

BİLGİSAYAR HOLOGRAM TEKNOLOJİSİNE GİRDİ

İnsan beynine daha çok benzeyen ve daha yetenekli bilgisayarlar geliştirmek isteyen araştırmacılar, beynin en önemli işleyiş biçimi olan hologramdan yararlanarak, yeni bir tip bilgisayar ürettiler. Nörobilgisayar adı verilen bu bilgisayarlar ile "düzensiz problemler"i çözmek mümkün hale gelecek.

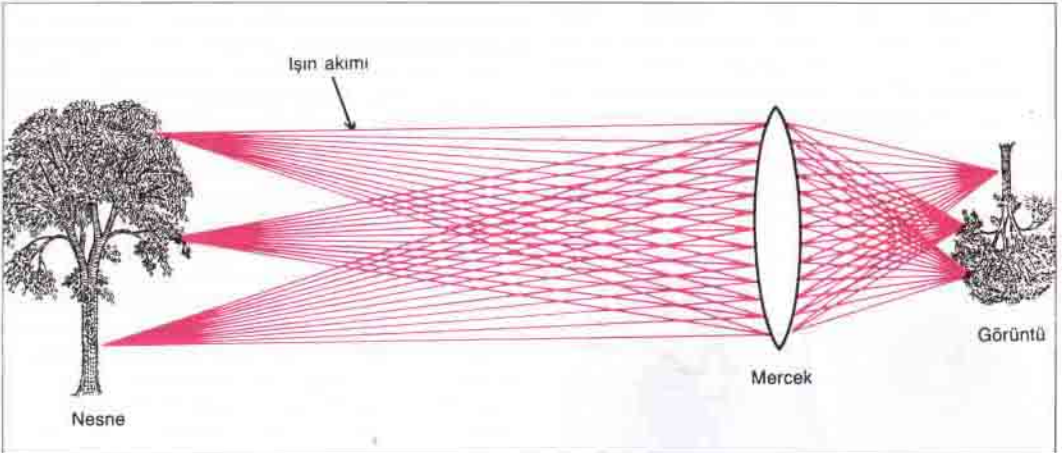
Aydın ARITAN

Bilgisayarlar, insan beynini örnek olarak geliştirilmiştir. İnsanın bilim ve teknik üzerindeki egemenliğinin artışı oranında da, birtakım ilerlemeler kaydedilmiştir. Günümüzde dev bir saklama ve işlem yapma kapasitesine sahip bilgisayarlar vardır. Hatta minicik hesap makineleri bile bir sürü işlemi, insan beyninden daha hızlı ve hesaplı bir biçimde yapabilmektedir. O halde, "bilgisayar insan beynini aşmıştır" diyebilir miyiz? Bazı noktalarda "evet"; ama konuyu biraz inceleyerek, aslında bilgisayarların da birçok yönden zayıf ve yetersiz oldukları ortaya çıkar.

Bir bilgisayar için en zor şey, tanıma tam yapılmamış bir şeyi "tanımaktır". Üç yaşındaki bir çocuk, resimde gördüğü bir ağacı hemen tanıyabilir; ama süper bir bilgisayar için bile, bu, çok zor bir problem olacaktır. Bunu daha iyi anlayabilmek için soruyu şöyle soralım: "Matematikle ilgili işlem yapma ile bir şekli tanıma arasındaki fark nedir?"

Şekil tanıma problemlerinin en belirgin özelliği, bunların tam ve kesin olarak tanımlanamaz oluşlarıdır. Bir ağacı tanıyabilmek için, düşünülebilen tüm ağaçların tiplerini ve biçimlerini kapsayan bilgilerin depolanmış olması gerekir. İş bununla da bitmez. Tanımlanması istenen sistemin değişebilecek ve olabilecek tüm biçim ve oluşumlarını kapsayan bir bilgi birikiminin de bilgisayara yüklenmesi zorunluluğu vardır. Bu da günümüz bilgisayar teknolojisinde kullanılan "elektronik model" ve "yanı letkenler tekniği" ile çok güçtür.

