

HPC ÇALIŞMA PRENSİPLERİ VE İŞ SÜREÇLERİNE FAYDALARI

İLKER RODOPLU

HPC İş Geliştirme Müdürü
ilker.rodoplu@pro-line.com.tr

2007
Preferred Partner



- HPC NEDİR?
- HPC KULLANIM ALANLARI
- BİLGİSAYAR DESTEKLİ MÜHENDİSLİK (CAE) VE SİMÜLASYON
- CAE UYGULAMALARININ HPC SİSTEMLERDE KULLANIMI
- HPCde YENİ TREND: CLUSTER MİMARİSİ



HIGH PERFORMANCE COMPUTING NEDİR?

HPC

- Mühendislik ve bilimsel araştırmalarda çözümü zor ve zaman alan problemlerin yüksek performanslı bilgisayar altyapısı ile çözülmesidir.

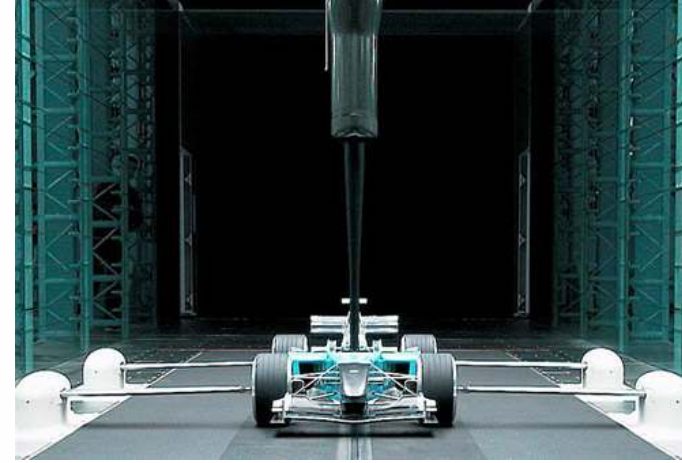
HPC bize ne kazandırır ?

- Mühendislikte, ARGE sürecinde ürün dizaynı, dizayn incelenmesi, dizaynın test edilmesi aşamalarını süre olarak kısaltarak ürünün piyasaya daha hızlı çıkarılmasını sağlar.



HPC KULLANIM ALANLARI

•**Mühendislik:** Uçak, gemi ve otomobil tasarımı, araç çarpışma testleri, nükleer kazalar sonucu oluşabilecek serpintiler gibi mühendislik uygulamalarında kullanılmaktadır

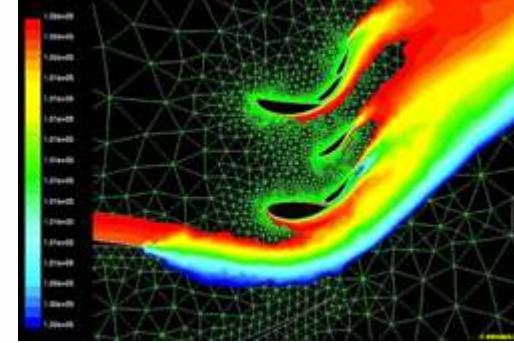


•**Finans:** Finansal kuruluşların ve bankaların karmaşık işlemleri ve risk analizleri HPC ortamında yüksek doğruluk oranı ile hesaplanabilmektedir.

•**Hava tahminleri:** 4-5 günlük hava tahminlerinin süresi HPC ile 10 güne çıkabilmektedir.

HPC KULLANIM ALANLARI

- Malzeme bilimleri:** Süper iletken araştırmaları, yarıiletken malzeme simülasyonları, inşaat sektörü için hafif ve dayanıklı malzeme tasarımlarında HPC den faydalanılmaktadır



- İlaç tasarımı:** Yeni geliştirilen ilaçların etki tahmin simülasyonunda da HPC teknolojisinden faydalanılmaktadır.

- Savunma sanayi:** Savaş oyunları simülasyonu, şifre kırmak, füze yörüngesi izlemek ve nükleer patlama ve etki simülasyonlarında yüksek başarımlı hesaplamaya ihtiyaç duyulmaktadır.

BİLGİSAYAR DESTEKLİ MÜHENDİSLİK (CAE) VE SİMÜLASYON

CAE :

- Genel anlam da imalatı yapılacak olan malzemenin yapım ve analiz aşamasında görsel metotların bilgisayar ortamında kullanılmasıdır.
- Böylece imalata geçmeden önce tasarımı yapılan malzeme bilgisayar ortamında simülasyona tabi tutularak test edilmiş olacaktır.
- Bilgisayar ortamın da tasarım, analiz ve simülasyon her tasarım aşamasında prototip yapılmasının önüne geçecektir.



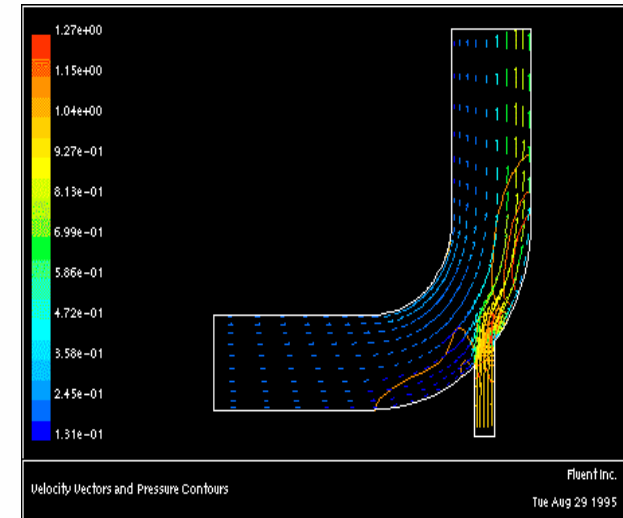
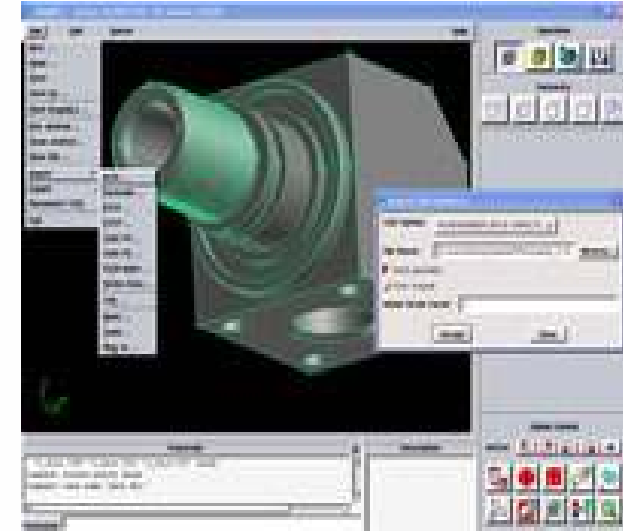
+



BİLGİSAYAR DESTEKLİ MÜHENDİSLİK (CAE) VE SİMÜLASYON

CAE çalışma prensibi

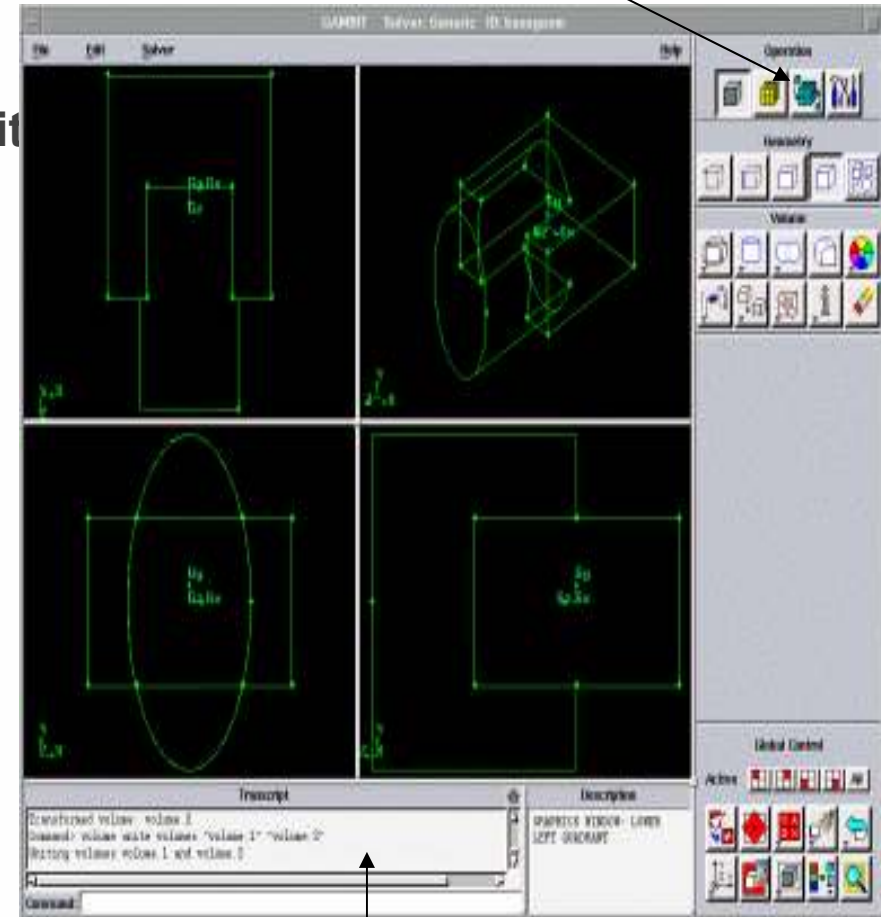
- Model geometrisinin herhangi bir CAD programında hazırlanıp ön işlemciye taşınması veya geometrinin ön işlemcide hazırlanması ve model ağ altyapısının oluşturulması (pre-processing)
- Uygulamaya özel denklemin ağın içindeki tüm hücreler de çözülmesi
- Görüntü işleme modülünde akış fizigini görselleştirmek (post-processing)



