

# 중간고사 채점 기준

확장형 고성능 컴퓨팅 (2021년도 2학기, M1522.006700, M3239.002300)

## 1 Warming up (10점)

- (만점, 10점) 문제에서 요구하는 대로 정확히 답해야 함.
- (부분점수, 5점) 두 질문 중 한 가지에만 정확히 답한 경우. (*e.g.*, TA가 좋아하는 노래가 아니라 TA의 이름을 적음)

## 2 Number of cores v.s. Performance (10점)

- (만점, 10점) 적절한 시나리오를 제시하고(*e.g.*, 프로그램에 병렬화 불가능한 부분이 10% 있는 경우), 논리적인 근거를 들었으면 만점. 병렬화 후 성능의 상한은 병렬화 불가능한 부분의 비율에 의해 결정된다는 내용, 혹은 암달의 법칙에 관한 서술이 포함되어야 함.
- (부분점수, 7점) 핵심적 내용이 포함된 근거와 적절한 시나리오를 제시하지만 둘 중 하나에 대한 설명이 완전하지 않은 경우.
- (부분점수, 5점) 설명은 충분하지만 시나리오를 제시하지 않은 경우. 혹은 설명과 시나리오 모두 일부 부족하지만 핵심적 내용이 포함된 경우. (*e.g.*, 암달의 법칙을 언급하고 있으나 이에 대해 설명하지 않거나 시나리오를 제시하지 않음.)
- (부분점수, 3점) 핵심적 내용은 언급이 되었지만 설명이 심하게 부족하거나, 핵심적인 원인이 아니라 부수적인 원인만을 설명하는 경우. (*e.g.*, CPU의 열효율 때문이라 서술)

## 3 IEEE-754 (10점)

- (만점, 10점) 모든 계산 과정과 결과가 정확. 소수점 아래까지 보이도록 계산할 필요는 없으나 계산 결과가 크게 어긋나지 않아야 함. (*e.g.*,  $1.625e-34$ ,  $1.625 \times 10^{-3}$ ,  $1.6875 \times 2^{-113}$ ,  $27 \times 2^{-117}$  등)
- (부분점수, 9점) 모든 계산 과정이 올바르고, 계산 과정 중 위에서 제시한 답이 등장하지만, 이를 잘못 계산하여 최종 답을 적은 경우. 혹은 사소한 계산 실수가 있는 경우 (*e.g.*, 100001이어야 하는 답을 1000001로 쓴 경우)
- (부분점수, 7점) 지수부나 가수부 중 하나의 계산은 정확하지만, 다른 하나에서 이진법에서 십진법으로의 변환 중 계산 오류가 있는 경우.
- (부분점수, 5점) 다른 변환은 맞았으나, 가수부나 지수부 중 하나의 변환이 완전히 잘못된 경우. 혹은 sign bit를 잘못 해석한 경우.

## 4 Performance Analysis (10점)

Indirect memory access를 이해하고 있는가?

- (만점, 10점) 배열 q에 저장된 내용에 따라서 p의 접근 패턴이 달라진다는 내용을 포함.

- (부분점수, 5점) 메모리 사용량이나 cache의 접근 패턴이 증가한다는 내용만 포함.
- (부분점수, 3점) 그 외 cache에 대한 내용 없이 단순히 loop 횟수 차이에 따라 메모리 접근 횟수가 차이가 남으로 인해 성능이 달라진다고 제시한 경우.

## 5 Thrashing (15점)

1개 CPU(processor)에서 여러개 process 를 다룰 때 발생하는 현상을 이해하고 있는가?

- (+7점) Process의 증가에 따라서 CPU utilization이 증가하는 부분 : 가용한 H/W 리소스 내에서 page in/out이 잘 동작해서 처리할 수 있는 process의 수도 같이 증가한다는 내용을 포함. 설명이 부족한 경우 부분점수 +4점.
- (+8점) Process의 증가에 따라서 CPU utilization이 감소하는 부분 : process가 일정 수 이상 증가하면, 실질적인 연산보다 page fault가 발생하여 처리하는 overhead가 증가한다는 내용을 포함. 설명이 부족한 경우 부분점수 +4점.
- 성능이 증가하는 부분과 감소하는 부분에 대한 설명이 모두 포함되어 있어야 만점.

## 6 Cache 1 (10점)

- (만점, 10점) Cache indexing과 address translation이 병렬적으로 이루어져 cache access가 빠르게 이루어진다는 점을 지적함.
- (부분점수, 8점) 큰 틀에서 답은 맞으나 용어 사용이 어색하고 논리적 인과관계에 대한 이해가 부족할 경우.
- (부분점수, 2점) 그 밖의 virtually indexed cache 혹은 physically tagged cache에 관한 일반론만 서술한 경우.
- 그 밖의 경우 0점.

