

Bilgisayarların Belleği Sabit Disk Sürücüler

Birçok şirketin bilgisayarlarında üretilen veri miktarı her geçen yıl neredeyse ikiye katlanıyor. Şirketlerin sabit disklerinde depoladıkları ya da on-line kullandıkları veriler arttıkça, bir tera bayttan –bir trilyon bayt- daha fazlasını içeren, dev veri tabanları artık olağan ve sıradan hale geliyor. Bu durumun birçok yararı var: Veriler doğru yazılımlarla değerlendirilip çözümlendiğinde şirketler pazar eğilimlerini çok hızlı belirleyebiliyorlar, müşterilerine daha iyi hizmet sunuyorlar, üretim sürecini geliştiriyorlar vb. Öte yandan müşteriler de uygun fiyatlı bilgisayarlarında artık aşırı miktarda veriyle uygulamalar yapıyorlar: Gelen tüm e-postaları saklıyorlar, fotoğraflarını sayısallaştırıp belleğe atıyorlar, oyunlar oynuyorlar vb. Bunların tümü yüksek kapasiteli, ucuz manyetik sabit disk sürücüler sayesinde gerçekleşiyor. Bu alandaki teknolojik ilerlemenin hızı artık kimseyi şaşırtmıyor. Sabit disk sürücülerin kapasitesi, 1980'li yıllarda her yıl ortalama % 30 artarken, bu artış 1990'lı yıllarda yılda % 60'a yükseldi. Günümüzde disk kapasitesi her dokuz ayda bir ikiye katlanıyor.

Öte yandan sabit disk sürücü fiyatları da çok hızlı düşüyor. 1988'de sabit disk sürücülerin bir mega baytı 11,5 dolara alınabilirken, bu fiyat 1999'da 0,02 dolara düşmüştür. Fiyatın 2002 yılında 0,003 dolara kadar ineceği tahmin ediliyor.

Böylesine hızlı büyüyen bir pazarda bu göz kamaştırıcı kapasite artışı ve fiyat düşüşü gerçekte pek de şaşırtıcı değil. Dünyada yalnızca geçen yıl 170 milyon sabit disk sürücü satıldı. Bu sayının 2002'de 250 milyona ve satış gelirlerinin de 50 milyar dolara ulaşması bekleniyor.

Endüstri bu gidişini daha ne kadar sürdürebilecek? Merak edilen yön de burası. Önümüzdeki yıllarda, teknolojik ilerleme "süper paramanyetik etki" (SPE) diye anılan bir sorunla yüz yüze gelecek. Bu fiziksel etki, ve-

ri depolarken ortaya çıkıyor. Veriler bellekte, atomların manyetik spinlerinde saklanıyor. Manyetik spin için gereken enerji eğer ortamın ısı enerjisine yaklaşırsa bu etki ortaya çıkıyor. Bu durumda bitler rasgele bir biçimde sıfırdan bire, birden sıfıra dönüşüyor; böylece bellekteki bilgi de bozuluyor.

IBM, Seagate Technology, Quantum Corporation ve öteki şirketler, sabit disk sürücülerin kapasitelerini artırma çalışmalarında sürekli olarak bitleri (verileri) daha küçük alanlarda saklamaya çalışıyorlar. Böyle olunca, veriler de SPE'ye daha duyarlı oluyor. Kimi uzmanlara göre küçülme eğer bu hızla giderse, SPE sorunu 2005 gibi yakın bir tarihte ortaya çıkacak. Ama araştırmacılar da boş durmuyorlar; SPE engelini aşmak için değişik yöntemler, stratejiler geliştirmeye çalışıyorlar.

