

Kelepir Süper Bilgisayarlar



1994 yılında Thomas Sterling ve Don Becker, NASA'nın Dünya ve Uzay Bilimleri (ESS) projesi için, 16 DX4 işlemcisi Ethernet ağı üzerinden birbirlerine bağlayan bir bilgisayar kümesi (cluster) ürettiler. Makinelerine Beowulf adını verdiler. Bilgisayar çok kısa zaman içerisinde büyük başarı sağladı. Belli bir takım hesaplama ihtiyacını karşılamak için, herhangi bir bilgisayar satıcısından alabileceğiniz standart parçaları kullanma fikriyse, hem NASA'nın başka projelerine, hem de başka akademik ve araştırma kurumlarına sıçradı. Bugün tüm dünyadaki bilgisayar kullanıcıları topluluğu "Beowulf Sınıfı Bilgisayar Kümesi" diye bir bilgisayar kategorisini tanıyor.

NASA'nın ESS projesi, Yüksek Performanslı Hesaplama ve İletişim (HPCC) programının altındaki araştırma projelerinden birisi. ESS projesinin amaçlarından birisi, büyük ölçekte paralel (MPP) bilgisayarların araştırmacılarca karşılaşılan sorunları çözmek için kullanılıp kullanılmayacağıydı. İlk Beowulf bilgisayar ESS uygulamaları sırasında sık sık karşılaşılan büyük veri kümelerine ilişkin sorunları çözmek amacıyla tasarlanmıştı.

Aslında sözkonusu tarihin Beowulf sınıfı bilgisayarların ortaya çıkabilmesi için çok uygun olduğunu da belirtmek gerekir. Geride kalan 10-12 yıl içerisinde Beowulf bilgisayarların doğuşunu sağlayan birçok olay gerçekleşti. Ofislerde ya da evlerde kullanılan sıradan bilgisayarlara yönelik büyük bir pazarın oluşması, mikro işlemciler, anakartlar, diskler ve ağ bağdaştırıcıları gibi bilgisayar donanımlarının isteğe bağlı olarak alınabilmesi, tüm bu parçaların fiyatları düşerken güvenilirliklerinin artması, bilgisayar endüstrisinde daha önce benzeri görülmemiş düşük bir fiyat/performans oranı sağladı. Donanım cephesindeki bu gelişmelerin yanı sıra yazılım cephesinde de, özellikle Linux

işletim sisteminin ortaya çıkması, GNU projesindeki derleyiciler ve programlama araçları, MPI ve PVM kütüphaneleri gibi herkese açık yazılımlarının yaygınlık kazanması sayesinde, donanımdan bağımsız yazılım elde edilebildi. Paralel bilgisayarlarda çalışan araştırmacıların geçmişte kazandıkları deneyimleri onlara, üreticilerden alınmış paralel donanımlar üzerinde bile yüksek performans elde etmenin zor bir iş olduğunu ve "kendin yap" anlayışını edinmeyi gerektirdiğini göstermiş. Paralel platformların önem kazanmasında geçmişteki bir önemli noktaysa, hesaba dayalı bilime geçen zaman içinde daha fazla güvenilmesi ve yüksek performanslı hesaplama giderek artan talep. İşte tüm bu gelişmelerin (donanım, yazılım, deneyim ve beklenti) Beowulf sınıfı bilgisayarların oluşumunu sanki doğal evrimsel bir olay haline soktuğu söylenebilir.

Her ne kadar işlemci performansındaki artış çevremizde sürekli söylene-gelse de, Beowulf sınıfı bilgisayarların gelişimindeki belki de en önemli nokta ağ teknolojilerinde maliyet/performans kazanımlarıdır. Paralel bilgisayarların geçmişinde akademik gruplar ve ticari üreticiler zamanlarının en iyi işlemcilerini kullanarak bilgisayarlar tasarladılar da, bir tek tip bağlantı şekline ya da özel "ara" işlemcilere ihtiyaç duydular. Akademik kişiler için bunlar ilginç araştırma konularına ve yeni fikirlerin keşfine yol açıyorsa da, bu tip çabalar genellikle tek tip makinenin kullanımıyla sonuçlandı. Bu tip bilgisayarların ömrü çoğunlukla, çalışmalarını bunlar üzerinde yapan lisansüstü öğrencilerinin kariyerleriyle sınırlı kaldı. Üreticilerse, ya bilgisayarlarının belli bir özelliğini güçlendirecek bağlantı şekilleri seçiyor ya da bilgisayarı belli bir pazarın ihtiyaçlarına uyduracak şekilde tasarlıyorlardı. Bilgisayarın tüm özelliklerinden yararlanabil-

mek ise ancak donanıma uygun yazılım kullanılmasıyla gerçekleşebiliyordu. Fiyat/performans kriterindeki düşüşler ve Linux'un yüksek performanslı ağ desteği, standart donanımlar kullanılarak PC sınıfı bilgisayarlardan yük dengeli sistemlerin oluşturulabilmesini sağladı. İşte bu yüzden, yüksek düzey paralel bilgisayar üretici firmalarının (Cray, Thinking Machines gibi) zor zamanlar yaşarken, paralel işleme gelişmeye devam ediyor.

