

서술형 과제 (6주차)

최규형

1. 컴퓨터 시스템 구조의 분류 방법인 Flynn's Taxonomy (Flynn의 분류 방법)의 분류 기준과 제시하는 4가지 시스템 구조, 각 분류가 가지는 의미를 서술하세요. (10점)

Flynn's Taxonomy

	명령어 흐름 (메모리에서 읽어온 명령어의 순서)	데이터 흐름 (데이터에 대한 수행동작)	설명
SISD	단일 명령어 흐름	단일 데이터 흐름	*단일 컴퓨터 구조 - 제어장치 - 처리장치 - 메모리 장치 *명령어 - 순차 실행됨 *병렬처리 - 다중기능장치 또는 파이프라인 처리로 구현
SIMD	단일 명령어 흐름	다중 데이터 흐름	*공통 제어장치 하에 복수의 처리장치를 두는 구조 *모든 프로세서는 동일 명령어를 서로 다른 데이터 항목에 대해 실행시킬 수 있음 *모든 프로세서가 동시에 메모리에 접근 - 다중 모듈 공유 메모리 장치 필요
MISD	다중 명령어 흐름	단일 데이터 흐름	*하나의 동작으로 다중 명령어를 실행 *이론적으로만 연구되고 있음
MIMD	다중 명령어 흐름	다중 데이터 흐름	*여러 프로그램을 동시 수행 *대부분의 멀티프로세서 / 다중 컴퓨터 시스템이 MIMD에 포함

- Flynn's Taxonomy는 명령어와 데이터 흐름을 기준으로, 컴퓨터 행동 양식을 강조한 분류 방식
- 파이프라인은 Flynn's Taxonomy 분류 방식에 적합하지 않음

2. FI(Fetch Instruction), DA(Decode and calculate effective Address), FO(Fetch Operand), EX(EXecute instruction) 총 4개 세그먼트로 이루어진 파이프라인이

있습니다. (4.7 명령어 파이프라인 슬라이드 참조) Branch 명령어가 포함되지 않은 7개의 Instruction을 처리하는 과정을 표로 나타내세요. (10점)

Step	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inst. 1	FI	DA	FO	EX						
2		FI	DA	FO	EX					
3			FI	DA	FO	EX				
4				FI	DA	FO	EX			
5					FI	DA	FO	EX		
6						FI	DA	FO	EX	
7							FI	DA	FO	EX

- FI = 명령어 fetch segment
- DA = 명령어 decode segment (+유효주소 계산)
- FO = 피연산자 fetch segment
- EX = 명령어 execution

3. 2번 문제와 같은 파이프라인 구조에 분기 예측을 추가하여 FI 세그먼트에서 분기로 인해 실행할 Instruction을 예측할 수 있게 되었습니다. 분기 예측이 추가된 파이프라인에서는 예측한 Instruction에 대한 DA, FO를 Branch Instruction의 EX 전에 미리 수행합니다. 또한 Branch Instruction의 EX 후에 분기 예측이 실패할 경우, 먼저 실행해둔 DA와 FO를 폐기하고 다음 Step에서 새로운 Instruction에 대해 FI 부터 다시 수행해야 합니다. (Step 5에서 분기 명령어에 대해 EX를 수행해 분기 예측이 틀림을 알았다면 Step 6에서 새로운 명령어에 대해 FI를 수행해야함.) 이때 3번째 Instruction이 분기 명령어인 총 7개의 Instruction을 처리하는 과정을 표로 나타내세요. (10점)

Step	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Inst. 1	FI	DA	FO	EX					
branch 2		FI	DA	FO	EX				
3			FI	-	-	FI	DA	FO	EX

4. 캐시 하나(L1)와 메인 메모리(M) 하나를 가진 CPU가 있습니다. 캐시의 Hit Ratio가 0.5 이고 캐시에 접근하는데 걸리는 시간은 10 ns, 메인 메모리에 접근하는 시간은 800 ns 입니다. 이 때 평균 데이터 접근 시간을 구하세요. (캐시에 데이터가 존재하는지 여부는 캐시에 우선 접근하고 나서 알게 됩니다.) (10점)