Sabit disk sürücüler teknolojinin harikalarından biridir. Bir sabit disk sürücü aralıklı olarak yerleştirilmiş birçok diskten oluşur. Bu diskler alüminyum ya da camdır; üzerleri manyetik bir malzemeyle ve koruyucu tabakalarla kaplıdır. Disklerin her iki yüzeyinde de okuyucu/yazıcı kafalar bulunur. Bu kafalar, verileri manyetik ortamdaki dairesel izler (track) üzerine yazar ve oradan okur. Servomekanik kollar, okuyucu/yazıcı kafaları, izlerin tam üzerinde tutar. Disk yığını, dakikada 3000 ile 10 000 devir arasında döner. Diskler dönerken, hidrodi-

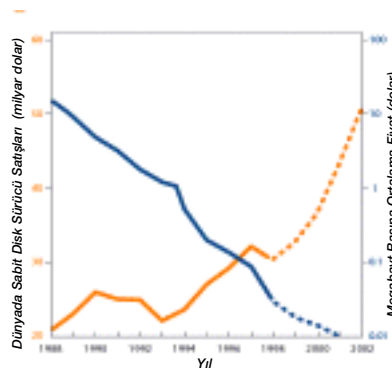
namik bir yatak, kafaların, izlerin ancak milimetrenin yüzde biri kadar üzerinde durmasını sağlar.

Bu tasarım temelde, IBM'in 1956'da geliştirdiği RAMAC adlı sabit disk sürücüsünü tasarımının aynısıdır. RAMAC'da 50 alüminyum disk bulunuyordu. Altmış santimetre çaplı disklerin her iki yüzü de manyetik demir oksitle kaplanmıştı. Beş milyon karakter saklayabilen RAMAC, yaklaşık bir ton ağırlığında ve iki buzdolabı büyüklüğündeydi.

Son kırk beş yıl içinde, yüzlerce yenilik, veri depolama kapasitesinde çok büyük artışlar ve boyutlarda da şaşırtıcı küçülmeler sağladı. Kapasite artışındaki bu ilerlemelerin büyük bir bölümü, okuyucu/yazıcı kafalardaki gelişmeler sayesinde oldu. Bu kafalar, "domain" denilen ve bir bitlik bilgiye karşılık gelen çok küçük alanlardaki manyetik polariteleri değiştirerek, disk üzerine yeni veri kaydeder. Veriler okunurken de kafa yine domainin üzerine gelir; domainin manyetik durumu kafada 0 ve 1 gibi yorumlanabilen bir sinyal oluşturur.

İlk okuyucu/yazıcı kafalar ferritten yapılıyordu. 1979'da silisyum yonga yapım teknolojisiyle birlikte, ince-film kafalar üretilmeye başlandı. Bu yeni tür kafalar sayesinde, verilerin saklandığı domainler küçüldü. 1990'lı yıllarda da IBM'nin geliştirdiği çığır açıcı bir yöntem, ince-film teknolojisinin yerini aldı. Bu yöntemde, kafalar disk üzerindeki domainlerin değişken manyetik alanlarına bakmak yerine, domainin elektriksel direncindeki değişikliğe bakıyordu. Duyarlılıktaki bu artış, domainlerin çok daha küçülmesine yol açtı. Yine de şirketler, yeni yöntemle çalışan sabit disk sürücüler, 1996'da pazara egemen oluncaya değin, ince-film kafalı disk sürücülerini satmayı sürdürdüler.

1997'de IBM bir başka yenilik daha tanıttı. Bu yenilikte, okuyucu kafada artık manyetik ve manyetik olmayan katmanlar bulunuyordu. Böy-



lece kafaların duyarlılığı 2-3 kat daha artıyordu. IBM'in California Sandia'daki Almaden Araştırma Merkezi'nde depolama sistemleri ve teknolojisi müdürü olan Currie Munce, bu yeni teknolojiyle üretilen disklerin, santimetrekarede 16 gigabit saklayabileceğini ileri sürüyor.

Ancak kimi uzmanlar da 1998'de SPE sorunu yüzünden veri saklamanın 5 gigabit/cm² ile sınırlanacağını hesaplamışlardı. Bugün için daha hiç kimse, sınırlamanın nerede başlayacağını bilemiyor. Ama IBM'nin başarısından sonra bilim adamları arasında "yoğunluk canavarı"nın, 25 gigabit/cm²'nin ötesinde bir yerlerde beklediği düşüncesi egemen olmaya başladı.

