

mızın mantıklı sonuçları olsun istiyoruz. Teorik yorumlarımızın aracılığı ile gerçekliğin kavranabileceği inancı olmadan, evrenimizin iç uyumuna inanılmadan, bilim olamazdı. Bu inanç, bütün bilimsel yaratmanın temel güdüsüdür, (motive) ve hep öyle kalacaktır. Evrenimizin uyumlu olduğu inancını, o hiç sarsılmayan ve karşımıza çıkan engeller arttıkça daha da kuvvetlenen inancı anlamaya duyulan öncersiz özlemi, baştan sona bütün çabalarımızda, eski ve yeni görüşler arasındaki her dramatik kavgada tanıyoruz...» (4)

Bakın!.. Nereden kalktık, nerelere geldik?..

Füze'lerin «Uzay Ortamına Uyumu»ndan başlamıştık. «Astronotlar'ın, Çekimi Olmayan Çevreye Uyumları»na oradan da «Uzay Bahçesi»ne ve oksijen karbon dioksit alış-verişi arasındaki denge durumuna

geçtik. Sonunda da «İnsanın Evrimi» ve «Evrenin Evrimi»ne dek vardık!..

Anlaşıyor ki, bu yazıyı yazarken, çeşitli hareketler yapmamız sonunda, «böyle bir uyum ve denge durumu» kurabilmiş olduk. Ona uyumda bulunup bulunmama, sizin davranışlarınıza bağlı olacak ve bu durum dahi, işte, yine bir «Sibernetik Denge Durumu» olacaktır.

- (1) HAGGERTY James, J. Jr. : SPACECRAFT, National Science Teachers Association New -York, 1962. Sa : 81.
- (2) KOÇER Melih : İNSAN FEZA VE ÖTESİ, İstanbul 1961. Sa : 67.
- (3) CALDER Ritchie : MAN AND THE COSMOS, Penguin Books, Middlesex, England. 1970. Sa : 273.
- (4) EINSTEIN Albert, INFELD Leopold : THE EVOLUTION OF PHYSICS (Fiziğin Evrimi) Çeviren : Oner ÜNALAN, Ankara 1972. Sa : 281.

HOLOGRAFİ ELEKTRONİK BİLGİ İŞLEM SİSTEMLERİNE UYGULANIYOR

Bu yazı, Werner W. Kulcke ile yapılan bir konuşmaya dayanılarak hazırlanmıştır.

- Laser, gözün üstünlüğünü sarsacağına benziyor. Holografi, bir nesnenin üç boyutlu görüntüsünü, eksiksiz olarak, yeniden yaratabiliyor. Bir hologramın tek bir parçası bile, imgenin bütününi yeniden kurabiliyor. Bir tek fotoğraf camı, üzerinde birçok hologram taşıyabiliyor, böylelikle birçok bilginin tek bir yerde yığılması olanağını sağlıyor. Yeni bileşim tekniklerini araştıranları ilgilendirecek özelliklerdir bunlar...
- Elektronik Bilgi İşlem Sistemi, günün birinde holografiden yararlanacaktır ama, simdilik, sayısal benzetleme yoluyla hologramlar yaratılması yöntemini ortaya koyarak, holografinin ilerlemesine katkıda bulunuyor. Bu araştırmalar, simdiden, yapı kristalografisi, akustik gibi birçok alanda uygulamalara geçilmesine olanak sağlıyor. Laser'in kullanımının bileşim alanında açtığı yollar, çok umut verici, işletme sistemlerinin hologramlara dayandırılması öngörülmekte...

