Multicomputadores

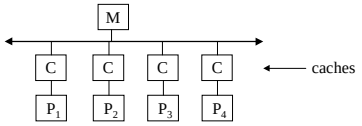
Tópicos:
- Multiprocessadores (revisão)
- Multicomputadores
- Comunicação em Multicomputadores

Multiprocessadores

- Sistemas Paralelos de Memória Compartilhada:
  - Popularmente conhecidos como *Multiprocessadores*
  - Todos os processadores têm acesso a uma região comum (compartilhada) de memória
  - A memória comum pode estar num único módulo, ou distribuída pelos vários processadores
  - Nada impede que haja também módulos de memória que sejam particulares a um único processador
  - Em geral, a comunicação entre processadores ocorre através de posições da memória compartilhada
  - Programação: fork/join, pthreads, etc.

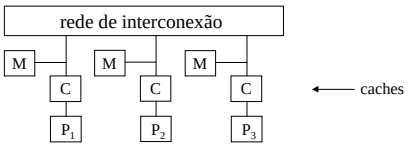
Multiprocessadores de Pequena Escala

- Baseados em Barramento:
  - Barramento comum limita o número máximo de processadores (da ordem de no máximo 30, na prática)
  - Muito populares em ambientes multi-usuários
  - Atualmente, quase todos os sistemas são do tipo *simétrico*
  - Ex: Sparc, PCs, SGI/Power-Challenge



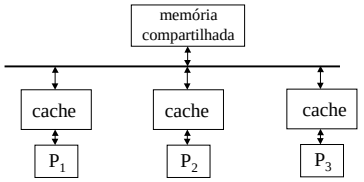
Multiprocessadores de Média Escala

- Baseados em Redes de Interconexão:
  - Como o uso da rede não é exclusivo, número de processadores pode ser maior
  - Acessos à memória podem gerar tráfego pela rede
  - Ex: SGI/Origin , Cray/T3E, etc.



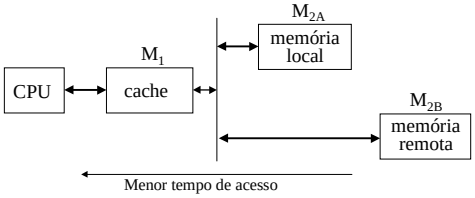
Organização de Multiprocessadores

- Visão lógica da memória em Multiprocessadores:



Organização de Multiprocessadores (cont.)

- Visão física da memória em Multiprocessadores:



*OBS: Todos os acessos são através de *read / write* (*load / store*)

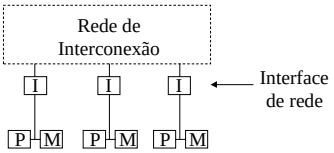
Multicomputadores

- Sistemas Paralelos de Memória Distribuída:
  - Popularmente conhecidos como *Multicomputadores*
  - Cada um dos processadores têm acesso a um espaço único de endereçamento de memória privativa
  - Um módulo da memória pode ser acessado diretamente por apenas um dos processadores
  - Em geral, a comunicação entre processadores ocorre através de *troca de mensagens*:
    - Um processador de origem *envia* dados (executa a função *send*)
    - Um processador de destino *recebe* dados (executa a função *receive*)

Organização de Multicomputadores

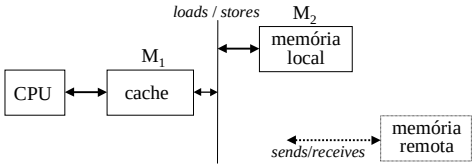
Memórias *locais* apenas:

- Acessos a dados locais: *reads*/*writes*
- Acessos a dados remotos: *sends*/*receives*



Organização de Multicomputadores

- Visão da memória em Multicomputadores:



Comunicação em Multicomputadores

- *Sends*/*Receives*:
  - Acessos à interface de rede
  - Em geral, chamadas ao Sistema Operacional
  - Deve haver proteção entre processos
  - Sistema Operacional gerencia a comunicação física

  ∴ Há um alto overhead de software associado!
- Otimização:
  - Agrupar dados em *mensagens* com vários ítens
  - Fazer comunicação mem-local/mem-remota via DMA
  - CPU apenas inicia comunicação e aguarda término

Comunicação em Multicomputadores (cont.)

- Roteamento de mensagens pela rede:
  - *store-and-forward*:
    - Cada nó intermediário armazena toda a mensagem e a reenvia
    - Método utilizado nos primeiros multicomputadores
  - *cut-through*:
    - Dados não são armazenados pelos nós intermediários
    - Método mais utilizado atualmente (quase todos os sistemas)
    - É comum haver hardware especial de suporte

  Obs: Normalmente, há armazenamento parcial de mensagens em trânsito, através do Sist.Operacional

Comunicação em Multicomputadores (cont.)

- Desempenho da comunicação:
  - Modelo mais utilizado:
    - tempo linearmente proporcional ao comprimento (n) das mensagens: $T(n) = a + b \cdot n$

  onde:

  a: latência efetiva (hardware + software)

  b: custo por ítem adicional, após envio do primeiro ítem
  - *sends*/*receives*:

    $T_{Send}(n) = a_s + b_s \cdot n$

    $T_{Recv}(n) = a_r + b_r \cdot n$