

Processamento Paralelo e Distribuído

Marcelo Trindade Rebonatto

Algoritmos paralelos & Redes de Interconexão

Processamento Paralelo e Distribuído - Prof.: Marcelo Trindade Rebonatto

Roteiro

- Modelos de algoritmos paralelos
- Redes de Interconexão
 - Critérios para avaliação
 - Redes Estáticas
 - Redes Dinâmicas

Processamento Paralelo e Distribuído - Prof.: Marcelo Trindade Rebonatto 2/50

Algoritmos Paralelos

Conceitos

- Algoritmo paralelo: também deve buscar a solução de um problema
- **Princípio:** dividir o problema em partes menores
- Execução
 - Comunicação
 - Sincronização

Processamento Paralelo e Distribuído - Prof.: Marcelo Trindade Rebonatto 3/50

- Processamento Paralelo e Distribuído - Prof.: Marcelo Trindade Rebonatto 4/50

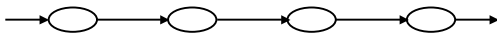
[illegible]

Processamento Paralelo e Distribuído - Prof.: Marcelo Trindade Rebonatto 5/50

Processamento Paralelo e Distribuído - Prof.: Marcelo Trindade Rebonatto 6/50

Pipeline

- Processos formam um pipeline virtual
- Princípio
 - Fluxo contínuo no primeiro estágio
 - Demais processos são executados de forma paralela



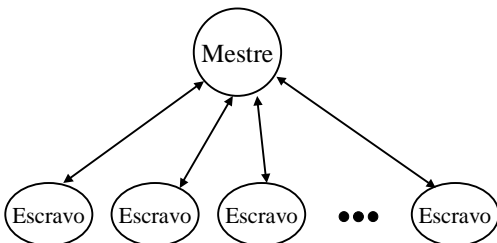
Processamento Paralelo e Distribuído - Prof.: Marcelo Triebel e Rebonatto 7/50

Mestre/Escravo

- Divisão de funções
 - Controle de escalonamento: mestre
 - Processamento efetivo: escravos
- Princípio
 - Mestre envia a escravo uma tarefa
 - Escravo a executa e devolve os resultados ao mestre
 - Enquanto ainda houver tarefas, mestre as envia aos escravos

Processamento Paralelo e Distribuído - Prof.: Marcelo Triebel e Rebonatto 8/50

Mestre/Escravo



Processamento Paralelo e Distribuído - Prof.: Marcelo Triebel e Rebonatto 9/50

Algoritmos Paralelos

Mestre/Escravo

- Vantagens
 - Simples de implementar: controle centralizado
 - Melhor balanceamento de carga que divisão e conquista
- Desvantagem
 - Mestre pode se tornar gargalo: comunicação

Processamento Paralelo e Distribuído - Prof.: Marcelo Triunfo e Rebonatto
10/50

Algoritmos Paralelos

Pool de Trabalho

- Conjunto de tarefas (*pool*) inicial
- Estrutura de dados global
- Número determinado (fixo) de processos
- Princípio
 - Processos buscam “pedaços” das tarefas
 - ☆ Execução em paralelo
 - ☆ Espalhamento do processamento
 - Término: esvaziamento do *pool*

Processamento Paralelo e Distribuído - Prof.: Marcelo Triunfo e Rebonatto
11/50

Algoritmos Paralelos

Pool de Trabalho

Processamento Paralelo e Distribuído - Prof.: Marcelo Triunfo e Rebonatto
12/50

Algoritmos Paralelos

Pool de Trabalho

- Vantagem
 - Fácil balanceamento de carga
 - Não há divisão de funções (uso de mesmo código)
- Desvantagem
 - Acesso simultâneo ao *pool* (acesso a dados compartilhados)
 - Comunicação entre os múltiplos processos

Processamento Paralelo e Distribuído - Prof.: Marcelo Trindade e Rebonatto 13/50

Algoritmos Paralelos

Fases paralelas

- Aplicação dividida em etapas
 - Execução no tempo
 - Simulações
- Etapas divididas em fases:
 - Fase paralela (computação)
 - Fase de sincronização (comunicação)

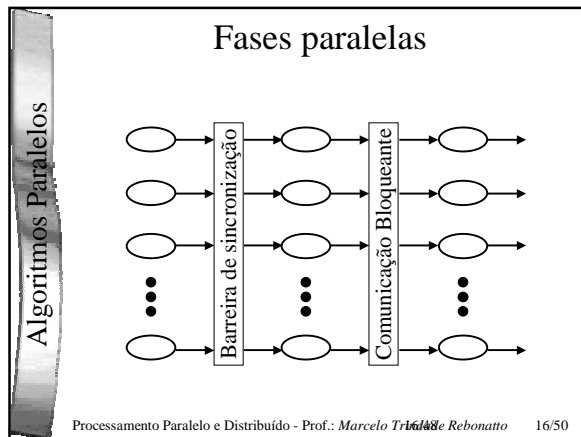
Processamento Paralelo e Distribuído - Prof.: Marcelo Trindade e Rebonatto 14/50

