştı. Bu durum, okuduğunuz bu sayfayı yırtarak küçük parçalara ayırdığınızda herbir parçanın yine de sayfanın bütününe kapsayan mesajı korumasına benzemektedir.

Holografinin babası sayılan Nobel Ödüllü Denis Gabor'un bulgularından esinlenen Emmett Leith ve Juris Upatnieks adında iki mühendis 1960'lı yıllarda, ışığın özelliklerinden yararlanarak bir bellek sistemi geliştirdiler. Holografi, Laser ışınları ile üç-boyutlu fotoğraflar çekme tekniğidir. Bu tür resimler hologram filmleri (plakaları) üzerine kaydedilir. Hologramlar, cisimlerin gerçek görüntülerinden ayırdedilemeyecek derecede, canlı, çekici, üç-boyutlu görüntülerdir. Hologram plakalarında en önemli nokta, bir hologram plakası kırıldığında, kırılan her parçanın, han-

Paul PIETSCH

gi bölümüne ait olursa olsun, yine de cismin bütününe üç-boyutlu olarak görüntüleyebilecek, canlandırabilecek özelliğe sahip olmasıdır. Yani bir hologram plakasının en küçük bir parçası bile cismin bütününe yeniden görüntüleyebilecek bilgiyi saklamaktadır.

Hologram oyununun bu fiziksel özelliği bazı psikolog ve biyologların da ilgisini çekmiş ve beynin özellikleri ile bir benzeşim kurarak "Beynin hologramsal yapısı" ile ilgili sözler edilmeye başlanmıştır.

Hologram, inanılmaz bir mucize değildir; ışık dalgalarının fiziksel bir oluşumdur. Bilindiği üzere ışık ışınları fotoğraf filmleri üzerindeki kimyasal maddeyle etkileşime girebilir ve sonuçta bildiğimiz iki boyutlu resimler ortaya çıkar. Hologramsal görüntüler ise ışık dalgalarının "faz" adı verilen özelliğinden yararlanır ve bu özellik tüm hologramların özünü oluşturur.

Faz kavramını daha iyi anlayabilmek için denizdeki dalgaları ele alabiliriz. Eğer iki dalga aynı yönde ilerliyor ve her iki dalga da en üst noktaya (tepe noktası) aynı zamanlarda ulaşıyorsa bu iki dalga aynı fazdadır denir. Eğer iki dalga da birinin tepe noktası diğeri çukur ya da eğimli bölümünü kesiyorsa, o zaman dalgalar farklı fazda hareket ediyor demektir. Dalgalar, birbirleriyle kesiştiklerinde biri diğeri zayıflatabilir, kuvvetlendirebilir veya her iki durumda görülebilir. Dalgaların bu şekilde birbirleriyle kesişmeleri sonunda bir "girişim kalıbı" oluşur. Girişim kalıbının ayrıntıları, kesişen dalgalar arasında ki faz farklarına bağlıdır.

Cisimler, dalga genliği ve fazına bağlı olarak, ışık dalgaları üzerinde karakteristik bir sapa yaratır. Holografik plakalar; gelen laser dalgalarını, gerçek cismin ışık dalgalarını saptırdığı biçimde kırarak yeni görüntüyü ortaya çıkarır.

Herbir hologram parçası, bir bütünü tüm işlevlerini korur. Leith ve Upatnieks, çok sayıda faz kodunun tek bir hologram plakasında yer almasını sağlayabilen tekniği geliştirdiler. Hologram plakası ile laser ışığı kaynağı arasındaki açısı, Ho-

logramın görüntülenmesinde can alıcı noktayı oluşturur. Aradaki açı doğru değilse hologram görüntüsü olmaz. Leith ve Upatnieks görüntünün kaydedilmesinde değişik açılardan katlı hologramların elde edilebileceğini öne sürdüler. Böylelikle tek hologram plakasına birçok görüntünün kaydedilebileceğini ortaya koydular. Negatif plakaya yerleştirilen bu görüntüler, açılarının değiştirilmesi ile arka arkaya ortaya çıkıyordu. Bu özellikten yararlanılarak hologramsal efektler oluşturulabilir. Örneğin, ip cambazlığı ile uzaktan yakından ilişkisi olmayan biri ip üzerinde rahatlıkla dururken izlenebilir.

