



21. Yüzyıla Beş Kala

Bilgisayar ve İletişim

Bilgisayar ve bilgisayarlı iletişim teknolojisinin nimetlerinden dolayı veya doğrudan yararlananların sayısı günden güne artıyor. Batı'da CD-ROM ansiklopedilerinin satış miktarının normal ansiklopedilerinkini çoktan geçtiği söyleniyor. Oysa, bu yıl üniversiteden mezun olup bilişim uzmanı olarak meslek hayatına atılacak kuşak henüz ilkokul sıralarındayken, yaygın olarak günlük yaşama girmiş en güçlü elektronik hesaplayıcılar, ancak dört işlem yapabilen, sekiz haneli hesap makineleriydi. O yıllarda henüz hemen hemen hiç kimse ekranına yazı yazılabilen bir araçla tanışmamıştı. Hesap makinesinin küçük ekranına ters çevrildiğinde "LEBLEBİ", "ZELZELE" gibi sözcükler oluşturan birtakım sayılar yazıp eğlenen muzip çocuklar dışında...

YIRMINCI yüzyılın ortalarında transistörün icadıyla birlikte hesaplayıcılar alanında devrimsel bir kuluçka dönemi yaşanmıştı. Kısa süren kuluçka dönemini izleyen gelişmeler, günümüzün göz kamaştırıcı sistemlerine dek sürdü ve devam ediyor. Mikroişlemcilerin kullanıma girdiği son 25 yıl içinde bilgisayarların performansı 25 000 katına çıktı. Ancak, rakamlar çarpıcı olsa da, kaydedilen gelişme

devrimsel olmaktan çok evrimseldir. İlk transistörün yapıldığı günden bu yana, bilgisayarlarda yapısal, yöntemsel, felsefi açıdan önemli bir değişiklik gerçekleşmedi. "Devrim" yakıştırmasını belki de bilgisayarların gündelik yaşamı etkileyiş biçimiyle ilintili kullanmak daha doğru. Gerçekten de boyutları, hızları ve fiyatlarındaki hızlı değişimle yaşamın her anında varlığını hissettirebilecek kadar yaygınlaşan bilgisayarların yeni bir toplum, bir "siber-kül-



ve daha küçük transistörler kullanma yöntemiyle fiyat düşürülüp performans artırılıyor. Bu eğilim mikroişlemci ekonomisinin önemli bir ilkesini ortaya çıkarıyor: Levha başına ne kadar çok yonga elde ederseniz ürün o kadar ucuza çıkar. Bugünkü büyük yongalar eskinin küçük yongalarından daha hızlıdır, çünkü daha çok transistöre sahipken, mimari yapı bakımından ileridirler. Yani, toplam iş yükünü eskinin küçük yongalarından daha hızlı bitirirler. Popüler kişisel bilgisayar işlemcilerinin sonuncusu Intel P6'nın 5.5 milyon işlemcisi var ve 2300 transistörlü ilk işlemci Intel 4004'den boyutça daha büyük. Ancak, büyük yongaların da hatalı üretim olasılıkları daha yüksek. Bu da, üretim giderlerini artırıyor. Bu durumda, bedel ve performans dengelemesi yonga tasarımının ana kriteri haline geliyor. Ancak, yonga tasarımı salt bu kriterle gerçekleşmiyor. Son derece karmaşık yöntemleri olan yonga tasarımı sanatı tüm diğer sanatlar gibi yöntemlerini geliştirme ve yenilemeden geri kalmıyor. Gelişmeler sonucunda bugünün yongaları 1980'lerin başlarında bugün için öngörülenin üç katı hızla çalışıyor. Bir başka deyişle, şimdiden 2000'li yıllann işlemcilerini kullanıyoruz.

İşlemci İşletimi

İşlemcilerin katı yapısındaki gelişmeler, ancak işletimlerinde uygulanacak doğru taktiklerle büyük hız performanslarıyla sonuçlanabiliyor. Devamlı akış, süperskalar ve paralel işlem yöntemleri bu taktiklerden üçü. Çamaşırlarını çamaşırhanede yıkananlar bu taktiklerden ilkinin çoktan keşfetmiş olmalıdır. Çamaşırhanedeki prosedür basittir. Çamaşırlarınızın yıkanma süreci bittiğinde, onları kurutucuya yerleştirirsiniz. Bu işlem de bittiğinde, çamaşırları katlayıp bir kenara kaldırır ve makineye yeni çamaşırlar yerleştirirsiniz. Bütün işlemin bir saat sürdüğünü varsayarsak 20 makine dolu su çamaşır 20 saatte yıkanır.

Sürekli akış yaklaşımı işleri hızlandıracaktır. Birinci parti çamaşır kurutucuya alınırken ikinci parti makineye yerleştirilir vb. Böylece, kirli bir çorabın yıkanması iki durumda aynı zamanı alır ama birim zamanda yıkanan çamaşır partisi sayısı artar. Yıkama ve kurutma aşamalarının eşit zaman aldığı düşünürsek, bizim iki aşamalı sistemimiz sürekli akış yöntemiyle yaklaşık olarak 20 yerine 10

tür" oluşturduğunu öne sürenler var. Dünyanın düzeninin tek başına teknolojik gelişmelerden doğrudan doğruya etkilenmeyeceğini düşünenlerin haklılık payını da teslim ederek, bilgisayar ve iletişim dünyasındaki hızlı ve son derece renkli gelişmelerin herkesi en azından çok şaşırttığını ve heyecanlandığı kabul edelim.

Kuantum bilgisayarlar, biyolojik bilgisayarlar gibi olası büyük atılımlara kadar bugünkü yörüngesinde son hızla sürececek olan bilgisayar evriminin transistörün bulunuşuyla başladığı söylenebilir. Bilgisayarın evrimi transistörün icadından da önceye, mekanik ve lambalı bilgisayarlar çağına kadar dayanıyorsa da, bugünkü anlamda ilk bilgisayarlar transistörün icadıyla yapılabilmisti. Transistörlerin büyük kütleler halinde birbirlerine bağlanıp üzerlerinde çeşitli algoritmaların işletilmesiyle bugünkü bilgisayarların ataları ortaya çıkmıştı.

1971 yılında, bu tarihten önce yapılmış bilgisayarlardan yola çıkan araştırmacılar, bugünkü bilgisayarların da merkezi işlemcisini oluşturan ilk mikroçipi yani

ilk silikon yongayı yapmışlardı. Bir çocuğun tırnağından daha büyük olmayan bu işlemci, Intel 4004 yongasıydı. Boyutlarının küçüklüğünden yola çıkılarak yongaya, bugüne değin kullanılagelen "mikroişlemci" adı yakıştırılmıştı. Tek parça halinde olduğundan toplu üretimi yapılabilen ilk işlemci de Intel 4004 olmuştu.