BİLGİSAYAR DESTEKLİ MÜHENDİSLİK (CAE) VE SİMÜLASYON

Ön işlemci (pre-processing)

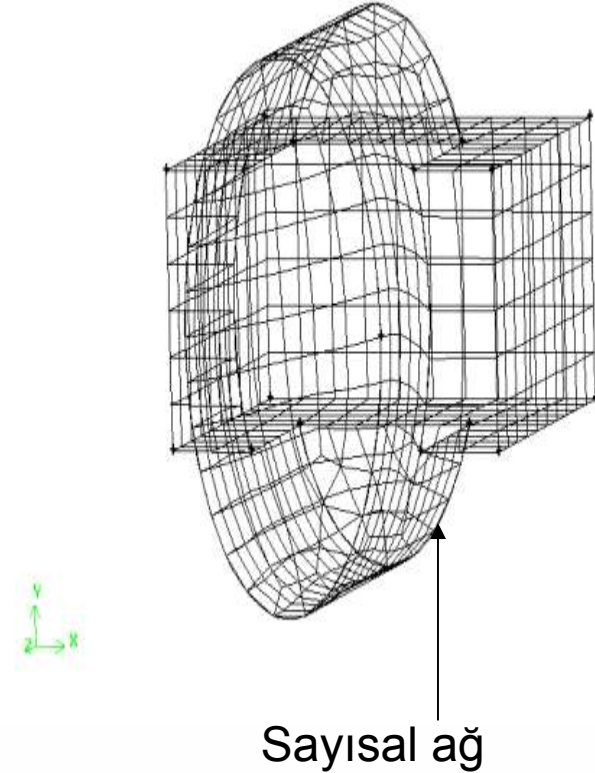
- CAE analizlerinde üzerinde önemli vakit alan kısmı olan model hazırlama ve sayısal ağ oluşturma işlemleri CAD yazılımı ile yapılır
- Yanda ki şekilde GAMBİT ön işlemcisinde geometri hazırlanışı görülmektedir.
- Geometriyi oluştururken komut satırı veya yanda ki yardımcı tool lar kullanılabilir.



BİLGİSAYAR DESTEKLİ MÜHENDİSLİK (CAE) VE SİMÜLASYON

Ön işlemci (pre-processing)

- CAD programında malzeme geometrisi ağ şeklinde tasarlanır, bu ağ küçük parçacıklardan meydana gelen bir yapıdır. Bir tasarımda bu küçük hücrelerden milyonlarca bulunabilir.
- Bu tasarlanan ağ sayesinde hücreler arasında data transferi sağlanır.



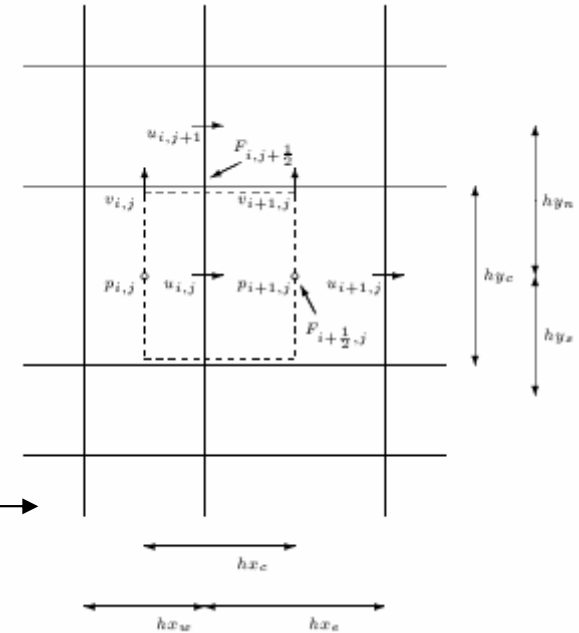
BİLGİSAYAR DESTEKLİ MÜHENDİSLİK (CAE) VE SİMÜLASYON

Solver

- Ön işlemciden gelen modelin ana programa taşınmasıyla başlar.
- Uygulamaya özel denklemler istenilen şartlar altında hazırlanan modelin bütün ağlarında çözdürür.

Aslında yapılan işlem belirli şartlar altında fiziksel bir modelin matematiksel modellenmesinden başka bir şey değildir.

$$\frac{D}{Dt}(\star) \equiv \frac{\partial(\star)}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot \nabla(\star)$$



İki boyutlu grid ve kontrol hacmi

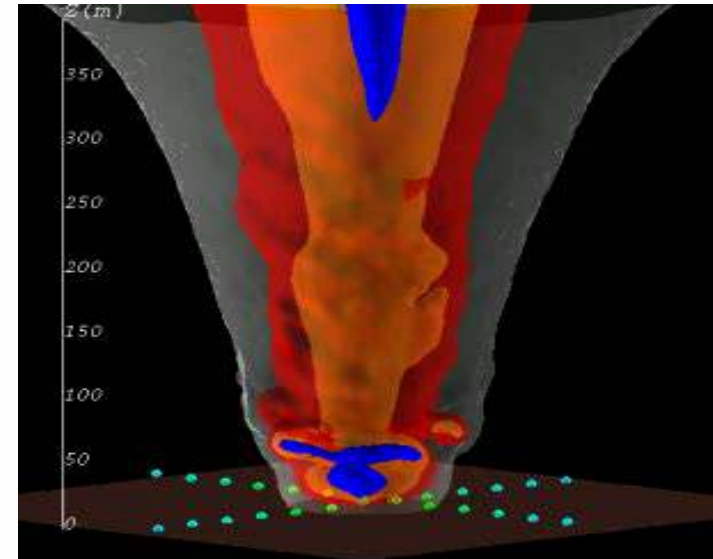
BİLGİSAYAR DESTEKLİ MÜHENDİSLİK (CAE) VE SİMÜLASYON

Görselleştirme

Görselleştirme mühendisler için çok büyük bir önem taşımaktadır. Ellerindeki milyonlarca işlenmiş datadan bir sonuç çıkarmaları mümkün olmadığından o data setlerinin oluşturduğu grafik ara yüzünü kullanmak zorundadırlar.

Sonuçların yorumlanmasını bu grafik ara yüzünü kullanarak yapmaktadırlar.

89678553.12960	76583050.17820	139938203.58230	7835627.38700
14555080.48440	23385321.81240	125351783.97690	353997788.33890
12655115.36620	175380140.57050	188772898.00770	10028937.55270
96529485.14180	193276227.76620	431126851.76830	6265025.33030
10782771.50980	219538303.01190	128611861.25080	48954261.33060
336144.69890	105720040.59280	140337256.97660	206547644.38830
213171331.31680	5067378.73710	432297738.21760	6674042.41280
219404313.13070	3542097.02330	38876097.73440	145644389.16850
38914685.09110	21553218.09990	18074056.82590	48176022.77840
42565195.41410	199544963.65470	71186156.06440	103020922.73490
90105145.11620	139304589.02230	19789189.74240	511210474.92030
133042660.30570	62012581.51980	130187371.55600	23852368.33110
11457435.01050	137687796.08610	162160553.33840	2083349.65190
115961736.29200	454358303.02120	180683969.81350	106094550.39140
75434100.14790	242986179.52450	7848018.46060	134490100.04620
237867051.46320	129622936.76680	67969012.67500	7004891.23870
401374782.38600	53067626.40960	80334307.09890	173561.50790
336708.03610	22959338.04650	159659723.75690	147639242.00730
282892768.02900	34157138.46350	81731139.25270	193027564.91540
17475796.94010	278227872.76350	158915642.93810	245236493.71370
6304718.82180	68756121.06470	37712764.58780	36700600.85180
290628160.51290	211892101.72990	177326008.17010	253370400.00730
432075054.56230	34452607.32490	203637337.39890	194461596.11970
199470587.45920	186191928.31040	24816167.44160	31681065.12390
259693059.53040	253117493.82180	155870286.74610	19767127.89800
90261022.25820	173558191.47510	156169121.74630	30148162.28980
217331317.13440	39222707.55740	33525657.91550	82322091.58530
297789170.01840	181877872.60050	145388569.86730	230364576.80370
148258824.66790	865808.54060	36155985.58860	42048747.71340
109994154.25840	104003977.34210	120984054.27130	337417511.09210
27044767.60560	118058336.94870	168343855.12280	76454510.05620
107507552.84280	82218270.08860	13750346.60440	11077219.26020
425837060.45620	193311525.31470	55060812.15560	8600768.08540
249786788.51960	51725365.25310	121590564.95980	28225600.47590
118645019.60100	269906770.70780	405663770.53470	66354345.62190
58002554.67590	46218061.29550	121805082.30040	21590633.04050
28694920.96540	50418954.67260	84692286.91130	193744857.11120
125562911.75650	240372721.86020	292998067.02340	38119735.10020
360372635.12330	494797932.39360	107334905.87310	156772437.37030
45769539.22280	280640559.24120	119959574.79960	71866979.98280
184930305.78840	42889260.13090	53221618.24970	196171652.95890
37339594.23730	236904046.24230	12116412.55990	938400.21930



