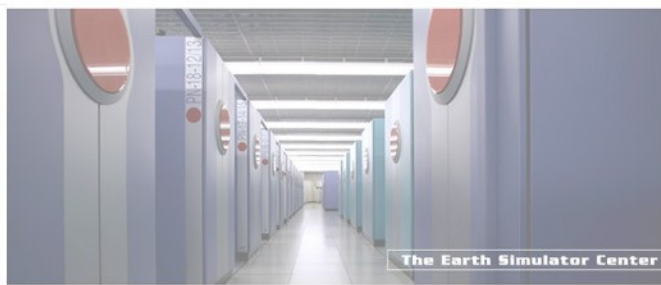


Universidade Católica de Pelotas  
Centro Politécnico  
Ciência da Computação

# Earth Simulator

por Ueider F. de Oliveira





# Sumário

---

- Introdução
- Histórico
- Infra-estrutura
- Hardware
- Software
- Performance
- Referências

# Introdução

---

- O “Earth Simulator” é um supercomputador feito pela NEC Corporation, empresa japonesa, que utiliza arquitetura baseada inteiramente em processadores vetoriais.
- Está localizado no Earth Simulator Center em Yokohama no Japão.
- A idéia implementada através do Earth Simulator é criar uma “Terra virtual” num supercomputador.
- Este sistema contribui para analisar e prever mudanças ambientais no planeta através da simulação de diversos fenômenos, como quecimento global, efeito El Niño e monções asiáticas.

# Introdução

---

- O ES é também uma ferramenta poderosa no estudo do movimento das placas tectônicas e de fenômenos terrestres, como terremotos.
- O poder de cálculo é capaz de analisar os movimentos das correntes marítimas num período de mil anos e efetuar previsões de tempo e de terremotos de até 180 dias.