O günden beri kullanılan mikroişlemci yapım tekniği lahmacı pişirmeyi andırıyor! İşleme yassı ve yuvarlak bir silikon levhayla başlanıyor. Gerekli kimyasallar levhanın üzerine eklendikten sonra levha fırınlanıyor. Fırınlanan kimyasallar levhanın üzerinde transistörleri, iletkenleri ve yalıtkanları oluşturuyor. Tüm katmanlar hazırlanıncaya kadar işlemin yaklaşık yirmi defa tekrarlanması gerekiyor. Tek bir toz tanecığı yongaları kullanılmaz hale getirebilir. Bu süreç sırasında en küçük sarsıntıya bile izin yok. Herhangi bir aksaklık çıkmazsa, levha, yongalara bölünür ve koruyucu bir tabakayla kaplanır.

Bu genel süreç 1981'den beri uygulanıyor olsa da, artık daha geniş levhalar



İŞLEM KAPASİTESİ
Bilgisayarların işlem kapasitesi günden güne artıyor. İletişim olanaklarının en cazip uygulamaları desteklenmesi, bu artışla doğru orantılı olarak gerçekleşebiliyor. Şekilde, işlemci kapasitelerinin evrimi basitleştirilerek gösterilmiş. Rakamlar, bir saniyede gerçekleştirebilecek en fazla toplama işlemi sayısını ifade ediyor.

saat sürer. Aşama sayısının artması durumunda hız da artar. Bir saatte iki yerine 10 aşamada yıkama yapıyor olsaydık toplam süre topu topu 2 saat civarında olacaktı.

Çamaşırhanede geçerli olan yöntem yongalar için de geçerlidir. Yonga tasarımcıları işlemcilerle sürekli akış ilkesini uygularlar. Bir saniyede tamamlanan aşama sayısı o işlemcinin "saat hızını" belirler. Bugün bilgisayar mağazalarında görebileceğiniz 100 megahertz'lik işlemcili bilgisayarlar saniyede 100 milyon aşama ilerleyen işlemler yapabilirler.

Daha hızlı işlemciler üretmeyi hedefleyen tasarımcılar, sürekli akışın her aşamasında daha fazla işlem yapabilen yongalar üretmeyi de hedefliyorlar. "Süperskalar" terimi de bu eğilimi karşılıyor. Süperskalar bir çamaşır makinesi bu yaklaşımla söz gelimi her seferinde üç makineyi dolduracak kadar çamaşır yıkayabilmelidir. Modern süperskalar işlemciler her aşamada üç ile altı işlemi birden yaparlar. Yani 250 megahertz saat hızlı 4'lük bir süperskalar işlemci saniyede bir milyar işlem gerçekleştirir. 21. yüzyıl süperskalar işlemcilerinin düzinelere işlemi bir defada yapabilmeleri bekleniyor.

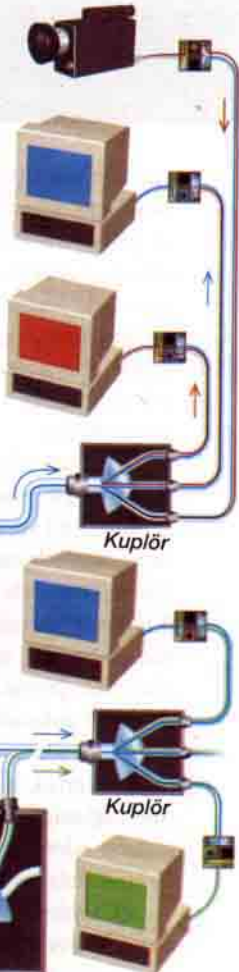
Ancak işlemci yongalarındaki bu hızlı gelişim potansiyeli bellek yongalarında gerçekleşmesi beklenen atılım geciktiği sürece yararlıdır. Çünkü bellek yongalarının hızı aynı tempoyla artırılmıyor. En hızlı işlemciyle en hızlı bellek arasındaki hız farkı da her geçen gün artıyor.

Bu sorunun bugünkü çözümü, küçük bir yedekleme belleğini bizzat işlem yongasının içine yerleştirmek olarak görünüyor. Böylece, işletilen yazılımın sıkça tekrarlanan bir bölümü işlem yongasının üzerinde tutularak, her defasında dışındaki bellek yongalarından çağrılmaktan kurtulur. Bu, bellek ve işlem yongaları arasındaki hız farkını ortadan kaldırmak için kısa vadede uygulanabilecek tek yöntem. Ne yazık ki, bu yöntem kelimenin tam anlamıyla transistör israfı. İşlem yongası üzerine işlemler için gereken transistör sayısından fazlasını yedekleme belleği için yerleştirmek gerekiyor. Böylece aynı üretim bedeliyle gerçekleştirilebilecek, tek başına daha hızlı çalışabilen bir işlem yongasından ödün verilmiş oluyor.

İşlemci tasarımının büyüülü değneği ise paralel işlem yöntemi. Bu yöntemle çok sayıda işlemci aynı anda işletiliyor. Çamaşırhane örneğine uyarlandığında, aynı anda 20 çamaşır makinesi kullanmak gibi... Ancak kolayca sezinlenebileceği gibi paralel işlem oldukça pahalı bir yöntem olduğundan, düşük iş yükleri için ekonomik değil. Ayrıca, 20 işlemci kullanan bir program yazmak da, çamaşırhaneyi 20 makineye bölmekten çok daha zor. Keza yazılım, hangi program parçacığının ne zaman hangi işlemciye gönderileceğini belirtmek zorunda.

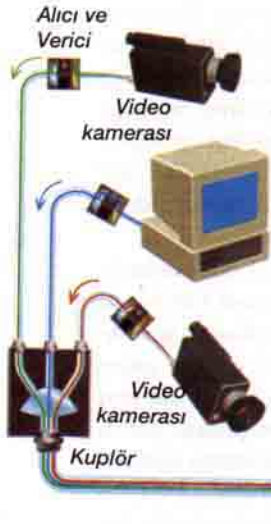
Aslında benzeri problemler süperskalar yongalar için de geçerli. Bu tip yongaların avantajı, yonga donanımının aynı anda yapılacak işlemlerin hangileri olduğunu otomatik olarak belirlemesi. Yine de süperskalar işlemcilerin hız potansiyeli paralel işlemcilerinki kadar yüksek değil. Avantajı elinde tutan paralel işlemcilerin yaygınlaşmış ucuzlaması ancak bunlar için yazılmış programların artmasıyla gerçekleşebilir. Günümüzde, ancak birkaç tip program sınıfı paralel işlemcilere uygulanabiliyor.