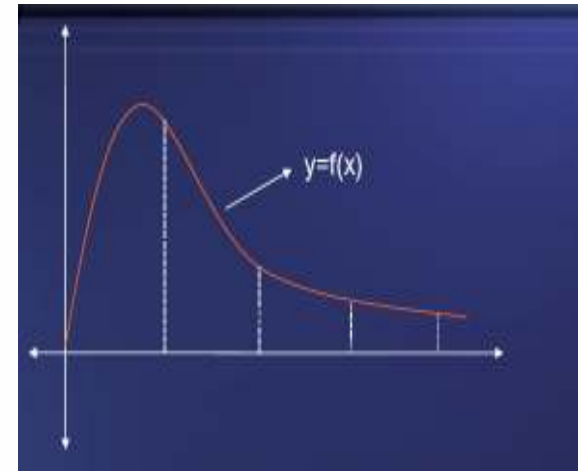
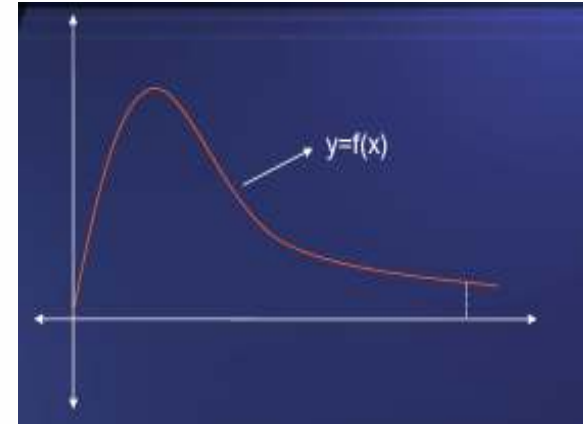
CAE UYGULAMALARININ HPC SİSTEMLERDE KULLANIMI

CAE uygulamalarının HPC sistemlere adapte edilmesi

- Bu uygulamaların HPC sistemlerine adapte edilebilmesi için ilk yapılacak işlem, üzerinde çalışılacak uygulamanın paralelleştirilmesidir.

Paralel hesaplama

- Paralel hesaplama aynı görevin (parçalara bölünmüş ve uyarlanmış),sonuçları daha hızlı elde etmek için çoklu işlemcilerde eş zamanlı olarak işletilmesidir.Bu fikir,problemin çözümünün ufak görev parçalarına bölünmesi ve bunların eş zamanlı olarak koordine edilmesine dayanır.Buna da paralel hesaplama denir.



CAE UYGULAMALARININ HPC SİSTEMLERDE KULLANIMI

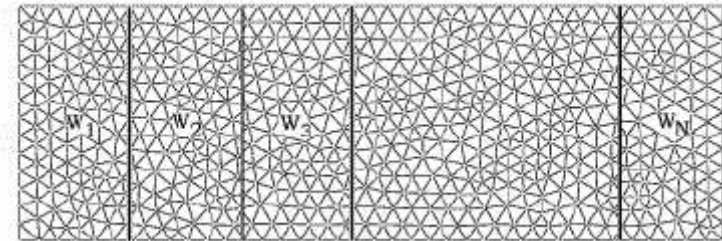
Uygulamada paralel hesaplama

- Uygulamada her partition ayrı bir işlemcide işleme girer,daha sonra işlemciler kendi sonuçlarını diğer işlemcilerle değiştirir ve bu sonuçları kendi bilgilerine eklerler.

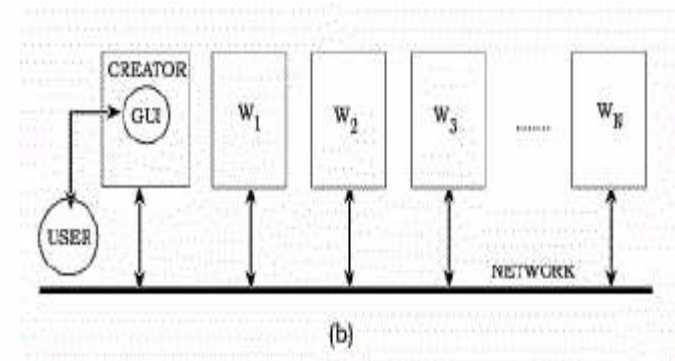
- Her iterasyon adımımda bu işlemciler arasındaki data transferi devam eder

- Bu kadar çok veri transfer edilmesi performansın düşmesine neden olacaktır.Performansın düşmemesi için çok hızlı bağlantı switchleri Kullanılmalıdır.

Sub-domainler



Paralel çözüm ortamı



CAE UYGULAMALARININ HPC SİSTEMLERDE KULLANIMI

NEDEN PARALEL HESAPLAMA ?

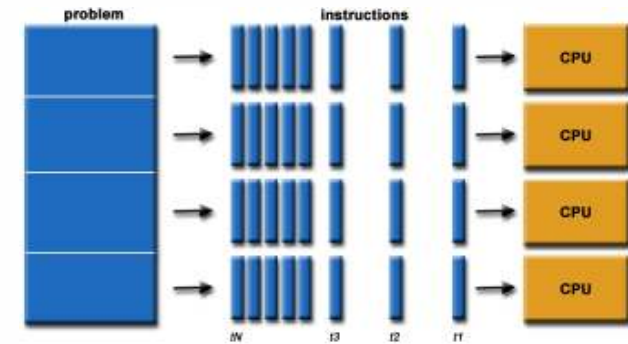
Temel nedenler

- Zamandan kazanmak
- Aynı anda birden fazla datayı işlemek
- Daha geniş problemleri çözmek

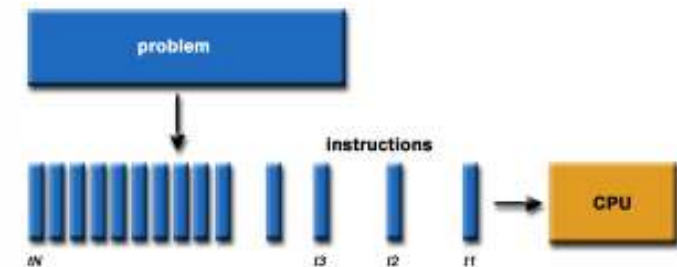
Diğer nedenler

- Geniş bir network ağında kaynak kullanımını sağlamak (sadece yerel ağda kalmamak)
- Geniş bir memory kaynağını kullanmak (tek bir bilgisayarda çok sınırlı bir memory vardır.)

Paralel hesaplama



Klasik hesaplama



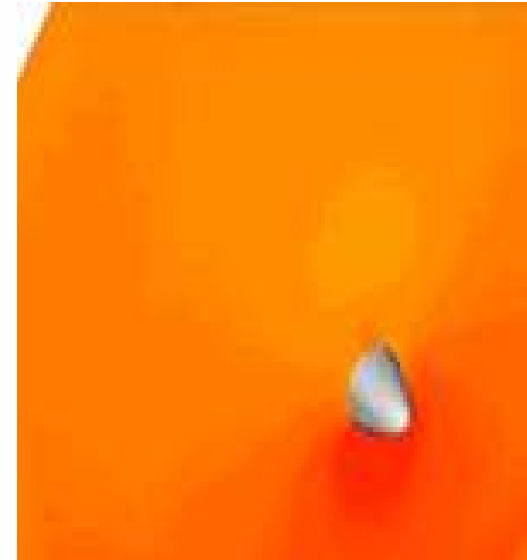
CAE UYGULAMALARININ HPC SİSTEMLERDE KULLANIMI

Görüntü işleme ve simülasyon

•Şimdi elimizde ki bu milyonlarca datanın analizini yapmanız gerekiyor bunu da ancak ve ancak elimizdeki işlenmiş dataların görselleştirilmesiyle yapabiliriz.

