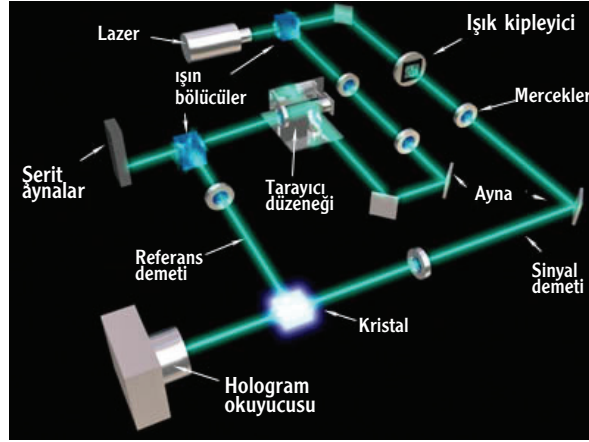


VERİ SAKLAMAMANIN ÜÇÜNCÜ BOYUTU

Bilgisayar teknolojisi alanındaki ilerlemelerin en önemli ve belki de tüketicilerin hayatlarını en çok kolaylaştıranlarından biri, bilgiyi saklama kapasitesi ve bu bilgiye erişme hızı konularındaki teknolojik yenilikler. Bu yenilikler sayesinde hem bireysel kullanıcılar, hem de şirketler, kendilerine ait daha çok veriyi güvenle saklayıp bu verilere diledikleri zaman çabucak erişme olanağı kazanıyorlar. Günümüzde İnternet üzerinden sunulan e-posta servislerinin tümü, kullanıcılarına neredeyse 1 gigabaytlık bellek alanlarını ücretsiz olarak sunuyor. Piyasaya sürülen yeni cep bilgisayarlarının sahip oldukları 60 gigabaytlık veri saklama kapasitesi, yalnızca beş yıl önce bile herhangi bir masaüstü bilgisayarda rastlanamayacak kadar büyük bir kapasite. Cep telefonlarımızda bugün adres defterlerimizi, ajandalarımızı, fotoğrafları ve video görüntülerini saklayabilmemizi de yeni nesil bellek çiplerine borçluyuz. CD ve DVD teknolojileriye müzik dinleme ve film izleme alışkanlıkları ve biçimleri üzerinde köklü değişiklikler yarattı. 1980'lerin başında ortaya çıkan ve veri saklamada devrim yaratan CD teknolojisinin doğuşuyla birlikte, veriyi saklamak ve okumak için ışığı kullanan cihazlar gündeme geldi. Çapı 120 mm, kalınlığıysa yaklaşık 1,2 mm olan CD'ler 783 megabayt veri kapasitesine sahip ve bu da yaklaşık 1 saat 15 dakika uzunluğundaki bir müzik kaydını saklayabilmeleri anlamına geliyor. 1997 yılında piyasaya çıkan DVD'lerin günümüzde varolan çift taraflı örneklerinin saklama kapasitesiye 15,9 gigabayt, bu da 8 saatlik bir filmi saklayabilmeleri demek. Bu ikisi günümüzün saklama gereksinimlerini karşılıyorsa da, artan tüketici talebine yanıt verebilmek için, saklama teknolojilerinin evrimlerini sürdürmesi gerekiyor. Zaten günümüzde gelinen noktada, sayısal veri saklama teknolojilerinin tümü kendi açmazlarına hızla yaklaşmakta. Sabit sürücülerdeki manyetik malzemelerin yoğunluğu hızla temel bir fiziksel sınıra doğru ilerlemekte. DVD teknolojisiye tika-basa doldurulsa bile, uzun bir filmi saklayabilmemizin ötesine geçemediği için yetersiz kalacağı günler pek de uzak değil. Daha fazla veri saklama olanağı sunan manyetik bantların olumsuzluğuysa, saklanan veriye erişim konusunda oldukça zahmetli bir süreç barındırıyor olmaları ve dayanıklılıklarının on yıllara sınırlı olması.