## 7 Cache 2 (15점)

- (만점, 15점) Access pattern을 명확하게 제시한 경우.
- (부분점수, 10점) 올바른 access pattern을 제시하였으나 맞access pattern에 대한 설명이 불명확한 경우.
- (부분점수, 5점) 큰 틀에서 답은 맞고 access pattern을 명시적으로 제시하지 않은 경우.
- 그 밖의 경우 0점.

## 8 Virtual Memory (10점)

- (만점, 10점) 가상 메모리(Virtual memory)를 사용하면 프로세스마다 독립적인 메모리 주소 공간을 할당할 수 있다. 프로그래머가 코드를 작성할 때 데이터가 물리 메모리(Physical memory)의 어느 부분에 위치하는지 고려할 필요 없이, 가상의 주소를 사용해 편리하게 작업할 수 있다. 또한, 다른 프로그램이 물리 메모리의 어느 부분을 사용하고 있는 지 고려할 필요도 없다.
- (만점, 10점) 가상 메모리를 사용하면 한 프로세스에서 다른 프로세스의 메모리에 접근 할 수 없으므로 프로세스 간 보안을 보장할 수 있다. 하지만 이는 가상 메모리 없이도 가능하므로 만점을 받을 수 없음.
- (오답) 사용하지 않는 가상 메모리 공간을 secondary storage 로 옮겨놓아 공간을 절약할 수 있음. 가상 메모리의 총 크기가 물리 메모리 크기보다 작다는 것이 문제의 조건이므로 유효한 장점이 아님.

- 예시 답안에 없더라도 조교가 보았을 때 합리적인 근거를 서술했으면 10점.
- 애매한 근거를 서술하면 조교의 판단에 따라 부분점수 부여.

## 9 Simultaneous Multi-threading (10점)

SMT 는 data parallelism 에 적합하지 않다. SMT 프로세서는 한 사이클에 여러 쓰레드의 인스트럭션을 가져와 동시에 실행할 수 있다. 그런데 이는 동시에 실행되는 인스트럭션들의 functional unit 요구치가 모두 만족되었을 때 가능하다. SMT 프로세서라고 functional unit 개수가 더 많은 것은 아니기 때문에, 여러 쓰레드가 서로 다른 종류의 인스트럭션 (FP, Integer, Memory 등) 을 실행할 때 이득이 있다. Data parallelism 의 경우, 같은 연산을 서로 다른 데이터에 대해 동시에 실행하는 parallelism 이기 때문에 SMT 프로세서로 이득을 볼 수 없다.

- 적합하다고 답변한 경우 0점.
- 부적합하다고 답변한 경우 +5점.
- 부적합한 이유를 잘 서술했으면 +5점.

## 10 C Program (20점)

```
int main(int argc, char *argv[]) {
    int i;
    for (i = 0; i < argc; ++i)
        printf("argv[%2d]: %s\n", i, argv[i]);

    return 0;
}
```

- argc 값을 올바르게 사용하였으면 +5점
- argv 값을 올바르게 사용하였으면 +5점
- printf를 문법에 맞게 호출하였으면 +10점

## 11 Dependences (30점)

- (a) (20점) 아래의 dependences (flow, anti, output, control) 중 찾은 개수 당 2점씩 부여. 10개 이상 찾은 경우 만점. Input dependence는 채점에서 예외.

Control dependences

- $S2 \rightarrow S3$

Loop-independent dependences

- Flow dependences:  $S1 \rightarrow S4$ ,  $S3 \rightarrow S5$ ,  $S4 \rightarrow S5$
- Anti dependences:  $S1 \rightarrow S4$ ,  $S3 \rightarrow S5$
- Output dependences: X

Loop-carried dependences

- Flow dependences:  $S4 \rightarrow S1$ ,  $S4 \rightarrow S4$ ,  $S4 \rightarrow S5$ ,  $S5 \rightarrow S4$
- Anti dependences:  $S3 \rightarrow S1$ ,  $S4 \rightarrow S4$ ,  $S5 \rightarrow S4$

- Output dependences:  $S4 \rightarrow S4$ ,  $S5 \rightarrow S1$

(b) (10점)

- 불가능하다고 말한 경우 +5점
- 불가능한 이유를 논리적으로 제시한 경우 +5점
- 가능하다고 말한 후 합리적인 근거(예를 들어 Instruction-level parallelism)을 서술하면 조교의 판단에 따라 부분점수 부여.