Uygulamanız da görmek istediğiniz her ayrıntıyı görebiliyor musunuz ?

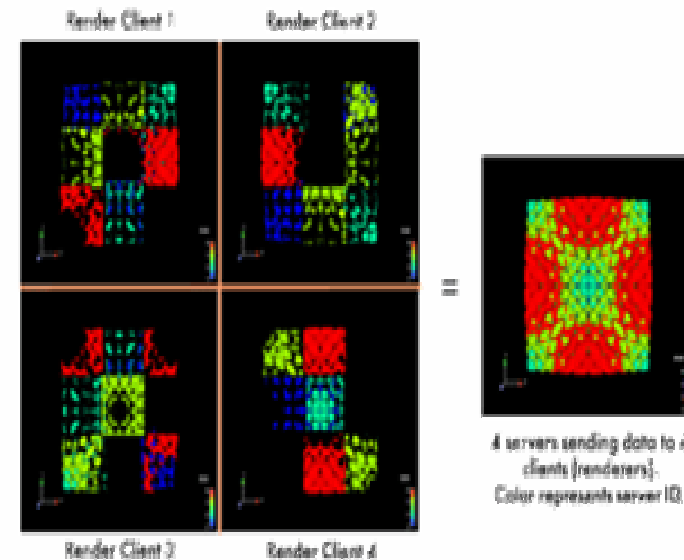
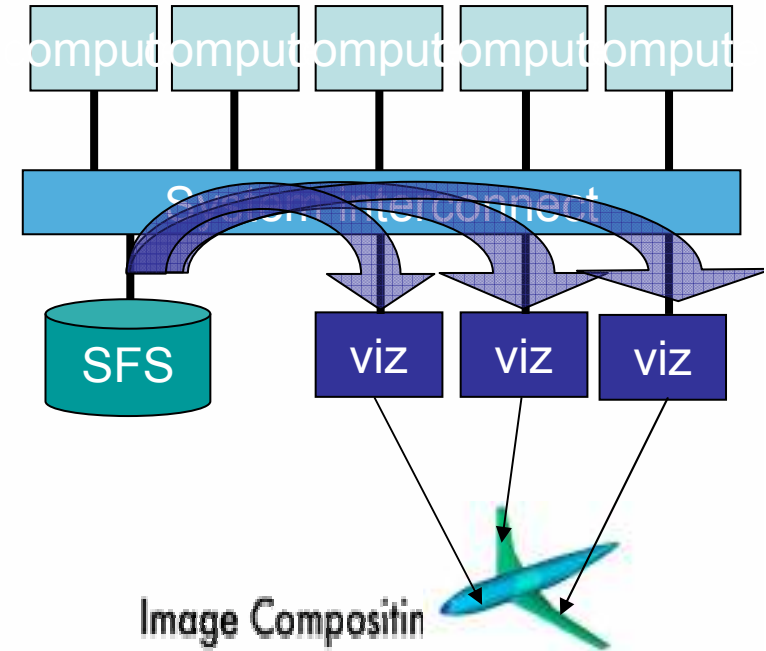
•İşte bur da devreye render serverlar giriyor render serverların sayısı sistemde ki compute serverlar dan daha az ve grafik donanımı daha fazladır.



CAE UYGULAMALARININ HPC SİSTEMLERDE KULLANIMI

Görüntü işleme ve simülasyon

- sistem de compute nodelar da işlenen dataların image dataları bu render serverlara gönderilir ve bu serverlar da görüntüler oluşturularak teker teker admin node üstünde toplanılıp tek bir görüntü oluşturulur.
- Yanda ki şekilde de görüldüğü gibi sonuçta elde ettiğimiz görüntü kalitesi mükemmele yakındır!
- Bu elde edilen görüntüde şimdi bütün görmek istediğimiz tabakaları görebiliriz



CAE UYGULAMALARININ HPC SİSTEMLERDE KULLANIMI

ÇÖZÜM HPC

- Bu uygulamalar bahsettiğimiz gibi çok fazla işlem gücüne ihtiyaç duymaktadırlar(teraflop veya gigaflop seviyelerinde) bu uygulamaları çözüme kavuşturmak,tam anlamıyla yüksek bir yakınsama sağlamak için (iterasyon adımlarında) cluster kümelerine ihtiyaç duyulmaktadır(distributed integration).
- Cluster kümelerinde işlem yaptırmak bize pre-processing,post-processing,virtualization işlemlerinde,uyguladığımız modelde çok yüksek oranda yakınsama,çok az bir zaman aralığında çok daha iyi görüntü kalitesinde (fine virtualization) uygulamayı çözüme ulaştırmamızı sağlar.



CAE UYGULAMALARININ HPC SİSTEMLERDE KULLANIMI

ÇÖZÜM HPC

- Arge çalışmalarında CAE içinde barındırdığı CFD,FEA/FEM,CAD,CAM gibi uygulamaların birden fazlasını içinde bulunduran şirketler veya akademik kuruluşlar kesinlikle cluster sistemlerine ihtiyaç duyarlar.Bu uygulamalarda cluster sistemlerini kullanmanın faydaları;
- Kullanıcının aynı dizayn üzerinde birden fazla işi koşturması ve takip edebilmesi
- çok yüksek kapasitede ki (50-60TB seviyesinde) dataların kolayca yönetilmesi
- Çok yüksek hızlarda data transferi
- Büyük ölçekli güvenlik
- Gelen verilerin çok hızlı bir şekilde işlenmesi