Algoritmos Paralelos

Fases paralelas

- Execução livre de tarefas na fase paralela
 - Avanço não homogêneo entre as fases
 - Geralmente livres de comunicação
- Fase de sincronização
 - Barreiras de sincronização ou
 - Comunicações bloqueantes
 - Trocas de informações

Processamento Paralelo e Distribuído - Prof.: Marcelo Trindade e Rebonatto 15/50







-
-
-
-
-
-

Escalabilidade

-
-
-
-
-
-

Desempenho

-
-
-
-
-
-

Redes de Interconexão

Critérios de Avaliação

Desempenho

- Indicadores
 - Latência
 - ✧ Tempo consumido por uma unidade ser transferida
 - Vazão
 - ✧ Quantas unidades de dados são transferidas numa unidade de tempo
- Tipos das ligações
 - Unidirecionais (*half-duplex*)
 - Bidirecionais (*full-duplex*)

Processamento Paralelo e Distribuído - Prof.: Marcelo Trindade Rebonatto 22/50

Redes de Interconexão

Critérios de Avaliação

Custo

- Valor pecuniário (\$)
- Cresce proporcionalmente
 - Número de ligações
 - Capacidade de transferência

Processamento Paralelo e Distribuído - Prof.: Marcelo Trindade Rebonatto 23/50

Redes de Interconexão

Critérios de Avaliação

Confiabilidade

- Existência de caminhos alternativos redundantes
- Tolerância da rede em caso de falhas

Conectividade

- Múltiplos caminhos entre dois processadores
- Medida: *arc connectivity*
 - ✧ Número mínimo de links removidos
 - ✧ Divide a rede em duas desconectadas

Processamento Paralelo e Distribuído - Prof.: Marcelo Trindade Rebonatto 24/50

Redes de Interconexão

Critérios de Avaliação

Funcionalidade

- Além da transferência de dados
- Outros serviços
 - Armazenamento de dados temporários (*buffer*)
 - Garantia de ordenação dos dados transmitidos
 - Roteamento automático em *hardware*

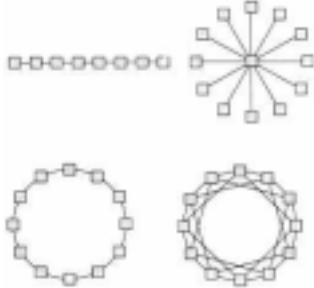
Processamento Paralelo e Distribuído - Prof.: Marcelo Trindade Rebonatto 25/50

Redes de Interconexão

Critérios de Avaliação

Grau do nó

- Número de ligações
 - Constante
 - Variável



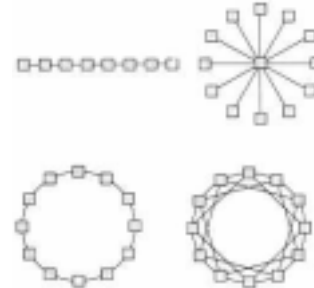
Processamento Paralelo e Distribuído - Prof.: Marcelo Trindade Rebonatto 26/50

Redes de Interconexão

Critérios de Avaliação

Diâmetro

- Maior distância entre dois componentes
- Distância
 - Menor caminho em número de links



Processamento Paralelo e Distribuído - Prof.: Marcelo Trindade Rebonatto 27/50

Redes Estáticas

Redes Estáticas - Conceitos


- Ligações fixas entre componentes
 - Processadores
- Ligações físicas ponto-a-ponto
- Utilizadas em multicomputadores
 - Comunicação através de trocas de mensagens
- Topologia de ligação: características das redes

Processamento Paralelo e Distribuído - Prof.: Marcelo Trindade e Rebonatto
28/50

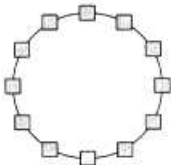
Redes Estáticas

Array linear & Anel

- Array linear



 - Estrutura mais simples
- Anel
 - Array linear com extremidades ligadas

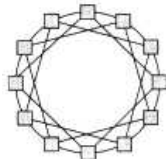


Processamento Paralelo e Distribuído - Prof.: Marcelo Trindade e Rebonatto
29/50

Redes Estáticas

Anel *chordal*

- Anel com ligações adicionais
 - Diminui o tráfego
 - Aumenta a confiabilidade
 - Diminui o diâmetro