Çağdaş bilgisayarlar, "algoritma" prensibine uygun olarak çalışırlar. Önceden, sonuna dek belirlenmiş ve program olarak kaydedilmiş birtakım emirler ve uyarılarla, veriler üzerinde işlem bitene kadar çalışırlar. Bu mekanik bir düzen içinde emirlerin uygulanmasını ve



Optik mercek, çok iyi bir bağlantı elemanıdır. Bir nesneden gelen ışının her noktasını, kendi içinden geçirerek, yansıyan resmin üzerindeki ait olduğu nokta ile birleştirir. Günümüz bilgisayarlarında, veri aktarma işlemini gerçekleştiren entegre şalter sistemleri, çiplerin üzerine yerleştirilmiştir. Bunların üzerindeki şalterler birbirine çok vaklasırlarsa, aktarılan veriler

bundan olumsuz yönde etkilenirler. Oysa optik yapı elemanlarıyla gerçekleştirilecek bir aktarma işlemi sırasında, ışın demeti birbirine çok yakın olabilir, hatta bazı noktalarda kesişebilir; ama bu, aktarılan veriyi hiç etkilemez. Bu nedenle optik yapı elemanlarıyla milyonlarca veriyi aynı anda aktarmak ve birbirleriyle bağlamak mümkün olur.

Resimde görülen "şekil tanıma" deneyi, Kaliforniya Teknoloji Enstitüsü'nde uygulanmıştır. Deneyin amacı, hologram plâkasına kaydedilmiş olan resimler arasında, test edilen (sisteme girilen verinin) resmin hangisi olduğunu, bilgisayarın bulmasını sağlamaktır. Test edilen resim, ışın bölen bir ayna üzerinden geçirilerek sisteme yollar. Bu işlem için, bir diya pozitif üzerine laser ışını gönderilir. Işın bölen ayndan geçen laser, yoğunluk sınırlayıcı aletin ön yüzüne gelince, oradan yansır ve yeniden ışın bölen aynaya döner. Buradan belirli bir açı ile yansıtılan ışın, optik bir mercekle tarafından, üzerine çeşitli ağaç resimleri kaydedilmiş olan hologram plâkasına fikse edilir. Bu hologram, sistemin "hafızası"dır. Fikse edilen ışın sonucunda, birtakım şekiller oluşur. Bu oluşan şekiller parlaklığı ve netliği, test edilen resim ile hologramda kayıtlı olan resimlerin birbirine uygunluğu oranında artar.

Hologramdan gelen ışın, mercekle ve ayna yardımıyla diyaframa iletilir. Burada, test edilen ile hafızada kayıtlı olan dört ayrı resmin, değişik kombinasyonlarını içeren dört ışın örneği, birbirinden ayrılırlar. Işın, bu ayırmadan sonra yine bir ayna ve mercekten geçerek ikinci hologram plâkası üzerinde yoğunlaştırılır. Enformasyonu taşıyan ışın, daha sonra bir mercekle ve bir ayndan geçerek, yoğunluk sınırlayıcı elemanın arka yüzüne yansır. Burada oluşan yoğunluk örneği, ön yüzden yansıtılacak olan ışığın dağılmasını belirler. Çünkü, bu yoğunluk sınırlayıcının yapı elemanları yansıtıcılıklarını, arka yüzlerine vuran ışının yoğunluğuna göre değiştirirler. Arka yüzüne yansıyan resmin en parlak bölümleri, test edilen resme uyan hafızadaki kayda ait olduğu için, ön yüzden de bu resim yansıtılır. Sonra sistem, aynı biçimde dolanımına devam eder.

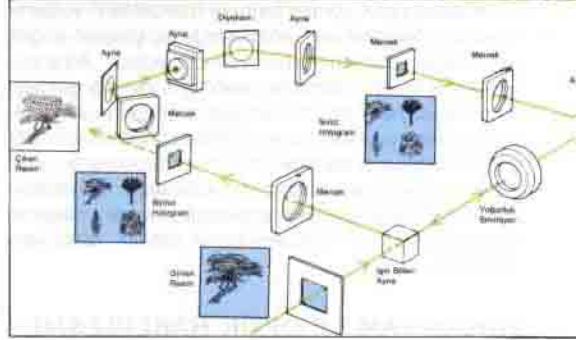
yürütülmesini sağlar. Ancak, her şeyi önceden belli olmayan "düzensiz problemleri" çözme ve "şekil tanıma" gibi konularda yetersiz ve zayıf kalırlar.