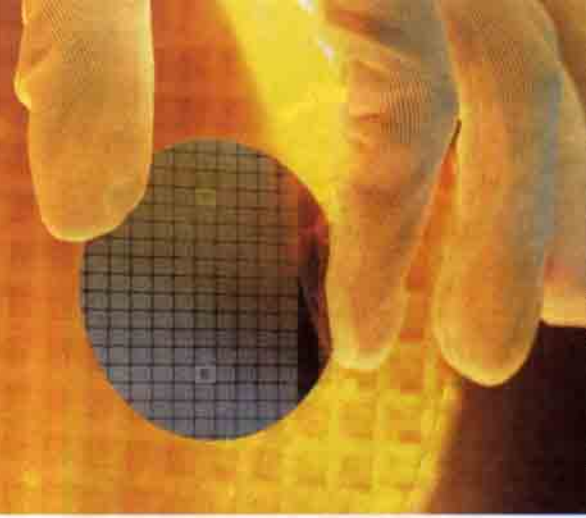
Eski makaleler taranacak olursa 1995'te bilgisayarların neye benzeyeceği konusunda ilginç varsayımlar göze çarpacaktır. Çoğu makalede optiğin elektronüğün yerini alacağı söylenmiş. Bu ve benzerleri, yine de insaflı



BÜTÜNÜYLE OPTİK BİLGİSAYAR AĞLARI

Optik kablo teknolojisi çok yeni değil. Ancak ne yazık ki, şimdilik bu teknolojinin izin verdiği iletişim kapasitesinin çok küçük bir dilimi kullanılabilir. Bu sorunun sebebi, fiber optik kablolu iletişimin çeşitli aşamalarında ışık sinyallerinin elektrik sinyallerine dönüştürülerek işlenmesinde yatıyor. Kolayca anlaşılabilir gibi elektrik sinyalleri ışık hızına sahip ışık sinyalleri kadar hızlı değil. Yakın gelecekte tüm ara elemanlar bütünüyle ışık okuyup ışık işleyebilir hale getirildiğinde iletişim kapasitesinde devrimsel bir sıçrayış yaşanabilecek.





MİKROİŞLEMCİLER: İşlemci yongaları bugün kullanılan bilgisayarların kalbidir. Tekrar tekrar işlenip fırınlanan disk biçimli silikon levhalar halindeki işlemci yongalarının toplu üretimi, temiz bir ortam ve itinalı çalışmayı gerektiriyor. Yongaların üretimleri sırasında en küçük sarsıntıya bile izin yok.

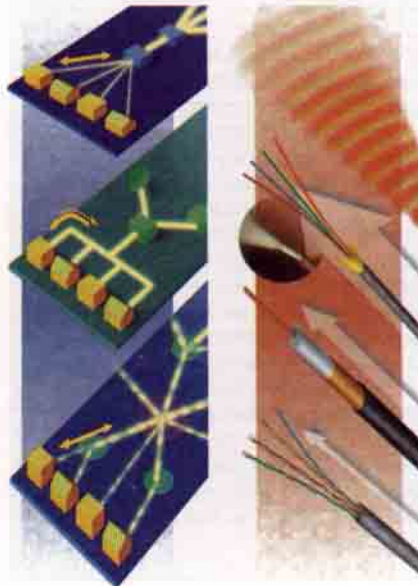
varsayımlardan. Daha ileri gidenler arasında tüm bilgisayarların biyolojik malzemenin üretilmesini öne sürenler bile var. Mikroişlemciler henüz 25 yaşında. Çok büyük ilerleme kaydedilmiş olsa da, henüz gençlik çağındaki mikroişlemciler şimdilik hayallerimizi süsleyen mucizeleri yaratmadılar. Bu yüzden, gelecek 25 yıla da mantık çerçevesinde yaklaşmak gerekiyor. Büyük olasılıkla 2020 yılının bilgisayarları bugünkülerden çok farklı olmayacaklar. Çok daha hızlı ve çok daha verimli olacakları ise şimdiden belli.

Sürekli akış, süperskalar ve yedekleme bellekli işlemcilerin asıl rolü üstlenecekleri kesin. Belki de paralel işlemciler kendilerine bağlanan umutları boşa çıkarmayacaklar ve biraz daha yaygınlaşacaklar. Mikroişlemcilerin elektrik düğmelerinden düdüklü tencerelere kadar her şeyin içine girecekleri de varsayılabilir. Ses tanımadan sanal gerçekliğe kadar uzanan yüksek teknoloji uygulamalarının da iyiden iyiye büyüleyici bir hal alacaklarını kabul edebiliriz.

Bugün, işlem ve bellek yongaları ayrı üretim hatlarından çıkıyorlar. Belki de gelecekte işlemciler ve bellek, aynı ilk transistörlerin bir yongada toplandığı gibi tek bir işlemcinin bünyesinde birleş-

ebilecek. Bu hem işlemci-bellek hız farkını azalacak, hem paralel işlemi kolaylaştıracak, hem de üretim sürecini basitleştirecek. Daha da ileri giderek 2020 yılının mikroişlemcisinin bütün bir bilgisayar olacağını öne sürebiliriz.

Yongadaki transistörlerin çoğu, bellek için kullanılacağından bu işlemciye A-RAM (Ing. IRAM, intelligent RAM) yani akıllı rastgele erişimli bellek diyebiliriz. Böyle bir bilgisayara yeni bellek eklendiğinde işlem kapasitesi artırılmış, performans yükseldiğinde de bellek miktarı çoğaltılmış olacaktır. Bu durum bellek-işlemci dengesini de zorunlu olarak gözetmeyi getirir. Dışa bağlantı gereğini azaltan bu mimariyle yonganın boyutları da küçülecektir. Bu yüzden bizi Intel 4004 işlemcisinden daha küçük yongalar bekliyor olabilir. Baştan beri büyük kehanetlerden sakınıyor olsak da 2020 yılındaki kişisel bilgisayarın Uzakdoğu'daki tüm bilgisayarların toplamından daha güçlü olacağını öne sürebiliriz.



Optik Bilgisayar Ağları

Bilişim teknolojisinin kalbinde bilgisayarın yer aldığı tartışma götürmez. Bilgisayarın kalbinde ise mikroişlemci yer alıyor. Bu yüzden, günümüzün bilişim teknolojisini ve gelecekte beklenenleri kısaca özetlerken ilk sırayı mikroişlemcilerin kapması kaçınılmazdı. Ancak bilişim teknolojisine ilgili olarak geçtiğimiz yıl boyunca popüler gündemi en fazla işgal eden ve basında en çok yankı bulan bilişim konusu kuşkusuz internet ve internetin dayattığı düşünülen yeni iletişim düzeni ve kültürel yapıydı. İnternetin ve genel olarak bilgisayar ağlarının bu denli yaygınlaşmasını ve günlük gazetelerde neredeyse hergün haber malzemesi olmasını sağlayan ise, bu gibi ağların alt yapısında kaydedilen gelişmeler. Bu gelişmelerin en önemlisi fiber optik kabloların yardımıyla, kelimenin tam anlamıyla ışık hızında veri iletişiminin önünün açılması.

