

Introdução a Computação Paralela

Programação Paralela

Aula 1

Alessandro L. Koerich

*Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR)
Ciência da Computação – 6º Período*

Plano de Aula

- Questão
- Problemas Complexos
- Avanços Tecnológicos
- Motivação
- Transistores – FLOPS – Memória - Disco
- Aplicações
- Resumo
- Próxima Aula

Questão

- O que é necessário para obter processamento paralelo?
 - Uma máquina paralela
 - Um sistema operacional paralelo
 - Uma linguagem de programação paralela

Arquiteturas

- **Vectorial Computers**: sistemas proprietários
 - Forneceram o progresso necessário para o surgimento da ciência computacional, mas eles eram somente uma resposta parcial.
- **Massively Parallel Processors (MPP)**: sistemas proprietários
 - Alto custo e uma baixa relação performance /custo.
- **Symmetric Multiprocessors (SMP)**:
 - Problemas de escalabilidade

* Sistemas Distribuídos:

- * Difícil de utilizar e duro de extrair paralelismo.

* Clusters: popularidade crescente

- * *High Performance Computing – Commodity Supercomputing*
- * *High Availability Computing – Mission Critical Applications*



Sun Enterprise 10000

- * 4 Processor Boards
- * 16 466-MHz UltraSPARC-II Processors w/ 8-MB SRAM External Cache per Processor
- * 4 Memory Boards
- * 16 1-GB Memory Options
- * 1 Sun StorEdge S1 Disk Array
- * 1 Sun FastEthernet 10/100BaseT Fast/Wide UltraSCSI SBus Adapter

Preço:
US\$ 847,990.00



* Sun Fire 15K

- * 18 Processor Boards
- * 72 @ 1.05 GHz UltraSPARC-III Cu Processors w/ 8-MB SRAM External Cache per Processor
- * 4 Memory Boards
- * 288 GB Memory
- * 1 Sun StorEdge S1 Disk Array
- * 1 Sun FastEthernet 10/100BaseT Fast/Wide UltraSCSI SBus Adapter

Preço:
US\$ 3,740,135.00

- * Não podemos comprar “*Big Iron*” machines
 - * Devido a seu alto custo e curto ciclo de vida.
 - * Restrição de recursos
 - * Não se encaixam mais no modelo atual de financiamento.
 - *
- * Paradoxo: tempo necessário para desenvolver um aplicação paralela é igual a meia vida dos supercomputadores paralelos !!

Tendência da Tecnologia...

- Performance dos componentes dos PCs/Workstations estão quase atingido a performance dos componentes utilizados em supercomputadores...
 - Microprocessadores (50% a 100% por ano)
 - Redes (Fibra ótica, Gigabit ..)
 - Sistemas Operacionais
 - Ambientes de Programação
 - Aplicações
- A taxa de melhora de performance dos componentes comuns é muito alta.

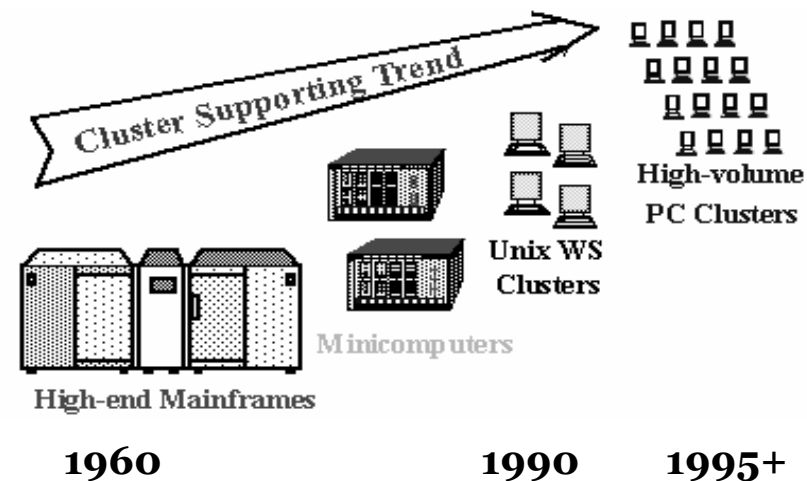
Falando em Performance...