Yüzey Alanından Hacime Geçiş

CD, DVD ve manyetik bant teknolojilerinin tümü, bilgi bitlerini kaydedici bir ortamın yüzey alanı üzerinde saklıyor. Saklama kapasitesinde devrim yaratacağı düşünülen holografik saklama sistemlerinin temel mantığıysa saklama teknolojisini bu yüzey alanıyla sınırlı iki boyutlu düzlemden ileriye götürerek, üç boyutlu düzleme ulaştırmak. Yüzey alanının ötesine geçip hacmi de kullanabilme amacı taşıyan holografik bellek sistemleri, bu yolla yalnızca veri saklama kapasitesini değil, saklanan veriye erişim hızını da artırma vaadi taşıyor. 128 saat uzunluğunda bir video içeriğini saklayabilecek olan holografik veri disklerinin yazıcıları da bu büyüklükteki bir veriyi üç saatten daha az sürede kaydedebilme kapasitesinde olacak. Bu da günümüzdeki tek taraflı bir DVD'nin saklama kapasitesinin 60, DVD yazıcıların hızının 10 katı anlamına geliyor. Holografik veri diski, kapasite ve erişim hızında böyle bir farklılık yaratırken, fiziksel boyutlarda pek fazla bir değişiklik gündeme getiriyor.

Diskin boyutlarındaki farklılık önemsenmeyecek kadar az. Bugün kullandığımız DVD'lerin çapı 120 milimetre, kalınlığıysa yaklaşık 1,5 milimetreken holografik bir veri diskinin çapı 130 milimetre, kalınlığıysa 3,5 milimetre. Ancak günümüzdeki DVD sürücüler ve yazıcılar küçük bir kutu büyüklüğündeyken, holografik bir veri diski sürücüsünün neredeyse bir ekmek kutusu büyüklüğünde olması gerekiyor. Bu artışın nedeni, holografik disk sürücüler içinde tek bir lazerden gelen ışını yönlendiren aynalar, mercekler ve sıvı kristal ekranlardan oluşan çok ayrıntılı bir sistemin bulun-

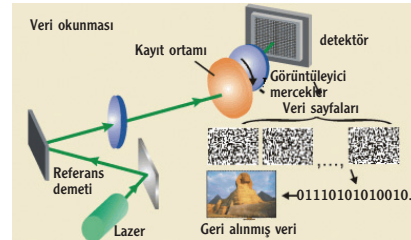
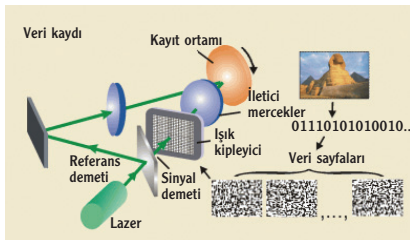
yor olması. Çalışma şekli de DVD'ninkinden tamamen farklı. Çalışırken DVD gibi sürekli fırlı fırlı dönmeyen holografik veri diski, doğru kısmın doğru zamanda lazer ışınlarına maruz kalmasını sağlayacak şekilde konumlandırma yapan bir kesitin üzerine monte edilmiş durumda. Sistemdeki lazer ve kamera detektörü sabit, ama aynalar ve mercekler farklı ışın açıları üretmek için sürekli hareket ediyorlar. Zaten holografik bir veri diskinin DVD'den çok daha büyük bir saklama kapasitesine sahip olabildiğini sağlayan da, bu düzenek. Bu düzenek sayesinde CD ya da DVD'dekinin aksine, holografik veri diski her biri çok az farklı bir açıdaki ışınlar tarafından

kaydedilmiş yüzlerce veri sayfasını, tek bir küçük alan üzerinde saklayabiliyor.

Işınların Girişimi

Holografik bir bellek sisteminde yer alan 7 temel bileşen var: Lazer ışını kaynağı, ışın ayırıcı, aynalar, sıvı kristal ekran, mercekler, kristal ya da polimer ve yükten bağımsız aygıt kamerası. Işın ayırıcılar kaynaktan çıkan lazer ışını ikiye ayırmak için, aynalar ışınları yansıtarak ilerleme yönlerini değiştirmek için, merceklerse ışınları odaklamak için kullanılıyor. Sıvı kristal ekranın (Liquid Crystal Display-LCD) bu düzenekteki görevi, saklanacak bilginin gösterimini sağlamak. Sayısal fotoğraf makinelerindeki mercekten gelen ışığı sayısal verilere dönüştürerek kaydeden yükten bağımsız aygıt (Charged Coupled Device - CCD) kamerasının bu düzenek içinde yer almasının amacıysa, bilginin saklandığı ışını elektrik sinyalleri dizisine dönüştürmek. Sistemde yer alan kristal ya da polimer kısma kayıt malzemesi görevi yapıyor.

