

Linux Kümeleme NASIL

Yazan:
Ram Samudrala

<me (at) ram.org>

Çeviren:
Davut Akçiçek

<dakcicek (at) comu.edu.tr>

Çeviren:
Olcay Kabal

<okabal (at) comu.edu.tr>

Eylül 2005

Özet

Bu belge, yüksek performanslı hesaplama için Linux Kümeleme'nin nasıl kurulacağı ve araştırmalarda nelere ihtiyaç duyulacağı hakkındadır.

Konu Başlıkları

1. Giriş	3
2. Donanım	3
2.1. Düşüm Donanımı	3
2.2. Sunucu Donanımı	4
2.3. Masaüstü ve Terminal Donanımı	5
2.4. Çevresel Donanımlar	5
2.5. Bütün Donanımları Bir Araya Getirme	5
2.6. Fiyat	5
3. Yazılım	5
3.1. İşletim Sistemi; Tabii ki Linux!	5
3.2. Network Yazılımı	6
3.3. Paralel İşleme Yazılımı	6
3.4. Fiyat	6
4. Kurulum, Yapılandırma ve Bakım	6
4.1. Disk Yapılandırması	6
4.2. Paket Yapılandırması	7
4.3. İşletim Sistemi Kurulumu ve Bakımı	7
4.3.1. Kişisel kopyalama stratejisi	7
4.3.2. Kopyalama ve Bakım Paketleri	7
4.3.3. Donanıma bağımlı IP Adresleri ve DHCP	8
4.4. Bilinen Donanım Sorunları	8
4.5. Bilinen Yazılım Sorunları	8
5. İşleri Küme Üzerinde Gerçekleştirme	8
5.1. Kabaca Kıyaslamalar	8
5.2. Bir Sonraki Yeniden Başlatmaya Dek Geçen Zaman	9
6. Teşekkür	9
7. Kaynakça	9

Bu çevirinin sürüm bilgileri:

1.0	Eylül 2005	DA, OK
İlk çeviri		

Özgün belgenin sürüm bilgileri:

1.5	5 Eylül 2005	RS
-----	--------------	----

Telif Hakkı © 2005 Ram Samudrala – Özgün belge

Telif Hakkı © 2005 Davut Akçiçek ve Olcay Kabal – Türkçe çeviri

Yasal Açıklamalar

Bu belgenin, *Linux Kümeleme NASIL* çevirisinin 1.0 sürümünün **telif hakkı © 2005 Davut Akçiçek ve Olcay Kabal'a**, Özgün İngilizce sürümünün **telif hakkı © 2005 Ram Samudrala'ya** aittir. Bu çeviriyi, Free Software Foundation tarafından yayınlanmış bulunan [GNU Genel Kamu Lisansı^{\(B1\)}](http://www.gnu.org/copyleft/gpl.html)'nın 2. ya da daha sonraki sürümünün koşullarına bağlı olarak kopyalayabilir, dağıtabilir ve/veya değiştirebilirsiniz. Bu Lisansın özgün kopyasını <http://www.gnu.org/copyleft/gpl.html> adresinde bulabilirsiniz.

BU BELGE "ÜCRETSİZ" OLARAK RUHSATLANDIĞI İÇİN, İÇERDİĞİ BİLGİLER İÇİN İLGİLİ KANUNLARIN İZİN VERDİĞİ ÖLÇÜDE HERHANGİ BİR GARANTİ VERİLMEMEKTEDİR. AKSİ YAZILI OLARAK BELİRTİLMEDİĞİ MÜDDETÇE TELİF HAKKI SAHİPLERİ VE/VEYA BAŞKA ŞAHISLAR BELGEYİ "OLDUĞU GİBİ", AŞIKAR VEYA ZİMNEN, SATILABİLİRLİĞİ VEYA HERHANGİ BİR AMACA UYGUNLUĞU DA DAHİL OLMAK ÜZERE HİÇBİR GARANTİ VERMEKSİZİN DAĞITMAKTADIRLAR. BİLGİNİN KALİTESİ İLE İLGİLİ TÜM SORUNLAR SİZE AİTTİR. HERHANGİ BİR HATALI BİLGİDEN DOLAYI DOĞABİLECEK OLAN BÜTÜN SERVİS, TAMİR VEYA DÜZELTME MASRAFLARI SİZE AİTTİR.