Yukarıda açıklamaya çalıştığımız problemleri aşabilmek için, uzmanlar, insan beynine daha yaklaşan, ona daha çok benzeyen bilgisayarların nasıl olması gerektiğini araştırmaktadırlar. İşte bu alanda yapılan çalışmalar, yeni bir bilgisayar tipinin doğmasına yol açmıştır. Kaliforniya Teknoloji Enstitüsü'nde geliştirilmekte olan bu bilgisayarlara "Nörobilgisayar" adı verilmiştir.

Nörobilgisayar, tıpkı insan beynindeki nöronlar gibi birçok işlem biriminden oluşmaktadır. Bu birimlerin, yine insan beynindeki gibi birbirleriyle çok yönlü ve karmaşık bir iletişime ve ilişkiye girebilmeleri için de, bugüne dek bilgisayar üretiminde kullanılmayan iki teknik özelliğe ihtiyaç olduğu ortaya çıkmıştır. Bunlar: "Optik" ve "Hologram" dir.

OPTİK YÖNTEMLER

İnsan beynine yaklaşılmaya çalışan Nörobilgisayarlar için en önemli nokta, birçok yönetim biriminin birbirleriyle olan çok yönlü ilişkileridir. Günümüz bilgisayar teknolojisinde yarı iletkenler ve elektronik sistem kullanılmaktadır. "Klasik hesaplama problemlerini algo-



Her bir dolanımda parlak resim, diğerlerinden daha çok ayrılarak, öne geçer. Sonuçta ilk hologramdan, çıkan resim olarak yansır. Böylece test edilen resim, hologramda kayıtlı olanlar arasında kendine benzeyeni "çağrıştırmış" olur. Bu yolla "hatırlanan" resim, çıkış verisi olarak cevaplandırılır.

ritmik yöntemlerle çözme konusunda yeterli olan bu teknoloji, "şekil tanıma" ve "düzensiz problemleri çözme" konularında ise yetersiz kalmaktadır," diye yineliyelim ve devam edelim.

Bilgisayarlarda kullanılan teknik (elektronik ya da optik) ve bilgisayarın göreceği fonksiyon (matematik işlemi veya şekil tanıma işlemi) ne olursa olsun, işlem iki temele bağlıdır. Bunlardan birincisi "mantıklı işlemler", ikincisi de "verilerin aktarılması" dir. Bir bilgisayarın güçlü ya da zayıf yanlarını anlamak için, olaya bu açıdan bakılması gerekir.

Yarı iletken teknolojisinde, çok küçük elektronik şalterler, birbirleriyle belirli bir mantık düzeni içinde birleşir ve kompleks bir yapı oluştururlar. Ama bu entegre şalter devreleri, yapı elemanları arasında ancak kısıtlı bir bilgi alışverişini gerçekleştirebilirler. Bunun nedeni de, çiplerin teknik yönden yetersiz oluşlarıdır. Çiplerde, bağlantılar elektrik telleriyle yapılır. Bunlardan birbirlerini etkilememeleri için de, çip üzerine belirli aralıklarla yerleştirilmeleri gerekir. İşte bu teknik kısıtlama, bir çip üzerine yerleştirilebilecek bağlantıların ve dolayısıyla da aktarılacak verilerin sayısını etkiler.