# Histórico

---

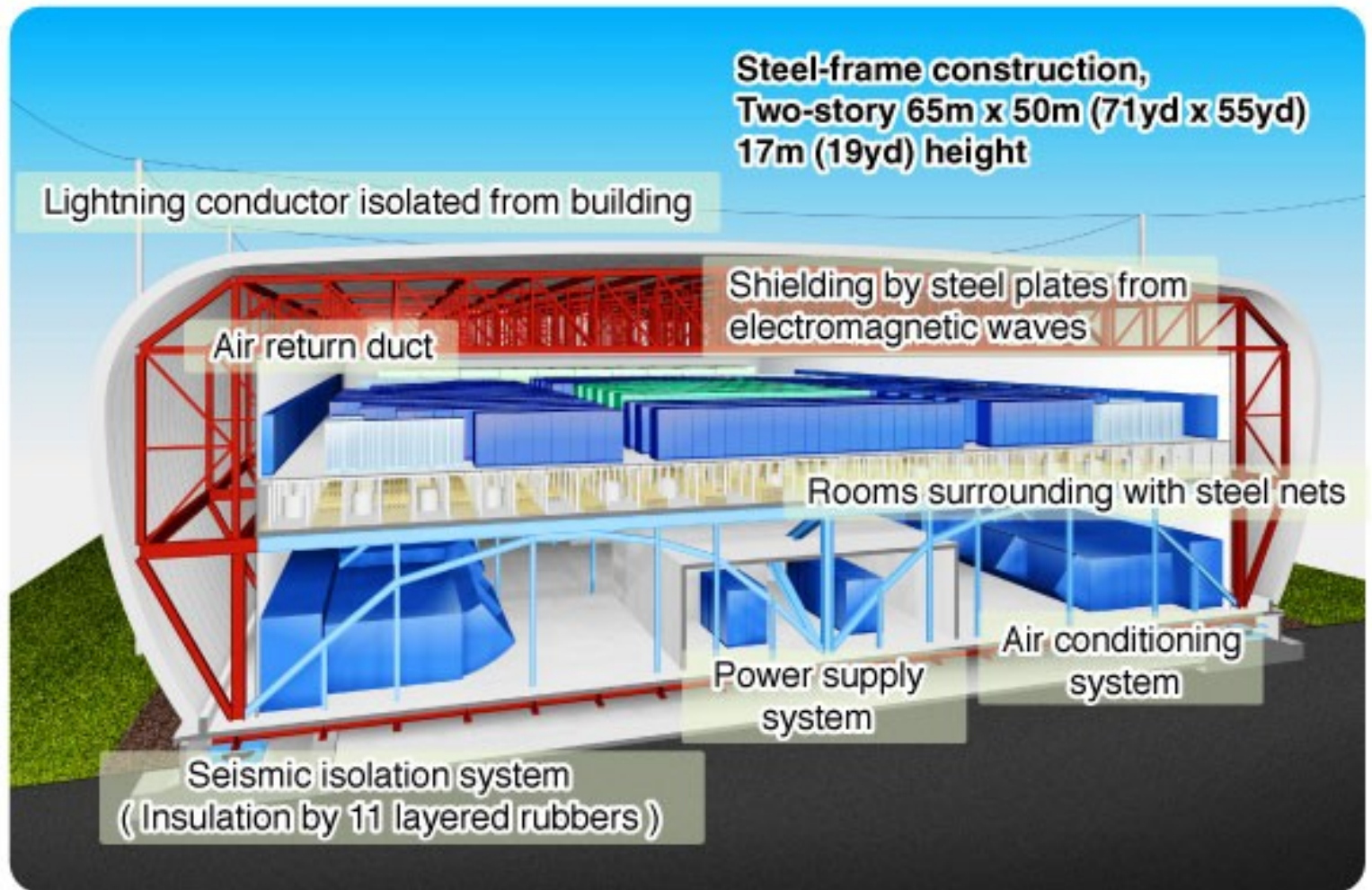
- Março de 2000: teve início a construção do Earth Simulator, sob os cuidados da NASDA, JEARl e JAMSTEC. Após a conclusão da construção, a operação e manutenção do Earth Simulator ficou a cargo somente da JAMSTEC.
- Fevereiro de 2002: todos os 640 nodos entraram em operação para testes.
- Junho de 2002: O Earth Simulator entrou para a lista TOP500, obtendo o 1º lugar.