- Como é medida a performance de computadores e processadores?
 - MHz / GHz ?
 - MFLOPS - *Millions Floating Point Operations per Second* (futuretech.mirror.vuurwerk.net/perf.html)
 - SPEC (www.spec.org)

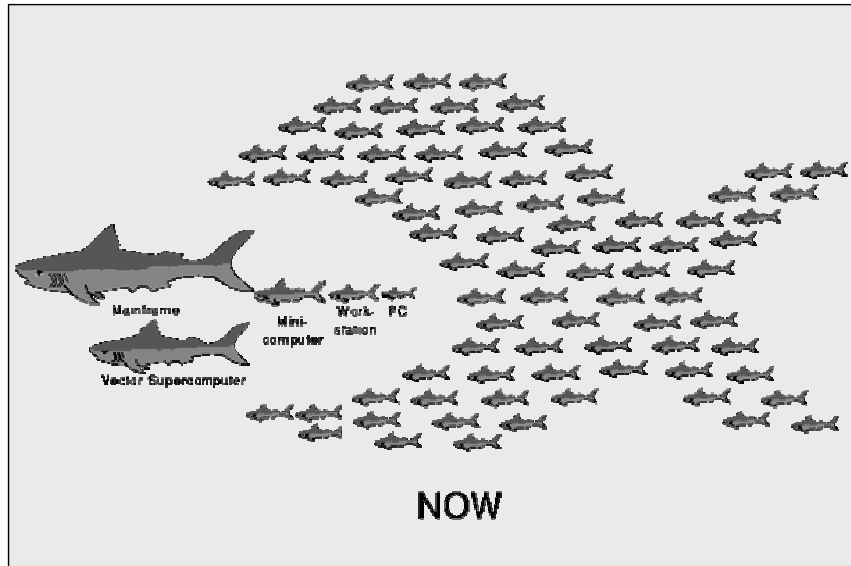
Motivação

- Buscar uma maneira mais barata de resolver problemas computacionais tremendamente complexos.
- Solução: conectar PC's comuns e fazê-los trabalhar juntos → CLUSTER

Agrupamento de Computadores



"Cadeia Alimentar" Computacional



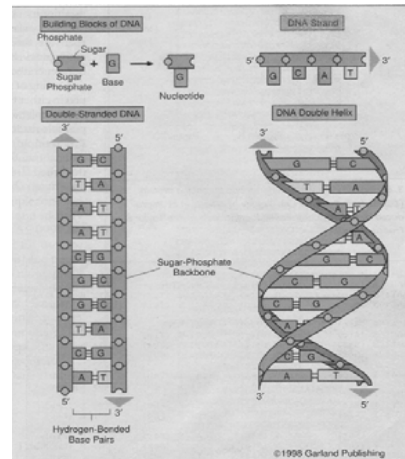
Legado de Mainframes, Supercomputadores e MPPs

Problemas Complexos

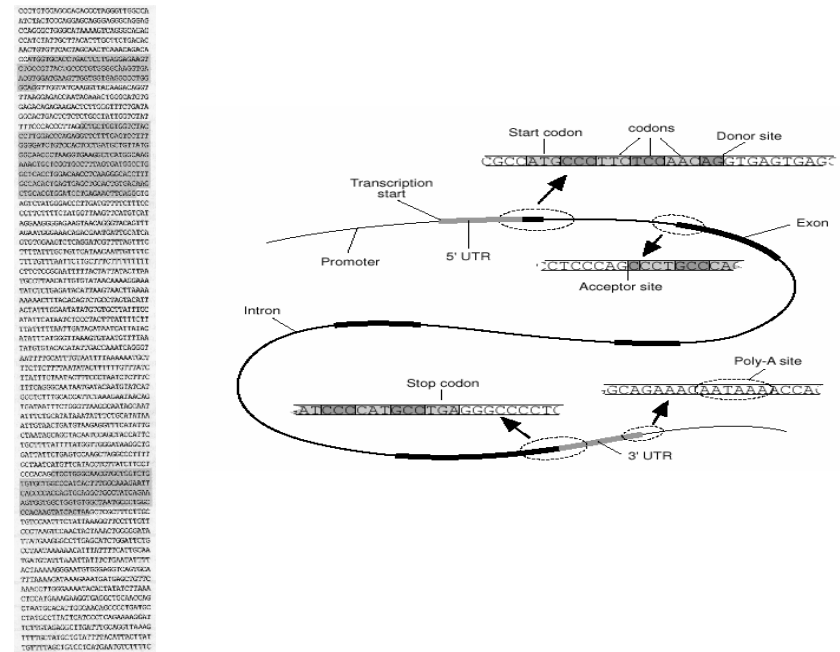
- O que seria um problema computacionalmente complexo ?
- Um Exemplo ??

