Verileri Binlerce Yıl Saklayabilen Yeni Veri Depolama Sistemi

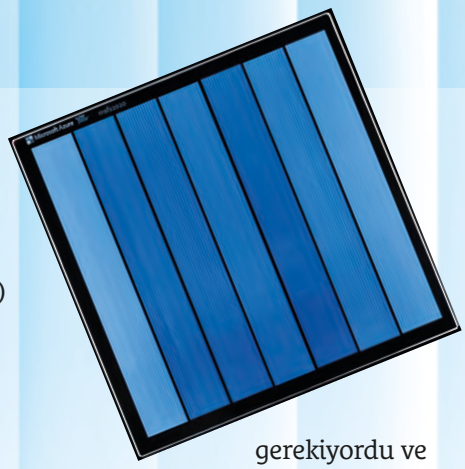
Dr. Tuba Sarıgül | *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Microsoft araştırmacıları, yüksek enerjili lazer aracılığıyla camın yapısında deformasyonlar oluşturularak verilerin kodlanmasını sağlayan bir yöntem geliştirdi. Bu sayede dijital veriler 10.000 yıl boyunca bozulmadan depolanabilir.

Dijital çağda insanlık devasa miktarda veri üretiyor. Örneğin her üç yılda bir üretilen veri miktarı iki katına çıkıyor. Yani veri depolama ihtiyacı katlanarak artıyor. Günümüzde dijital arşiv sistemlerinde kullanılan manyetik bantlar ve sabit sürücüler verileri on yıllar ölçeğinde depolayabiliyor. Kişisel, ticari, hukuki ya da bilimsel bazı verilerin ise onlarca hatta yüzlerce yıl saklanması gerekebiliyor. Dolayısıyla bu tür kritik verilerin belirli zaman aralıklarıyla yeni depolama ortamlarına aktarılması gerekiyor. Bu ise zaman alıcı ve yüksek maliyetli bir süreç.

Dijital verilerin uzun süre saklanması amacıyla camın yapısında ya da DNA'da depolanması gibi alternatif yöntemler üzerinde çalışmalar yürütülüyor. DNA'nın veri depolama yoğunluğu (birim hacimde depolanan veri miktarı) çok yüksek. Örneğin bir gram DNA'da yüz binlerce terabayt veri depolanabiliyor. Ancak DNA'ya veri depolamak için gerekli olan biyokimyasal sentez süreci günümüzde son derece maliyetli ve depolanan verilerin okunması için ihtiyaç duyulan DNA dizileme aşaması, geleneksel dijital depolama yöntemlerine kıyasla daha yavaş.

Cam ise yaygın olarak bulunan ve düşük maliyetli bir malzeme. Southampton Üniversitesinden Prof. Dr. Peter Kazansky, camda veri depolama alanının gelişimine öncülük eden araştırmacılardan biri. Kazansky ve ekibi geçmiş yıllarda, kısa süreli lazer atımları ile camın yapısında nano ölçekte boşluklar oluşturularak verilerin camın yapısında kodlanabileceğini ve mikroskoplar aracılığıyla tekrar okunabileceğini gösterdi. Ancak bu yöntemde yüksek saflıkta silika cam kullanılması



Microsoft Research

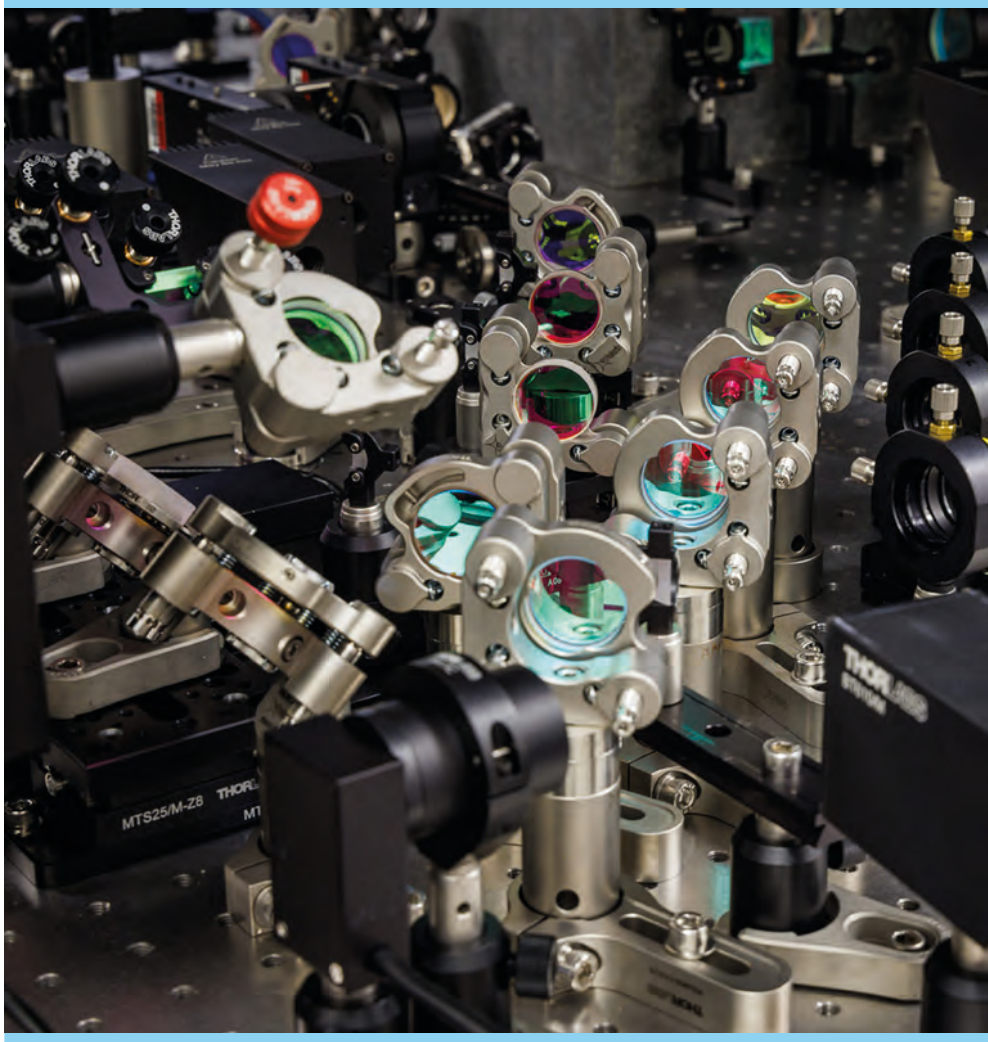
gerekiyordu ve kodlanan verilerin tekrar okunmasını sağlayan sistem son derece karmaşıktı.

