

Programação de Processadores
de Alto Desempenho

Celso L. Mendes e Aíram J. Preto

Lei de Moore

- **Gordon Moore** (Intel, 1965):
- Capacidade de processamento é duplicada a cada 18 meses;
- Custo da tecnologia decresce 35% por ano.
- Esta evolução pode se sustentar?

Por que alto desempenho?

- Complexidade das aplicações continuará a crescer.
- Grand Challenge: “problema fundamental em ciência ou engenharia cuja solução só é possível com recursos computacionais de alto desempenho que estarão disponíveis em futuro próximo”.

- **Grand Challenges**

1. Mecânica dos Fluídos Computacional: Aerodinâmica, Previsão de Tempo e de Clima, Indústria do Petróleo.
2. Novos Materiais: Catalisadores, Supercondutores.
3. Física do Plasma: Reator a Fusão Nuclear.
4. Natureza da Matéria: QCD (interações nucleares fortes), Condensed Matter Theory.
5. Computação Simbólica: Reconhecimento de Fala, Visão Computacional, Automação de Processos Industriais Complexos.

- **Áreas de Impacto Econômico**

1. Tecnologia da Informação: Segurança e Criptografia.
2. Biologia: Agentes Imunológicos, Síntese de Novas Drogas, Genoma Humano.
3. Computação Gráfica: Animação, Simulação, Síntese de Imagens, Entretenimento.

Programa

1. Introdução e Apresentação
2. Sistemas Vetoriais
3. Exemplos de Sistemas Vetoriais
4. Programação de Sistemas Vetoriais
5. Análise de Dependências
6. Reestruturação de Programas Seriais
7. Otimizações em Sistemas Vetoriais
8. Exploração de Paralelismo e Vetorização
9. Multiprocessadores (rev. CAP211)
10. Memória Compartilhada Centralizada (rev. CAP211)
11. Distributed Shared Memory (rev. CAP211)
12. Modelos de Consistência de Memória (rev. CAP211)
13. Conceitos de Paralelismo (rev. CAP211)
14. Otimização de Loops (rev. CAP211)

15. Escalabilidade - interconexão [LW95]
16. Multiprocessamento - proteção, fork/join [RR96]
17. Multithreading - user x kernel [DS98]
18. Multiprocessamento (lab.)
19. Multithreading - sincronização [DS98, RR96]
20. Multithreading (lab.)
21. Mutexes, Condition Variables, Barreiras [RR96]
22. Mutexes, Condition Variables (lab.)
23. Redes de Interconexão Estáticas [AG94]
24. Redes de Interconexão Dinâmicas [AG94]
25. Multicomputadores
26. Troca de Mensagens, MPI e PVM
27. Programação com MPI [Pac96]
28. Comunicação Coletiva em MPI [Pac96]
29. Empacotamento de Dados em MPI [Pac96]
30. Topologias e "Communicators" em MPI [Pac96]

31. Entrada/Saída em Prog. Paralelos [Pac96]
32. Programação com MPI (lab.)
33. Análise de Desempenho [Pac96]
34. Comunicação Ponto-a-Ponto Avançada [Pac96]
35. Paralelismo de Dados e de Tarefas [Fos95]
36. F90, HPF, OpenMP [Fos95, DS98]
37. F90/HPF (lab.)
38. F90/HPF (lab.)
39. Ambientes para Analise de Desempenho [Fos95]
40. Análise de Desempenho (lab.)
41. Algoritmos Paralelos [Fos95, Mod88]
42. Algoritmos Paralelos (lab.)
43. Algoritmos Paralelos - PDEs [Fos95, Mod88]
44. PDEs (lab.)
45. PDEs (lab.)

Referências

- [AG94] G. S. Almasi and A. Gottlieb. *Highly Parallel Computing*. Benjamin-Cummings, second edition, 1994.
- [DS98] K. Dowd and C. Severance. *High Performance Computing*. O'Reilly and Associates, second edition, 1998.
- [Fos95] I. Foster. *Designing and Building Parallel Programs*. Addison-Wesley, 1995.
- [LW95] D. E. Lenoski and W. D. Weber. *Scalable Shared-Memory Multiprocessing*. Morgan Kaufmann, 1995.
- [Mod88] J. J. Modi. *Parallel Algorithms and Matrix Computation*. Oxford University Press, 1988.
- [Pac96] P. Pacheco. *Parallel Programming with MPI*. Morgan Kaufmann, 1996.
- [RR96] K. A. Robbins and S. Robbins. *Practical Unix Programming: A Guide to Concurrency, Communication and Multithreading*. Prentice-Hall, 1996.

Recursos de Hardware e Software

- Rede de estações de trabalho RS6000 e Sparc.
- Estação de trabalho multiprocessada Sun SparcStation 20 com 4 CPUs.
- Estação de trabalho multiprocessada Intel PentiumPro com 4 CPUs.
- Supercomputador NEC SX-4 com 4 CPUs (INPE/CPTEC).
- C/C++/Fortran77 utilizando bibliotecas MPI, PVM, Pthreads.
- Compilador Fortran90/HPF/OpenMP.
- Sistema de análise de desempenho SvPablo.