İlk Beowulf bilgisayar DX4 bilgisayarlar ve 10 Mbit/s bant genişliğine sahip Ethernet ağı kullanılarak yapılmıştı. İşlemciler bir tek Ethernet kartı için fazla hızlıydılar ve Ethernet anahtarlama teknolojisi o sıralarda çok pahalıydı. Sistemi dengelemek amacıyla Don Becker Linux için Ethernet sürücülerini yeniden yazdı. İki ya da daha fazla Ethernet arasında trafiğin bölündüğü "kanal bağlı" (channel-bonded) bir Ethernet yarattı. 100 Mbit/s hızındaki yeni Ethernet teknolojisinin ucuzlamasıyla bu sisteme —en azından şimdilik— gerek kalmadı. 1997'nin sonlarında 16 adet 200 Mhz P6 işlemcili, Fast Ethernet ağıyla ve bir Fast Ethernet anahtarıyla birbirine bağlı bir sistem iyi bir seçimdi. Yine de, yük dengeli bir bilgisayar kümesinin tam konfigürasyonu, kümenin boyutuna, işlemci hızıyla ağı bantgenişliği arasındaki ilişkiye ve tüm bu parçaların fiyatına bağlı kalmaya devam ediyor. Ancak Beowulf kümeli sistemlerinin en önemli özelliği, tüm bu değişikliklerin (işlemci tipi ve hızı, ağ teknolojisi, parçaların maliyeti vs.) programlama modelini değiştirmemesi. Bu yüzden Beowulf sistemlerinin kullanıcıları ileriye dönük uyumluluğu, geçmiş yıllardakinden çok daha fazla yaşayacaklar.

İleriye dönük uyumluluğun bir anahtar noktası da, Beowulf sınıfı bilgisayarlarda kullanılan yazılım sistemleri. Linux'un olgunluğa ulaşması ve gü-

venilirliğinin artması; GNU yazılımları ve PVM-MPI kütüphaneleri aracılığıyla ileti geçişinin standartlaşması, programcılara yazdıkları programların gelecekteki Beowulf sistemlerde çalışacağı garantisini verdi. Hem de işlemciyi kim üretirse üretsin, ya da ağ teknolojisi ne olursa olsun...

İlk Beowulf bilgisayar ESS'deki araştırmacıların hesaplama gereksinimlerine yanıt vermek için yapılmıştı. Sırf paralel programlama deneyimi olan araştırmacılar için üretilmişti. Bu araştırmacıların çoğu yıllarca performans bilgilerinin ayrıntıları için MPP üreticileriyle ve sistem sorumlularıyla tartışmış; gelişmemiş araçlarla ve yeni programlama modelleriyle boğuşmuşlardı. Bu nedenle de kaçınılmaz olarak bir "kendin yap" anlayışı ortaya çıkmıştı. Öğrendikleri bir başka gerçekse, büyük bir bilgisayarı kullanmanın aslında makinenin devasa kaynaklarının çok küçük bir kısmını başka kullanıcılarla paylaşma anlamına gelmesiydi. Bu kullanıcılar için bir bilgisayar kümesi, tamamen kontrol edip kaynaklarını sonuna kadar kullanabilecekleri, daha verimli, daha yüksek performanslı bir hesap ortamı anlamına geliyordu. Bu yaklaşımı "Yapabileceğin birşeyi niye satın almasın?" sorusuyla da özetlemek mümkün. Bu yaklaşımın altında yatan bir başka gerçek de, Beowulf sınıfı bilgisayar yapmayı ve işletmeyi öğrenmek bir yatırımken, belli bir üreticinin bilgisayarının tuhaflıklarını öğrenmenin sizi o üreticinin kölesi haline getirmesi.