# Infra-estrutura

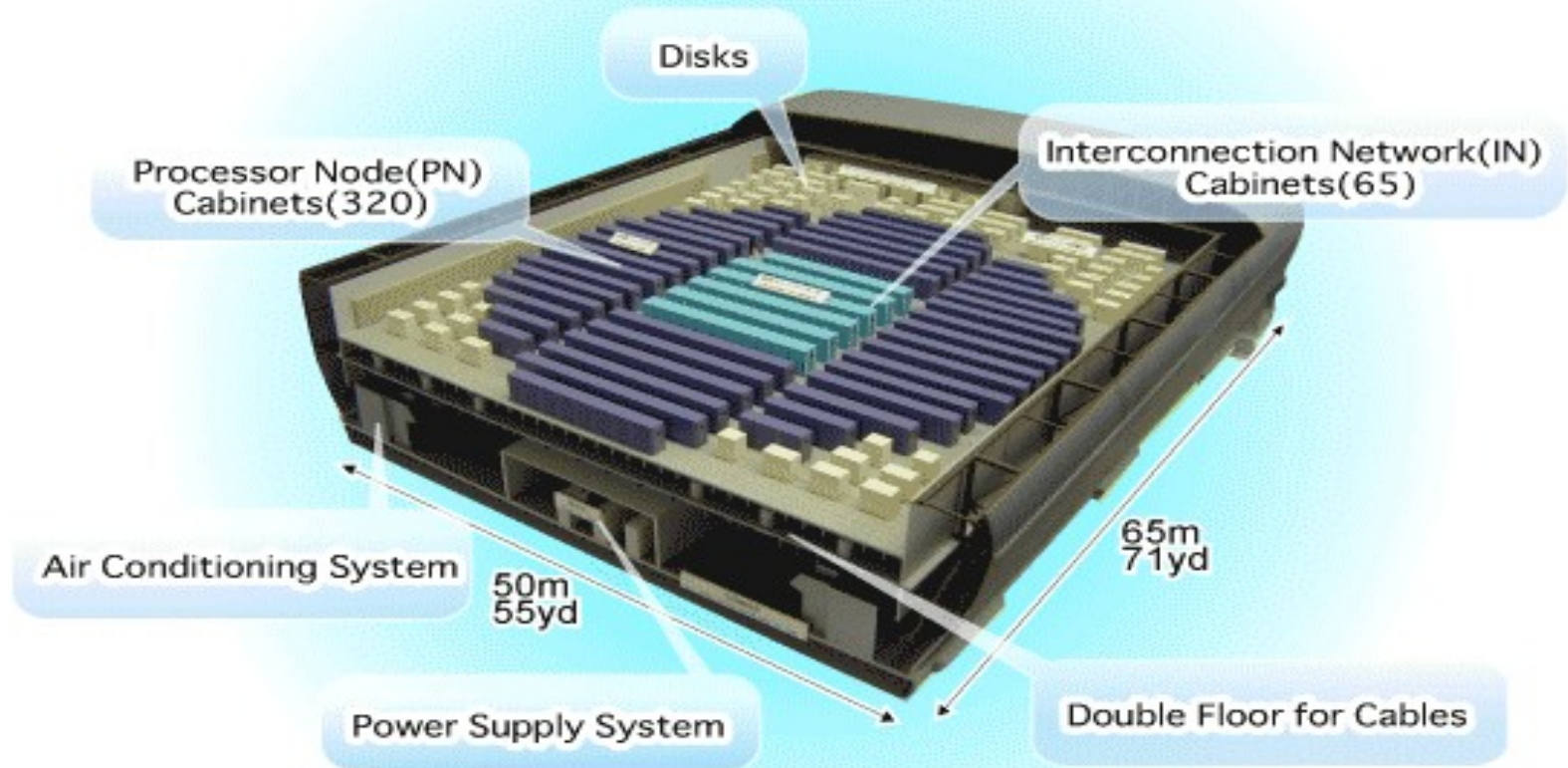
---

- O prédio ocupa uma área de 3250 m<sup>2</sup> (50m x 65m x 17m).
- O térreo abriga o sistema de ar condicionado e o sistema de fornecimento de energia.
- O 1º andar contém centenas de quilômetros de cabos que interligam os nodos, bem como o sistema de ventilação do ar condicionado.
- O 2º andar abriga os nodos, os discos magnéticos e os IN-cabinets.