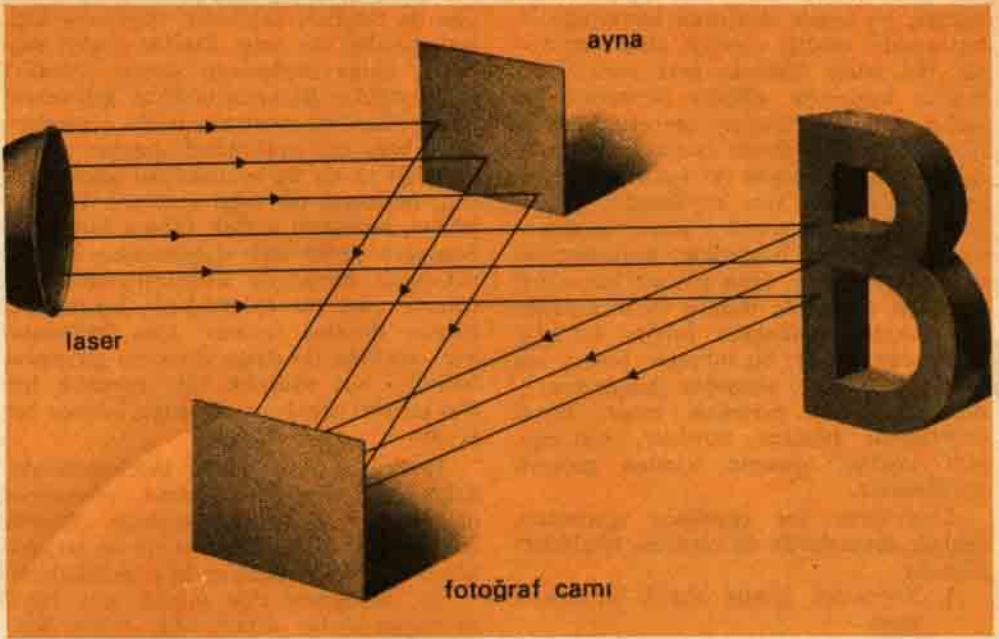


Tarih öncesinden başlayarak bugüne gelesiyeye, gözleriyle edindiği bilgi, insanı düşündürüp uğraştıran başlıca konulardan biri olmuştur. Kayalara çizilen resimler, Rönesans resminin perspektif araştırmaları, David Brewster'in stereoskopik resimleri, anaglifler, hep, belli bir gerçekliğin görüntüsünü yaratma çabaları olarak ortaya çıkmış, belirli çerçevelere görsel bilgileri elden geldiğince büyük sayılarda sığdırma yollarının aranması anlamını taşımıştır. Ne var ki (1960 yılında Theodore H. Maiman, laseri kullanılabilir bir biçime sokuncaya değin) Euklides'in üçüncü boyutunu verebilmek söz konusu olunca, gözün yerini hiçbir şeyin tutamayacağına inanılmıştı.

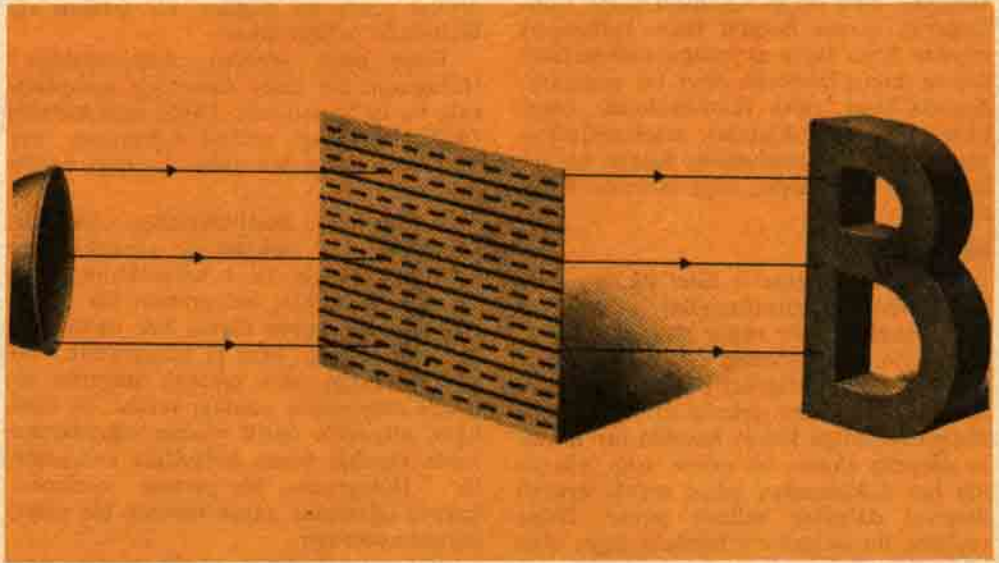
Bilindiği gibi, 'iki gözle görme'de, beyin, kendisine ulaşan bilgileri bağlantılı uzaklık terimlerine çevirir.