Okuyucu/yazıcı kafalardaki teknolojik gelişmelere koşut olarak disklerde de birçok yenilikler gerçekleştirildi. Zaten diskler daha yoğun bir biçimde veri depolayamıyorsa, kafalardaki gelişmeler pek bir işe yaramıyordu. California, Milpitas'taki Quantum Corporation'ın stratejik ve teknik pazarlama müdürü Pat McGarran "Şirketler daha küçük bitleri destekleyen ortamları bulmaya çalışıyorlar" diyor. Ama işte tam da bu noktada SPE karşımıza çıkıyor. Verilerin (bitlerin) saklandığı manyetik malzemedeki alanlar ya da kristaller küçüldükçe bu alan, belli bir sıcaklıkta, sahip olduğu manyetik özelliği koruyamaz duruma geliyor. Munce "Ortamın ısı kararlılığı bozuluyor. Daha duyarlı kafalar yapabilirsiniz ama verilerin saklandığı malzemenin, manyetik kararlılık gibi kimi özelliklerini de göz önüne almanız gereklidir." diyor.

Sabit disk sürücülerinin kapasitesinin bağlı olduğu bir başka etken de diskler üzerindeki izlerin sayısıdır. Günümüzde üreticiler, 1 cm'ye 8000 iz sığdırabiliyorlar. Ne var ki bu sayıyı da sınırlayan kimi etkenler bulunuyor. Bunların başında, kafanın üzerinde çalıştığı izi karıştırması ve konum algılama sisteminin doğru çalışması geliyor. Bu nedenle diskler üzerindeki iz sayısını arttırabilmek için öncelikle kafa ve kafayı yönlendiren düzeneğin tasarımında ilerlemeler kaydedilmesi gerekiyor.

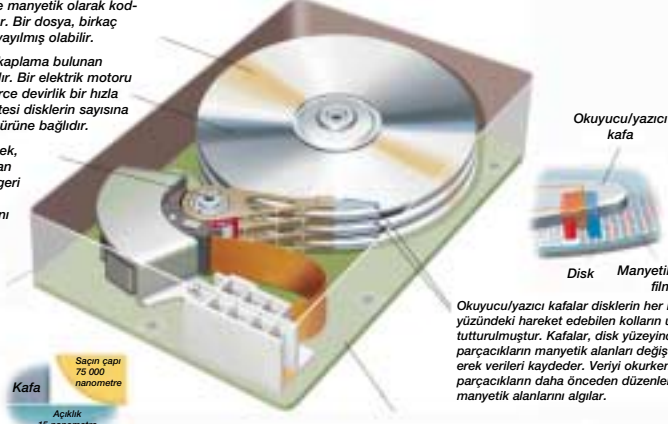
Santimetrekareye 16 gigabitlik veri yoğunluğuna ulaşabilmek için diskler üzerinde santimetreya 60 000

Dosyalar, diskler üzerinde manyetik olarak kodlanmış bölgelerde saklanır. Bir dosya, birkaç diskteki değişik alanlara yayılmış olabilir.

Üzerlerinde manyetik bir kaplama bulunan diskler, metal ya da camdır. Bir elektrik motoru sayesinde dakikada binlerce devirlik bir hızla döner. Sürücünün kapasitesi disklerin sayısına ve manyetik kaplamanın türüne bağlıdır.

Kafayı yönlendiren düzeneğe, okuyucu/yazıcı kafayı tutan kolları disk üzerinde ileri geri hareket ettirir ve dairesel izlerin üzerinde çalışmasını sağlar.

Koruyucu kasa



Saçın çapı 75 000 nanometre
Açıklık 15 nanometre

Bir okuyucu/yazıcı kafayla disk yüzeyi arasındaki uzaklık, insan saçının kalınlığının beş binde biri kadardır.