Bu durum canlı beyinlerde çok sayıda anıların belleğe depolanması olayına benzetilebilir. Gerekliğinde herbiri arkasından anımsanarak ortaya çıkarılabilir, ya da bu anılarla karmaşık efektler düşünülebilir. İşte bu şekil bir yaklaşım ve benzeşimlerle beynin özel işlevlerine ilişkin "hologram kuramı" ortaya atılmıştır. İlk anda insana çok garip gelen bu kuram Paul PIETSCH tarafından yapılan deneysel araştırmalarla ilginç gelişmeler kaydetmiştir.

Paul Pietsch, deneylerine başlarken bu konuda elde edeceği sonuçların, bu kuramı çürüteceğini düşünüyordu. Hologram kuramında ortaya atılan "beynin tümüyle karıştırılması, aklın durumunu etkilemez" savı inandırıcı görülüyordu. Deneylerle sonuca gitmeyi isteyen Paul Pietsch, bu iş için en uygun örnek gördüğü semenderleri kullandı.

Semenderler hem karada, hem de suda yaşayabilen (amfibik) hayvanlardır. Hayvanlar aleminin sınıflandırılmasında balıkların bir basamak üstünde, kurbaların yarım basamak altında yer alır. Semender yavruları larvalar şeklinde, yaşamlarına suda başlar ve birkaç tür dışında genellikle başkalaşım (metamorfoz) geçirecek karada yaşamlarını sürdürürler. Semender larvasının beyini beyaz mermer parlaklığında, iğne deliğinden geçebilecek kadar küçüktür. Bununla birlikte tıpkı insanlarda olduğu gibi anatomik alt bölümlerden oluşmuştur. Asıl beyin (cerebrum), ara beyin (diencephalon), orta beyin, beyincik, omurilik soğanı (medulla) gibi.

Beynin bu alt bölümleri, bu denli küçük olmalarına karşı bir dizi davranış ve işlevleri yerine getirmekle karmaşık programları bünyelerinde yürütebilmektedir. Bir Semender larvasının en göze çarpan davranışı, yiyeceğe karşı olan yönelimidir. Semenler bir etoburdur, ama yalnızca canlı organizmaları yiyen bir etoburdur. Bir semender dişine uygun büyüklükte, hareket, eden her canlıya saldırır ve onu yutar.

Semenderlerin bir başka ilgi çekici özelliği

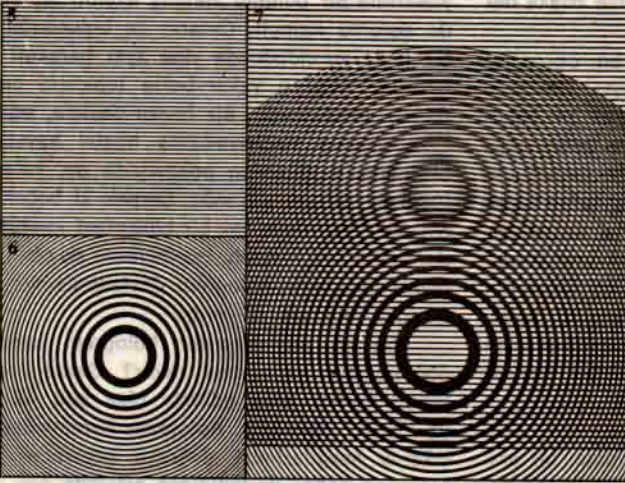
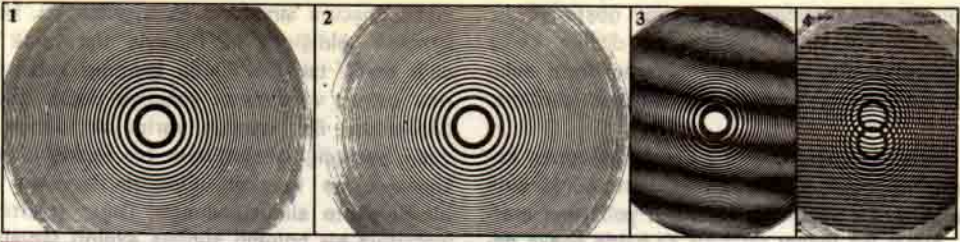
daha vardır. Kopan ya da kaybedilen uzantı organlarını yenileyebilir. 1768 yılında Lazzaro Spallanzani, bu konudaki incelemelerini yayınladığında, semenderler hayli ilgi görmüştü. Gerçekten semenderlerin ağır yaralara karşı olan dayanıklılığı biyologların hayranlığını kazanmıştır. Larvaların kesik bacağı veya kuyruğu bir ay, altı hafta içinde yerine geliyor ve yeniden işlevine başlıyor. Diğer uzuv ve dokular da aynı şekilde kendilerini yenileyebiliyor. Örneğin, koparılmış bir görme siniri, beyinle ilişki kurarak bir süre sonra yeni bir sinir lifi filiz veriyor ve göz yeniden görmeye başlayabiliyor. Beynin zedelenmesinde de aynı durum söz konusu oluyor. Sinir lifleri yeniden filiz vererek zedelenen kesimi örüyor ve bütünüyle yamıyor.

