

Homework 2

2018011365 张鹤潇

Q1

(a). $2 \times 2 + 5 \times 1 = 9 ns$;

(b). 不使用流水线, 1000 对浮点数加法需要 $1000 \times 9 = 9000 ns$;

(c). 使用流水线, 运算流程如下:

Time	Fetch	Compare	Shift	Add	Normalize	Round	Store
0	1						
1	1						
2	2	1					
3	2		1				
4	3	2		1			
5	3		2		1		
6	4	3		2		1	
7	4		3		2		1

总计 $2 * 1999 + 9 = 2007 ns$;

(d).

- 一级缓存缺失, 二级缓存命中时, $5 ns$ 后下一次取操作才能开始, 但 $7 ns$ 后上一次加法才结束。在任意时刻, 流水线上还是有不少于 1 次加法在同时执行; 取操作的时间多了 $3 ns$ 。
- 二级缓存也缺失时, $50 ns$ 后下一次取操作才能开始, 流水线在 $43 ns$ 时间内一直在等待读入; 取操作的时间多了 $48 ns$ 。

Q2

缓存变大时, 程序性能提高; 矩阵规模变大时, 程序性能降低。

- 第一段程序缓存缺失的次数为 $\left\lceil \frac{\text{number of matrix elements}}{\text{size of cache line}} \right\rceil$;

- 若矩阵列数小于缓存行大小，则第二段程序缓存缺少的次数会下降，最多下降至与版本一相当；而当矩阵列数不小于缓存行大小时，会发生矩阵元素个数次缓存缺失。

对于 $MAX = 8$ ，第一段程序发生 16 次缺失，第二段程序发生 64 次。

Q3

可以有 2^{20} 页。

Q4

(a). 需要 $\frac{10^{12}}{10^6 \times 10^3} + 10^{-9} \times 10^9 \times (1000 - 1) = 1999 \text{ s.}$

(b). 需要 $\frac{10^{12}}{10^6 \times 10^3} + 10^{-3} \times 10^9 \times (1000 - 1) = 9.99 \times 10^8 \text{ s.}$

Q5

记处理器数量为 p ，只计算交换器间的链路数。

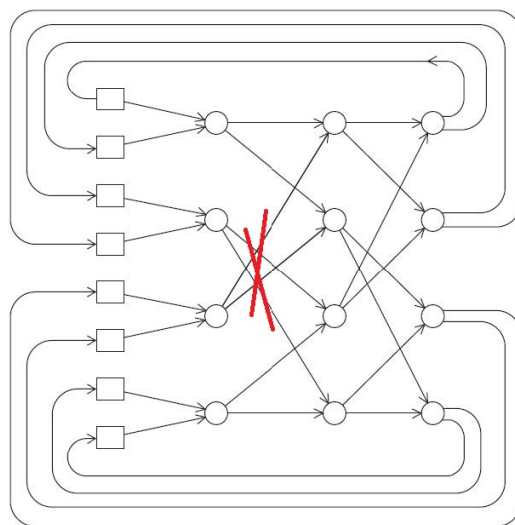
Category	#link
ring	p
2D-toroidal mesh (square, p is even)	$2p$
Fully connected network	$(p^2 - p)/2$
Hypercubes	$\frac{p \log_2 p}{2}$
Crossbar	$2p(p - 1)$
Omega network	$p(\log_2 p - 1)$

Q6

将处理器自上而下等分成两组。

- 在 8×8 交叉开关矩阵中，移除任一组处理器的出入链路共 8 条，就使得两组不再连接。若移除链路少于 8 条，就不能使两组完全断开连接。
- 在 $p = 8$ 的 Omega 网络中，移除如图所示的四条链路。若移除链路少于 4 条，就不能使两组完

全断开连接。



Q7

(a). y 被赋为 5。

当 1 号核需要 x 时，由于 x 不在它的缓存中，它会沿着 bus 广播；0 号核接收到信号后会将 x 写回内存，最终，1 号核会从内存中读出更新后的 x 。

(b). 结果和理由同 (a)。

Q8

$$E = \frac{n}{\left(\frac{n}{p} + \log_2 p\right)p} = \frac{n}{n + p \log_2 p}$$

$$\text{令 } \frac{n'}{n' + kp \log_2 kp} = \frac{n}{n + p \log_2 p}, \text{ 得 } n' = \frac{k \log_2 kp}{\log_2 p} n$$

当 p 从 8 加倍到 16 时， $n' = \frac{8}{3}n$ 。

该程序是可扩展的，但 $E' = \frac{n}{n + p \log_2 kp} < \frac{n}{n + p \log_2 p}$ ，该程序不是弱可扩展的。