İLGİLİ KANUNUN İCBAR ETTİĞİ DURUMLAR VEYA YAZILI ANLAŞMA HARİCİNDE HERHANGİ BİR ŞEKİLDE TELİF HAKKI SAHİBİ VEYA YUKARIDA İZİN VERİLDİĞİ ŞEKİLDE BELGEYİ DEĞİŞTİREN VEYA YENİDEN DAĞITAN HERHANGİ BİR KİŞİ, BİLGİNİN KULLANIMI VEYA KULLANILAMAMASI (VEYA VERİ KAYBI OLUŞMASI, VERİNİN YANLIŞ HALE GELMESİ, SİZİN VEYA ÜÇÜNCÜ ŞAHISLARIN ZARARA UĞRAMASI VEYA BİLGİLERİN BAŞKA BİLGİLERLE UYUMSUZ OLMASI) YÜZÜNDEN OLUŞAN GENEL, ÖZEL, DOĞRUDAN YA DA DOLAYLI HERHANGİ BİR ZARARDAN, BÖYLE BİR TAZMİNAT TALEBİ TELİF HAKKI SAHİBİ VEYA İLGİLİ KİŞİYE BİLDİRİLMİŞ OLSA DAHİ, SORUMLU DEĞİLDİR.

Tüm telif hakları aksi özellikle belirtilmediği sürece sahibine aittir. Belge içinde geçen herhangi bir terim, bir ticari isim ya da kuruma itibar kazandırma olarak algılanmamalıdır. Bir ürün ya da markanın kullanılmış olması ona onay verildiği anlamında görülmemelidir.

1. Giriş

Bu belge, yüksek performanslı hesaplama için Linux Kümeleme'nin nasıl kurulacağını ve [araştırmalarda](#)^(B3) nelere ihtiyaç duyacağımızı anlatır.

Belgenin başındaki yasal uyarıları okuyunuz. Bu belgeyi okuduktan sonra yapacağınız herhangi bir şey için sorumluluk bana ait değildir. Bu belgenin en son sürümünü http://www.ram.org/computing/linux/linux_cluster.html adresinde bulabilirsiniz.

Bu belge, "hesaplama kümeleri" kurmanın genel yollarını anlatan genel bir belge değil, hesaplama tarafının ayrıntısını içermeyen, özellikle, laboratuvarımızı nasıl kuracağımızı anlatan bir belgedir. Ama sahip olduğunuz makinelere masaüstü, dizüstü ve sunucu açılarından bakar. Bu genellikle özel amaçlı kullanım için yapılır. Ama ben internete koydum, çünkü haber gruplarından aynı bilgi için istekte bulunan birçok e-posta aldım. Bugün dahi, 64 düğümlü başka bir "küme" tasarlıyorum. Düğüm oluşturmak için bileşenleri nasıl toptasak da Linux altında güvenli çalışsın diye hazırlanmış bir belgenin yokluğunu gördüm. Bu nasıl belgesi, ne çeşit donanımlar Linux'la iyi çalışır, hangileri çalışmaz raporu gibi ele alınmalıdır.

2. Donanım

Bu bölüm benim yaptığım donanım seçimlerinden oluşur. [Bilinen Donanım Sorunları](#) (sayfa: 8) bölümünde özellikle bahsedilmemiş her şeyin iyi çalıştığını varsayıyoruz.

Her bölüm için satın alınması gereken donanımlar önce listelenmiştir.