Pietsch'in ilk deneyleri aslında Lashley'in yaptıklarının bir yinelenmesi gibiydi. Semender larvalarının beyinlerini bir bölümünü bir operasyonla alıyor, alınan kesimin yeniden yamanmasını önlemek için de yerine omurilik parçalarını yerletiriyordu. Bu tür operasyonlar beynin her bölümü için yineleniyordu. Beyin-karıştırma deneyleri adı verilen bu işlemlerin sonucunda, hayvanlar operasyon sonrası komadan kurtulur kurtulmaz, ayırım göstermeksizin beslenmeye yöneliyordu. Beynin hangi bölümü alınırsa alınır sonuç aynıydı. Bu da gösteriyordu ki semenderin beslenme programı beynin belirli bir bölümünde bulunmuyordu.

Pietsch, başka deneylerinde de beyin yarımkürelerini alt-üst yerleştirmeyi denemiş, yani beyin yarımkürelerinin konumunu 180° çevirerek durumu izlemeye çalışmıştı. Bu operasyonlar sonucunda da semenderin beslenmeye yönelmesinde bir değişiklik olmamıştı. Pietsch daha sonra deneylerini, beyin bölümlerinin yerlerini karıştırarak yerleştirmek suretiyle sürdürmüştü. Örneğin orta beyni ön üst bölüme, ara beyin ve asıl beyin bölümünü de arka tarafa yerleştirmişti. Akla gelebilecek her türlü değiştirme düzenini uygulamasına rağmen hayvanlarda beslenme yöneliminin yine de aynı kaldığını görmüştü.

Pietsch, çalışmalarında fazladan bir sinir soğanının etkilerini görmek amacıyla küçük bir cins semender larvasının (amblystoma opacum) beyin ve sinir soğanını, daha büyük bir cins semender larvasının (amblystoma tigrinum) kafasına yerleştirmişti. Büyük cins larvanın beyinini tümüyle çıkarmış, ancak sinir soğanı kafada kalmıştı. Nakli yapılan küçük cins larvanın beyin ve sinir soğanını kafa boşluğuna yerleştirmiş ve diğer sinir soğanına aşılamaştı. Hayvanlar kendilerine geldiğinde beslenmeye başlamışlardı.

Paul Pietsch yaptığı deneylerden aldığı sonuç



Holografi, nasıl oluyor da bir cismin faz değişimlerinden yararlanarak cismin özgün yapısını yeniden ortaya çıkarıyor? Merkezleri ortak çemberlerden oluşmuş birbirinin aynı iki şekil düşünün. Bunlar, bir göle atılan taşın yarattığı küçük dalgacıkların bir temsilcisi olsun (Şekil : 1, 2). Eğer bu iki şekil merkezinden kaçık olmak üzere, ya da farklı üst üste getirilecek olursa, yatay çizgiler oluşturacak değişik girişim kalıpları görülür (şekil : 3, 4). Çizgi kalıpları doğrudan doğruya faz farkı ile değişmektedir. Çemberlerin merkezleri birbirine yakınsa (şekil : 3), faz farkı küçük olacağından yatay çizgiler arasındaki genişlik daha büyüktür. Merkezler birbirinden daha uzakta iseler, faz değişimi daha büyük olacağından çizgiler arasındaki genişlik daha dardır (şekil : 4). Bu ince çizgi aralıklarını (şekil : 5) aynı merkezli bir başka çember takımı (şekil : 6) ile üst üste getirdiğimizde, bu çizgilerin gerçekten yeterli bilgiyi içerdiğini ve halkaların aynı merkezli yeni çember takımlarını oluşturduğunu görebiliriz (Şekil : 7).