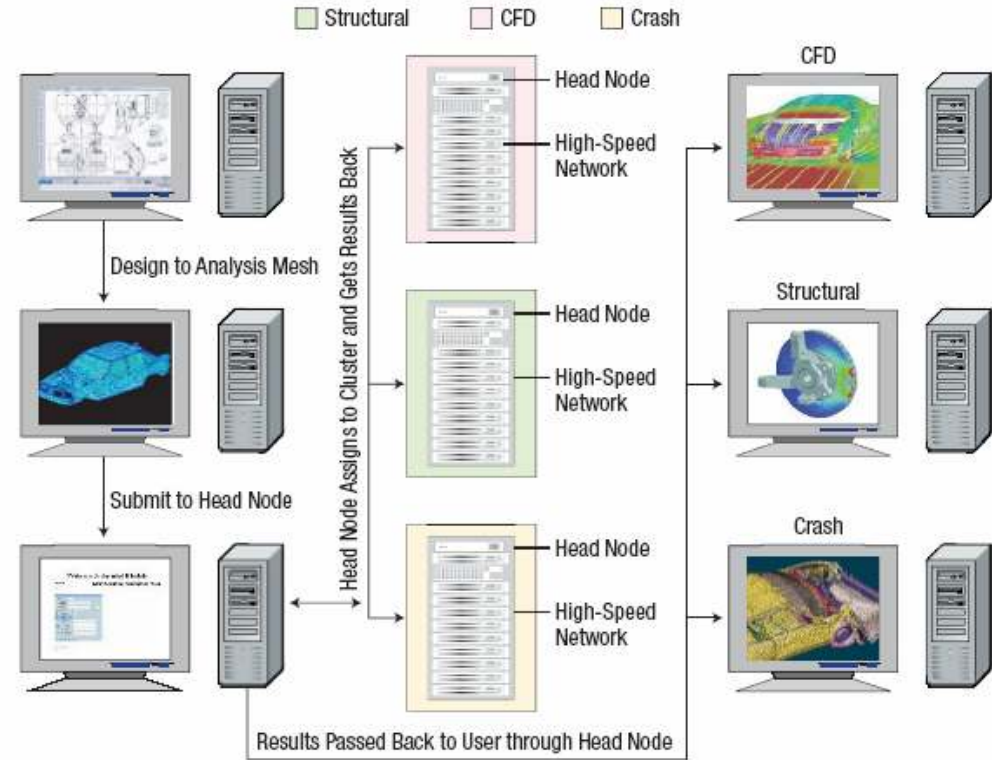


CAE UYGULAMALARININ HPC SİSTEMLERDE KULLANIMI

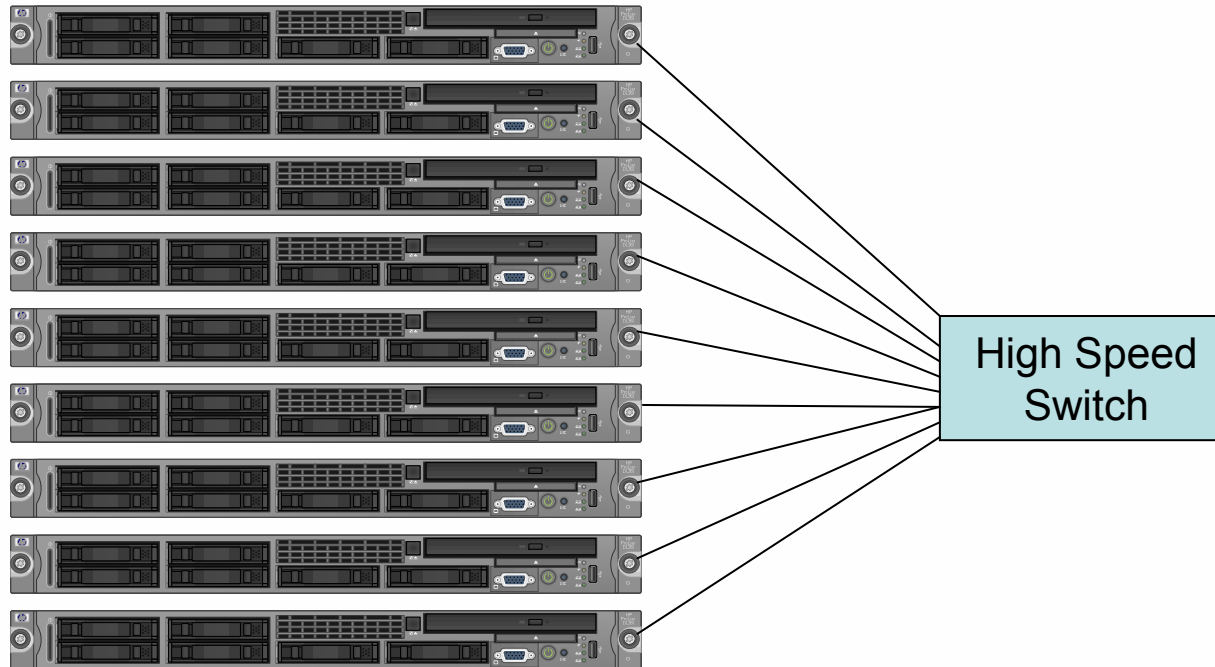
ÇÖZÜM HPC

•Yandaki şekilde cluster sistemlerinin CAE kapsamında birden fazla işi aynı dizayn üzerinde Koşturduğu görülmektedir.

•Bu şekilde bir otomobil dizaynında akış analizi,yapısal analiz ve çarpışma testlerinin hepsinin bir arada yapıldığını görmekteyiz.



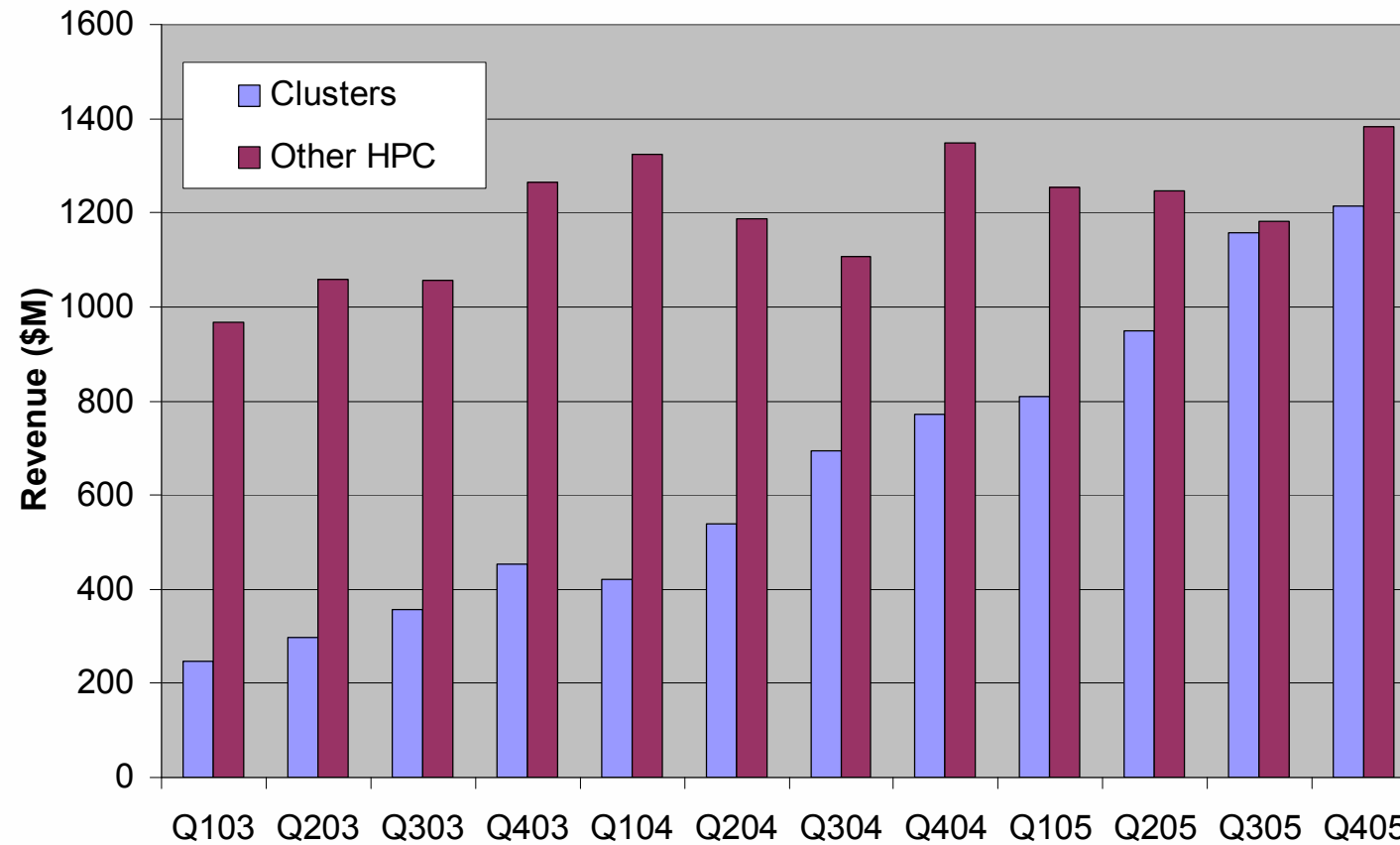
HPCde YENİ TREND: CLUSTER MİMARİSİ

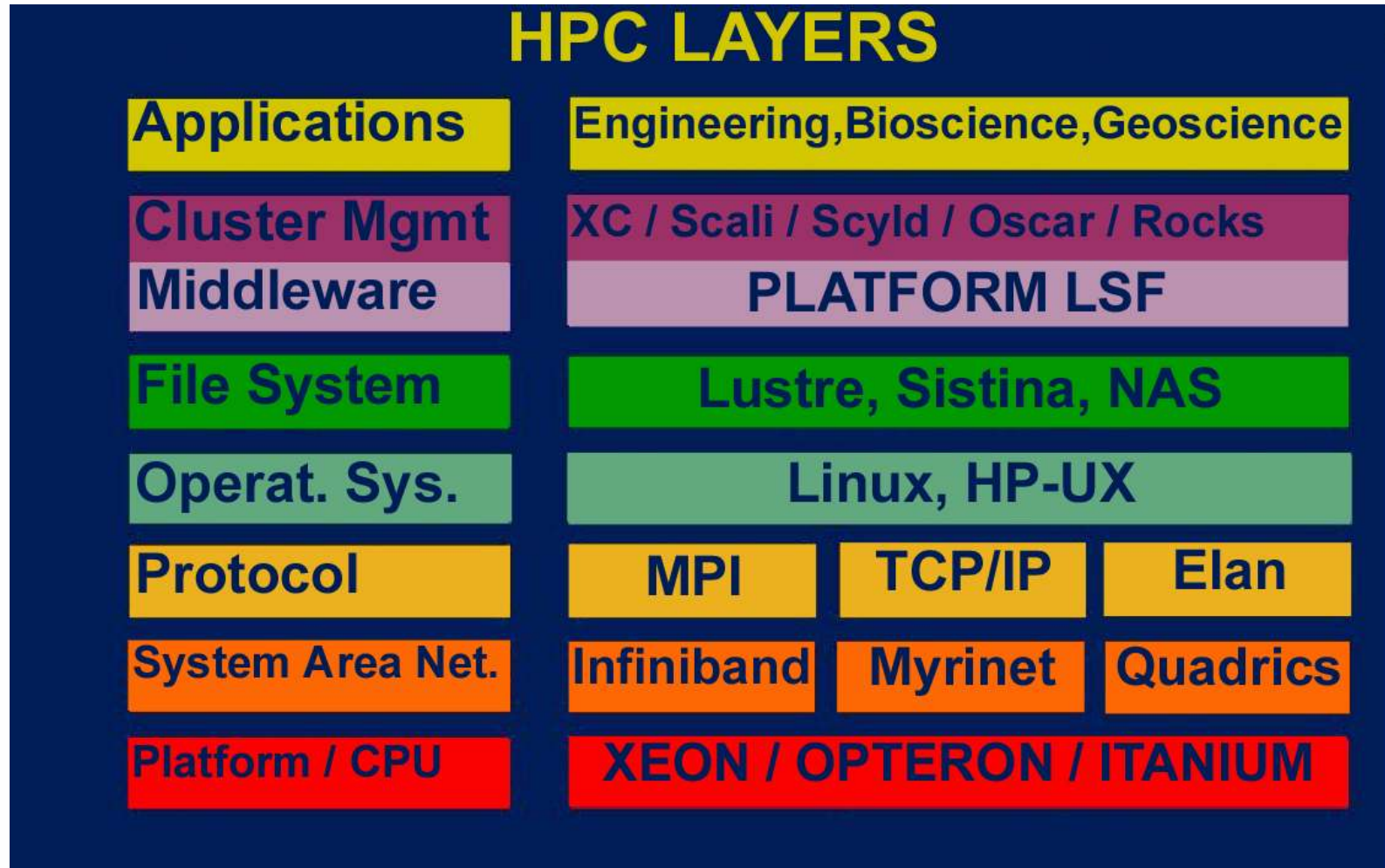


NEDEN CLUSTER?