Bu parçaların biraraya gelmesiyle oluşan holografik saklama sisteminin işleyişi aslında oldukça basit. Önce lazer kaynağından çıkan ışın, ayırıcı tarafından ayrılarak iki ayrı ışın haline geliyor. Bu ışınlardan biri temel ışın, diğeryse referans ışın olarak adlandırılıyor. Bilgi, temel ışın tarafından saklanıyor. Referans ışının göreviyse temel ışınla kesişerek girişim deseni oluşturmak. Temel ışın düzenek içinde yer alan aynalar tarafından yansımaya uğratılarak belli yön değişimleriyle ilerlerken, önce yolu üzerinde yer alan sıvı kristal ekranın içinden geçiyor. Bu sıvı kristal ekran, ham halde sayfalara tutan ikili kodlar biçimindeki verinin açık ve koyu renkli kutular halinde gösterimini sağlıyor. İkili kod sayfasından gelen bilgi, temel ışın tarafından ışığa duyarlı kristal ya da polimer üzerine taşıyor. Referans ışını olarak adlandırılan diğer ışınla ışın kaynağından ayrıldıktan sonra farklı bir yol izleyerek yine bu kristale ya da polimere ulaşıyor. Bu iki ışın karşılaştıklarında oluşan girişim deseni, ışığa duyarlı kristal



ya da polimer üzerine kaydediliyor. Sonuçta temel ışın tarafından taşınan veri kristal ya da polimer üzerindeki belli bir alana kaydedilmiş ve böylece veri hologram şeklinde saklanmış oluyor.

Bu tip bir düzenekte saklanmış veriye erişmek içinse, kaydedici ortamda istenen verinin bulunduğu nokta üzerine bir referans ışını gönderiliyor. Bu referans ışının ve girişim deseni yoluyla modellenmiş malzemenin birleşimi, temel veri ışını yeniden oluşturuyor ve böylece kaydedilmiş bilgiye erişimi sağlıyor. Kristalde ya da polimerde saklanan holografik veri sayfasına erişmek ve bu veri sayfasını yeniden yapılandırmak da, sayfayı saklamak için referans ışını, kristale ya da polimere girdiği açıya tam olarak eşit bir açıyla, kristalin ya da polimerin üzerine gönderiliyor. Bilgiye erişim sürecinin en kritik noktası, bu iki açının birbiriyle tam olarak eşleşmesi. Bu iki açı arasında milimetrenin binde biri kadar bile bir farklılık olması, istenen veri sayfasına erişimi bütünüyle başarısız kılıyor. Çünkü her bir veri sayfası, kristalin ya da polimerin farklı bir alanına kaydediliyor ve bu alan referans ışınının kristale geliş açısı tarafından belirleniyor. Yeniden yapılandırma sürecinde ışın, saklanmış olan temel veri sayfasının yeniden oluşturulmasını sağlamak için kristal tarafından saçılarak kırılmaya uğratılıyor. Bu yeniden oluşturulan sayfa daha sonra CCD kamera üzerine yansıtılıyor. Bu kamera da dijital bilgiyi yorumluyor ve bilgisayara iletiyor. Holografik bellek sistemlerinin bu şekilde işleyen veriye erişme mekanizmaları, bu sistemlerin saklama kapasitesinin yanı sıra saklanan veriye erişim hızında da üstün olmalarını sağlıyor. Çünkü bu bilgiye erişim süreci, saklanmış olan tüm bir veri sayfasına çabucak ve tek bir seferde erişilebilmesini sağlıyor.

Hem Duyarlı, Hem de Sağlam Polimer

Sistemde kayıt malzemesi olarak ışığa duyarlı inorganik bir kristal ya da polimer kullanılabilir. Ancak yapılan çalışmalarında polimerin kullanımının daha etkin sonuçlar doğurduğunu ortaya koymuş. Çünkü polimerler kristale göre ışığa daha duyarlılar ve bu nedenle polimer kullanılan holografik saklama sistemlerinde daha az güçlü lazerlere gereksinim duyuluyor. Ancak polimerlerin de kendine özgü başka bir eksikliği var: Lazer ışınlarına maruz kaldıkça zamanla şekillerini bozma eğilimi gösteriyorlar ve bu da üzerlerinde saklanmış olan verinin karmakarışık olmasına neden oluyor.