Processamento Paralelo e Distribuído - Prof.: Marcelo Trindade e Rebonatto
30/50

Redes Estáticas

Estrela

- Existência de um processador central
 - Processador: link direto com central
 - Comunicação: obrigatoriamente pelo central
 - Central: gargalo
 - Algoritmos:
 - ☆ Mestre/escravo

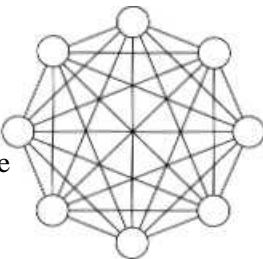


Processamento Paralelo e Distribuído - Prof.: Marcelo Trindade Rebonatto 31/50

Redes Estáticas

Estrela totalmente conectada

- Elevado custo
- Grau alto do nó
- Diâmetro mínimo
- Alta confiabilidade
 - conectividade

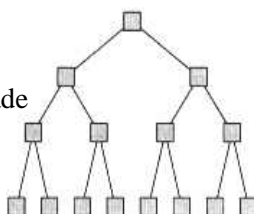


Processamento Paralelo e Distribuído - Prof.: Marcelo Trindade Rebonatto 32/50

Redes Estáticas

Árvore binária

- Algoritmos: Divisão e conquista
- Escalabilidade
 - Diâmetro cresce de forma linear
- Grau máximo: 3
 - Raiz: 2
- Baixa confiabilidade
- Baixo fluxo de informações (E para D)

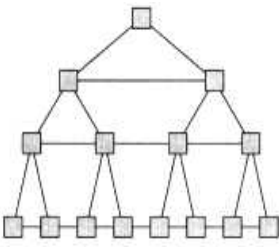


Processamento Paralelo e Distribuído - Prof.: Marcelo Trindade Rebonatto 33/50

Redes Estáticas

XTreeB

- Diminui o congestionamento (sub-árvores esquerda e direita)
- Aumento
 - ➔ Custo
 - ➔ Grau do nó
 - ➔ Confiabilidade

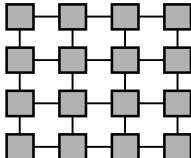


Processamento Paralelo e Distribuído - Prof.: Marcelo Trindade Rebonatto 34/50

Redes Estáticas

Malha

- Array-linear de 2 ou mais dimensões (*mesh*)
- Não homogêneo no número de dimensões
- Redes NEWS (*North, East, West, South*)
- Boa Escalabilidade
- Caminhos alternativos
 - ➔ Aumenta a confiabilidade
 - ➔ Diminui o risco de gargalos
 - ➔ Aumenta o custo

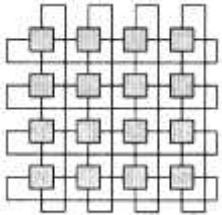


Processamento Paralelo e Distribuído - Prof.: Marcelo Trindade Rebonatto 35/50

Redes Estáticas

Torus

- Mesh com extremidades ligadas
- Aproveita as conexões da extremidade

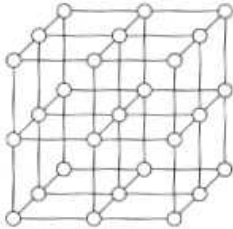


Processamento Paralelo e Distribuído - Prof.: Marcelo Trindade Rebonatto 36/50

Redes Estáticas

Malhas > 2d

- Aplicações que modelam aspectos físicos do mundo tridimensional
 - Previsão do tempo
 - Simulação de partículas
 - Aerodinâmica

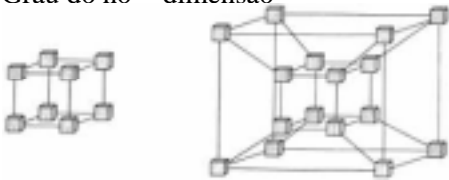


Processamento Paralelo e Distribuído - Prof.: Marcelo Trindade e Rebonatto
37/50

Redes Estáticas

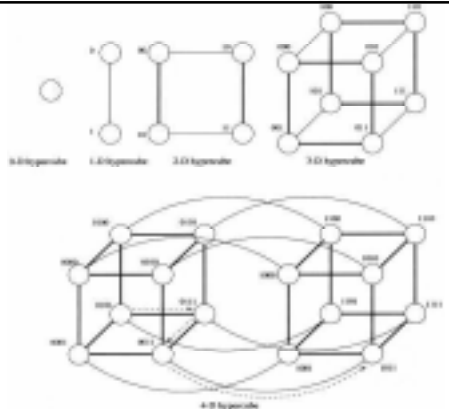
Hipercubos

- Baixo diâmetro
- Pouco escalável
 - Cresce apenas em potência de 2
- Grau do nó = dimensão