평균 데이터 접근 시간

$$10 * 0.5 + 800 * 0.5 = 405 \text{ (ns)}$$

5. 4번 문제에 제시된 시스템에서 캐시와 메인 메모리 사이에 캐시를 두개 더 추가했습니다. 따라서 시스템에는 캐시 L1, 캐시 L2, 캐시 L3, 메인메모리 M이 있습니다. L1의 접근 시간은 10 ns, L2의 접근시간은 50ns, L3의 접근 시간은 100ns, M의 접근 시간은 800 ns입니다. 그리고 L1의 Hit Ratio는 0.5, L2의 Hit Ratio는 0.6, L3의 Hit Ratio는 0.8 입니다. 이때 평균 데이터 접근 시간을 구하세요. (접근 순서는 L1 → L2 → L3 → M 입니다.) (10점)

문제의 가정에 따라, CPU가 메인 메모리에 직접 접근할 수 없으며 L1, L2, L3 캐시를 거쳐야 하므로, 다음과 같이 계산한다.

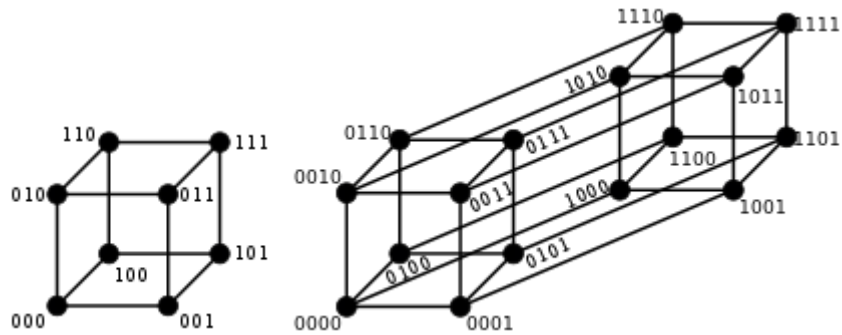
- (1) L1 평균 데이터 접근 시간 = $10 * 0.5 + 790 * 0.5 = 400$
(2) L2 평균 데이터 접근 시간 = $50 * 0.6 + 750 * 0.4 = 330$
(3) L3 평균 데이터 접근 시간 = $100 * 0.8 + 700 * 0.2 = 220$
(a) 전체 평균 = $(400 + 330 + 220) / 3 = 316.6$ (단위 ns, 소숫점 둘째 자리 이하 버림)

6. 3개의 멀티프로세서 시스템이 있습니다. 첫 번째 시스템(S1)은 4개의 프로세서를 갖고 있으며 두 번째 시스템(S2)은 8개, 마지막 시스템(S3)은 16개를 가지고 있습니다. 세 시스템 모두 하이퍼큐브 연결 방식을 사용하고 있습니다. 시스템 S1, S2, S3에 대해 두 프로세서 간의 (1) 최단거리, (2) 최장거리 그리고 (3) 임의의 두 프로세서 간의 거리의 평균을 표로 정리하세요. (거리는 프로세서를 점, 연결을 선으로 나타내었을 때, 한 점에서 다른 점으로 이동하기 위해 거치는 변의 갯수로 합니다. 임의의 두 프로세서 간의 거리의 평균은 가능한 모든 두 프로세서의 조합에 대해 구한 거리들의 평균입니다.) (20점)

*멀티프로세서 하이퍼큐브 상호연결

- 2^n 개의 프로세서가 n차원 이진 큐브로 연결된 느슨히 결합된 시스템

- 각 프로세서는 큐브의 노드를 형성하는데, 노드에는 CPU뿐 아니라 로컬 메모리, I/O 인터페이스도 포함됨



hamming distance = 서로 다른 2진수 자릿수의 갯수 총합

- ex. 1101 vs. 0001 ==> hamming distance = 1+1 = 2

S1 = 2차원 이진큐브 = 00부터 11까지

S2 = 3차원 이진큐브 = 000부터 111까지

S3 = 4차원 이진큐브 = 0000부터 1111까지

	S1	S2	S3
(1) 최단거리	1	1	1
(2) 최장거리	2	3	4
(3) 평균거리	4/3	12/7	32/15