Çağdaş fiber optik ağlar ses, görüntü ve veriyi standart bakır kablolarla göre 10 ile 100 defa hızlı iletiyor. Yine de şimdilik elde edilebilen bu performans söz konusu teknolojinin potansiyel

DALGA GENİŞLİĞİ

Kullanılan kabloların türü, dalga genişliğini, bir başka deyişle trafik kapasitesini belirler. Kablo TV yayınlarında kullanılan sarımsı bakır kablolar telefon kablolarınınkinden yüzlerce kez, fiber optik kablolar ise onbinlerce kez fazla yükü kaldırabilir. Uydu yayınlarının kapasitesi ise TV kablolarınınkinden yüksekken, fiber optik kablolarınınkinden düşüktür.

İLETİŞİM AĞLARI

İletişim ağları içinde en aşina olanı, telefon ve kablo TV ağları. Telefon hatları üzerinden hem ses hem de faks iletişimi yapılabiliyor. Tek yönlü TV ağları gelecekte etkileşimli hale gelebilecek. Yüksek teknolojili ağların en ünlüsü kuşkusuz internet ağı. Gelecekte bu ağ üzerinde yoğun ses ve görüntü trafiği de olacak.



Hızlı, Yeni ve Çok Bilgi

Bülent Özgüç

Prof. Dr. Bilkent Üniversitesi
Bilgisayar Mühendisliği ve Enformatik Bölümü

Bilgisayar teknolojisi çok hızlı bir gelişim gösterirken, günlük yaşamımız da, bazen bunun farkına varmasak bile, değişmekte. Bilim ve Teknik Dergisi'nin bu sayısında bilişim teknolojisinin bugünü ve yakın geleceği ile ilgili çok ilginç açıklamalar getiren bir yazı var. Teknolojinin her gün daha hızlanacağı ve bilgi saklama sığasının çok daha fazla büyüyeceği açık. Bu olanakların artmasıyla da, öncelikle bilgisayar profesyonelinin olmak üzere, tüm bilgisayar kullanıcılarının beklentileri değişecek, daha doğru bir deyişle, artacak. Bu da, bilgisayar ve bilişim teknolojisi tasarımcıları, yazılım geliştiricileri ve uç kullanıcılar arasında olağanüstü bir arz-talep çemberi oluşturacak.

Bu yorumu örneklerle açıklayayım. Kendi öğrencilik yıllarımda, "on-line" olarak bilgisayara bağlı olduğum Teletype® terminaler, saniyede 8 ilâ 10 karakter hızında bilgi aktarabiliyordu. CRT terminalerin daha yaygınlaşması ile bu hız çok arttı ama, bir sayfa bilgisi, hattardaki ve iletişim teknolojisindeki sıkıntılar da göz önüne alırsak, saniye yerine dakikalar bekleyerek elde etmek çok da sürpriz bir durum değildi. Bugün iletişim hatlarındaki hız, gigabit düzeyinde tartışılırken, bu daha nasıl hızlandırılır diye çok sayıda araştırma da yürütülüyor. Bunun temel nedenleri ise bence iki konunun başlattığı bir nevi "zincirleme reaksiyon"! Birincisi, hızlı bir şekilde iletişim olanağının sağlanmasının temel anlamı, çok değişik merkezlere erişilebilirlik. Kendi masamızın üstündeki bilgiye nasıl olsa erişiyoruz, ama aynı bilgiye iki kilitte de aynı hızla erişilebilirlik çok heyecan verici ve en az o kadar da yararlı bir olanak. İkincisi ise, bilginin her türüne erişmek kullanıcının doğal bir talebi. Sadece yazı değil çizim, resim, film, ses gibi verilerin de iletişim hatlarının üzerinden uçuş gelmesi ve onları etkileşimli olarak, hatta yorumlayarak kullanmak doğal bir beklenti. Ancak bu tür verilerin sayısallaştırılması ile gereken sığa, şimdi-

performansının çok küçük bir yüzdesi olduğunu eklemek gerek. Bu potansiyeli sonuna kadar kullanabilmek için fiber optik hatların bugün olduğu gibi, alışılmış bakır kabloların yerine şeffaf ışık iletkenlerini yerleştirip yine de temelde eski teknolojinin ilkelerini kullanarak girdiği kısır döngüden çıkmak gerekiyor.

Günümüzde kullanılan fiber optik ağ yönteminde ışık ışını yükseltilmesi ağa sokulması veya dışarı alınması gerektiği her seferinde elektron akımına dönüştürülerek yüksek hızlı bir iletişim sürecinde ayak bağı olabiliyor. Saniye-

den "gigabyte"ları aşmış, "terabyte"lara gidiyor. Bu nedenle, teknoloji bize ilk yeşil ışığı yakmakla dev bir yarış başlattı. Yerel ağlardan, uluslararası ağlara, internete ve özel amaçlı çok hızlı ağlara erişimin, dünya kapılarını siyasilerden çok daha evvel tüm uluslara açmış olmasının heyecanı, iletişim teknolojisi araştırmacılarını daha da iyiyi bulmak için ciddi bir şekilde zorlamaya başladı.

Bugün ülkemiz 128 kb/sn hızla internet üzerinden tüm dünyaya erişiyor. Bilkent Üniversitesi Kasım 1995 ayı içinde kendi olanakları ve yaptığı protokoller ile Üniversite'yi dünyaya 256 kb/sn hızla bağladı. Çok yakında TÜBİTAK başta olmak üzere, diğer teknolojiyi yakından izleyen üniversite ve kurumlarımız da bu hızda -belki daha da fazlasıyla- dünyaya bağlanıp, toplumumuza çok daha etkili bir hizmet vermeğe başlayacak, bilgiyi kullanıma, güncelliğini yitirmeden sunacak.

Bütün bu gelişmeler sonucu gerek kullanıcıyı, gerekse bilgisayar profesyoneli daha etkin ve biraz daha değişik kurullarla eğitmek gerekecek ve bu görev en başta üniversitemize düşecek.