lara bir türlü inanamıyordu. Bu yüzden aynı deneyleri birçok kez yinedi. Pietsch, beyin-karıştırma deneylerine başlamadan önce, semender larvalarının sinir soğanlarını iyice incelemişti. Eğer sinir soğanı zedelenirse hayvanlar bilinçsiz kalıyor ve iki hafta içinde ölüyor. Eğer sinir soğanını zedelemeyen, yalnızca beyne bağlanan bölümü zedelenirse, hayvanlar kalıcı bir komaya giriyor, ancak yaşamları aylarca sürüyordu. Bu bakımdan beyin-karıştırma deneylerinde kullanılan hayvanın kendi sinir soğanı daima vücutta kalıyordu. Pietsch bir sonuca ulaşmak için son çare olarak, beslenmeyi yöneten programın sinir soğanında yer alabileceğini düşünmüştü. Bu varsayım, kuşkusuz başka deneylerin yapılmasını gerektiriyordu. Bu nedenle Pietsch dikkatini kurbağalar üzerinde topladı.

TADEMENDERLER

Yetişkin "leopar kurbağası" ünlü bir etoburdur, ama bu cins kurbağalar henüz genç bir yavru iken (iribaş) otlar beslenir, yani birer otoburdur. İribaşların, su içindeki bir tatlı su solu-

canını rahatsız etmeleri yalnızca onun kıvrımlı boğumlarına takılan yosun ve mantar parçalarına olan ilgisindedir, yoksa tatlı su solucanına bir saldırı değildir. Pietsch, "rana pipiens" cinsi bir iribaşın beynini "amblystoma punctatum" cinsi bir semendere nakletti. Bu serinin ilk üyesine "Punky" dını verdi. Punky, iribaş ile semenderin bir bileşimi idi. Pietsch, iribaş beyni taşıyan, semender vücutlu bu hayvanlara "Tademender" (Tadpole = iribaş + Semender) adını taktı. Operasyondan 17 gün sonra Punky, ayakta durma ve yüzme yeteneğini yeniden kazanmıştı. Gözleri görmüyor ama sese karşı duyarlılığı ve dokunma duyusu onda beslenmek dürtüsünü uyandırıyor. İçinde bulunduğu tase küçük bir çakıl taşı atıldığında oluşan "klınk" sesi onu uyarıyor ve hemen yüzerek sesin geldiği yere yöneliyordu. Bu arada aynı kabın içinde yer alan halkalı solucan da aynı yöne geliyordu. Ancak tademenderden solucana karşı bir saldırı gelmiyordu. Saldırı hareketi aslında gerçek bir semenderin beklenen bir özelliğiydi. Ama tademender bir kurbağa yavrusu (iribaş) beynini taşıyor-

du. Bu durum beslenme ile ilgili bilgilerin sinir soğanına da kazınmamış olduğunu gösteriyordu. Birkaç ay süresince izlenen bir düzine kadar tademender olayında hiçbir tademenderin solucanla beslenmeye yönelik bir hareketi görülmedi.

Punk olayından sonra Pietsch, hologram kuramına bütünüyle bakmaya başlamıştı, çünkü şimdiye kadar bu kuramı çürütmenin yollarının ararken, şimdiki ise inancı artmıştı. O halde başka deneyler yapmak gerekecekti.

Pietsch, Calvin Yates adında bir öğrenciyi kendine yardımcı olarak işe almıştı. Calvin'in görevi axolotl semenderlerini düzenli bir şekilde beslemek ve deneye hazır duruma getirmektir. Calvin, axolotl'lara ilginç bir besleme tekniği uyguluyordu. Önce axolotl'un bulunduğu kabin kenarına hafifçe vuruyor ve birkaç saniye durduktan sonra küçük ciğer parçasını önlerine uzatıyordu. Bir süre sonra bütün axolotl'lar buna alışmıştı. Kabin kenarına vurulan bir fiske axolotl larvasının hareketine geçmesini sağlıyor, kabin kenarına gelip yukarıya doğru bakarak kendisine sunulacak armağanı beklemeye başlıyordu.