2.1. Düğüm Donanımı

1. 32 makine aşağıdaki özelliklere sahip olacak:

- 2 XEON 2.66GHZ 533FSB işlemci
- Supermicro 6013A-T 1u kasa ve anakart
- 2 512MB PC2100 DDR REG ECC RAM bellek
- 1 80GB SEA 7200 SATA sabit disk
- 1 250GB SEA 7200 SATA sabit disk

2. 32 makine aşağıdaki özelliklere sahip olacak:

- 2 XEON 2.4GHZ 533FSB işlemci
- Supermicro X5DPR-1G2 anakart
- 2 512MB PC2100 DDR REG ECC RAM bellek
- 1 40GB SEA 7200 sabit disk
- 1 120GB SEA 7200 sabit disk
- Supermicro Slim 24X CDROM sürücü
- CSE-812 400 C/B 1U kasa

3. 32 makine aşağıdaki özelliklere sahip olacak:

- 2 AMD Palamino MP XP 2000+ 1.67 GHz işlemci
- Asus A7M266-D w/LAN Dual DDR anakart
- 2 Kingston 512mb PC2100 DDR-266MHz REG ECC RAM bellek
- 1 41 GB Maxtor 7200rpm ATA100 sabit disk
- 1 120 GB Maxtor 5400rpm ATA100 sabit disk

- Asus CD–A520 52x CDROM sürücü
- 1.44mb disket sürücü
- ATI Expert 2000 Rage 128 32mb ekran kartı
- IN–WIN P4 300ATX Mid Tower kasa
- Enermax P4–430ATX güç kaynağı

4. 32 makine aşağıdaki özelliklere sahip olacak:

- 2 AMD Palamino MP XP 1800+ 1.53 GHz işlemci
- Tyan S2460 Dual Socket–A/MP anakart
- Kingston 512mb PC2100 DDR–266MHz REG ECC RAM bellek
- 1 20 GB Maxtor UDMA/100 7200rpm sabit disk
- 1 120 GB Maxtor 5400rpm ATA100 sabit disk
- Asus CD–A520 52x CDROM sürücü
- 1.44mb disket sürücü
- ATI Expert 98 8mb AGP ekran kartı
- IN–WIN P4 300ATX Mid Tower kasa
- Intel PCI PRO–100 10/100Mbps ağ kartı
- Enermax P4–430ATX güç kaynağı

5. 32 makine aşağıdaki özelliklere sahip olacak:

- 2 Pentium III 1 GHz Intel işlemci
- Supermicro 370 DLE Dual PIII–FCPGA anakart
- 2 256 MB 168–pin PC133 Registered ECC Micron RAM bellek
- 1 20 GB Maxtor ATA/66 5400 RPM sabit disk
- 1 40 GB Maxtor UDMA/100 7200 RPM sabit disk
- Asus CD–S500 50x CDROM sürücü
- 1.4 MB disket sürücü
- ATI Expert 98 8 MB PCI ekran kartı
- IN–WIN P4 300ATX Mid Tower kasa

2.2. Sunucu Donanımı

Harici kullanım için iki sunucunun özellikleri:

1. Sunucu

- 2 AMD Opteron 240 1.4 GHz işlemci
- RIOWORKS HDAMB DUAL OPTERON anakart
- 4 KINGSTON 512MB PC3200 REG ECC RAM bellek
- 80GB MAX 7200 UDMA 133 sabit disk
- 6 200GB WD 7200 8MB sabit disk
- ASUS 52X CD–A520 CDROM sürücü
- 1.44mb disket sürücü
- Antec 4U22ATX550EPS 4u kasa

2. Sunucu

- 2 AMD Palamino MP XP 2000+ 1.67 GHz işlemci
- Asus A7M266-D w/LAN Dual DDR bellek
- 4 Kingston 512mb PC2100 DDR-266MHz REG ECC RAM bellek
- Asus CD-A520 52x CDROM sürücü
- 1 41 GB Maxtor 7200rpm ATA100 sabit disk
- 6 120 GB Maxtor 5400rpm ATA100 sabit disk
- 1.44mb disket sürücü
- ATI Expert 2000 Rage 128 32mb ekran kartı
- IN-WIN P4 300ATX mid tower kasa
- Enermax P4-430ATX güç kaynağı

2.3. Masaüstü ve Terminal Donanımı

Kümemizin en azından 2 tip kullanıcıını tanımladık: Kümeleme ile birlikte veri işlemeyi hızlandırmak için devamlı bir yerel işleme gücüne ve disk alanına ihtiyaç duyanlar ve sadece kümeleme işlem gücüne ihtiyaç duyanlar. Baştaki için, daha çok yüksek performanslı "masaüstüler" uygundur, sonraki için aptal "terminaler" uygundur.