- **Amaç:** çok uzun süren hesaplamaları kısa sürede ve düşük maliyetle tamamlamak
- **Çözüm:** Cluster Mimarisi
- Endüstri standardı sunucuları hızlı bir network ile bağlayarak maliyeti azaltabiliriz
- İstenildiği kadar sunucuyu bağlama imkanını kullanarak sınırsız genişleme sağlarız ve performansı arttırabiliriz.
- Sunucular cluster mantığı ile çalıştığından sistemin tamamen devre dışı kalması için tüm sunucuların devre dışı kalması gerekir bu yüzden çok yüksek erişilebilirlik sağlayabiliriz.

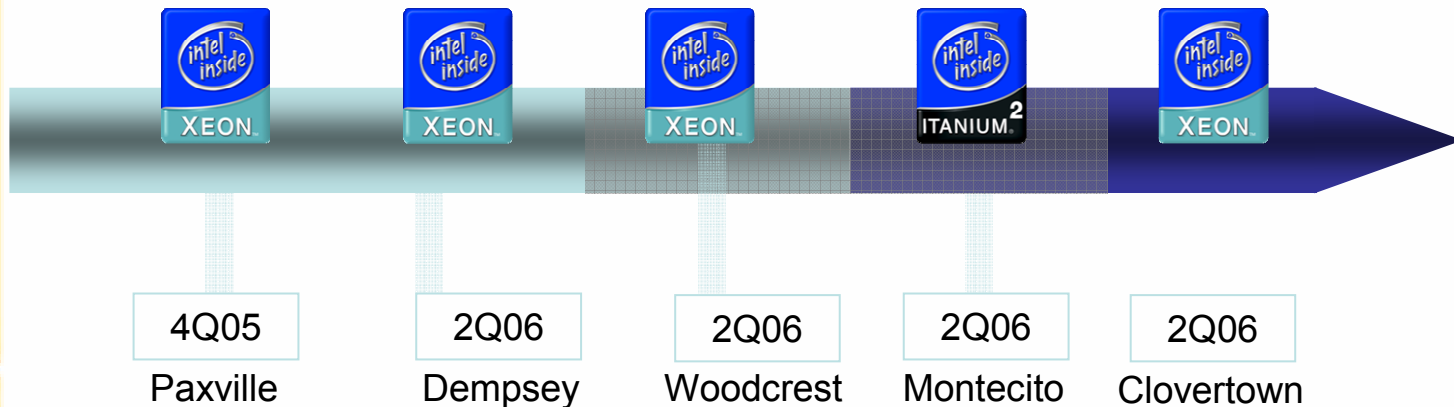
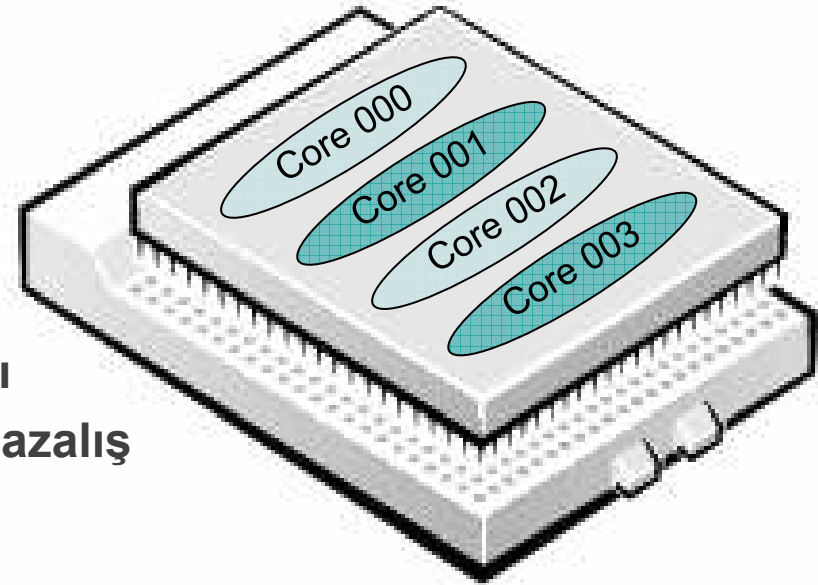
CLUSTER vs. SMP





EN GELİŞMİŞ İŞLEMCİ STANDARTI QUAD-CORE

- **Maksimum Performans**
 - İyileştirilmiş toplam performans
- **Maksimum Verimlilik**
 - Watt başına düşen performans artışı
 - Hesaplama başına kaplanan alanda azalış

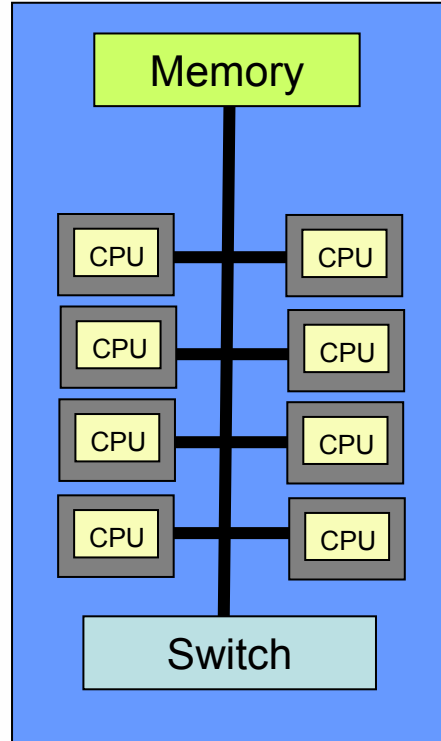


INFINIBAND

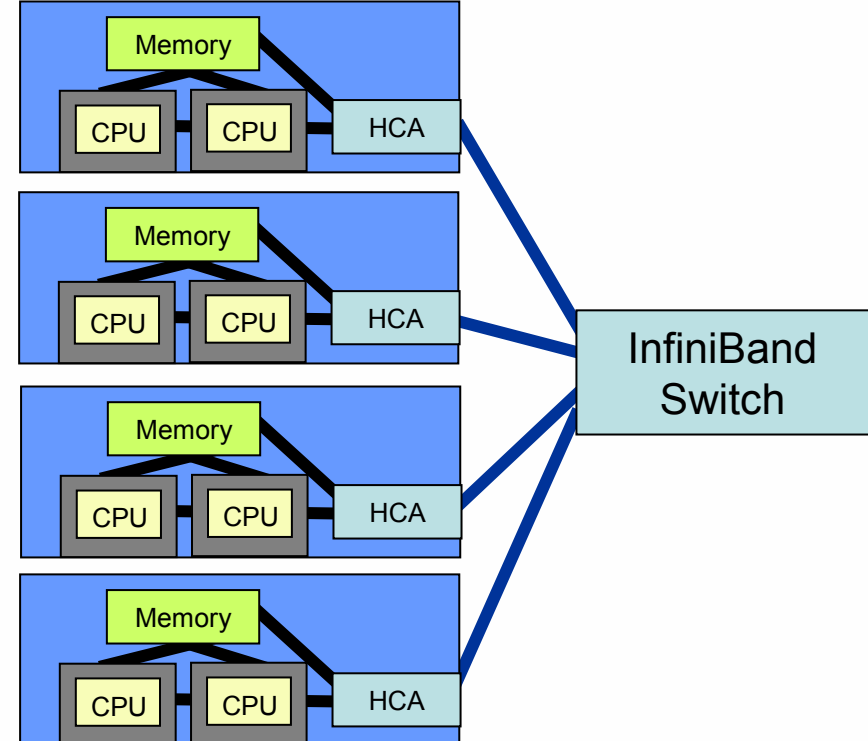
- **Performans**
 - Low Latency (1.5uSec)
 - Bandwidth: 4X (10Gb), 4X DDR (20Gb), 12X (30Gb), 12X DDR(60Gb)
- **Esneklik**
 - Lineer Ölçeklenme
 - Açık Endüstri Standartı
 - Enterprise seviyesi özellikler
 - Güvenlik, QoS, HA, and yüksek yönetilebilirlik



