

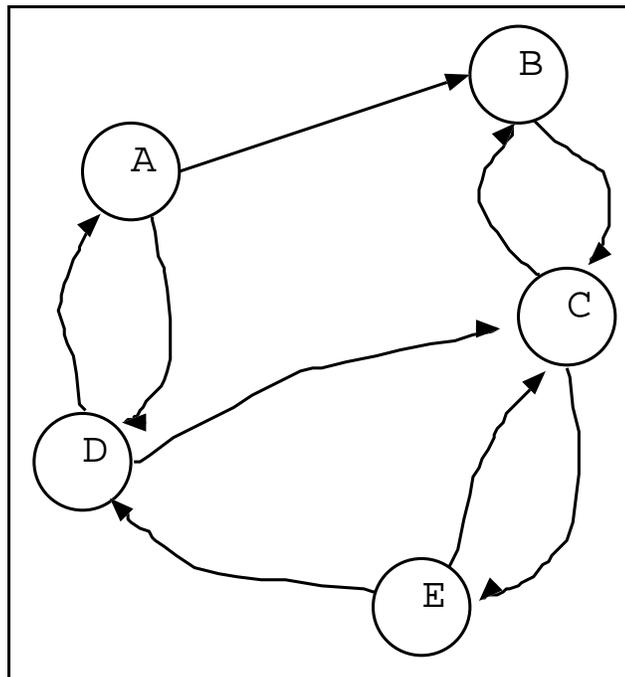
Organização de Processadores

Jones Albuquerque
DFM-UFRPE

2004, Recife - PE.

Conceitos

Organização de Processadores. Uma organização de processadores pode ser representada por um grafo, no qual os nós representam processadores e as arestas representam os possíveis caminhos de comunicação entre pares de processadores



Critérios. A avaliação das organizações são baseadas em critérios que objetivam fornecer parâmetros de eficiência e praticidade

Critérios para Avaliação

Diâmetro. O diâmetro de uma rede é a maior distância entre dois nós

Baixos diâmetros são desejáveis porque significam baixos custos de comunicação

Largura de Bisseção. A largura de bisseção de uma rede é o número mínimo de arestas que devem ser removidas de modo a dividir a rede em duas metades (diferença de um nó).

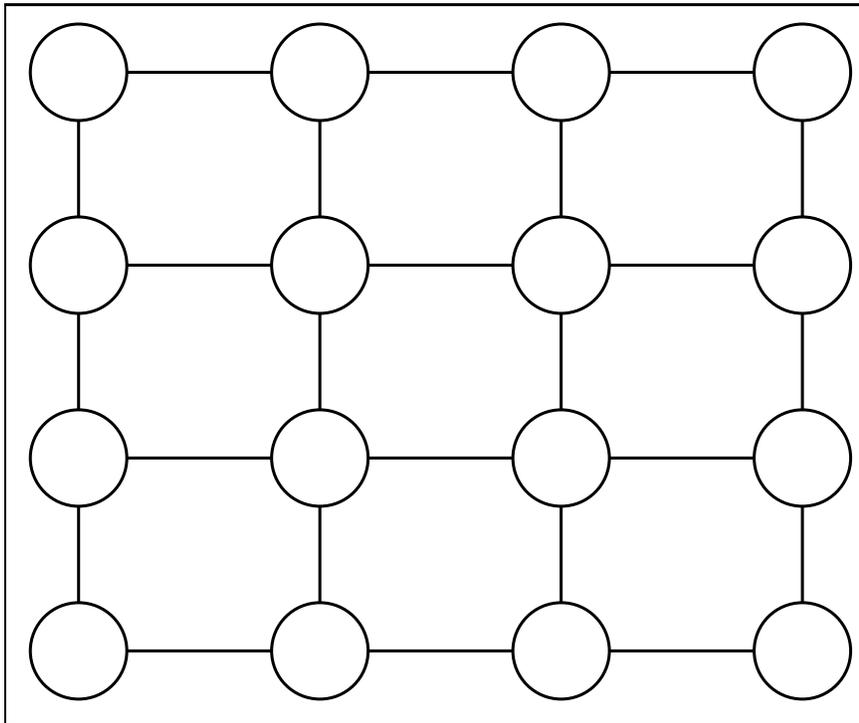
Maiores larguras de bisseção implicam em melhor fluxo de dados, pois o dado pode ser dividido, melhorando a transmissão destes