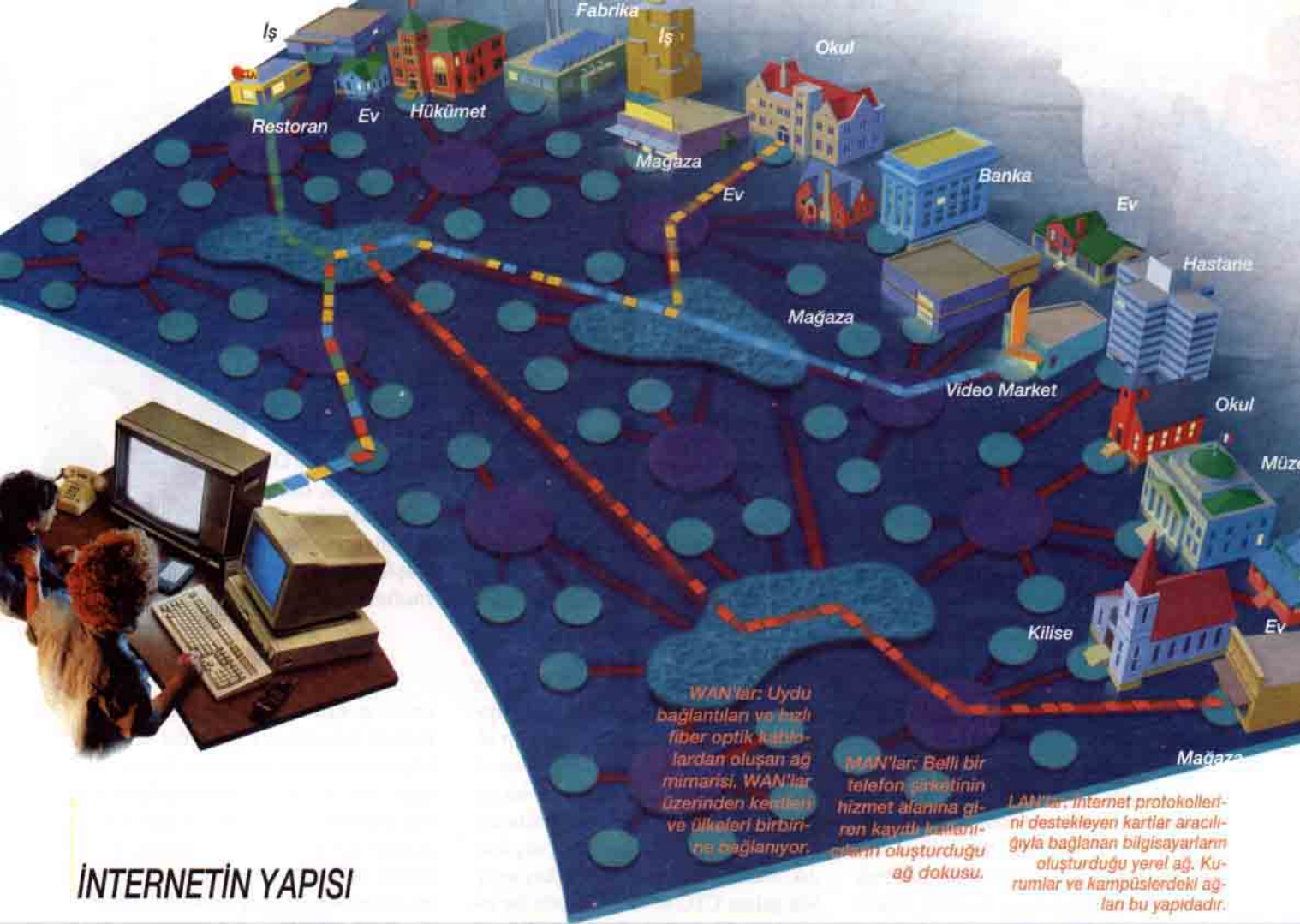
Bu kadar çok bilgiye erişilebilirlik ve onu etkili bir şekilde kullanabilmek ilk önce bilişim teknolojisinde yeni standartlar, yeni kurullar geliştirmek ve bunları geliştirebilecek gençleri eğitmeyi gerektirecek. Her şeye rahatça erişilebilirlik çok önemli etik sorunlar da ortaya çıkaracak: "Copyright" saygısı, kişi haklarının korunması, bilgi hırsızlığı ve sahtekarlığı ile topluları yanıltma, insanların din, dil, düşünce ve inanç özgürlüklerini zedeleyecek tür bilgilerin kasıtlı olarak belirli sistemlere, bölgelere yerleştirilmesi, virüs ve benzeri zararlı yazılımların ağlara yayılması, kredi kartı veya benzeri bilgilere erişim mal hırsızlığı yapma gibi tehlikeler ne yazık ki kapımızı çalmaya başladı bile. Bu konuları içeren etik eğitimi ile sorunlara karşı çıkılabilecek amaçlayan yazılım ve donanım geliştirilmesi de hem araştırmacıların, hem de eğitimcilerin unutmaması gereken bir konu.

Bütün bu gelişmeler hiç şüphesiz yok ki, çağımızı değiştirmeye devam edecek ve belirli kurullara uyulduğu sürece, çok büyük yararlar sağlayacak. Ve bunlara alışıp öğrendikçe de, daha fazla olanak ve yetenek isteyip duracağız. Ama bu, zaten gelişmenin tanımı değil mi?..

de onlarca gigabiti bulan bir iletişim hızında bu dönüşümleri sağlamak için gereksinim duyulan araçların fiyatı çok yüksek olduğu gibi, karmaşık hale de geliyorlar. Belli bir iletişim hızı örneğin, saniyede 50 gigabitin üzerinde ise, ekipmanın bu dönüşümlerin üstesinden gelmesi neredeyse olanaksız. Bu yüzden ışığın yükseltme ve yönlendirme işlemlerinin yine ışık kullanan araçlar tarafından gerçekleştirilmesi ve ışığın ancak varacağı ilk bilgisayara girişinde tekrar elektrik akımına dönüştürülmesi gerekli. Bu "bütünüyle optik ağlar"ın, optoelektronik ağların yerini alması için şimdiki ağların bütünüyle çağ dışı kalmasını beklemek gerekeceğe benziyor. Şimdiki fiber optik ağlar, fiber tel başına 2.5 gigabitlik veri transferini gerçekleştirebiliyor. Bu hız tek amaç için bir defada kullanılabilirse, bir ansiklopedinin kıtalararası iletimi bir saniye sürer. Ancak iletişim trafiği baş döndürücü bir yoğunluğa ulaştığında, optoelektronik ağların hızı doyurucu olmaktan oldukça uzaklaşır.

Günümüzün veri iletişim hızına bakıp hayrete düşenler ve internete erişim hızından memnun olanlar, var olan iletişim hızını yüz katına çıkaracak köklü teknolojik değişiklik senaryolarını anlamlı bulmayabilirler. Ancak, kapıda bekleyen sayısal video görüntü trafiği bugün rutin telefon görüşmeleri için gereksinim duyulan kapasitenin, bir başka deyişle bant genişliğinin 500 katını gerektirecektir. Ayrıca bilgiye erişimin tüm olanaklarının zorlandığı günümüze bakarak, gelecekte dünyanın en büyük kütüphanelerindeki metin ve görüntü stoklarının tamamına yakınının kablo üzerinden erişilebilir hale geleceğini ve bilgisayar ağları üzerinde akıl almaz bir yük oluşturacağını tahmin etmek güç değil.