Üç boyutlu fotoğrafın en ileri biçimleri bile, gerçek uzayın ancak 'yaklaştırmaları' olarak kalır. Bu uzayın ögeleri arkasında birtakım bilgiler gizli kalır; bu ögeler, başka ögeleri saklayan bir çeşit perde haline gelir. Doğrudan doğruya görüşte, gözün baktığı yerin değişmesi, yeni bilgilerin ortaya çıkmasını sağlar; oysa üç boyutlu bir fotoğrafta öyle bir şey olmamaktadır.

Bugünse, gerçek laser, gerek laser'in doğrudan doğruya uygulanması olan holografi, görsel bilgi işleminde gözün üstünlüğünü sarsacağına benzetilmektedir. Laser sözcüğü, '**Light amplification by stimulated emission of radiation**' sözlerinin baş harflerinden oluşturulmuştur. Bir enerji kaynağının (ışık kaynağı, radyo kaynağı ya da elektron demetinin) saldırdığı enerjiyi emen, katı, sıvı, ya da gaz niteliğinde bir



Hologramın çıkarılması «Karşılaştırma» demeti ile «bilgi taşıyan» demet.



İmgenin yeniden oluşturulması Hologramın bir laser demetiyle aydınlatılışı.

madde, bu aygıtı oluşturan temel ögedir; bu madde, emdiği enerjiyi elektromanyetik bir ışına halinde geri verir. Maiman'ın aygıtında, silindirik biçiminde bir yakut çekirdek, bunun çevresinde elektronik şimşekler ileten sarımlar, bunların da hepsini çevreleyen iki ayna vardır; bu aynalardan biri, yarı saydamdır. Yakut, şimşegin saldıği enerjiyi emer, atomlarının birçoğu da, böylelikle, başlangıçtaki durumlarına göre daha yüksek bir enerji düzeyine erişir. Bu düzeye varınca atomlar, yakutun ekseninde yayılan fotonlar çıkarmağa başlar; bu fotonlar, birkaç kez aynalarda yansır, şimşegin saldıği enerjinin yeniden bir parçasını emer, kendi enerjilerini böylece büyütür, sonunda, yarı saydam aynanın içinden geçerek uzaklaşırlar.

Laser'lerin her çeşidinin ışınımları, değişik derecelerde de olsa, şu nitelikleri gösterir :

1. Yoğundur, içinde büyük bir enerji taşır,
2. Arıdır, neredeyse tek renkli olur,
3. Zaman' içinde tutarlıdır, çıkan dalgalar, faz uygunluğu içerisindedir,
4. Uzay içinde tutarlıdır, yönelirliği büyüktür.

Yaratılışından bu yana laser'in pratik alanda birçok uygulaması yapılmıştır. En tanınanı, ama en az ağırbaşlı olanı, Goldfinger'in James Bond'u laser kullanarak boydan boya ikiye ayırmağa kalkmasıdır. Ancak, tartışılabilir olan bu uygulama dışında laser, tıpta (kanserojide, dişçilikte, göz cerrahlığında), telekomünikasyon alanında, astronomide, fizikte, bir de, holografi dolayısıyla, bilgi işlemde kullanılmıştır.

HOLOGRAFI

Holografi ('holos = tüm' ile 'graphiein = yazmak'tan türetilmiştir), tutarlı bir ışık demetinin bir nesne üzerinde yansıtılmasıyla bu nesneden çıkan dalga cephesinin taşıdığı bilgileri bir fotoğraf camı üzerine kaydetme tekniğidir. (Işık, bir düzlemsel dalga katarı halinde bir nesneye çarptığı zaman bu nesne, ışığı, yüzeyinin her noktasından çıkan ortakmerkezli dairesel dalgalar halinde yayar. Dalga cephesi, bu dalgaların tümüne teğet olan yüzeydir). Holografi, ne fotoğraf makinesi ister, ne de mercek.