Problema Complexo: Genoma

- Montar fragmentos de DNA em genomas completos
- Identificar partes da sequência



Problema Complexo: Genoma





Estudo de Caso: Bioinformática

- **Celera Genomics** construiu um dos ambientes computacionais mais poderosos do mundo
- Este ambiente é composto por **800** computadores **Compaq Alpha** rodando **Compaq Tru64™ UNIX 64-bit** interconectados, cada um sendo capaz de realizar mais de 250 bilhões de comparações de seqüências por hora.
- Este ambiente está sendo utilizado para montar fragmentos de DNA em genomas completos.



Avanços Tecnológicos

- Clock rates: 33MHz (i386, 1992) → 2.8GHz (P4 2002)
- Execução de múltiplas instruções em um mesmo ciclo de clock (CPI)
- Peak Floating Point Operations (FPLOFS)



Avanços Tecnológicos

- Memória
 - Tamanho e Velocidade
 - Alimentar dados na taxa necessária
 - *Memory Bandwidth*
- Inovações em arquitetura e software ⇒ redução dos *bottlenecks* causados pelo caminho dos dados e memória



Avanços Tecnológicos

- Desktops, workstations e servidores com 2, 4 ou mais processadores conectados estão se tornando plataformas comuns para o desenvolvimento de aplicações

Avanços Tecnológicos

- Aplicações em larga escala em ciência e engenharia
- Servidores de base de dados e *web*
- Aplicações gráficas, *rendering*
- Aplicações envolvendo alta disponibilidade

Avanços Tecnológicos

- Então....
- É importante do ponto de vista do custo, performance e requisitos das aplicações, entender...
- os princípios, ferramentas, e técnicas para programação de várias plataformas paralelas atualmente disponíveis.

Motivação

- Mito: o desenvolvimento de programas paralelo requer tempo e esforço.
- Complexidade para especificar e coordenar tarefas concorrentes
- Falta de algoritmos portáveis
- Falta de ambientes padrão
- Falta de ferramentas de desenvolvimento de software

Motivação

- Se comparado ao desenvolvimento de processadores.....
- Vale a pena gastar 2 anos para desenvolver uma aplicação paralela, se o hardware se tornará obsoleto ?
 - O esforço no desenvolvimento é desperdiçado
- Porém, arquiteturas uniprocessador não serão capazes de manter os aumentos de performance no futuro....

De Transistores à FLOPS

- *Lei de Moore* (1965)
 - Duplicação da densidade de transistores a cada dois anos
- Mas, a *lei de Moore* poderá torna-se inválida em breve \Rightarrow perda de energia elétrica

De Transistores à FLOPS

- A questão de traduzir transistores em operações por segundo (*ops*) é crítica
- Como usar transistores para obter taxas crescentes de poder computacional \Rightarrow problema de arquitetura !!
- Recurso lógico \Rightarrow paralelismo implícito e explícito!!

Memória e Disco

- A velocidade global de computação:
Processador + Memória
- *Clock rates* de processadores: $\uparrow 40\%$ ao ano na década passada, além do aumento de número de instruções por ciclo de *clock* . . .
- Tempo de acesso RAM: $\uparrow 10\%$ ao ano
- Existe um tremendo gargalo !!!

Resumo

- Problemas complexos exigem grande poder computacional
- Avanços tecnológicos estão cada vez mais limitados
- Validade da *Lei de Moore*

Próxima Aula

✱ Exemplos de Aplicações de Sistemas Paralelos