Número de Arestas por Nó. São preferíveis redes com número de arestas por nó como uma constante independente do tamanho da rede, facilitando a escalabilidade da rede

Modelos de Organização

1. *Mesh* (malha)
2. *Binary tree* (árvore binária)
3. *Hypertree* (hiperárvore)
4. *Pyramid* (pirâmide)
5. *Butterfly* (borboleta)
6. *Hypercube* (hipercubo)
7. *Cube-connected cycles* (ciclos conectados em cubos)
8. *Shuffle-exchange* (embaralhamento e troca)
9. *de Bruijn*

Mesh



Two-Dimensional (2D) mesh with 16 processors

Os nós são agrupados em forma de um treliça q -dimensional

Comunicação só é permitida entre nós vizinhos. Nós interiores se comunicam com outros $2q$ processadores

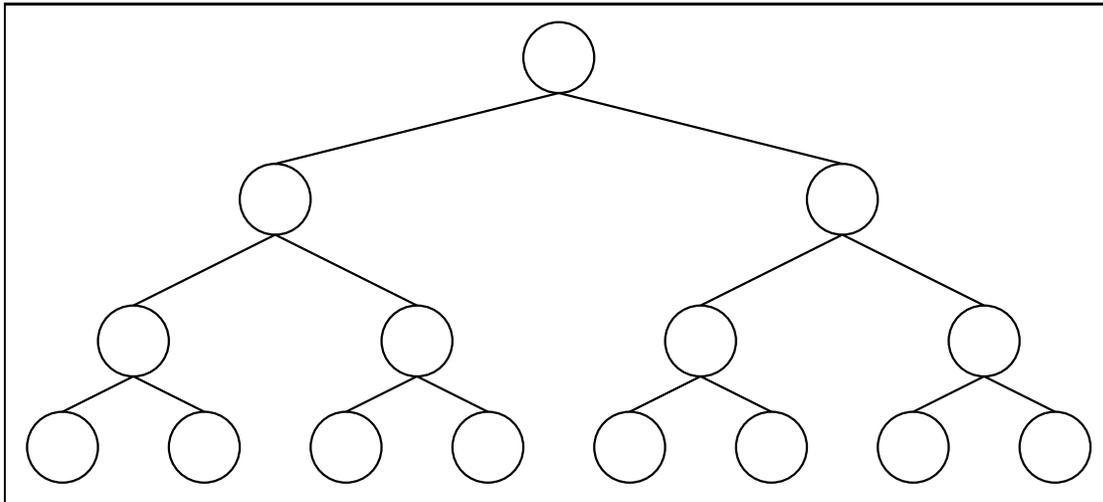
Para uma malha q -dimensional com k^q nós:

O diâmetro é $q(k - 1)$

A largura de bisseção é k^{q-1}

O número máximo de arestas por nó é $2q$

Binary Tree



Binary tree with 15 processors and depth 3

Os $2^k - 1$ nós são agrupados em uma árvore binária completa de profundidade $k - 1$

Nós interiores se comunicam com seus 2 “filhos”, e todo nó, exceto a raiz, pode se comunicar com o seu “pai”

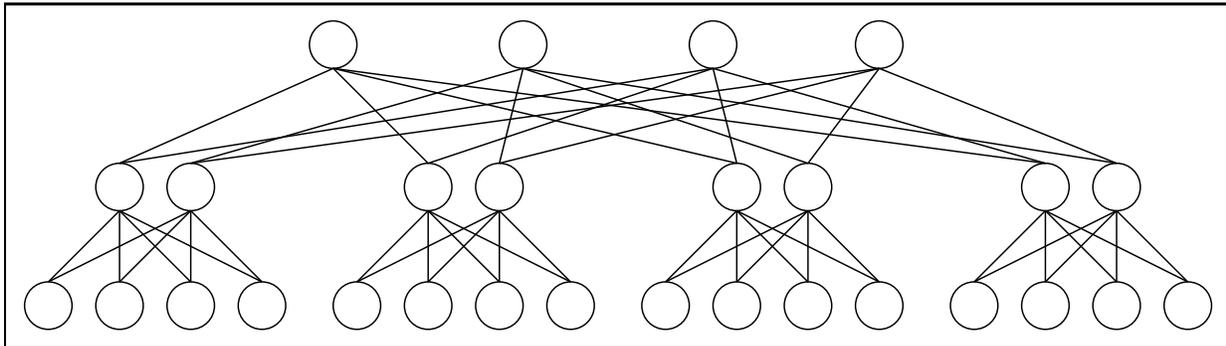
Para uma árvore com $2^k - 1$ nós:

O diâmetro é $2(k - 1)$

A largura de bisseção é 1

O número máximo de arestas por nó é 3

HyperTree



Hypertree of degree 4 and depth 3

Árvore binária com menor diâmetro e maior largura de bisseção

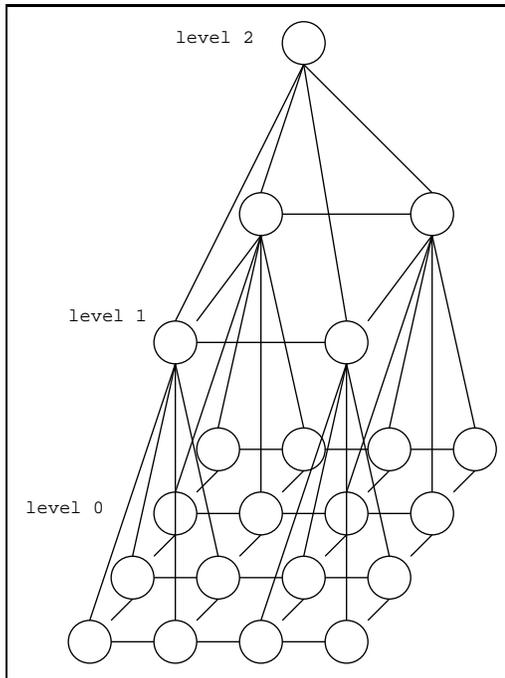
Uma hiperárvore 4-ária com profundidade d possui 4^d folhas e $2^d(2^{d+1} - 1)$ nós Para esta hiperárvore:

O diâmetro é $2d$

A largura de bisseção é 2^{d+1}

O número máximo de arestas por nó é 6

Pyramid



Pyramid of size 16

Uma pirâmide de tamanho k^2 tem em sua base uma 2D-malha com k^2 processadores. O número total de nós (processadores) numa pirâmide de tamanho k^2 é $\frac{4}{3}k^2 - \frac{1}{3}$

Cada nó interior está conectado a nove outros nós: um “pai”, 4 “vizinhos” de malha e 4 “filhos”