Bu soruna çözüm getirmenin yolunun, hem ışığa duyarlılığı yüksek, hem de bozulmayacak bir polimerden geçtiğini gören araştırmacılar 1994 yılından bu yana bu iki özelliğe de sahip "çift kimyali" polimer üzerinde çalışmaktalar. Bu çalışmanın amacı, fiziksel yapısını koruyarak dimdik duran ve bu özelliği sayesinde yapı iskelesi görevi yapacak bir polimerle ışığa ileri düzeyde duyarlı bir polimeri harmanlayarak, veri saklama ortamı olarak kullanılacak yeni bir polimer yaratmak. Saklanacak verilerin üzerine kaydedileceği malzemenin optik ve yapısal özelliklerini bu yolla birbirinden ayırmak, araştırmacılara her birini ayrı ayrı, birbirinden bağımsız olarak kontrol edebilme olanağı sağlıyor. Bu kontrol sayesinde de daha önceki hiç bir denemede elde edilememiş olan bir yapısal kararlılık ve ışığa duyarlılık birleşimi düzeyine ulaşılmış oluyor. Çift kimyali polimer alanında başarının elde edilmesinin ardından sıra, bu malzemeyi, kaydedilmiş veriye okumak ve yazmak için kullanılacak minyatürleştirilmiş lazerler, kameralar ve optik bileşenlerle birleştirmeye gelmiş. Tüm bu çalışmaların sonucunda ortaya çıkarılan prototip holografik kaydedici, çok büyük ve tuhaf bir mekanizma görüntüsündeydi. Ayrıca verimliliğinde bazı eksiklikler vardı. Ancak yine de bu mekanizmayla mp3 formatında dijital sesin gerçek zamanlı olarak kaydedilmesinin başarılı olması, en azından bir miktar daha çalışıldığında bu tür bir sistemin kullanılabilir hale gelebileceğini göstermiş oldu.

Holografik Disklere Yaklaştıkça

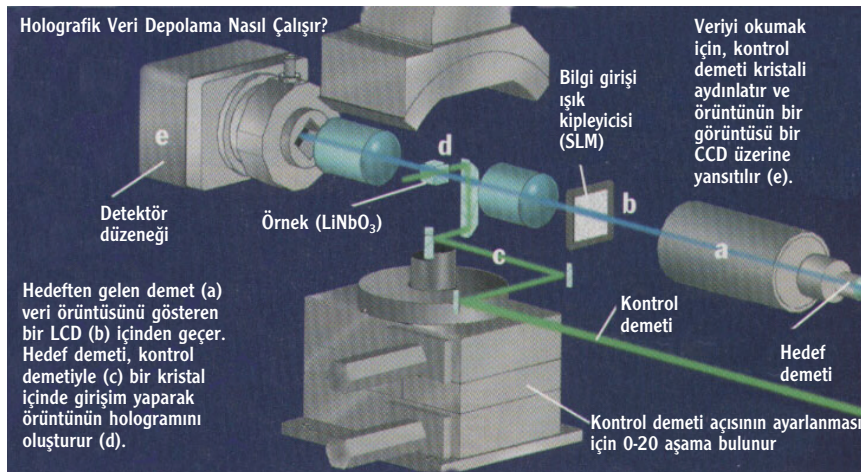
Aslında holografik saklama konusundaki kuramsal çalışmalar 40 yıldan bu yana gündemde. Bu teknoloji, uygulama boyutunda gündeme gelmesini ve pazara girme sınırına yaklaşmış olmasını, ucuz ve küçük lazerler, dijital kameralar, projeksiyon teknolojileri ve optik malzemeler konusunda yaşanan ilerlemelere borçlu. Çünkü holografik saklamanın gelişmesini bugüne kadar durduran temel etken, gerekli düzeni çok maliyetli olması ve boyutlarının pazarda kendine yer edinecek kadar büyük olmasıydı. Örneğin, 1960'larda bu tür bir düzenekte kullanılacak bir lazer sistemi yaklaşık 180 cm uzunluğundaydı. 1968 yılına kadarsa sıvı kristal ekranlar henüz üretilmemişti bile ve bu yıl takip eden yıllarda üretilen ilk örneklerle aşırı pahalıydı. Günümüzde sıvı kristal ekranlar çok daha ucuzlamış durumda,

yetenekleriyle 30 yıl önceki atalarına göre çok daha gelişkin. CCD kamerası on yıl öncesine kadar yoktu. Bugün teknolojiye yaşanan ilerlemeler sonucunda, neredeyse tüm bir holografik saklama sistemi piyasada hazır olarak satışa sunulan bileşenlerden yapılabılır durumda ve bu da sistemlerin seri olarak üretilebileceği anlamına geliyor.