# Infra-estrutura



# Infra-estrutura



# Hardware

---

## Características Gerais:

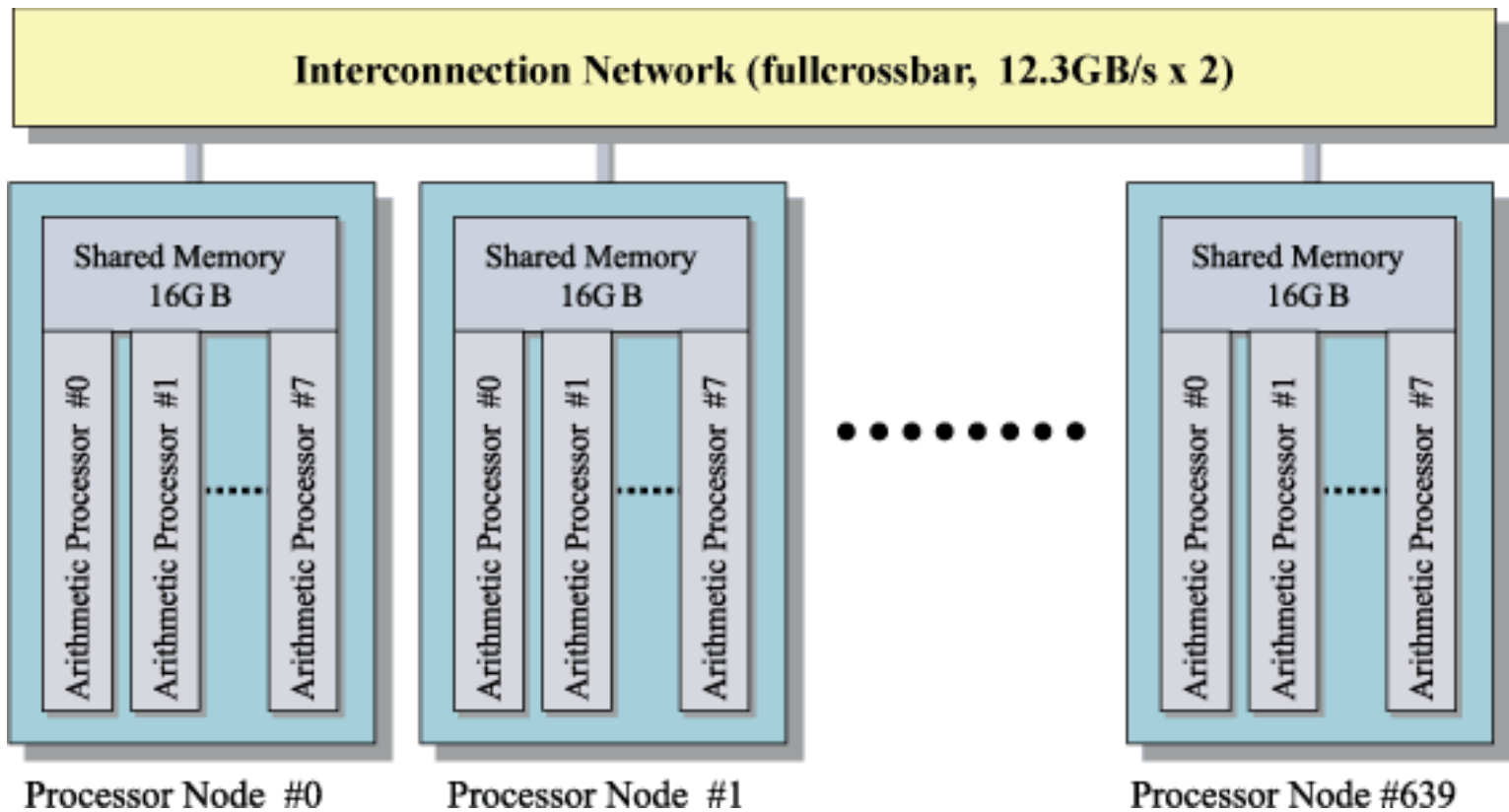
- O Earth simulator é um supercomputador vetorial altamente paralelo de memória distribuída;
- 640 nós de processamento, conectados por 640x640 *switches* de barra cruzada de um estágio;
- Cada nó possui 8 processadores vetoriais aritméticos, 16GB de memória compartilhada, uma unidade de controle de acesso remoto e um processador de I/O.
- Total: 5120 processadores e uma memória de 10TB.

# Hardware

---

- A Rede de Interconexões está diretamente conectada a chaveadores de barra cruzada e controla os dados de comunicação entre os nós a uma taxa de 12,3GB/s, em transferências bidirecionais. A largura total da banda da rede entre os nós chega a 8TB/s.
- O Sistema de Processamento Massivo de Dados consiste em 4 processadores de serviço de arquivos, 250TB de disco rígido e 1.5PB de bibliotecas de fitas de cartucho.