Bu güçlüklerin ve yetersizliklerin aşılabilmesi için, optik yöntemlerden yararlanılması ilk akla gelen çö-

züm olmuştur. Yönetim birimleri arasındaki iletişimin "mercekler" aracılığı ile yapılması, bu amaçla atılan ilk adımdır. İnsan gözünde bulunan mercek, ışığı milyonlarca noktadan oluşan bir demet biçimiyle algılar. Sonra da tüm bu noktaları, retinada bulunan yine milyonlarca hücreye aktarır. Mercekteki her giriş noktasının retinada bir karşılığı vardır. Böylece hiçbir nokta, aktarma sırasında engellenemez, yok olmaz. Ayrıca, ışık kümeleri mercekte geçerken, birbirleriyle karışmazlar. Kesişler bile, birbirlerini etkilemezler. Oysa elektronik bir nakilde, bu karışma ve kesişmeler, gelen verilerin değişip, engellenmesine ve hatta bozulmasına neden olmaktadır.

Kısaca optik yöntemlerin ve merceklerin kullanılmasıyla, elektronik veri iletilmesinde karşılaşılan engelleri ortadan kaldırmak mümkün olmaktadır. Ama bu, elektronik sistemin tamamen kalktığı anlamına gelmez. Nörobilgisayarlarda yer alan yapı elemanları ve yönetim birimleri, yine elektronik özellikleri taşımaktadır. Ancak bu birimler arasındaki iletişim ve haberleşme, yine aynı çip üzerinde yer alan ışık kaynakları ve dedektörler aracılığı ile gerçekleşmektedir. Bu yeni bileşime de araştırmacılar "Optoelektronik sistem" adını vermişlerdir.

HOLOGRAM VE OPTİK HABERLEŞME

Optik haberleşme ve iletişim için kullanılan araç, göz örneğinde mercektir. Bilgisayarda ise merceğin yeri, hologram almıştır. Hologram, üç boyutlu fotoğraf tekniği olarak bilinir. Ama, bilimsel açıdan en önemli özelliği, bir ışık kümesinin yönünü ve hacim içindeki dağılımını mükemmel bir biçimde kaydedip, sonra aynı netlikte yeniden verebilmesidir. Normal mercekler, üzerlerine yansıtılan ışının her noktasını, plâka üzerine yine tek bir nokta halinde aktarırlar. Oysa hologram bu yönde programlanırsa, birçok noktada yansıtılabilir.

Fotografik özellikler taşıyan bir düzelysel hologram plâkası, bir yandan verilen ışık dalgasını, öte yandaki bir nokta üzerine aktarabilir. Bunun gerçekleştirilmesi için, gelen ışığın dalga boylarının ve noktalarının sayısının, hologram plâkasındaki etki alabilen noktaların sayısından fazla olmaması gerekir. 6 santimetre karelik bir hologram plâkasında bu sayı 100 milyon civarındadır. Böylece 10.000 yönetim birimini birbirine bağlamak mümkün hale gelir. Bunu, silisyumdan oluşan bir çip üzerinde, elektronik bağlantılarla gerçekleştirmek ise, çok zordur.

Fotorefraktif bir kristal içinde üretilen hacim hologramları ise, ışık kaynağı ile ışık alıcı arasında daha geniş bağlantı imkânları sağlarlar. Böyle bir kristal ışıklandırıldığında, ışığın yoğunluğu modeline göre oluşan elektrik yüklenmeleri ortaya çıkar. O bölgedeki yüklenmelerin yoğunluğu, kristalin kırılma indisini belirlediği için de, kristal üzerine düşürülen görüntü, holograma hacimsel bir kırılma indis modeli olarak kaydolur. Daha sonra kristale ışık verildiğinde, kaydedilmiş olan resim ya da görüntü, hiç kayıpsız olarak yeniden elde edilir.



Resimde, ortada bir "hacim hologram" görülmüştür. Hacim hologramlar da, düzelysel hologramlar gibi, kendilerine yansıtılan laser ışığını, daha önceden programlanmış olan yöne yönlendirirler. Düzelysel hologramlarda kayıt, fotoğraf filmine benzer bir plâka üzerine yapılmaktadır. Hacim hologramlar ise fotorefraktif kristal içinde üretilirler. Böyle bir kristale ışın verildiğinde, elektrik yüklenmeleri meydana gelir. Bunların hacim içindeki dağılımları da, ışının hacim yoğunluk modelini yansıtır. Oradaki lokal yüklenme yoğunluğu, lokal kırılma indisini (örneğin ışının hızını) belirlediği için de, kristal, holografik resimleri, bir kırılma indis örneği olarak kaydeder. Böyle bir hologram, ışın kaynağı ve ışın alıcı iki merkez arasında optik bir bağlantı modeli oluşturur. Her resim için ayrı bir model olarak biçimlenen bu örnekler, ışın verildiğinde, yeniden canlanırlar. Resimdeki örnekte, sağdan gelen ikili laser ışını, hacim hologram tarafından sol ileriye uzanan dörtlü bir ışın haline getirilmiştir.