Processamento Paralelo e Distribuído - Prof.: Marcelo Trindade e Rebonatto
38/50

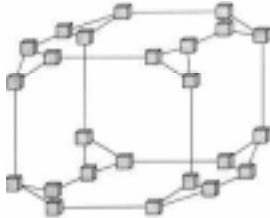
Redes Estáticas - Hipercubos



Processamento Paralelo e Distribuído - Prof.: Marcelo Trindade e Rebonatto
39/50

CCC

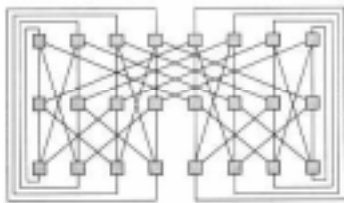
- *Cube Connected Cycles*
- Diametro cresce igual ao hipercubo
- Grau do nó: constante



Processamento Paralelo e Distribuído - Prof.: Marcelo Traub e Rebonatto 40/50

Buterfly

- Alternativa ao CCC
- Menor diâmetro
- Maior grau



Processamento Paralelo e Distribuído - Prof.: Marcelo Traub e Rebonatto 41/50

Redes Dinâmicas - Conceitos


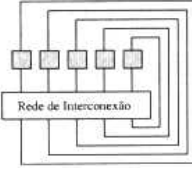
- Não existe topologia fixa que defina padrões de comunicação
- A rede se adapta dinamicamente para permitir transferência de dados
- Bloqueante: definição
 - ➔ Uma conexão entre 2 recursos impede outra conexão entre quaisquer outros pontos

Processamento Paralelo e Distribuído - Prof.: Marcelo Traub e Rebonatto 42/50

Redes Dinâmicas

Conceitos

- Unilaterais
 - ➔ 1 ligação bidirecional
- Bilaterais
 - ➔ 1 ligação para envio e outra para recebimento

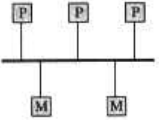
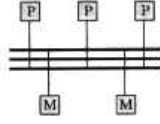



Processamento Paralelo e Distribuído - Prof.: Marcelo Trindade Rebonatto 43/50

Redes Dinâmicas

Barramentos

- Menor custo
- Baixa confiabilidade
- Altamente bloqueante
- Baixo número de processadores
- Alternativa: Barramentos múltiplos

Processamento Paralelo e Distribuído - Prof.: Marcelo Trindade Rebonatto 44/50

Redes Dinâmicas

Crossbar switch

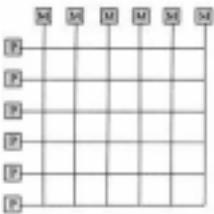
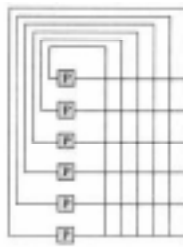
- Maior custo que barramento
 - ➔ Custo cresce de forma quadrática
 - ➔ Número moderado de processadores
- Conexões entre quaisquer componentes (não conectados)
 - ➔ Não bloqueante
- Boa escalabilidade
 - ➔ Acréscimo de componentes aos pares

Processamento Paralelo e Distribuído - Prof.: Marcelo Trindade Rebonatto 45/50

Redes Dinâmicas

Crossbar switch

- Unilateral: multiprocessador (P - M)
- Bilateral: multicomputador (P - P)

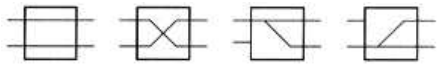



Processamento Paralelo e Distribuído - Prof.: Marcelo Traveno e Rebonatto 46/50

Redes Dinâmicas

Redes multinível

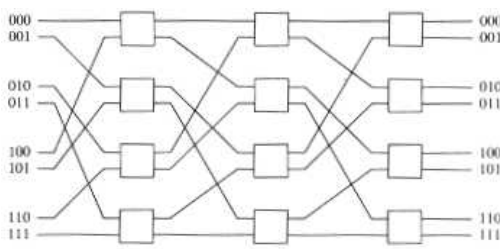
- Redes de permutação multinível
- Redução de custos da matriz de chaveamento
- Bloqueante
 - ➔ Vários níveis para diminuir a probabilidade de conflitos



Processamento Paralelo e Distribuído - Prof.: Marcelo Traveno e Rebonatto 47/50

Redes Dinâmicas

Redes multinível - Omega



Processamento Paralelo e Distribuído - Prof.: Marcelo Traveno e Rebonatto 48/50

