

1. (a) Row Buffer 大小为 8KB

向量元素大小为 64 位, 即 8B

每个 Bank 有两个端口

∴ 一个 Bank 可以并行处理 2 个向量元素

向量长度 $N_{\max} = \frac{8KB}{8B} = 1024$ 由于要实现向量元素的单周期访问, 向量步长为 1

∴ Bank 数量至少为 $\frac{N}{2} = \frac{1024}{2} = 512$ 个 (32 个)

(b) 设向量长度为 L , 则

$$50 + L - 1 + 4 + 16 = \cancel{150} + 1 + L = 111$$

解得 $L = \cancel{52} 21$

$$(c) T_c = \cancel{50} + L - 1 + 4 + L - 1 + 16 + L - 1 + L - 1 = \cancel{274} 171 \text{ (cycles)}$$

$$(d) T = \cancel{60} T_c + 4 + 16 + 1 = 192$$

(e) ~~8~~ 4 个

(f) 内存竞争和冲突 (多个处理器可能同时请求访问同一个 Bank 或有限的内存资源)

(g) 缓存一致性开销, 仲裁和调度开销

(9) ① 分布式共享内存架构: 为每个处理器分配一部分本地内存

② 缓存机制改进

③ 内存访问调度策略优化

④ 增加内存带宽

2. (a) 传统的阵列处理器芯片面积最大，因为阵列处理器为每个向量元素都提供了一个独立的处理单元，需要更多的硬件资源

(b) i. $L=1, t_{11}=5, t_{12}=5$

ii. $L=4, t_{21}=8, t_{22}=5$

iii. $L=16, t_{31}=70, t_{32}=5$

x

3. (a) $W = \left\lceil \frac{N}{32} \right\rceil = 2$

(b) $U = \frac{8}{32} = 25\%$

(c) $A[i] \% 3 == 0$ 都成立就可以

(d) $\frac{x}{32} = 56.25\% \Rightarrow x = 18$

(e) $\frac{x}{32} = 5\% \Rightarrow x = 16$

4. (a) 假设节点编号从 0 到 $n-1$ ，源节点为 s ，目标节点为 d

$$h = (d - s + n) \% n$$

$$T_a = \sum_{s=0}^{n-1} \sum_{d=0, d \neq s}^{n-1} (d - s + n) \% n = \sum_{d=0}^{n-1} \sum_{s=0, s \neq d}^{n-1} (d - s + n) \% n$$

对于固定的 d , $\sum_{s=0, s \neq d}^{n-1} (d - s + n) \% n = \sum_{k=1}^{n-1} k = \frac{(n-1)n}{2}$

\therefore 有 n 个 d , $\therefore T_a = \frac{n^2(n-1)}{2}$ $D_a = \frac{T_a}{n(n-1)} = \frac{n-1}{2} \cdot \frac{n}{2}$

(b) 同理, $h = \min \{ (d - s + n) \% n, (s - d + n) \% n \}$

$$T_b = \sum_{s=0}^{n-1} \sum_{d=0, d \neq s}^{n-1} \min \{ (d - s + n) \% n, (s - d + n) \% n \} = \sum_{d=0}^{n-1} \sum_{s=0, s \neq d}^{n-1} \min \{ (d - s + n) \% n, (s - d + n) \% n \}$$

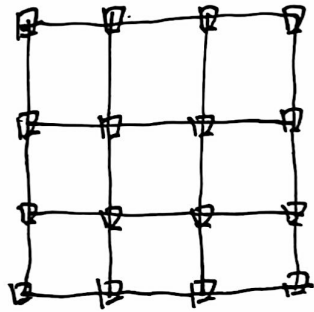
对于固定的 d , $\sum_{s=0, s \neq d}^{n-1} \min \{ (d - s + n) \% n, (s - d + n) \% n \} = \sum_{s=1}^{n-1} \min \{ s, n-s \} = \sum_{s=1}^{\lfloor \frac{n}{2} \rfloor} s + \sum_{s=\lfloor \frac{n}{2} \rfloor + 1}^{n-1} (n-s) = \frac{n^2-1}{4}$ (n 为奇数)

$$D_a = \begin{cases} \frac{n^2}{4(n-1)}, & n \text{ 为偶数} \\ \frac{n+1}{4}, & n \text{ 为奇数} \end{cases}$$

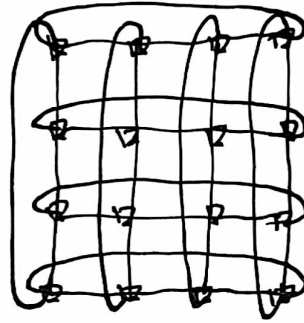
$$\begin{cases} \frac{n^2}{4} & (n \text{ 为偶数}) \\ \frac{n^2-1}{4} & (n \text{ 为奇数}) \end{cases}$$

(b) $d=0$ 为例

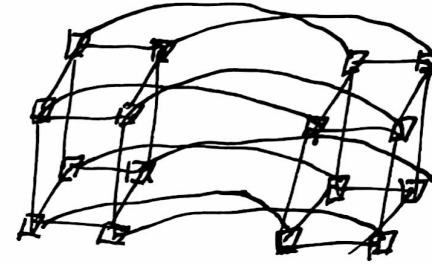
5. (a)



2D mesh



2D Torus



Hypercube

(b) i. $8 \times 7 \times 2 = 112$ $16 \times 15 \times 2 = 480$

ii. $8 \times 8 \times 2 = 128$ $16 \times 16 \times 2 = 512$

iii. $\frac{64 \times \log_2(64)}{2} = 192$ $\frac{256 \times 8}{2} = 1024$

(c) i. 总: ~~224~~ 960 内: ~~14 \times 4 = 56~~ 144 边: ~~24 \times 3 = 72~~ 角: ~~4 \times 8 = 32~~ $4 \times 2 = 8$

ii. 总: $8 \times 8 \times 4 = 256$ ~~16~~ $256 \times 4 = 1024$

iii. 总: ~~$8 \times 8 \times \log_2(8 \times 8) = 394$~~ $256 \times 8 = 2048$