ŞEKİL TANIMA VE DÜZENSİZ PROBLEMLER

Bir şekli, bir nesneyi tanımak, belirli kurallara bağlı değildir. Tanıma olayını, algoritmik bir formüller dizisine indirgemek hiçbir zaman mümkün olmaz. Yapılan, belirli problemleri çözmeye hiç benzemeyen bu türlü durumlara, bilgisayar teknolojisinde "düzensiz problemler" adı verilir. Anlamı da "kesin ve eksiksiz tanımlamadan yoksun oluş" tur. Matematikte buna "entropi" denir. Entropi, bir sistemin düzensizliğinin ölçüsünü belirtir. Bir başka deyişle de, bir problemin tanımlanması için gereken bilgi ve oluşumların tümü demektir. Düzensiz bir problemin tanımlanması, olabilecek tüm çözümlerin bir listesini içereceği için, böyle problemlerin entropisi diğerlerinden, yani yapısal olanlardan daha büyüktür.

Düzensiz problemlere en iyi örnek, "bir ağacı tanıma" konusudur. Hemen tüm insanlar, bir ağacın nasıl olduğu konusunda bir fikir sahibidirler. Ama "yabancı bir planetten gelen bir uzaylıya bunu kesin biçimde tanımlayın" deseniz, olayın güçlüğü ortaya çıkar. Dalları, yaprakları ve bunların yeşil renk ile ilişkilerini bilmeyen birine, ağacı anlatmak çok zordur. Bu yabancıya çeşitli ağaçlar, dallar, yapraklar ve yeşilin değişik tonlarını gösterilecek bile olsa, neticede tüm ağaç türlerini kapsayacak bir tanımlama yapılamamış olur.

Oysa, dünyada yaşayan bir kimse, birçok şeyi bey-

ÖZÜRLÜLER İÇİN TELEFON

Ellerini kullanamayan özürli kişiler için geliştirilen özel bir telefon sayesinde bu kimseler de yardıma ihtiyaç duymadan telefon edebilecekler. Yeni geliştirilen bu telefon, Berlin TU şirketi ile Elektronik İletişim Yardımları Enstitüsü'nün ürünüdür.

Telefon edecek kişi, seçeceği numarayı ağızla kullanılan bir aletle belirler. Bunu da üflemler ve içe çekmeler dizisiyle gerçekleştirir. Kişi seçtiği numaraları bir ekran üzerinde kontrol etme imkanına sahiptir.



Yeni geliştirilen bu telefonla özürliülerin özerklik sınırı biraz daha genişlemiştir.

Hobby'den Çev: Abdullah YILMAZ

ninde toplamıştır. Ona "ağaç" demek, eski ve yeni pek çok bilgiyi ve anıyı çağrıştıracak ve sonuçta herkesçe bilinen bir tanım ve kavrayış çıkacaktır. Böyle yıllarca sürmüş bir bilgi birikiminden yoksun olan bilgisayara ise, tıpkı uzaylıya yapılacak gibi ağacın bütün özelliklerini kesin ve eksiksiz olarak anlatmak, tüm bu verileri kaydetmek gerekir. Bu ise, çok büyük bir zaman alacaktır. Daha da önemlisi, bu kadar çok veriyi çiplerine yükleyecek dev kapasiteye sahip bir bilgisayar, henüz yoktur. Kısaca, büyük bir emek ve zaman kaybıyla karşılaşılacağı kesindir. Ayrıca kaydedilen veriler ile sonradan girilen verilerin aynı biçimde, eksiksiz ve tam olması gerekecektir.