Microsoft araştırmacıları tarafından geliştirilen yeni yöntemde ise dijital veri, günlük hayatta yaygın olarak kullanılan borosilikat camların yapısında depolanıyor. Projede yüksek enerjili lazer atımları ile camın iç yapısında 2 mikrometre derinliğinde ve 100 nanometre genişliğinde deformasyonlar oluşturuldu. Bu deformasyonlar, camın içinde kırılma indisi farklı bölgelerin ortaya çıkmasına neden oluyor. Araştırmacılar bu teknolojiyi dijital verileri cama kodlamak için kullandı. Yeni yöntemle lazerin odak derinliği değiştirilerek camın iç yapısındaki farklı katmanlara veri depolamak da mümkün.

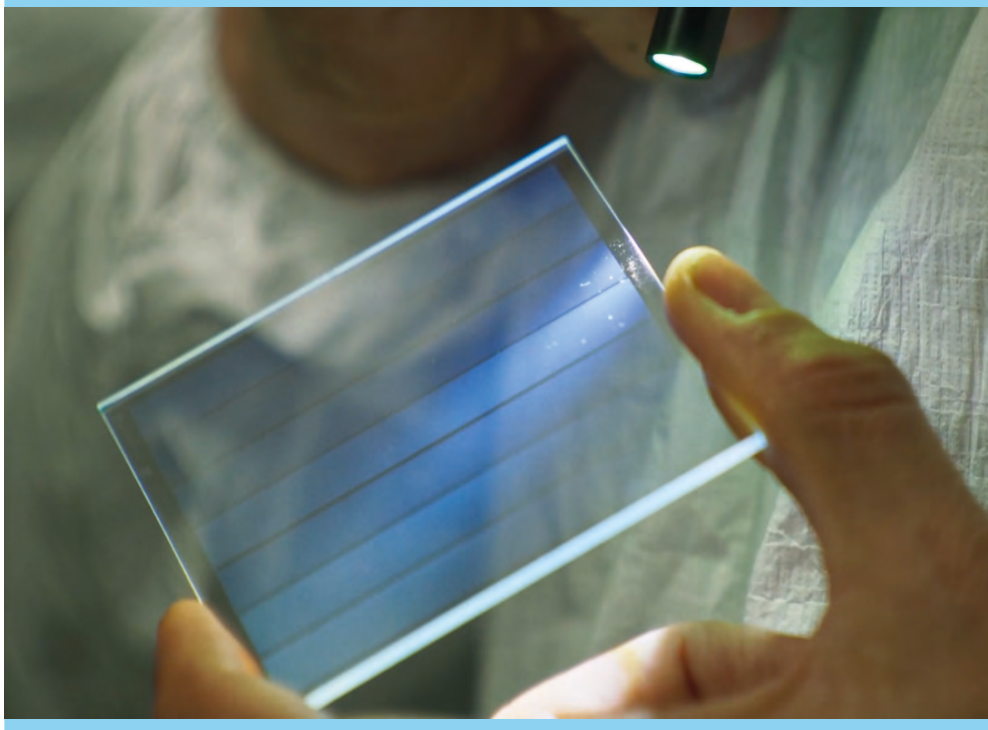
Project Slica isimli projede ışık camın içinden geçerken hızındaki ve yönündeki değişimler mikroskoplar tarafından tespit edilerek depolanan veri okunabiliyor. Araştırmacılar bu sayede bir kenarı 12 cm olan 2 mm kalınlığındaki kare bir cam levhaya 4,8 terabayt veri depolamayı başardı. Araştırmacılar verileri okumak ve birbirine yakın deformasyon bölgelerinden saçılan ışığın birbiriyle girişim yapmasını engellemek için makine öğrenimi algoritmaları kullandı.

Testler, bu yöntemle borosilikat camda depolanan verilerin, 290 °C gibi yüksek sıcaklıklarda bile 10.000 yıldan daha uzun süre bozulmadan saklanabileceğini gösteriyor. Oda sıcaklığında bu sürenin yüzlerce kat daha uzun olacağı düşünülüyor. Veriler saklanırken sıcaklık kontrollü bir ortama ya da bakıma ihtiyaç duyulmuyor.

Cama veri depolama yönteminde verilere hızlı erişim ve yazılan verilerin üzerine yeniden veri yazılması mümkün değil. Ayrıca verilerin yazılması ve okunması için özel donanımlara ihtiyaç duyulması nedeniyle bu teknoloji uzun süreli arşivlenmesi gereken verilerin depolanması için daha uygun. ■



Microsoft Research



Microsoft Research

Kaynak

https://doi.org/10.1038/s41586-025-10042-w