Holografi ile fotoğrafı birbirinden ayıran nedir? Bunu görelim :

Fotoğrafçılıkta, bir nesne üzerinde yansıyan ışık, büyük sayıda bilgi ileterek fotoğraf emülsiyonuna varır, bu emülsiyon

da bilgileri kaydeder. Nesnenin biçimi, ışıklılığı ile rengi üzerine bilgiyi taşıyan, dalga cephesinin yanayı (profili) ile genliğidir. Bununla birlikte, geleneksel fotoğraflar, bu nesnenin başka nesnelere göre bağıntılı uzaklıkları üzerine olsun, kalınlığı ya da üç boyutluluğu üzerine olsun, herhangi bir bilgi veremez. İşte bu bilgiyi, holografi sağlar. Çünkü holografi, nesneden gelen ışık dalgalarının bir tane-dalga demetiyle karşılaştırılarak bu demete göre faz aykırılığının hesaba katılması ilkesine dayanır. Aynı frekansta, aynı genlikte iki dalga dizisinin girişmesi halinde, biri aydınlık biri karanlık bir dizi girişim saçığının oluştuğu, bilinen bir şeydir.

İmdi, bu saçakların incelenmesiyle, dalga cepheslerinin yayılma yönlerinin oluşturduğu açılar saptanabilir. Tutarlı iki ışık demeti kullanılmasıyla de bu nesnenin engeleri üzerine bilgi edinilebilir.

Bir hologram elde etmek için, ikiye böldüğümüz bir tutarlı ışık demeti kullanırız. Demetin bir yarısı ayna yardımıyla doğrudan doğruya fotoğraf camı üzerine yansıtılır; bu demet, karşılaştırma demetidir. İkinci yarısı ise, holografisi yapılan nesne üzerinden fotoğraf camına yansıtılır; bu demet de, nesneye ilişkin bilgileri taşıyan demettir. Cam banyo edildikten sonra bu bilgiler, bir girişim ağı biçiminde ortaya çıkar.

İmge nasıl yeniden oluşturulabilir? Hologramı bir laser demetiyle aydınlatarak, bu işi yapabiliriz. Laser ışını kırınım (diffraction) ağı rolünü oynayacak, her 'aydınlık' nokta bir dalga kaynağı haline gelecektir.

Hologramın özelliklerinden biri de, kendisinin her noktası ile nesnenin her noktası arasında 1'e 1 karşılıklılık olmasıdır. Gerçekte, hologramın bir parçasında bile, nesneye ilişkin her türlü bilgi bulunmaktadır, öyle ki hologramın bir parçacığından yola çıkarak imgenin tümünü elde etmek olanağı vardır. Bu özelliğin, bilgilerin optik yoldan yığılmasında taşıdığı önem kolaylıkla anlaşılabilir: Hologramın bir yerinin çizilmesi, kazaya uğraması, zarar verecek bir sonuç yaratmayacaktır.

Hologramın ilginç bir özelliğini daha sayabiliriz: Aynı fotoğraf camı, üzerinde birçok hologramı taşıyabilir. Bu sonuca ulaşmak için, değişik resimler çekerken laser demetinin gelme açısını değiştirmek yeter. İmgenin yeniden ortaya çıkarılabilmesi için de, camı, belli değişik açılardan

aydınlatmak yetecektir; o zaman hologramı yapılmış nesnelerin biri, ya da öteki ortaya çıkacaktır. Bilgi yığımlanmasında bunun da ne denli önemli olduğu açıktır. Elektronik Bilgi İşlem Sistemlerinin bu teknikten yararlanmış olmasına şaşılmaz.