Masaüstü bilgisayarlar; onların yerel işlem gücünde sürekliliğine ve işlem hızını artırmak için küme ile disk alanlarının birleştirilmeye ihtiyacı vardır. Yüksek performanslı olmaları gerekmektedir. Masaüstü bilgisayarlarımız genellikle, son teknolojiye sahip 1.6 GHZ Opteron işlemcili, 10 GB kadar belleği olan, 1 TB'tan fazla yerel disk bulunan ikili veya dördütlü işlemcili makinelerdir. Terminallerimiz kullanıcının hesabına girebildiği, uygulamalarını çalıştırabildiği makinelerdir. Kullanıcılar dizüstü bilgisayarlarını, aptal terminaler gibi de kullanabilirler.

2.4. Çevresel Donanımlar

Biz genellikle Viewsonic monitörleri tercih ediyoruz. Microsoft Intellimouse ve Microsoft Natural klavye birlikte uyum içinde çalışmaktadır.

2.5. Bütün Donanımları Bir Araya Getirme

Düğömlere görsel erişim için; önceleri KVM anahtar ve ucuz bir monitör ile bütün makinelere bağlanıp bakabiliyorduk. Bu hoş bir çözüm olmasına rağmen ölçeklenemiyordu. Şu anda küçük bir monitörü kablolarıyla birlikte gerektiği yere taşıyoruz. İhtiyacımız olduğunda küçük el monitörünü PC'lerin arkasına takıp sökebiliyoruz.

Network için genellikle Netgear ve Cisco anahtarlarını kullanıyoruz.

2.6. Fiyat

Satıcımız Hard Drives Northwest'tir (<http://www.hdnw.com>). Kümemizde ki, 2 işlemci içeren her bir düğüm için vergileriyle birlikte 1500-2000\$ ödedik. Genel olarak hedefimiz her bir işlemcinin fiyatını 1000\$'ın altında tutmaktır.

3. Yazılım

3.1. İşletim Sistemi; Tabii ki Linux!

Kullanılan çekirdekler ve dağıtımlar aşağıda listelenmiştir:

- 2.2.16–22 çekirdeği, KRUD 7.0 dağıtımı,
- 2.4.9–7 çekirdeği, KRUD 7.2 dağıtımı
- 2.4.18–10 çekirdeği, KRUD 7.3 dağıtımı
- 2.4.20–13.9 çekirdeği, KRUD 9.0 dağıtımı
- 2.4.22–1.2188 çekirdeği, KRUD 2004–05 dağıtımı.

Bu dağıtımlar bizim için çok iyi çalışıyor. Çünkü güncellemeleri bize CD üzerinde gönderdiler. Dolayısıyla güncellemeler için dış dünyaya bağlantıya gerek kalmadı. Hem de Red HAT gibi düzenli bir dağıtımdan daha temiz görünüyor, kurulumu da gerçekten tutarlı.

3.2. Network Yazılımı

Güvenlik Duvarı için Shorewall 1.3.14a (<http://www.shorewall.net>) kullanıyoruz.

3.3. Paralel İşleme Yazılımı

Paralel uygulamalar için kendi yazılımlarımızı kullanıyoruz ama [PVM^{\(B8\)}](#) ve [MPI^{\(B9\)}](#) hakkında da deneyimimiz var. Bence hazır paket programlar çok genel çözüm sunuyor. Çalıştıracığınız görevler için özel uygulama kodu yazmanızı tavsiye ederim. (Ama bu sadece benim görüşüm.)

3.4. Fiyat

Linux ve üzerinde çalışan yazılımların çoğu ücretsizdir.