Optik teknikleri kullanarak, bilgisayara çok fazla sayıda veriyi yüklemek mümkündür. Ancak, bu yolla bile bir düzensiz problemi çözmek kolay olmaz. Öncelikle, çok fazla sayıda veriyi birbiriyle karşılaştırmak, çok zaman alacaktır. İkinci olarak da, yüklenen veriler ya da önceden kaydedilmiş olanlar, eksik ve yanlış olabilirler. Böylelikle de bunlar arasında bir uyuma ortaya çıkmaz ve çözüm bulunamamış olur. Düzensiz problemleri çözebilmenin tek yolu, bütün olabilecek sonuçları "hatırlamaktan" geçer. Bu da, tıpkı insan beyininde olduğu gibi, çağrışımlara dayanır. Böyle bir durumda veriler eksik ya da hatalı girilmiş olsa bile, "hatırlama" gerçekleşir. Bir nesnenin bazı parçalarının algılanması, beyinde o nesnenin tümünün hatırlanmasını sağlar. İşte buna "beynin holografik işleyişi" adını veriyoruz. Nörobilgisayarlar da, hologram plâkalarından yararlanarak, bu üstün özelliğe ulaşabilmektedir. Nasıl ki biz, bir kişiyi görür görmez adını, huylarını ve birçok şeyi hatırlıyorsak, nörobilgisayarlar da buna benzer biçimde, yetersiz verilerle bile şekilleri tanıyabileceklerdir.

NÖROBİLGİSAYARLA YAPILAN DENEYLER

Nörobilgisayarla ilgili ilk denemeler, Amerika'nın Pasadena şehrindeki Kaliforniya Teknoloji Enstitüsü'nde yapılmıştır. Bu deneylerin en belli başlı özelliği, kullanılan düzlem plâkaların arkasına verilen ışığın yo-

ğunluğu değiştirildiğinde, bunların ön yüzlerinin yansıtma niteliklerinin de değişmesidir. Yaklaşık 10.000 yapı elemanından oluşan bu plâkalardaki elemanlar, tıpkı birer nöron (beyin hücresi) gibi davranırlar. Yani, her soruya otomatik olarak aynı cevabı vermezler: Değişen etkilere göre, tepkileri de değişir ve farklı olur. Arka yüzeylerine verilen ışığın yoğunluğuna göre, davranışları değişir. Her yapı elemanı için bu ışık yoğunluğu, optik bir düzenleme tarafından belirlenir. Bu iş için iki düzeyel hologram, aynalar, mercekler ve bir diyafram kullanılır. Böylelikle bağlantı ağı tamamlanmış olur. Her iki hologramda da aynı resimlerin kayıtları bulunur; ama bunlardan birinde resim kenarları daha koyu tutulmuştur. Bütün sistem optik bir akış için düzenlenmiş olduğundan, sürekli bir yeniden geriye dönüş söz konusudur.

Tanınması istenilen resim, yapı elemanlarından oluşan plâkanın ön yüzüne yansıtılır. Oradan da optik sistem aracılığı ile hologramlara kaydedilmiş resimlere ulaşır, geri döner ve tekrar aynı yoldan holograma varır. Bu hızlı dolanım sırasında ikinci hologram, kendinde kayıtlı bulunanlardan, gönderilen resme en uygun olanına ait görüntüyü, kendinden sonraki optik elemanın arka yüzüne yansıtır. Bunun üzerine oradaki yapı elemanlarından bazıları, aldıkları bu etkiler ile yansıtıcılıklarını değiştirirler. Böylelikle yeni optik dolanım için, bir resim taslağı belirir. Sürekli dolanımlar ile bu resim güçlenir, hatları keskinleşir ve sonuçta, yansıtılan resim aynısı, holograma kaydedilmiş olan resmi uyarmış ve bu da çıkışı resmi olarak "hatırlanmış" olur. □

Yararlanılan Kaynak:

Spektrum der Wissenschaft, Mayıs 1987, Sayfa 54 - 62.

**Zaman, İçinde Her Şeyin
Öldüğü Şeydir**

Schopenhauer