

# İŞPORTA FİYATINA

**D**ünyanın en hızlı, en küçük ve en ucuz süperbilgisayarı nerede olur? Elbette Japonya'da. GRAPE-6 (Üzüm) adlı bilgisayar öylesine ucuz ki, peynir ekmek gibi satılıyor. Makine, astrofizik simülasyonlar için geliştirilmiş bir dizi tasarımın sonucusu. Tokyo Üniversitesi'nden bir grup araştırmacı tarafından küçük bir bütçeyle geliştirilen bilgisayar, gezegenlerin oluşumu, yıldız kümelerinin gelişimi ya da gökadalardan çarpışması gibi olayların simülasyonunda en başarılı araç sıfatını kazanmış bulunuyor. Nedeni, tek bir amaç için tasarlanmış olması: İki cisim arasındaki kütleçekimini hesaplamak. Bunun dışında örneğin, sıcaklığın, ışınımın ya da manyetizmanın etkisini kendi başına hesaplamıyor; başka bir bilgisayarın, örneğin bir ev bilgisayarının desteğine gerek duyuyor. Ancak kütleçekim hesaplarını öylesine çabuk yapıyorlar ki,

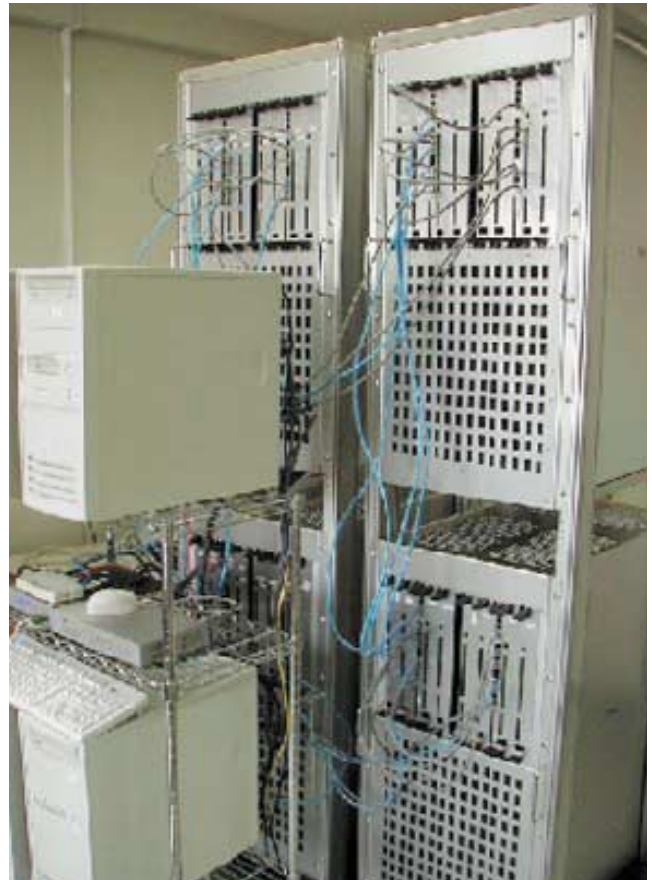
araştırmacılar gerçekçi sayıda gök cismini kullanarak simülasyonlar gerçekleştirebiliyorlar. Sıradan süperbilgisayarlarsa bu işin altından kalkamıyorlar. Fiyatları nedeniyle daha şimdiden GRAPE serisinden 32 bilgisayar, dünyanın çeşitli yerlerinde araştırma gruplarınca kullanılıyor.

Serinin son ürünü olan GRAPE-6 saniyede 30 trilyon gezgin nokta operasyonu (30 teraflop ya da kısaca Tflop) işlem hızıyla dünyanın en hızlı bilgisayarı. Şimdiye kadar rekor, 12.3 Tflop hızıyla IBM'nin ASCI White süperbilgisayarında bulunuyordu.

GRAPE dizgesi, N-cisim hesaplarıyla uğraşan Japon gökbilimcilerin mevcut bilgisayarlar konusundaki hoşnutsuzluklarının bir ürünü. Tokyo Üniversitesi'nden astrofizikçi Daiichi Sugimoto ile kendisinin lisansüstü öğrencisi Jun Makino, yıldız kümelerinin oluşumunu incelemek için N-cisim simülasyonları denen yöntemi kullanırken,

birkaç bin yıldızın dahil edildiği hesaplamalar, süperbilgisayarların yüzlerce saatını alıyormuş. Oysa araştırmacılar hesapları yüzbinlerce yıldız üzerine kurmak istediklerinden mevcut bilgisayarlardan çok daha hızlı bir araca gereksinimleri olduğunu anlamışlar. Aslında hesap basit: Yapılacak şey, iki cismin kütlelerinin çarpımıyla, cisimler arasındaki uzaklığın karesiyle bölünen kütleçekim sabitini eşitlemek. Ancak gerçeğe daha yaklaşabilmek için cisim sayısının her artırılışı, hesapları büyük ölçüde karmaşıktırıyor; çünkü her cisim, öteki her cisimle kütleçekim etkileşiminde bulunuyor.

