

1. (Memory Consistency) (50 分) 考虑在一个实现了顺序一致性 (sequential consistency) 的多核处理器上, 使用两个不同的线程分别 (并行地) 运行以下两个 C 程序。

Thread T0		Thread T1	
Instr. T0.0	$X[0] = 2;$	Instr. T1.0	$X[0] = 1;$
Instr. T0.1	$\text{flag}[0] = 1;$	Instr. T1.1	$X[0] += 2;$
Instr. T0.2	$a = X[0] * 2;$	Instr. T1.2	$\text{while}(\text{flag}[0] == 1);$
Instr. T0.3	$b = Y[0] - 1;$	Instr. T1.3	$a = \text{flag}[0];$
Instr. T0.4	$c = X[0];$	Instr. T1.4	$X[0] = 2;$
		Instr. T1.5	$Y[0] = 10;$

其中 X 和 flag 已经分配在内存中, T0 和 T1 使用处理器每个核心的私有寄存器来存储变量 a, b, c 的值, 对任意变量的读或写都会产生一次内存请求 (memory request)。现在, 内存上的所有位置以及所有变量的初始值是 1。假设上面 C 程序的每一行代码都对应单条指令。

- (a) 说明上面的 C 程序可能存在的问题。
- (b) 在题设的处理器上运行这个程序, $X[0]$ 的最终值有哪些可能? 给出所有可能值并解释出现该值时程序的运行情况。
- (c) 在题设的处理器上运行这个程序, a 的最终值有哪些可能? 给出所有可能值并解释出现该值时程序的运行情况。
- (d) 在题设的处理器上运行这个程序, b 的最终值有哪些可能? 给出所有可能值并解释出现该值时程序的运行情况。
- (e) 考虑在另一个没有实现内存一致性 (memory consistency) 的多核处理器上运行这个程序, $X[0]$ 的最终值有哪些可能? 给出所有可能值并解释出现该值时程序的运行情况。

2. (Interconnect Design) (30 分) 考虑为一个包含 256 个节点的网络设计互联。每一个节点的可用资源包含一个处理器核心，一块缓存，以及一个多核处理器上分配的部分物理内存。假设这个网络的负载在空间上均衡而在时间上不均衡：即网络中的每个节点向其他节点发包的概率相等，但网络中的负载随时间变化可能变得非常高或非常低。现在，请选择最适合这个网络的互联设计，以最大化性能和能耗效率，并最小化面积和设计复杂度。

(a) Crossbar, Multistage Logarithmic 和 2D Mesh, 哪个最适合作为网络拓扑？还是说都一样。请给出理由。

(b) Circuit switching, Packet switching, 哪个最适合作为路由器交换方式？还是说都一样。请给出理由。

(c) Deterministic routing, Oblivious routing, Adaptive routing, 哪个最适合作为路由算法？还是说都一样。请给出理由。

(d) Bufferless, Store and Forward, Cut Through, Wormhole, Virtual Cut Through, 哪个最适合作为流控策略？还是说都一样。请给出理由。

3 (Interconnects) (20 分) 考虑网络 N 中有 2048 个处理器, 现在有两种网络拓扑方案来连接这些处理器:

A. 双向环形总线 (Bi-directional Ring)

B. 超立方体 (Hypercube)

对于下列问题，分别计算网络 N 在**两种**拓扑下的答案：

(a) 网络 N 中的链接数量（认为每个链接是双向的）。

(b) 网络 N 中的最大路由距离（即网络直径），按照跃点数 (hop count) 计算。

(c) 若网络 N 中存在至少一个处理器不能访问其它所有处理器，则最少有多少个链接发生了故障？