Baskı devre kartı, sürücünün kontrol düzeneğinden gelen komutları alır. Kontrol düzeneğini de işletim sistemi, temel girdi-çıkı sistemi ve işletim sistemiyle donanım arasındaki ilişkiyi kuran düşük düzeyli yazılım yönlendirir. Kart, gelen komutları, kafayı disk üzerinde hareket ettiren düzeneği çalıştırır, gerilim değişimlerine dönüştürür. Kart ayrıca, diskleri sabit bir hızla döndüren motoru kontrol eder ve de kafaya yazıloku komutlarını verir.

iz sıkıştırılması gerekiyor. Bu da izlerin kalınlığının 170 nanometre olması demek. Günümüz teknolojiyle, izler arasındaki açıklık 90-100 nanometre. Eğer bu açıklık daha darlarsa, izlerden biri üzerine veri kaydederken, komşu izlerdeki veriler bozulabilir. Bu sorun için akla ilk gelen çözüm yolu, okuyucu/yazıcı kafaları daha küçük ve daha duyarlı yapmak. Böylece izlerin genişliğini düşürmek olanaklı olur.

Bilim adamlarının karşısında son olarak da bir sinyal işleme sorunu var. İnce izlerin içinde yer alacak küçük domainler çok daha zayıf sinyaller üretecekler. Okuyucu kafaların, okuduğu bu sinyalleri fondaki gürültüden ayırt edip veriye yanlısız bir biçimde ulaşabilmesi için yeni algoritmalar geliştirilmeli.

Munce, IBM ve öteki şirketlerin, laboratuvarlarında yeni malzemeler, üretim yöntemleri ve sinyal işleme üzerine çalışıldığını ve önümüzdeki birkaç yıl içinde 16-25 gigabit/cm²'lik sabit disk sürücüler üretilebileceğini ileri sürüyor.

Ne var ki ele alınması gereken tek konu yalnızca depolama kapasitesi değil. Veriye erişim hızı da artık manyetik disk sürücü teknolojisinin ömrünü belirleyen önemli bir etken olmaya başlıyor. Günümüzde sabit disk sürücülerin kapasitesi her yıl %130 artarken, erişim hızı yalnızca %40'lık bir artış kaydediyor. Üreticiler, bu hızı arttırmak için disklerin dönüş hızlarını arttırmaya çalışıyorlar. Ancak bu iş o denli kolay değil. Çünkü disklerin hızı arttıkça titreşimleri de artıyor.

Ayrıca kafaların iz sürme becerileri de azalıyor.

Uzmanlara göre yakın bir gelecekte, üreticiler ikiye ayrılacak. Bir bölümü sabit disk sürücülerinin kapasitesini arttırmaya çalışırken ötekiler hızı arttırmaya uğraşacak. Birinci tür diskler, şirketlerin ve kurumların geçmiş dosyalarının saklanması için kullanılacak. İkinci tür diskler de bilgiye erişimin çok önemli olduğu müşteri hizmetleri gibi uygulamalarda kullanılacak. Eskiden tüketiciler genellikle fiyatı en uygun büyük bellekleri yeğler, hız da pek önem vermezlerdi. Ne var ki günümüzün birçok uygulaması artık hızlı sabit disk sürücüler gerektiriyor. Buna en güzel ve somut örnek, elektronik ticaret.

Bu sırada endüstri de SPE engelini aşmak için değişik yaklaşımlar üretiyor. Bunların başında da holografik kristaller, plastik ya da faz-değiştiren metaller gibi yeni veri saklama malzemeleri kullanmak geliyor. Bunun yanında uzmanlar 25 gigabit/cm²'den daha yoğun sabit disk sürücülerin artık geleneksel yapıda olamayacağı konusunda görüş birliğindedir.

Ayrıca kapasite artışındaki bu hızlı gidişin, beş yıl sonra %60 düzeyine girebileceği de tahmin ediliyor. Bu yavaşlama döneminde de yeni yaklaşımların sinanacağı düşünülüyor. Kuşkusuz bu yeniliklerin fiyat açısından da kendini kanıtlanması gerekecek. Ama birçok gözlemci veri depolama teknolojisinin geleceğindeki belirsizliklere ve SPE'ye karşın bilgi çağı'nın hız kesmeyeceği görüşünde birleşiyor.

Avoiding A Data Crunch, Scientific American, Mayıs 2000

Çeviri: Çağlar Sunay