INFINIBAND



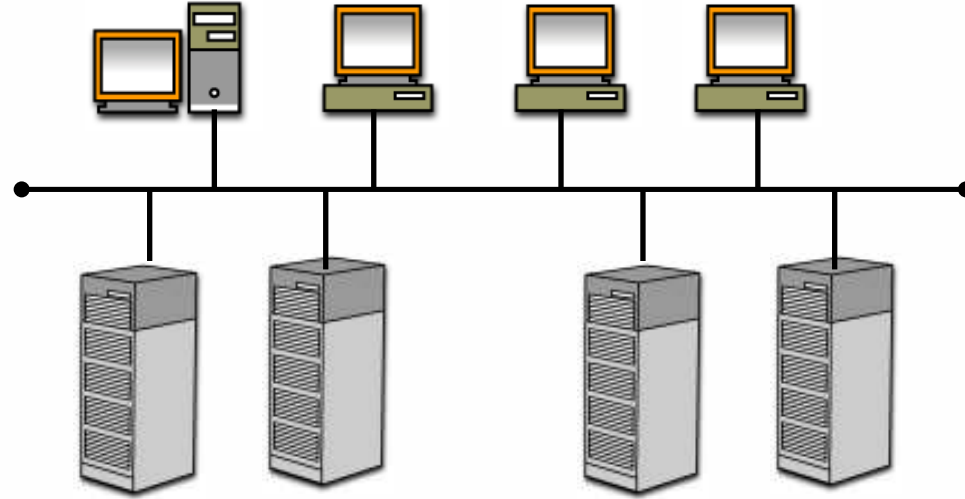
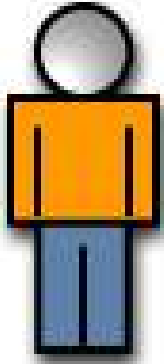
Pahalı SMP sunucu altyapısı



Genişleyebilen ucuz cluster çözümü

PLATFORM LSF HPC YÜK DAĞITIM VE YÖNETİM YAZILIMI

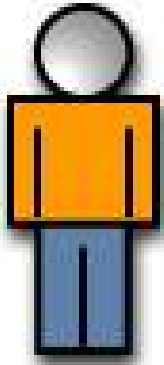
Hangi node
üzerinde iş
koşturmalı?



- Dağıtık bir ortam 100lerce node
- Hesaplama kaynaklarını yönetmek ve önceliklerini belirlemek olanaksız
- Hangi node'ta ne kadar iş yoğunluk olduğunu belirlemek olanaksız
- Hesaplama Kaynaklarının optimum verimle kullanılması çok zor...

PLATFORM LSF HPC YÜK DAĞITIM VE YÖNETİM YAZILIMI

LSF,
Programımı en
uygun nodeları
seçerek
çalıştıracak !