Supercomputing '96 etkinliğinde NASA ve ABD Enerji Bakanlığı, 50 bin dolardan aza malolan ve 1 gigaflop/s performans sunan bilgisayarlar kümeleri tanıttılar. Bir yıl sonra, NASA Goddard Uzay Uçuşu Merkezi, 199 adet P6 işlemciyi 10.1 Gflop/s kapasitede çalışacak şekilde bir araya getirdi. Tüm bu sonuçlar Beowulf sınıfı bilgisayarların birer süper bilgisayar olduğu anlamına gelmiyor. Ancak istenirse, süper bilgisayar kullanıcılarının ilgisini çekecek kapasitede bir bilgisayar yaratmak mümkün.

Tecrübeli paralel programcılar dışında, Beowulf sınıfı bilgisayarlar paralel programlama konusunda çok az tecrübesi olan ya da hiç olmayan kişiler tarafından da kullanılmaktadır. Aslında bu tip bilgisayarlar genellikle sınırlı

kaynakları bulunan üniversitelere, paralel programlama derslerini öğretmek için mükemmel bir platform sunduğu gibi, bilgisayar bilimcilerine de uygun maliyetli hesaplama gücü sağlıyor. Böyle bir durumda bir üniversite için başlangıç maliyetinin çok düşük olduğundan söz edilebilir. Zira bu tip bir projeye ilgilenen öğrenci büyük olasılıkla kendi bilgisayarında Linux kullanıyordu. Laboratuvar kurma ve paralel programlar yazma onun öğrenme deneyiminin bir kısmını oluşturacaktır.

Paralel bilgisayarlar içinde sınıflandırıldığında, Beowulf bilgisayarlar kümeleri MPP ile NOW (iş istasyonları ağı) arasında bir yerdedir. Beowulf projesi her iki tipte bilgisayarın da geliştirilmesi sırasında elde edilen kazanımlardan faydalanır. MPP tipik olarak büyüktür ve bağlantılarında Beowulf sınıfı bilgisayarlardan daha az ağ gecikme süresi vardır. Programcıların en yüksek performansı elde etmeleri için yerellik, yük dengeleme ve iletişim gibi konulara kafa yormaları gerekir. Bir NOW sistemini programlama, genellikle bir laboratuvardaki ya da kampüsteki bilgisayarların âtil işlemci gücünü kullanabilmeye yöneliktir. Ancak, bu sistemlerde kullanılacak programların algoritmalarının yük dengeleme sorunları ve iletişimdeki gecikme süresi gibi konulara aşırı toleranslı olması gerekir.

Beowulf sınıfı bilgisayarlar NOW grubundan küçük ama önemli farklarla ayrılır. Birincisi, bu kümedeki her bir düğüm (node) kümeye adanmıştır. Bu, yük dağılımı sorununu kolaylaştırır. Zira düğümlerin performansları dış etkenlere bağlıdır. Ayrıca ağın, dış ağlar-

la tüm bağlantıları yalıtıldığından, ağ üzerindeki tüm trafik, uygulama tarafından belirlenir. Bu da, NOW'larda yaşanan beklenmedik gecikmeye ilişkin problemleri kolaylaştırır. Kümedeki tüm düğümler, kümenin yetki alanı içindedir. Örneğin bağlantı ağı dış ağdan yalıtıldığı için, işlemciler arasındaki yetki denetimi sadece sistem bütünlüğüne yöneliktir. Buna karşın bir NOW sisteminde ağ güvenliği göz önüne alınmalıdır. Ayrıca Beowulf sisteminde, her düğüm en iyi etkileşimi elde edecek şekilde ince ayar edilebilir.

Tüm Beowulf topluluğu da, Linux topluluğu gibi sıkı organize olmayan araştırmacı ve geliştiricilerden oluşmaktadır. Her organizasyonun kendi amaçları vardır ve Beowulf sisteminin belli bir parçasını geliştirmek (ya da kullanmak) için kendi nedenleri bulunur. Tüm bu topluluk, üyelerinin fikirlerini paylaşmak ve başarı ya da başarısızlıklarını tartışmak için duydukları istekle bir arada kalır. Bu etkileşimi sağlayan da Beowulf e-posta listesi, kişisel WWW sayfaları ve toplantılardır.

Beowulf projesinin geleceği tek tek organizasyonların katkılarıyla ve standart bilgisayar parçaları pazarının geleceği tarafından belirlenecek. Mikro işlemci teknolojisi gelişmeye devam ettikçe ve yüksek hızlı ağlar uygun maliyetli hale geldikçe, daha fazla sayıda geliştirici paralel platformlara geçecek ve Beowulf projesi de güçlenmeye devam edecektir.

Murat Maga

Kaynaklar:
<http://www.beowulf.org/>
<http://yura.cc.n.purdue.edu/~pplinux>