Bu türden senaryoların gerçekleştirilmesi için, fizikçilerin ve mühendislerin optik fiberin kapasitesini daha iyi kullanabilecek ekipmanı gerçekleştirmeleri gerekiyor. Teorik olarak tek bir fiber teli saniyede 25 terabit (trilyon bit) veri transfer edebilir. Ancak, iki nedenle bu şimdilik olanaksız. Birincisi, 0 veya 1 değerini ifade eden bir bitin uzun yollarda niteliğini kaybetme olasılığının bu hızlarda yüksek oluşu. İkincisi ise bu derecede hızlı ışık sinyali akışını işleyebilecek araçların henüz yapılamamış oluşu. Ancak şimdiden bu gibi



KULLANICILAR

İnternetin geleceği tartışıl-
ken kullanıcıların herhangi
bir dünya vatandaşından
farklı olanaklara sahip
olarak tanımlanmayacağı
söyleniyor. Ancak, bugün
için kullanıcılar bir bilgisaya-
yara ve bunu destekleyecek
gerekli iletişim araçlarına ve
temel bilgisayar bilgisine sa-
hip olan şanslı insanlar.

ARAÇLAR

Yaya yollarından otopanlara
çıkmanızda normal olarak bazı
ulaşım araçlarına gereksinim
duyarsınız. İnternete bağlan-
mak için bir bilgisayara, tele-
fon erişimine, bir modeme ve-
ya benzeri ağ kartına vb. gere-
ksinim var. Gelecekte, inter-
netin trafik çeşitliliği arttıkça
yararlanılacak hizmete uygun
yeni araçlar tanımlanabilecek.

İLETİŞİM YOLLARI

Fiziksel açıdan, gelişmiş fiber
optik kablolardan telefon kab-
lolarna kadar uzanan bir çeşit-
lilik sergileyen iletişim otoban-
larının ortak özelliği, tanımlan-
mış bazı protokollere uyarak,
birbirlerine bağlanabilmeleri ve
bu protokollere uyarak iletilen
verilerin ne türden olduklarına
bakmaksızın hedeflerine iletile-
bilmelerini sağlamaları.

SERVİS KAYNAKLARI

İnternete doğrudan erişime sa-
hip, veya bu türden bilgisayarlara
bağlı diğerleri, dilerlerse internet
üzerinden hizmet verebilirler. Bu
hizmetin türü için kısıtlama yok.
Kablolu alışveriş merkezleri, kü-
tüphaneler, müzeler, üniversite
kaynakları bunlardan birkaçı. Sı-
radan bir kullanıcı da bilgisaya-
rından girdiği mütevazı bilgi re-
zervini global kullanıma sunabilir.

zorlukların üstesinden gelebilecek ağ
bileşenlerinin teorik çalışmaları başlatıl-
dı.

Bilgisayar ağları içinde en yaygın
olanı ve en iyi tanınanı internet. Inter-
netin teknolojik geleceği optik paket-
bilgi iletimli ağ sistemleri konusunda
yürütülen araştırmalar bağlamında ince-
lenmelidir. Bu gibi ağlarda tek bir dalga
boyu saniyenin trilyonda birinde açılıp
kapanabilen bir lazer tarafından üretilen
veri paketlerinin ışık sinyalleriyle
iletimi yolu güdüdür. Bu türden bir la-
zer kaynağı kullanılarak saniyede en az
100 gigabitlik bir hızla veri eklenen 10
000 civarında sinyal içeren veri paketle-
ri yaratılır.

Gelecekte elektronik ara öğeler kul-
lanılmadan inşa edilecek, internet trafi-

ği taşıyan bir kabloda yaratılacak 100 gi-
gabitlik bir iletişim hızı paket paylaşı-
mıyla aynı anda pek çok kullanıcının
hizmetine verilebilir. Zaten bugün uyu-
mlanan yöntem de bu prensibe dayanı-
yor. Bu durumda söz gelimi 10 kullanıcı
her biri paketleri saniyede 10 gigabitlik
hızla erişecek biçimde, kabloyu aynı
anda kullanabilir. İşte, MIT ve
NTT'de yürütülen bütünüyle optik,
yani elektronik ara dönüştürücüler içe-
rmeyen ağlar da bu hızda çalışıyor. Önü-
müzdeki yılların dayatacağı zorunluluk-
lar ve gelişen teknolojik alt yapı ağ fizi-
ğini yenileyip internette veri iletim hızı-
nı yüzlerce katına çıkarınca internetin
toplum yapısı ve geleceğin kültürü üze-
rinde çokça sözü edilen etkileri iyice
hissedilir bir hal alacak.

Yapay Zekâ

Yapay zekâ konusunda yapılan çalış-
maların şimdiye kadarki bölümü bilim
kurgu filmlerinde görmeye alıştığımız,
oldukça zeki yapay bilinçleri yaratama-
dı. Belki de, baştan beri özlemi duyulan
yapay zekâ modelleri yeterince gerçekçi
değildi. Filmlerdeki yapay zekâ sahne-
lerine duyulan özlem, gerçekleştirilebi-
lir ve yararlı uygulamaları geciktirmiş
olabilir. Bir otomatın bir konuşma sıra-
sında ağızda yuvarlanıvermiş bir sözcü-
ğü tanıyıp yorumlayabilmesi veya insan
yüzlerini ayırt edebilmesi şimdilik ger-
çekleştirilebilir bir hedef değildi.

Neyse ki, daha gerçekleştirilebilir
yapay zekâ modelleri üzerinde de araş-
tırmalar sürdürülüyor. 1975'de hazırla-



SAYISAL BİLGİ

İnsanlar ve bilgisayarların haberleşirken kullandıkları yöntemler farklı. Söz gelimi ses, ağızdan dalgalar halinde yayılır. Dalga deseni bir grafiğe dökülürse, her ses diliminin karşılığı olan bir sayısal nicelik ve bunun ikilik düzende özdeşi elde edilir. Bilgisayarın devrelerinde 0'lar zayıf akımı ifade eder, 1'ler ise yüksek akımı. Bunlardan birincisi transistörleri kapalı duruma, ikincisi açık konuma getirir.

nan Mycin adlı bir program Menenjit tanısında uzman doktorlar kadar başarılı olabiliyor. Ancak bu gibi programlar, henüz deneyim paylaşımı yoluna gitmediklerinden yeteneklerini ve birikimlerini geliştiremediler. Bir uzman, tıp programına pash eski bir araba fotoğrafı gösterdiğinizde kolayca kızamık teşhisi koyabilir. Belki de, bu programların en büyük sorunu, neyi bilmediklerini bilmemeleridir.