# Hardware



# Software

---

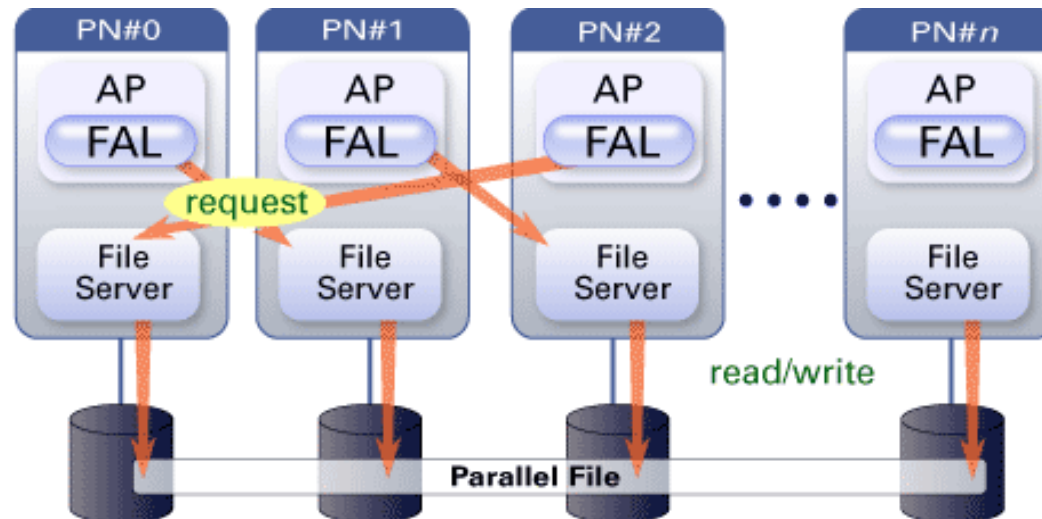
## Sistema Operacional

- O ES utiliza atualmente, uma versão aprimorada do NEC's UNIX-based OS conhecida por "SUPER-UX" que foi desenvolvida para os supercomputadores da NEC.
- Por ser desenvolvido para supercomputadores o "SUPER-UX" deve suportar alta escalabilidade.
- O SUPERUX provê algumas características que são extremamente importantes:
  - comunicação veloz entre os nodos através da rede,
  - espaço de endereçamento global através dos nós,
  - sistema de *cluster*;

# Software

## Sistema de Arquivos

- A solução escolhida e implementada foi o “Parallel File System”, que permite tratar de vários arquivos fisicamente distribuídos em diversos discos de nodos distintos como se estes formassem um grande arquivo virtual.



# Software

---

## Escalonador

- O ES é um “batch-job system”, ou seja, um sistema onde vários programas a serem executados são agrupados antes de seu processamento, devido ao grande poder de processamento e alto paralelismo dos supercomputadores.
- No ES é utilizado o “Network Queuing System II” (NQSII) para gerenciar o “batch-job”. Esse gerenciamento se dá dividindo os trabalhos em duas filas.
  - Utilizada para processamentos menores, colocando os “batch-job” num único PN e utilizando o escalonador ERSII, que faz a divisão de trabalhos baseada em CPU time;
  - Utilizada para processamentos maiores, e trabalha dividindo os “batch-job” em vários PN, utilizando um escalonador desenvolvido especialmente para o ES.

# Programação

---

- Compiladores:
  - Fortran 90,
  - C e C++.
- Bibliotecas:
  - MPI (Message Passing Interface),
  - HPF (High Performance Fortran).
- Ferramentas para desenvolvimento, depuração e ajuste de programas:
  - Batch Debug (Debugging),
  - PSUITE (development environment),
  - Vampir (performance analysis tool),
  - HPFPROF (performance analysis tool).

# Performance

---

- A performance máxima, teoricamente, do ES é 40TFlops no total, 8GFlops por cada processador e 64GFlops por nó.
- No entanto, a performance máxima alcançada até hoje, usando o benchmark Linpack, foi de 35.86TFlops. Uma eficiência de 87.5%.

# Referências

---

- <http://www.ic.unicamp.br/~rodolfo/Cursos/mc722/2s2005/Trabalho/g08-earth.pdf>
- <http://www.inf.ufrgs.br/procpar/disc/cmp134/trabs/T1/051/aobortolas/EarthSimulator.pdf>