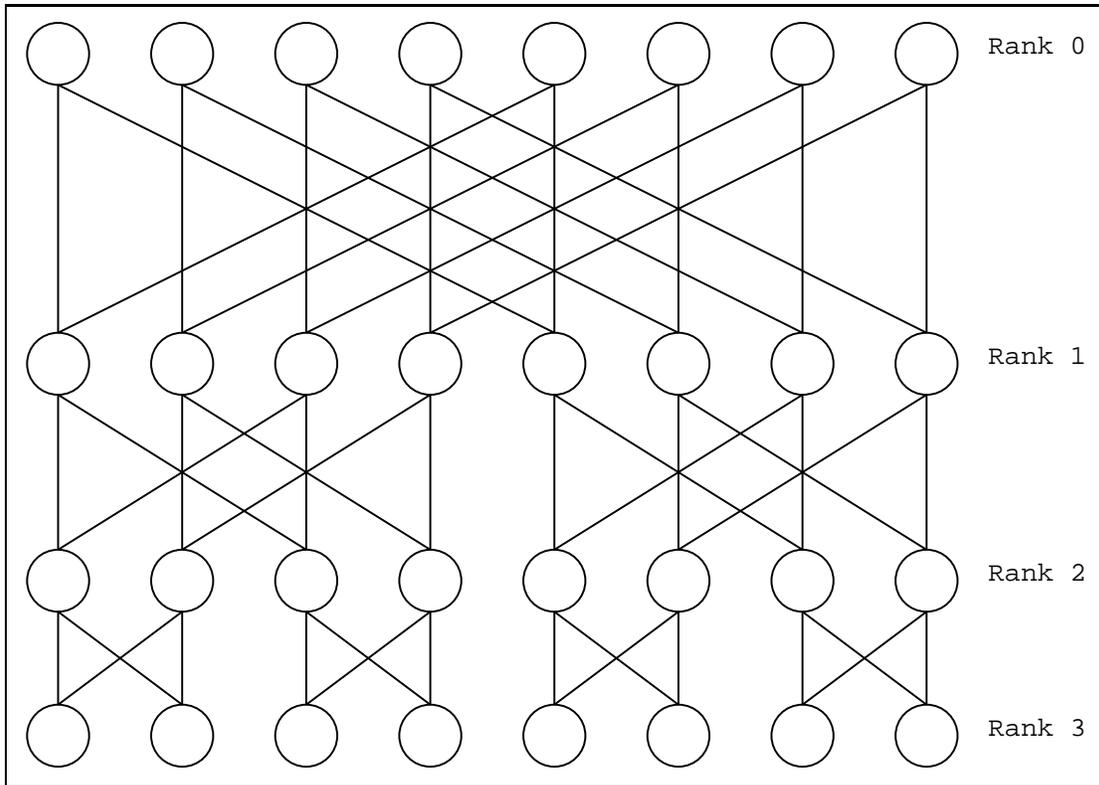
Em uma pirâmide de tamanho k^2 :

O diâmetro é $2\log k$

A largura de bisseção é $2k$

O número máximo de arestas por nó é 9

Butterfly



Butterfly with 32 nodes

Uma borboleta consiste de $(k + 1)2^k$ nós divididos em $k + 1$ linhas (*Ranks*), cada uma contendo $n = 2^k$ nós

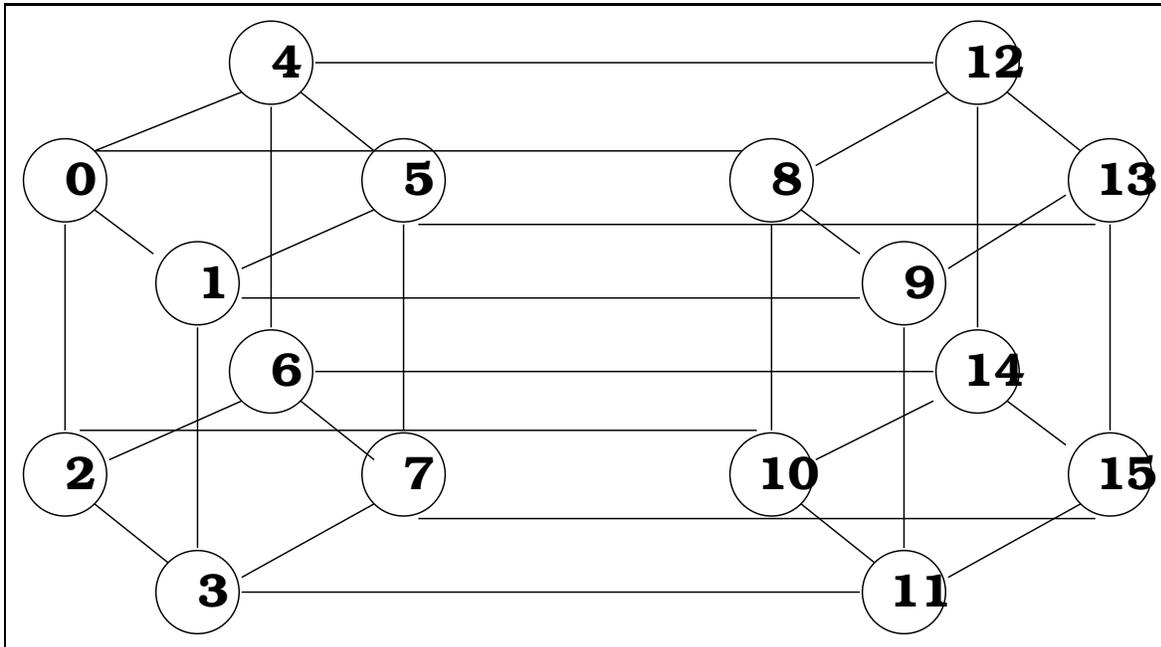
Em uma borboleta com $(k + 1)2^k$ nós:

O diâmetro é $2k$

A largura de bisseção é 2^k

O número máximo de arestas por nó é 4

Hypercube



A 4-D (16 node) hypercube

Um hipercubo k -dimensional é formado por 2^k nós. Os nós são rotulados como $0, 1, \dots, 2^k - 1$; dois nós são adjacentes se seus rótulos diferem exatamente em um bit

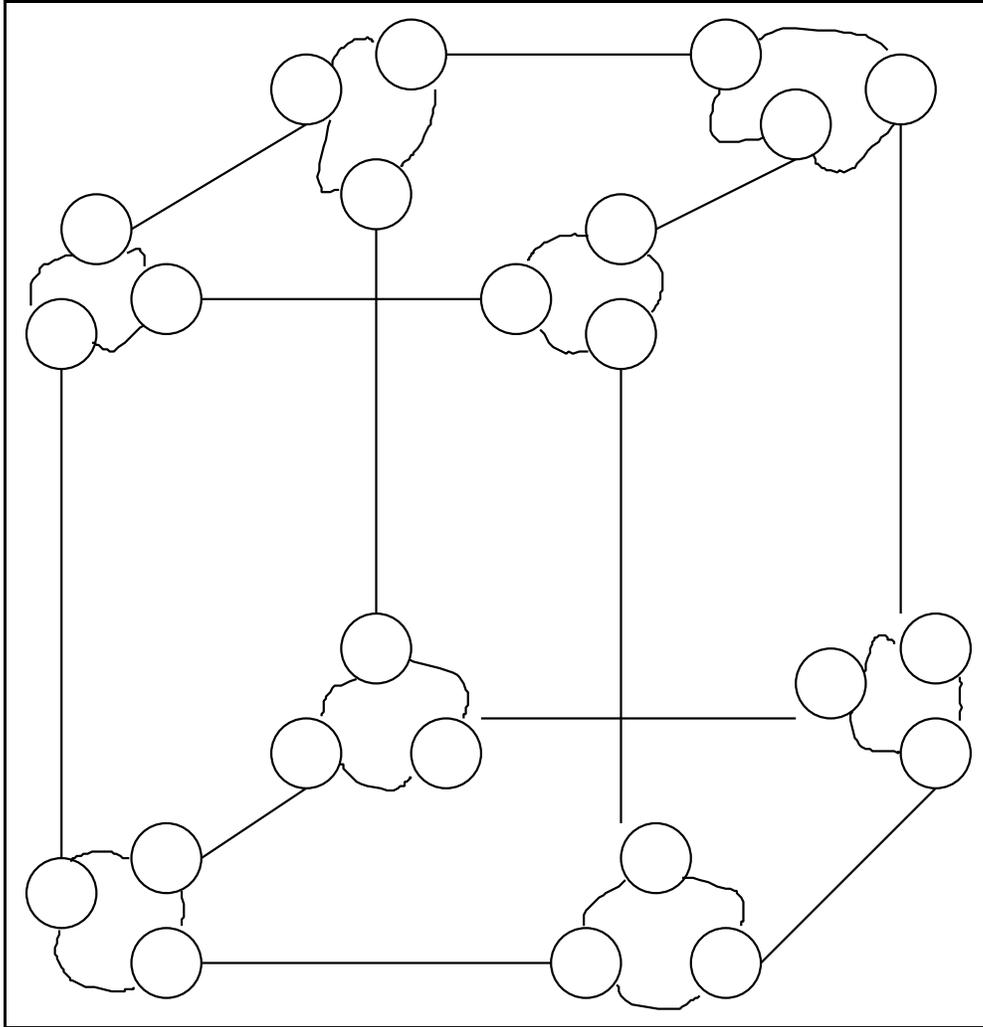
Em um hipercubo com 2^k nós:

O diâmetro é k

A largura de bisseção é 2^{k-1}

O número máximo de arestas por nó é k (o logaritmo do número de nós)

Cube-Connected Cycles



Cube-connected cycles with 24 nodes

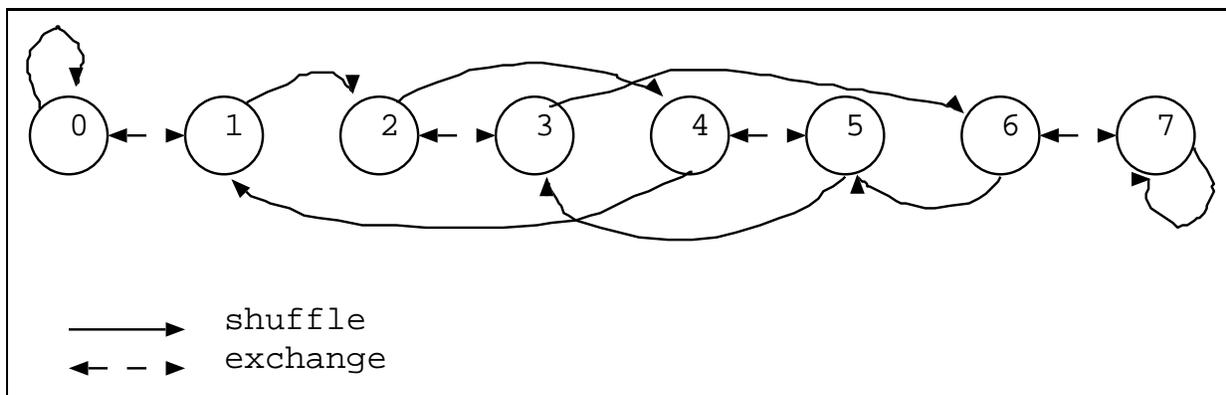
Em ciclos conectados em cubos de tamanho $k2^k$:

O diâmetro é $2k$

A largura de bisseção é 2^{k-1}

O número máximo de arestas por nó é 3

Shuffle-Exchange



Shuffle-Exchange with 8 nodes

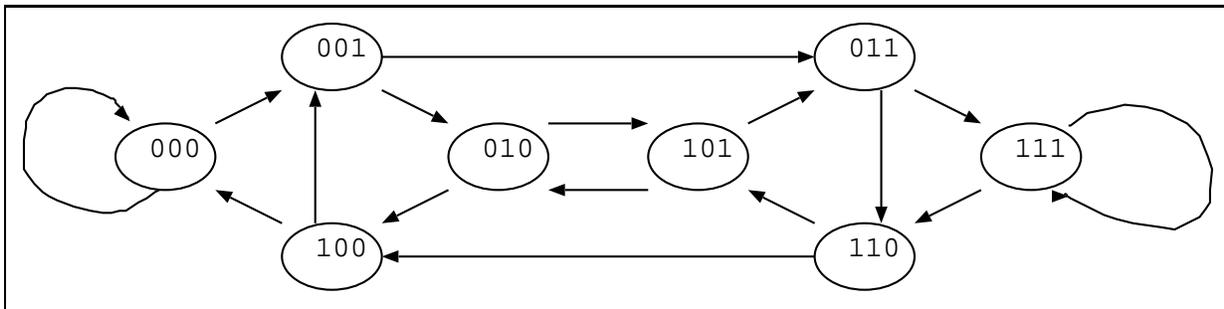
Em uma rede de tamanho 2^k nós:

O diâmetro é $2k - 1$

A largura de bisseção é $\frac{2^{k-1}}{k}$

O número máximo de arestas por nó é 4

de Bruijn



An 8-processor de Bruijn Network

Em uma rede de tamanho 2^k nós:

O diâmetro é k

A largura de bisseção é $\frac{2^k}{k}$

O número máximo de arestas por nó é 4

Sumário

Temos nove modelos de organização de processadores

Qual escolher?

Características do problema e da linguagem de programação devem ser consideradas