ETKİLEYİCİ SONUÇLAR

Pietsch bir opacum'un orta beynine, bir axolotl'un ön beyni bağlandığında ortaya çıkacak durumun nasıl olacağını görmek istemişti. Bu amaçla Calvin'in axolotl'larından birini verici olarak seçmişti. Operasyonun sonucu 10 gün sonra belli oldu. Pietsch, semenderlerin reflekslerini kontrol etmek için, ameliyat sonrası komadan kurtulan hayvanların bulunduğu kaba hafif bir fiske vurur, eğer hayvan kendine gelmişse bir sıçrama hareketi yaparak bulunduğu yerden

uzaklaşırdı. Aynı şeyi axolotl'un ön beynini taşıyan opacum larvalarında uygulamıştı. Hayvan kendine geldiğinde bu fiskeyle sıçrayarak kaçacağı yerde tabağın içinde kıvranıp kabin kenarına gelmiş ve durarak yukarıya doğru bakmaya başlamıştı. Bu heyecan verici bir olaydı. Calvinin beslediği axolotl'ların bir tepkisiydi o yukarıya bakış hareketi. Opacum larvaları böyle bir harekete alıştırmamıştı. Diğer taraftan beyinlerinin bir bölümü alınmış axolotl larvalarının da durumu ilginçti. Onların da bulunduğu kaba bir fiske vurulduğunda yine aynı hareketi yaptıkları yani o yukarı-bakış tepkisini anımsadıkları görülüyordu. Bir başka deyişle, eğitimde kazandırılmış yukarıya-bakış bilgisi hayvanların beyinlerinin aktarılan bölümünde de, kalan bölümünde de yer alıyordu. Demek ki bellek, beyin sınırlandırılmış tek bir bölümünü kapsamıyordu. Böylelikle Pietsch, istemiyerek de olsa, öğrenilmiş tepkilerin hologram destesinde var olabileceğini bulmuş oluyordu.

Yapılan bu deneyler hologram kuramının doğruluğunu kanıtlamış mıdır? Gerçeği ortaya koyan veriler elde edilmiş olsa bile bu soruya "belki" denebilir. Hologram kuramından yola çıkarak sezgilerimizi doğruya götürecek akıllın tanımına doğru ilerlediğimiz ortamda çok geniş, soyut bir boşluğun olduğu görülecektir.

Şimdi hayali bir deney daha düşünelim: Bir an için geleceğin ileri teknolojisinde yeni bir hologram geliştirdiğimizi varsayalım. Tiyatro oyunu için hazırlanmış bir hologram yaptığımızı düşünelim: fakat bu, öyle bir hologram olsun ki, içinde canlandırdığı karakterler gerçek oyuncuların boyunda, bütünüyle renkli, canlı, hareketli ve sesleri oyuncuların ağızından çıkabilen "holografik" sesle donatılmış olsun. Oyun başladıktan kısa bir süre sonra tiyatroya girdiğimizi varsayalım. Sahnedeki oyuncuların gerçek oyuncu mu, yoksa holografik görüntüleri mi olduğunu anlamaya çalışalım. Bunun için ne gibi bir test uygulayabiliriz? Diyelim ki sahnede bir yangın çıktı. Bu durumda gerçek oyuncular ne yapardı? Kesin olarak söylemesek bile, davranışlarında bir değişiklik olacağı muhakkaktır. Peki holograf görüntülü oyuncular ne yapacaktı? Onların tepkilerinin ne olacağını kesinlikle söyleyebiliriz: "Hiçbir şey" Holograf oyuncular gösterilerini sürdürecektir.

D Ü Z E L T M E

Haziran (175) sayımızda yayınladığımız "Rubik'in Kübü Nasıl Çözülür" adlı yazımızda şekillerde yer alan ok işaretlerinden 5'i yanlış konulmuştur. Doğruları aşağıdaki gibidir :

Sayfa 34, 2. sütun, alttan 3. sırada soldaki karedeki ok sola. Sayfa 35, 2. sütun, alttan 2. sırada, 3. karedeki ok soldan aşağı. Aynı sütunda en alt sırada 1. karedeki ok soldan yukarı. Sayfa 36, 2. sütun, üstten 4. sırada, 1. karedeki ok üstten sola. Aynı sütunda, 5. sırada son karedeki ok üstten sağa.

Düzeltilir, okuyucularımızdan özür dileriz.