SAYISAL HOLOGRAFI

60'lı yıllarda, üçüncü kuşak Elektronik Bilgi İşlem Sistemlerinin gelişmesi, Michigan Üniversitesi araştırmacılarını, holografi ile sayısal benzetleme arasında bir ilişki kurmağa götürdü. Yalın bir düşünceden yola çıkıyordu bu araştırmacılar: Bir imgenin koordinatlarının tümünden yararlanarak, sistem yardımıyla bir hologram yapılması... Birçok uzman, bu sonuca ulaşılabileceğine pek inanmıyordu; yapılması gereken hesapların sonsuz sayısı, çağın sistemlerinin olanaklarını aşıyordu. Houston IBM Merkezi uzmanları, hem holografının uygulanma yollarından yararlanmak, hem de bu lafın altında kalmamak için, çalıştılar, sistem yoluyla hologram yapmağı başardılar; bunun gerek matematik yönünden, gerek iktisat yönünden yapılabilirliğini kanıtladılar. Fourier'nin çalışmaları ile Kirchhoff'un kırınım kuramına dayanarak, önce, üç boyutlu bir nesneyle bu nesnenin (fotometri-deki anlamıyla) aydınlığını tanımladılar, nesnenin kirdığı dalga cephesini hesapladılar. Daha sonra, karşılaştırmanın yapılmasına yarayacak ışık demetini hesaplarına kattılar, ortaya çıkacak dalga girişimlerini, fotoğraf emülsiyonunun kaydedeceği biçimde düşünerek bunların da hesabını yaptılar. Programda bin kadar yönerge vardı. Fourier'nin dönüşümler hesabı için Golley - Tuckey'nin hazırladığı algoritma yardımıyla yapılan program, alışlagelmiş tekniklerin gerektireceği 500 milyon işlem yerine, işlem sayısını 2 milyona indirdi.

Bu deneyde nesne olarak alınan 'IBM' harflerinden bu çalışmalar yoluyla elde edilen hologram, bu harflerin 256 değişik görünümünü veriyordu; böylelikle, nesne, havada asılı duruyormuş gibi görünebiliyordu. İki boyutlu bir nesnenin sayısal hologramını yaratmak için bir saatten az zaman gerekmektedir. Bu sorunun tersi, yani bir hologramdan yola çıkarak bir nesnenin matematiksel yoldan yeniden kurulması, daha güç bir iştir ama bunun da üzerinde çalışılmaktadır.

Sayısal holografi, tasarımların gözle görülür hale getirilmesinde son derece ilginç bir yöntemdir. Örneğin, bir araba prototipinin maketi üzerinde çalışılırken sayı-



sal holografi, bu maketin uzay içerisinde, değişik açılardan görülmesini sağlar. Birtakım parametreler değiştirilerek, yaratacakları sonuçlar gözle görülür hale getirilebilir.

Bayındırlıkta, coğrafyada, matematikte, bir sanat yapınının, bir yerin, ya da bir yüzeyin gözle görülür hale getirilmesi ne zaman söz konusu olursa, bundan yararlanılabilir.

Optik alanında, bir merceğin parlatılmasının denetimi gibi ince bir işte, sayısal holografi yararlı olabiliyor. Merceğin kesin matematiksel betimi, bir hologram hazırlanması olanağını verir. Mercek işlenirken bu hologram da yanında bulundurulursa, istenen biçimden her saptamada birtakım dalga girişimi saçakları ortaya çıkacak, bizleri uyaracaktır.

Bir protein molekülünün üç boyutlu yapısını tanımlayarak, sistem X ışınli kristalografide önemli ilerlemeler kaydedilmesini sağlamıştır. Bugün, sayısal holografi yöntemi kullanılarak, mikroskopun göremeyeceği öğeleri gözle görülür hale getirmek, görüntülerini büyültmek, olabilirlik alanına girmiştir. Bunların imgesini görünür hale getirmek için, hologramın hazırlanmasında kullanılan dalga uzunluğundan daha büyük bir dalga uzunluğu kullanmak gerekmektedir. Büyültme katsayısı, dalga uzunluklarının ayırımına bağlıdır. Houson'daki araştırmacılar, tutarlı gamma ışınları aracılığıyla bir bilurun hologramını elde etmeğe çalışıyorlar. Elektronik Bilgi İşlem Sistemi, bu holograma dayanarak bir imge oluştura-