Ancak holografik veri saklama sistemlerinde kullanılan bileşenler konusunda 1960'dan bu yana birçok ilerleme yaşandıysa da, bu sistemlerin hayata geçebilmesi için hâlâ üzerinde çalışılması gereken bazı teknik sorunlar var. Örneğin eğer çok fazla veri sayfası tek bir kristal ya da polimer üzerine saklanırsa, her bir hologramın gücü azalıyor. Ayrıca kristal ya da polimer üzerine saklanan çok fazla hologram varken, bu hologram halinde saklanmış verilerden herhangi birine erişmek için kullanılan referans ışını doğru açıda düşürülmezse, bu sefer de hologram kendi çevresinde saklanmış diğer hologramlardan etkileniyor ve bu da saklanmış olan veriye doğru erişim konusunda sorun yaratıyor. Tüm bu teknik sorunları gidererek holografik bir veri saklama sistemi ucuz bir maliyetle oluşturulabilir, çok büyük ilerlemeler kaydedilmiş olsa da hâlâ bütünüyle çözülememiş bir problem.

Araştırmacılara bu teknik sorunların üstesinden gelebilmek için laboratuvarlarında sürdürdükleri yoğun çalışmaların artık sonuca yaklaştığı görüşünde. 2006 yılında ilk holografik veri saklama sistemlerinin piyasaya sürülmesi bekleniyor. Tüm bu sorunlar bütünüyle aşıldığında, çok küçük alanlara üssel olarak artan boyutlarda veri parçacıkları sıkıştırma yeteneği kazanılacak. Bu özelliğin de, bütünüyle yeni uygulama alanlarının kapısını açması bekleniyor. İlk holografik saklama cihazlarının saklama kapasitesi 125 gigabayt, transfer hızlarıysa saniyede 40 megabayt olacak. Ulaşmayı hedeflediği noktaysa 1 terabayt (1024 gigabayt) saklama kapasitesi ve saniyede 1 gigabayt'dan fazla transfer hızı. Bu hız, tüm bir DVD filmine 30 saniyede erişmek anlamına geliyor. Holografik veri saklama teknolojisi alanında çalışma yapan şirketlerin şimdiki gözlerini diktikleri ilk pazar, daha az küresel standart barındıran ve bu nedenle yeni bir teknolojinin giriş yapmasını kolaylaştıran video oyunları pazarı. Bu pazarın ardından girmeyi hedefledikleri iki temel pazarsa müzik ve film endüstrisi. Bu iki endüstrinin holografik veri saklama sistemlerinden tek kazancı, saklama kapasitesindeki ve saklanan veriye erişim hızındaki artışla kalmayacak. Holografik veri disklerinin bir kopyasını çıkartmak için, orijinalini yapmada gereken aynı pahalı donanım gerekiyor. Bu da holografik veri diskleriyle sunulan içeriklerin korsan olarak çoğaltılıp dağıtılmasını az da olsa güçleştireceğinden, müzik ve film endüstrisinin korsanlıkla savaşında da yardım umudu sunuyor.

Ayşenur T. Akman



Kaynaklar:
http://www.technologyreview.com/articles/05/09/issue/feature_memory.asp
<http://computer.howstuffworks.com/holographic-memory.htm>
<http://ucsu.colorado.edu/~stephanb/projects/CSI3300.htm>
<http://www.digit-life.com/articles/memorytwo directions/>
http://www.economist.com/science/display-story.cfm?story_id=1956881
http://en.wikipedia.org/wiki/Holographic_memory
<http://www.techworld.com/storage/news/index.cfm?NewsID=3509>
<http://www.bell-labs.com/org/physicalsciences/projects/hdhdz/1.html>