4. Kurulum, Yapılandırma ve Bakım

4.1. Disk Yapılandırması

Bu bölüm, disk bölümleme stratejimizi tanımlar. Donanım ve yazılım değişimleri için mantıksal yapının fiziksel ifadesinin sürdürülebilir olmadığını gördük. Hedefimiz, makinelerin sanal yapılarını mantıksal olarak organize etmektir. Şu anki stratejimiz:

küme makinaları:

sistem diski üzerindeki 1. bölüm	– swap (2 * RAM)
sistem diski üzerindeki 2. bölüm	– / (kalan disk alanı)
ek disk üzerindeki 1. bölüm	– /maxa (toplam disk)

sunucular:

sistem diski üzerindeki 1. bölüm	– swap (2 * RAM)
sistem diski üzerindeki 2. bölüm	– / (4–8 GB)
sistem diski üzerindeki 3. bölüm	– /home (kalan disk alanı)
1. ek disk üzerindeki 1. bölüm	– /maxa (toplam disk)
2. ek disk üzerindeki 1. bölüm	– /maxb (toplam disk)
3. ek disk üzerindeki 1. bölüm	– /maxc (toplam disk)
4. ek disk üzerindeki 1. bölüm	– /maxd (toplam disk)
5. ek disk üzerindeki 1. bölüm	– /maxe (toplam disk)
6. ek disk üzerindeki 1. bölüm	– /maxf (toplam disk)

diğer ek diskler üzerindeki 1. bölüm - /maxg (toplam disk alanı)

Masaüstü bilgisayarlar:

sistem disk üzerindeki 1. bölüm	- swap	(2 * RAM)
sistem disk üzerindeki 2. bölüm	- /	(4-8 GB)
sistem disk üzerindeki 3. bölüm	- /spare	(kalan disk alanı)
1. ek disk üzerindeki 1. bölüm	- /maxa	(toplam disk)
diğer ek diskler üzerindeki 1. bölüm	- /maxb	(toplam disk alanı)

Not etmek gerekirse, sunucularda ve masaüstü bilgisayarlarda, maxg ve maxb tek bir disk veya disk yığını olabilir.

4.2. Paket Yapılandırması

Çalışma alanı için minimum paketler kümesini kurun. Kullanıcılar masaüstlerini istedikleri gibi değiştirebilirler, sağlanan sanal yapı yukarıda tanımlandığı gibi korunur.

4.3. İşletim Sistemi Kurulumu ve Bakımı

4.3.1. Kişisel kopyalama stratejisi

Bir sistemin tamamen dağıtık olması taraftarıyım. Bunun anlamı her bir makinenin işletim sisteminin bir kopyasını içermesidir. İS'yi her bir makineye tek tek kurmak sıkıcıdır. Bu süreci iyileştirmek için ilk önce bir makineye tam olarak istediğim şekilde kurulumu yaparım. Sonra bütün sistemin tar ve gzip'lenmiş bir dosyasını oluştururum ve bunu kümede her bir makine üzerine kopyalayabilmemi sağlayacak "boot" edilebilir şekilde CD-ROM'a yazarım.

Tar dosyasını oluşturmak için kullandığım komutlar aşağıdaki gibidir:

```
tar -czvlp --same-owner --atime-preserve -f /maxa/slash.tgz /
```

Argüman olarak makine numarasını alan ve CD-ROM'daki `slash.tgz` dosyasını "untar" edip adını ve IP adresini uygun yerlerde değiştiren `go` denilen bir betik kullanıyorum. `go` betiğinin bir sürümüne ve onun için gereken giriş dosyalarına şu adresten erişebilirsiniz: <http://www.ram.org/computing/linux/cluster/>. Bu betiğin sizin küme tasarınızı temel alarak ona göre düzenlenmesi gerekir.

Bunun çalışması için Martin Purschke'nin Özel Kurtarma Diskini, (<http://www.phenix.bnl.gov/~purschke/RescueCD/>) `go` betiği ve diğer ilişkili dosyalarla birlikte kopyalanmış sistemi ifade eden `.tgz` dosyasını da içeren "boot" edilebilen bir CD imajı oluşturmak için kullanırım. Bu, CD-ROM'a yazılır.