BELİRSİZLİK KAVRAMI

Canlı oyuncular ile onların hologramları arasındaki kuramsal fark nedir? Her ikisi de, temel soyut ilkeyle, göreceli faz bağıntısı ile ilgilidir. Bizim fiziksel hologramımızdaki bu bilgi evreni

ESNEK MANTIK

İnsan beyni birçok manzarayı, görüntüyü, cismi ve bilgi parçacıklarından oluşmuş fikirleri anında tanıyabilir. Bir elmayı gördüğümüzde, onun nasıl bir şey olduğunu hemen anlarız. Bilgisayarlardan çoğu ise, çok hızlı olmalarına karşın cismi tanıyabilmek için bir dizi soruya evet-hayır yanıtlarını vermek zorundadır: "Bu cisim mavi midir? Hayır. Sarı mıdır? Hayır. Kırmızı? Evet. Yenebilir mi? Evet. Bir meyve midir? Evet." İki-rakamlı sistemle çalışan bilgisayarlar (digital bilgisayarlar), bilgi parçasını oluşturan sorulara açma-kapama devre anahtarları vasıtasıyla yanıt verirler. Kıyaslamalı sistemde (analog sistem) ise soru yanıtları anahtar yerine kablodan geçen elektrik miktarının derecesine göre karşılaştırmalı yolla verilir.

Ancak yeni programlama sisteminde, bilgisayarların, kavramları bütünüyle anında kaydetmesi sağlanıyor. Digital ve analog bilgisayarların yaptıkları işlemler bu gün için de geçerliliğini korumaktadır. Bununla birlikte; şekil-durum algılayıcı bilgisayarların, üstelik birarada bulunan karışık şekillerden isteneni seçebilen, insan beyninin yeteneğine sahip olduğu

görülmüyor. Bu makinalara bir kavramın, örneğin bir çember şeklini tanımlayan matematik bilgi veriliyor. Bu durumda bilgisayarlar gördüklerinin arasından, istenilen şekille ilişkileri kurup geometrik kalıpları inceden inceye gözden geçiriyor ve diyoruz ki, bir üçgenler ve beşgenler kalabalığının arkasına saklanmış bir çemberi bulup çıkarıyor.

Daha karmaşık programlar, çok anlamlı şeyleri ayırtedebilen insan beyninin hünerlerini de taklit edebilirler. Herhangi bir bilgisayarın belli sayıda bilgiyi içine aldığı düşünülürse ve örneğin ona, bulunduğu ayın bilgisi aktarıldığında "biraz serindi" gibi bir bilgi verilirse, bilgisayar ister istemez şaşkınlıktadır. İşte zekanın, o şekilde bilgi taraması yapan "Esnek Mantık" olarak bilinen mantığın elektronik beyinlere de yerleştirilmesi artık olanaksız görülmemektedir. Berkeley, California Üniversitesinden Lofti Zadeh'in "uyumlu değer birimleri" olarak adlandırdığı, uygun bir değer aralığında çeşitli birimleri değerlendirebilen bilgisayarlar programlanabilecek ve bu değer aralıklarında esnek davranması sağlanan bilgisayarlar, örneğin "basıncı biraz düşür" veya "şu civatayı biraz daha sık" gibi istemlere karşılık verebilecektir.

Jeffrey KLUGER

henüz yenidir. Eğer gelecekte belli bir amaca ulaşmak isteniyorsa, geliştireceğimiz holograflar için karşılaştığımız sonuçlara şimdiden hazırlıklı olunmalıdır. Gerçek sahne oyuncularımızın bilgi evreninin koordinatları daha saptanamamıştır. Bu durumda gerçek oyuncuların akılları "sürekli belirsizdir". Hologramın koordinat sistemi ise tanımlanmıştır, yani "belirgin"dir. Sürekli belirsizlik aklın başlıca özelliğidir. Holograf yapıcıları bir yolunu bulup, hologramlara da sürekli belirsizlik kazandırılırsa o zaman gerçek oyuncu ile onun hologramı arasındaki fark anlaşılacaktır. Böylelikle hologramlar da bizler gibi davranışları öncesinden kestirelemeyen, tepki gösteren birer varlık olacaktır. Pietsch şöyle demektedir: "Bu konuda kişisel önsezim, gerçek kişi ile holografik görüntüsü arasında ne olursa olsun yine de bir ayırım görüleceğidir. Ancak bu, yalnızca bir önsezidir."

Science Digest'dan Çev :
Mustafa UZUNOĞLU

Akıllılar, zayıf taraflarını bildiklerinden, yanılmazlık iddiasında bulunmazlar; en çok bilen, ne kadar az bildiğini herkesten çok daha iyi bilir.

T. JEFFERSON

Yerine getirilmiş bir görevin mutluluğu başka bir görevi yapabilme gücünü yaratır.

G. ELIOT