Yakınlarda meyvelerini vermesi beklenen bir çalışma da tam olarak bu sorunun çözümünü hedefliyor. Hatta soruna oldukça radikal bir çözüm önerdikleri söylenebilir. CYC adı verilen bu projenin amacı bir anlamda makineye herşeyi öğretmek. Bunu başarmak için de iğneyle kuyu kazarcasına çalışmalar gerekmiş.

Grubun çalışma yöntemi son derece yalın. Çeşitli makaleler, romanlar, rek-

amlar ve benzeri malzeme içinden rastgele seçim yapan araştırmacılar, yapay zekâ çalışmalarında gereksinim duydukları temel maddeyi, "yazar okuyucunun önceden ne bildiğini varsayıyor?" sorusunun yanıtı olarak arıyorlar. İstenilen şey metnin anlamı veya içeriğiyle ilgili birşey değil. Genel anlamda okurun nasıl algılandığı sorusu. Bu çalışmaların sonucunda 100 000 somut kavram ve bunlar hakkında bir milyon maddelik genel kültür yorumu elde edilmiş.

Elde edilen bilgilerin büyük kısmı sözlükler, almanaklar veya benzeri başvuru kaynaklarında bulunamayacak türden. CYC, insanların çorbayı nasıl içtiğini, çocukların bazen hayvanlardan korktuğunu ve ülkelerin çoğunda polislerin silah taşıdığını bilmek zorunda. Üstelik bazı bilgilerin diğerleriyle tuhaf ilişkiler kurmasına hatta çelişmesine göz yummalı. Söz gelimi Drakula'nın vampir olduğunu bilip, aslında vampirlerin var olmadıklarına inanmak gibi. Öncü bir yapay zekâ programı olarak tanıtılmaya hızla yaklaşan CYC, şimdiden alışılmadık maharetler sergilemeye başlamış. Söz gelimi CYC'ye "Bana mutlu bir insan göster!" diyecek olursanız, "Kızının yürümei öğrenişini izleyen bir adam." diye yanıtlar. Burada herhangi bir ifade paralelliği, kavram özdeşliği ve benzeri ucuzluk yok. Verilen cevap, yapay zekâ pırlıtısının ta kendisi!

Zeki Yazılımlar

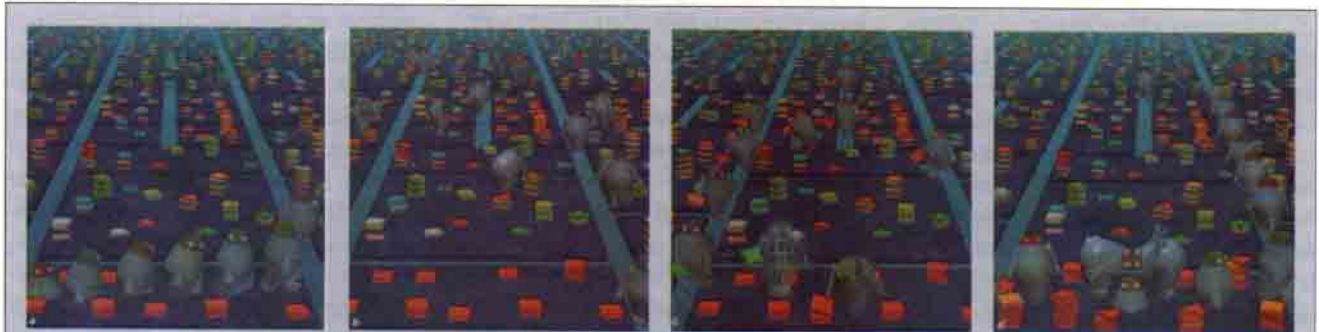
Bilgisayarlar, otomobiller ve tost makineleri kadar yaygınlaştıysa da, çoğu kişi için bu araçların tüm yeteneklerini kullanabilmek, jet pilotu eğitimi almak kadar karmaşıkmiş gibi görünüyor. İn-

YAZILIM
Bilgisayarlar ancak taşıdıkları yazılımlar kadar zekidirler. Bazı yazılımlar, temel işlemler, depolama, veri giriş çıkışları, donanım destekleme gibi ana görevleri yerine getirirler. Diğerleri ise, daha uzmanlaşmış görevleri üstlenmişlerdir. Grafik, muhasebe, oyun gibi...



sanlar iş, eğitim, iletişim hatta sevgili bulmak için zamanlarının daha fazlasını bilgisayar başında geçirmeye devam ettikçe uzman olmayan kullanıcıların takip etmeleri ve üstesinden gelmeleri gereken konular da artıyor. Bilgisayarlar, normal şartlar altında, kullanıcı müdahalesi olmadıkça boş boş bekleyen araçlardır. Birisi gelip bir tuşa basmadıkça, bir komut vermedikçe veya fareyi oynatmadıkça hiç birşey gerçekleşmez.

Şimdilerde bu gibi sorunlar için kurgulanan yeni bir yöntem, yazılım ajanları tartışılıyor. Küçük birer yapay zekâ programı olan ajanlar, kullanıcının yararına sistem kaynaklarını ve rutin olarak yapılan işlemleri sürekli denetim altında tutarak yarar sağlayacaklar. Ajanların hangi amaçlarla kullanılacağı önceden tam bir kesinlikle belirlenmeyecek. Uygulanabilir ve basit bir ajan türü kullanıcının ilgi alanlarını belirleyip onun yeri-



YAPAY EVRİM: Yapay zekâ uygulamalarından olan yazılım ajanları şematik sunumda, kullanıcının ilgi duyduğu, kırmızı blokları fark ediyor (a) ve benzerlerini aramaya koyuluyorlar (b). İlgisiz malzeme getirenler yok oluyor (c) doğru malzeme getirenler ise yeteneklerini çarprazlayan yeni nesiller üreterek çalışmaya devam ediyor (d). Birkaç kuşak sonra kullanıcının ilgi yelpazesini çok iyi tanıyan ajanlar ortaya çıkıyor. Bu türden ajanların değişen ilgi alanlarına adaptasyon hızı da doğal seçim yoluyla gelişmiş oluyor.

ne veri taraması yapabilir. Çeşitli veri tabanlarında bu gibi ajanların prototipleri kullanıma girmiş bile.

Ajanların kullanıcıyla iletişimde dolaysız ve ilkel bir yöntem kullanılması düşünülüyor. Ajanla yazılı iletişim, ajanın varlığının asıl amacını yıpratır. Keza ajanlar, zaten kullanıcının çevreyi izleme yönlendirme yükünü azaltmak için tasarlanıyorlar. Şimdilik ajanın o an yaptığı iş hakkında fikir verecek bir yüz ifadesine sahip küçük bir figür olarak ekranın köşesinde betimlenmesi düşünülüyor.