Böylece, tek yapmanız gerekenin CD-ROM'u yerleştirmek olduğu bir sisteminiz vardır. Makineyi açarsınız, bir fincan kahve (veya bir kutu kola) alıp tam bir kopyayı görmek için arkanıza yaslanırsınız. Bu işlemi ne kadar makineniz varsa o kadar kez tekrar edin. Bu yöntem benim için çok iyi çalıştı ve eğer işi gerçekten yapan (CD-ROM'ları yerleştiren ve çıkaran) biri daha varsa bu sizin için idealdir. Benim sistemimde, makinenin numarasından yola çıkarak IP adresini belirliyorum; ama bu DHCP kullanarak tamamen otomatik olabilir.

Rob Fantini <rob@fantinibakery.com>, http://www.ram.org/computing/linux/cluster/fantini_contribution.tgz adresinden erişilebilen Mandrake 8.2 sistemini kopyalamak için kullandığı yukarıdaki betiklerin düzenlenmelerine katkıda bulunmuştur.

4.3.2. Kopyalama ve Bakım Paketleri

FAI

FAI (<http://www.informatik.uni-koeln.de/fai/>) bir PC kümesine Debian GNU/Linux işletim sistemi kurmak için otomatik bir sistemdir. Bir veya daha fazla el değmemiş PC'yi alın, çalıştırın ve birkaç dakikanın ardından hiçbir ara etkişime gerek kalmadan Linux kurulmuş, yapılandırılmış ve tüm kümenin üzerinde çalışıyor olacaktır.

SystemImager

SystemImager (<http://systemimager.org>) Linux kurulumlarını, yazılım dağıtımını ve ürün yaygınlaştırmasını otomatikleştiren bir yazılımdır.

4.3.3. Donanıma bağımlı IP Adresleri ve DHCP

Eğer kurulmuş DHCP'niz varsa, o zaman IP adresini tekrar ayarlamanıza gerek yoktur ve `go` betiğinden ilgili o kısım çıkarılabilir.

DHCP'nin avantajı, sunucunun uygun şekilde yapılandırılması durumunda sağlanan IP adresleriyle hiç boğuşulmamasıdır. Dezavantajı, merkezi bir sunucu üzerinde olmasıdır (söylediğim gibi, sistemleri mümkün mertebe dağıtık yapmaya eğilimim vardır). Eğer makineleri değiştirmek veya rutin olarak konak adlarını değiştirmek isterseniz donanım ethernet adreslerini IP adreslerine bağlamak uyumsuzluğa neden olacaktır.

4.4. Bilinen Donanım Sorunları

Genel olarak donanım bizim için gerçekten iyi çalıştı. Özel konulardan aşağıda bahsedilmiştir:

AMD dual 1.2 GHz makineler gerçekten çok ısınıyor. Onlardan iki tanesi bir odanın sıcaklığını hissedilir derecede yükseltiyorlar. Bundan dolayı masaüstü konusunda uygun olabilirler; ama geniş bir kümenin parçası olarak kullanılacakları söz konusuysa soğutma ve güç tüketimi göz önüne alınması gereken konulardır. Daha önce tanımlanan AMD Palmino yapılandırması gerçekten iyi çalışıyor görünüyor; ama ben kasaya kesinlikle iki fan koymanızı tavsiye ederim; bu bizim tüm kararsızlık problemlerimizi çözdü.

4.5. Bilinen Yazılım Sorunları

Bazı çalışan tar'lar beklenildiği gibi (özellikle sembolik bağlantıların referanslanmasında ve bu referansların kaldırılmasında) açıkça bir tar dosyası oluşturmuyor. Buna bulduğum çözüm bu işi yapan RedHat 7.0'dakine benzer bir çalışan tar kullanmak.

5. İşleri Küme Üzerinde Gerçekleştirme

Küme üzerindeki kullanım geliştikçe bu bölüm de geliştiriliyor; ama bu zamana dek farklı makinelerdeki görevler arasında iletişimi sağlamak için ileti aktarımı yapan kendi rutin kümelerimizi yazmaya meyilliydik.

Birçok uygulama, özellikle DNA dizilimi hesaplama alanlarında katı olarak paralelleştirilebilir ki bu, kusursuz dağıtımın, görevlerin makineler arasında eşit olarak dağıtılmasıyla başarılabilceği anlamına gelir (örneğin, bütün bir DNA dizilimini (gen) analiz ederken tek tek her gen/protein'i inceleyerek uygulanan bir teknikte, her bir işlemci bir kerede diğer tüm işlemcilerden bağımsız olarak bir gen/protein üzerinde çalışabilir).