Sugimoto ve grubu, GRAPE serisini gerçekleştirmek için, bir başka gökbilimci olan Yoshihiro Chikada'nın 1983 yılında kendi gözlemleri için geliştirdiği ve daha sonra ilkelerini herkese açıkladığı bir sistemden esinlenmişler. Chikada, rutin hesapları gerçekleştirmek için bunları bilgisayarına



# KOZMOLOJİ

yazılım programlarına yaptırmak yerine, bu hesapları elektronik devreler haline getirerek bilgisayara bağlamış. Dolayısıyla bilgisayar saatinin her devresiyle bir satırlık kod yazılması yerine hesaplama, yalnızca elektronların devre içinden geçiş hızında yapılabilir hale gelmiş. Bu paralel bağlanan rutin hesap devrelerine Pipeline (boru hattı) deniyor. GRAPE de adını bundan alıyor (GRAVity Pipe = Küteçekim Borusu). Şimdi emekli olan Sugimoto, ekibiyle ilk GRAPE'yi 1989 yılında, gerçekleştirmiş. Bu, 120 milyon flop hızında bir makine ve o zaman 1 gigaflop (milyar flop) hızına ulaşmış olan süperbilgisayarlardan daha yavaş. Ama çekiciliği, ekibin bu makineyi yalnızca bir yıl uğraşarak ve 3000 dolarlık hazır malzeme kullanarak yapmış olması. Ekip aynı anda GRAPE'in iki türünü birden geliştirmeye başlamış ve bu yaklaşım sürdürülerek çifte ürün politikası benimsenmiş. Bunlardan çift sayılı GRAPEler (Ör. GRAPE-4) daha yüksek bir sayısal kesinliğe sahip ve özellikle çok kesin kuvvet hesapları gerektiren çarpışmalı olgular için tasarlanıyorlar. Tek sayılı GRAPE'lerse daha az kesin, daha güçsüz ve daha ucuz. Bunlar çarpışmasız uzun dönemde gerçekleşen olguların, örneğin gökada oluşumunun hesapları için geliştirilmiş. Bilgisayarların ün kazanıp aranır hale gelmesiyle de Sugimoto ve arkadaşları yapım işini, TOKYO Üniversitesi'nin gökyüzü araştırma programlarına mütevazî katkılar karşılığında Hamamatsu Metrix adlı özel bir şirkete devretmiş. GRAPE'lerin "boruları" artık özel tasarlanmış birer çip üzerine basılarak paralel bağlanıyor. Ucuz seriden GRAPE-3'de bunlardan 48 adedi paralel bağlanmışken, 1692 çipin paralel bağlandığı GRAPE-4 1995 yılında Teraflop (trilyon flop) barajını ilk aşan bilgisayar olmuş. Aynı tarihte en hızlı sıradan süperbilgisayarsa 280 gigaflop (milyar

flop) hızına ancak erişebiliyormuş. Ucuz model GRAPE-5'ten sonra gelen GRAPE-6, şimdi gene hız kralı. Ama esas çekiciliği fiyatlarında: Bugün 13 000 dolar fiyatlı en basit GRAPE-6 modelinde yalnızca 4 GRAPE-6



çipi bulunuyor. Bu çiplerden her biri 6 boruhattından oluşuyor ve 150 gigaflop hızda çalışıyor. 32 çip üzerinde toplam 192 boruhattından oluşan ve 1 Tflop hız kapasiteli tek bir GRAPE-6 bordunun fiyatı

42 000 dolar. Geçtiğimiz ay tanıtılan en gelişmiş GRAPE-6 bilgisayarındaysa bu bordlardan 32 tane bulunuyor.

GRAPE serisinin sayıları hızla artan kullanıcılarına göre bu bilgisayarlar, en dar bütçeli araştırma gruplarına bile, "masalarının üzerine sanal bir astrofizik laboratuvarı yerleştirme olanağı sağlıyor". GRAPE, gökbilimciler arasında neredeyse bir fan kulüp atmosferi oluşturmuş. Araştırmacılar, vardıkları sonuçları birbirleriyle paylaşıyor ve karşılaştıkları sorunların giderilmesi için birbirlerine yardımcı oluyorlar.

GRAPE'lerin bilimsel hesaplama konusundaki olağanüstü başarıları, başka alanlardaki araştırmacıların dikkatini bu bilgisayarlar üzerine topluyor. Japonya Fizik ve Kimya Araştırmaları Enstitüsü RIKEN'den Toshikazu Ebisuzaki, şimdi GRAPE yaklaşımını akışkan dinamiğine uygulamaya çalışıyor. Çünkü araştırmacıya göre küteçekimi nasıl yıldız dinamiği hesapları için bir dar boğaz oluşturuyor idiyse, moleküler çekimi yönlendiren Coulomb ve Van der Waals kuvvetlerinin hesaplanması da akışkan dinamiği için bir dar boğaz. Tokyo Üniversitesi'nde Sugimoto'nun ayrılmasından sonra program sorumluluğunu üstlenmiş olan Makino ve arkadaşları dünya hız rekorunu kırmış olmanın gururunu taşıyorlar. Bununla birlikte temel ilgileri hala astrofizikte odaklanmış durumda. Ekibin araştırma listesinin başında, gökadalardan merkezinde dev karadelliklerin nasıl ortaya çıktıklarının belirlenmesi geliyor. Makino'ya göre önceki GRAPE bilgisayarlarıyla bu konuda net bir model oluşturulamadıysa da, GRAPE-6 bu işin üstesinden gelebilecek güçte. Çözülmemekte direnen problemler ise, herhalde Grape 7 ve Grape 8'i bekleyecek.

Science, 13 Temmuz 2001

Çeviri: Raşit Gürdilek