Ajanlar için önemli bir istihdam alanı internet tarafından sunuluyor. Ziyaret edilebilecek servislerin sayısının günden güne arttığı internet dünyasında kişinin ilgi alanına giren servisleri belirleyip taraması için harcayacağı süre, servislerin sayısı ile doğru orantılı olarak artıyor. İnternet yolculukları sırasında kullanıcıyı izleyen bir ajan, kullanıcının ilgi alanlarını belirleyip bu alanlara giren servisleri tarayabilir.

Bu gibi ajanların kusursuz bir verimliliğe ayarlanarak programlanmaları sorununu ortadan kaldırmak da son derece kolay. Bu pratik bir numarayla, ajanlara

iletişim, etkileşim, türeme hatta parazitizm gibi doğal gelişim ve seçilim yeteneklerinin tanınmasıyla kolayca sağlanabilir. Yani, doğada canlıların olumlu mutasyonlarının belirlenmesini sağlayan ortamın bir benzeri, bilgisayar için yaratılabilir. Bilgisayarındaki ajan popülasyonu, doğal seçilim yasalarının denetimi altında gelişip serpilir ve hayallerinizi süsleyen yapay zekâ yardımcılarına zaman ilerledikçe daha çok yaklaşırsınız.

Bilgisayarların günden güne hızlanıp ucuzladıkları, yapay zekâ, iletişim, sanal gerçeklik, multimedya gibi uygulamaların geliştiği ve günlük hayatın bir parçası haline gelmeye başladığı doğru. Ancak bu gerçek, günlük hayat kavramınızın neyi karşıladığıyla doğrudan doğruya ilişkili. Bilim, mühendislik, teknoloji alanlarındaki bilgisayar temelli gelişmelerin sonuçlarının bir kısmı dünya yüzeyinin önemli bölümüne yayılıyor olabilir. Ancak bilgisayarla ilintili teknolojinin bizzat kendisinin tüm dünyaya yayılması ve tüm insanlığın hizmetine girmesi, şimdilik ancak bir hayal olabilir. İnternete atfedilen yeni dünya kültürünün sınırları kaldıracağı, öntümüzdeki yüzyılda herkesin internete



Microsoft şirketinin patronu, CD-ROM'ların kapasitesini gösteriyor. Fotoğraftaki 330 000 sayfa tek aralıklı dizilmiş düz metin, avuç içine sığabilen optik disklerle taşınabiliyor. Büyük başvuru kaynaklarının CD-ROM'lara taşınması kağıt kaynağı olarak kullanılan ormanları kurtarabilir.

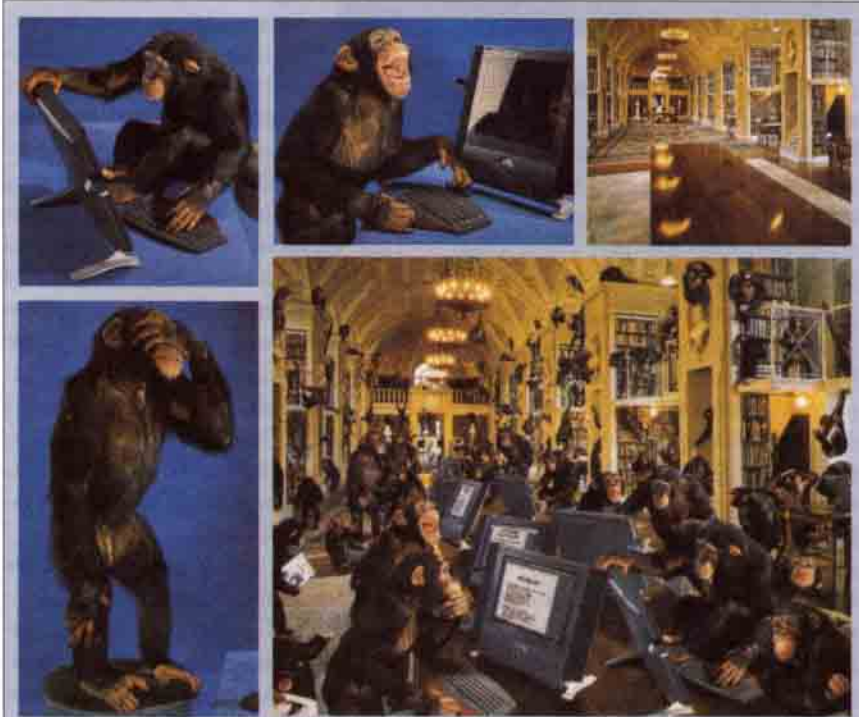
bağlanacağı olgusu oldukça şüphe götürür. Hatta öntümüzdeki yüzyılda tüm insanların hesap makinelerine "LEBLE-BI" yazdırma şanslarının olabileceği bile iyimser bir tahmin!

İnternetin gelişmekte olan ülkelerin tümünde gerekli altyapıların desteğiyle yaygınlaşmasını olası kabul etsek, bunun için tüm hükümetler kaynak ayırabilse ve herkes bilgisayar ekranının karşısına oturabilse bile, gelişmekte olan ülkelerin halklarının ortalama üçte birinin okuma yazma bilmediği bir dünyada bu hiç birşey ifade etmeyecektir. Bu yüzden, geride kalmak istemeyen ülkelerin tutarlı enformasyon politikalarını üretmeleri gerekiyor. Bu yolla mucizeler yaratmak işten bile değil.

Bilişim teknolojisi herkesi sarsan, şaşırtan, heyecanlandıran bir hızla ilerliyor ve dünyaya yayılıyor. Kraliçe Marie Antoinette'ye ait ünlü sözü çağdaş bir yorumla yinelercesine... "Hesap makineleri yoksa bilgisayarlarını kullansınlar"!

Özgür Kurtuluş

Kaynaklar
Patterson, D. A., Vincent W. S. Chan, Douglas B. Lenat, Pattie Mac-es, "21. Century" Scientific American, Eylül 95.
Swerdlow, J. L., "Information Revolution" National Geographic, Ekim 95.



Derginin kapağında yer alan fotoğraf da ileri bilgisayar teknolojisi uygulamalarının bir ürünü. Bilgiye ulaşmanın eğlenceli ve kolay yeni yollarıyla kütüphane araştırmalarını sevimli akrabalarımız şempanzeler için bile olanaklı kılacak teknolojiyi karikatürize eden fotoğraf, günümüz bilgisayarlarında çalışan gelişmiş grafik programlarıyla, montaj yoluyla elde edilmiş.