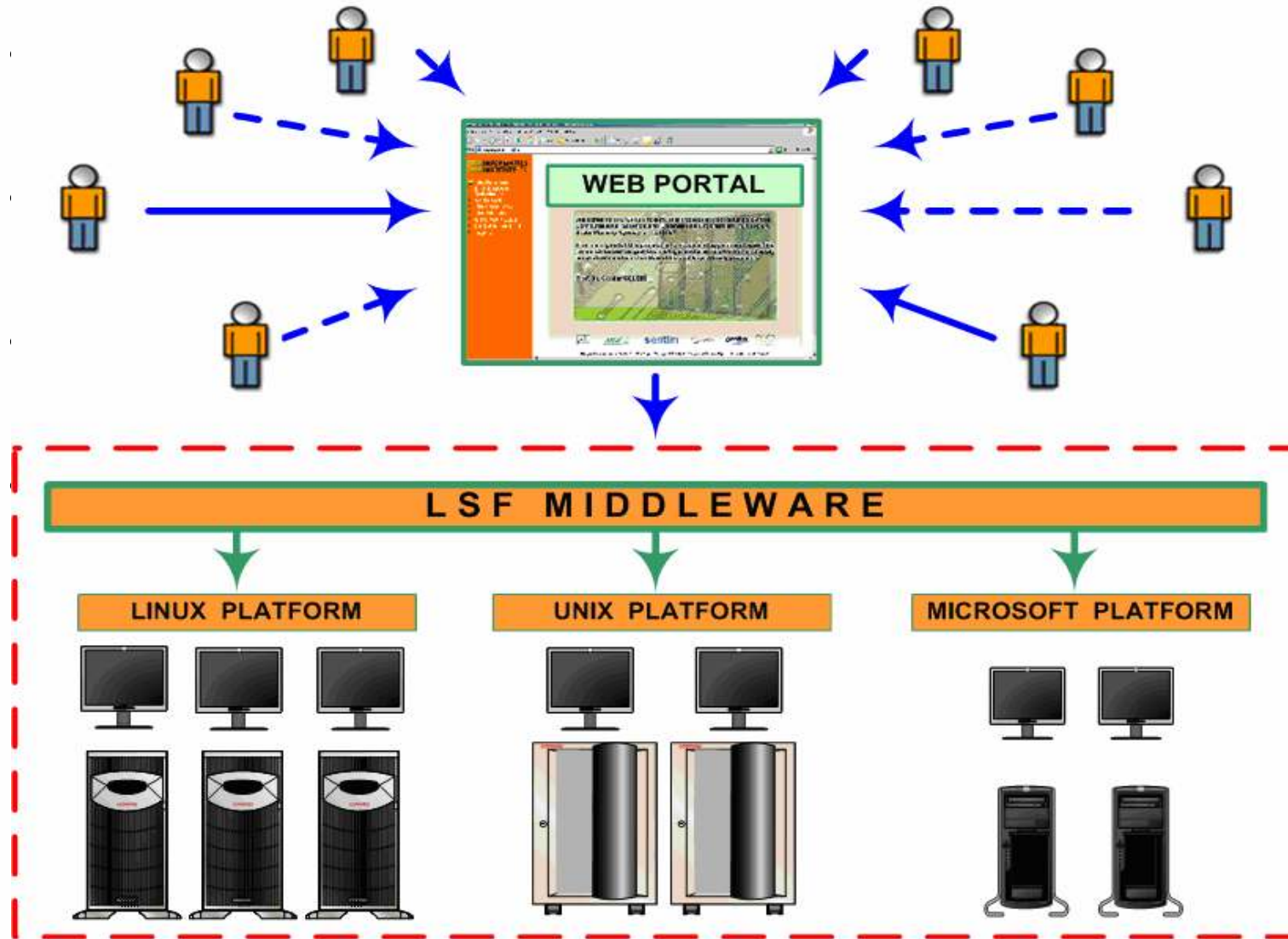


**Platform LSF tarafından oluşturulan
Sanal hesaplama havuzu**

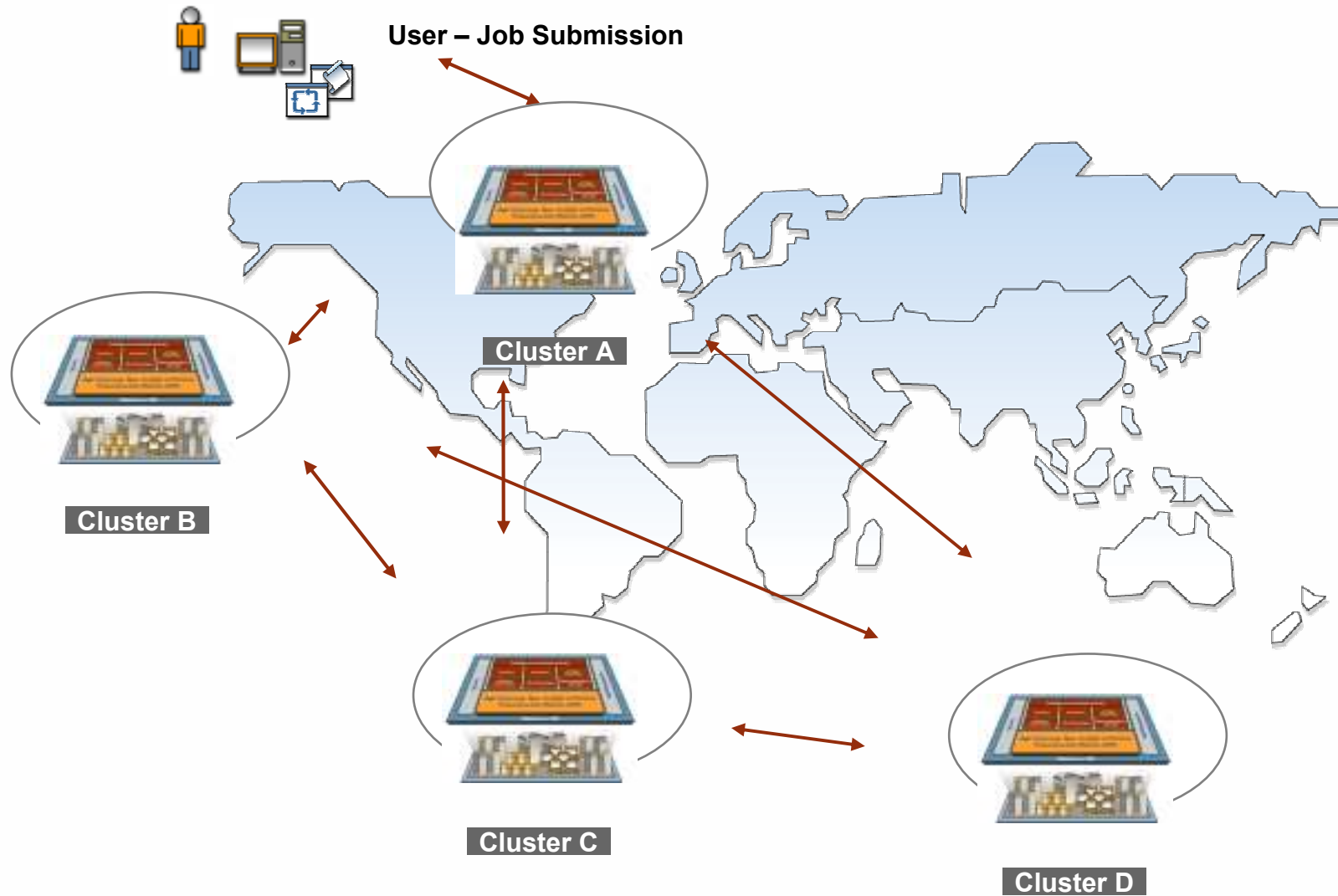
PLATFORM LSF HPC YÜK DAĞITIM VE YÖNETİM YAZILIMI

- ▶ İş yükünü yöneten yazılımdır
- ▶ İşlerini kuyruğa sokup tamamlanmasını sağlar
- ▶ Tüm işletim sistemlerini, masaüstlerini(desktop), sunucuları sanallaştırır.
- ▶ Servis seviyelerini belirlenen önceliklerine göre idare eder
- ▶ Performans ve güvenilirliği artırır.
- ▶ Mevcut yüksek başarımlı hesaplama (High Performance Computing) ortamını optimize ederek karmaşık problemlerin çözülmesini sağlar
- ▶ IT Kaynakları ile İş(Business) gereksinimlerini buluşturarak yüksek öncelikli projelerin zamanında tamamlanmasını sağlar
- ▶ Paralel hesaplama gerektiren problemlerin çözülmesini organize eder

PLATFORM LSF'İN ÇÖZDÜĞÜ PROBLEMLER



LSF MULTI-CLUSTER

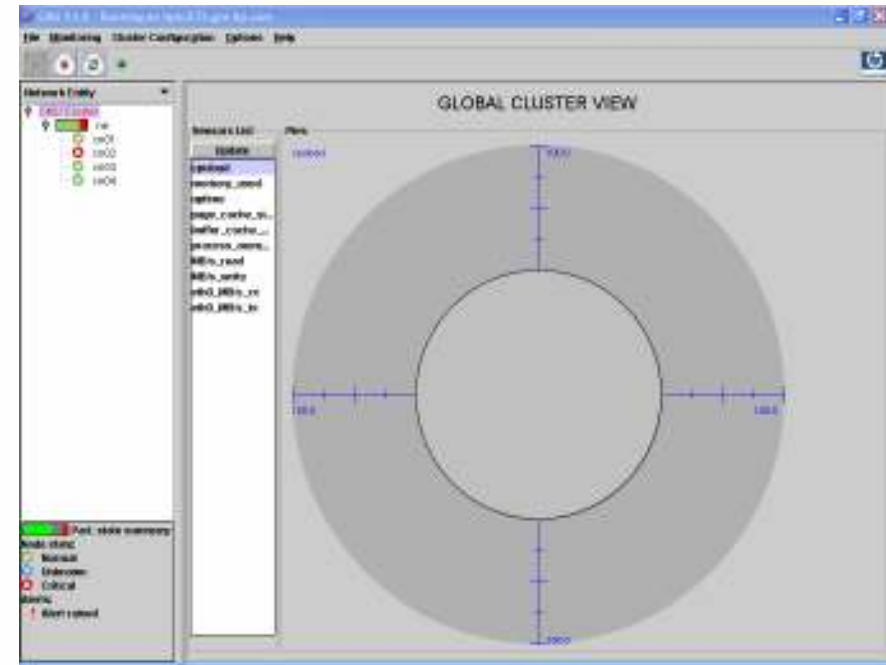


CLUSTER YÖNETİM YAZILIMI

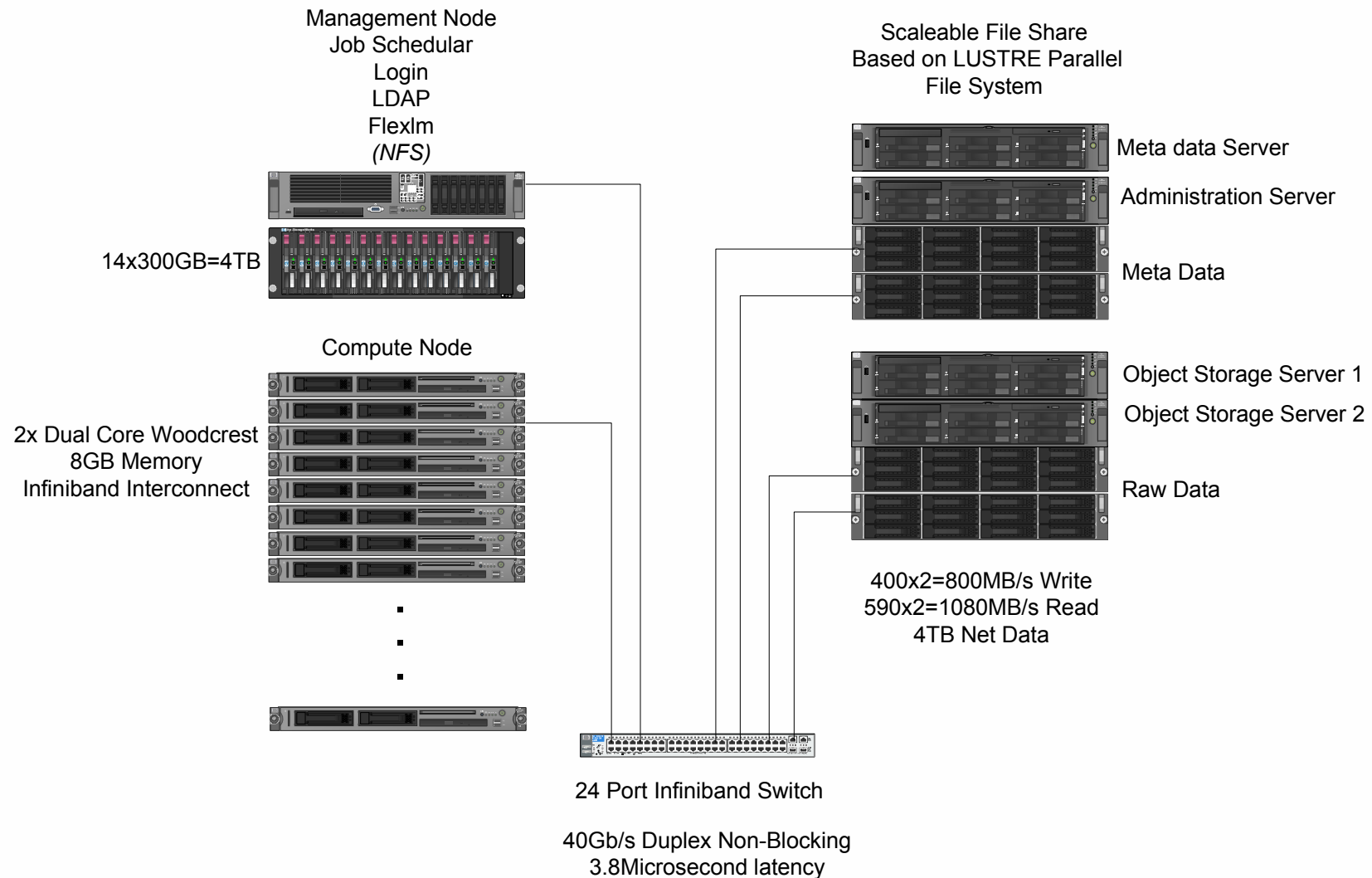
1)Cluster Yönetimi: boot, reboot,power off,ssh, broadcast komut özelliği

2)Klonlama: tek bir golden image ile kısa süre cluster kurulumu

3)Monitoring: cluster ve node bazında cpu kullanımı, diske okuma/yazama oranları...



ÖRNEK HPC DONANIMI



• TEŞEKKÜR EDERİZ.