Buraya kadar profesyonel bir sıralama sistemi kullanma ihtiyacı hissetmedik; ama bunun, çalıştırmak istediğiniz uygulamaların türüne son derece bağlı olduğu çok açıktır.

5.1. Kabaca Kıyaslamalar

Çalıştırdığımız tek en önemli program (bizim *ab initio* protein katlayan simülasyon programımız) için P 3.1 GHz işlemcili makinenin işlem gücüne göreli olarak elde edilen ortalama değerler:


```
Xeon      1.7 GHz işlemci yaklaşık %22 daha yavaş
Athlon    1.2 GHz işlemci yaklaşık %36 daha hızlı
Athlon    1.5 GHz işlemci yaklaşık %50 daha hızlı
Athlon    1.7 GHz işlemci yaklaşık %63 daha hızlı
Xeon      2.4 GHz işlemci yaklaşık %45 daha hızlı
Xeon      2.7 GHz işlemci yaklaşık %80 daha hızlı
Opteron   1.4 GHz işlemci yaklaşık %70 daha hızlı
Opteron   1.6 GHz işlemci yaklaşık %88 daha hızlı
```

Evet, yanlış görmediniz, Athlon 1.5 GHz Xeon 1.7 GHz'den daha hızlı. Çünkü Athlon saat periyodu başına (IPC ~ instructions per clock) 9 talimat (IPC) çalıştırırken Xeon sadece 6 IPC çalıştırır (siz hesaplayın artık!). Çalışır dosyalar makinelerde tek tek derlendiği (dolayısıyla örneğin matematik kütüphanelerinin kalitesinin bir etkisi olacaktır) ve desteklenen donanımlar farklı olduğu için bu son derece özensiz bir kıyaslamadır.

5.2. Bir Sonraki Yeniden Başlatmaya Dek Geçen Zaman

Bu makineler, çok ağır yükler altında sürekli olarak çalıştırılarak hata kontrolünden (genellikle yeni birkaç makinede bazı donanım problemleri olabilir) geçtiklerinden dolayı hem donanım hem yazılım bakımından inanılmaz şekilde sağlamdır. Yaygın bir örnek aşağıda verilmiştir. Yeniden başlatmalar genel olarak bir sigorta atığında olmuştur.

```
2:29pm up 495 days, 1:04, 2 users, load average: 4.85, 7.15, 7.72
```

6. Teşekkür

Bu NASIL belgesine katkıda bulunanlar:

- Michal Guerquin (<mikeg (at) u.washington.edu>)
- Michael Levitt (<michael.levitt (at) stanford.edu>)

7. Kaynakça

Aşağıdaki belgeler size yardımcı olabilir—aşağıdakiler yüksek performanslı hesaplama kümelerini kullanma kaynaklarına bağlıdır:

- Ram Samudrala'nın araştırma sayfası (bu kümelerle yapılan araştırma türünü tanımlar)^(B15)
- RAMP web sayfası^(B16)
- RAMBIN web sayfası^(B17)

Notlar

Belge içinde dipnotlar ve dış bağlantılar varsa, bunlarla ilgili bilgiler bulundukları sayfanın sonunda dipnot olarak verilmeyip, hepsi toplu olarak burada listelenmiş olacaktır.

^(B1) ../howto/gpl.pdf

^(B3) <http://compbio.washington.edu>

^(B8) http://www.csm.ornl.gov/pvm/pvm_home.html

^(B9) <http://www-«unix.mcs.anl.gov/mpi/mpich/>

(B15) <http://www.ram.org/research/research.html>

(B16) <http://www.ram.org/computing/ramp/ramp.html>

(B17) <http://www.ram.org/computing/rambin/rambin.html>

Bu dosya (cluster-howto.pdf), belgenin XML biçiminin
T_EXLive ve belgeler-xsl paketlerindeki araçlar kullanılarak
PDF biçimine dönüştürülmesiyle elde edilmiştir.

26 Ocak 2007