

CPU의 성능 향상이 둔화와 시스템 전체의 균형 발전 필요성

4주차 선각보고서

원산하

서론

컴퓨터는 자주 교체하는 제품은 아니지만 기술 발전의 흐름에 따라 꾸준히 발전해 왔다. 과거에 사용했던 컴퓨터와 현재의 컴퓨터를 비교할 때 성능이 크게 향상됨을 느끼지만 최근 몇 년 간은 새로운 세대의 CPU가 출시되어도 성능 향상이 체감 되지 않는 경우가 많다. 이는 단순히 사용자 개인의 느낌이 아니라 실제로 CPU 성능 향상 속도가 과거보다 둔화되었기 때문이다. 이와 같은 현상의 원인과 결국 컴퓨터 시스템의 성능을 높이기 위한 방향성을 알아본다.

본론

cpu는 컴퓨터에서 연산 역할을 수행한다. 컴퓨터가 특정 작업을 수행하기 위해 필요한 연산과 제어 기능을 담당한다. 결국 CPU의 성능 향상의 목적은 결국 컴퓨터 시스템의 발전에 있다.

1.CPU 성능 향상의 둔화 배경

1-1. 공정 기술의 물리적 한계

오랫동안 CPU 발전을 이끌어 온 무어의 법칙은 점차 한계에 다다르고 있다. 반도체 제조 기술은 5nm 이하의 미세 공정으로 진입했지만, 원자 수준에 가까운 회로 설계는 전기적 간섭, 누설 전류, 제조 비용 증가 등의 문제를 수반한다. 이에 따라 트랜지스터 집적도를 더 이상 기하급수적으로 늘리기 어려워졌으며, 이는 성능 향상의 직접적인 제약 요인으로 작용한다.

1-2. 클럭 속도의 정체

2000년대 초반까지는 CPU 성능 향상을 위해 주파수를 높이는 방법이 주로 사용되었다. 그러나 발열과 소비 전력 문제가 심각해지면서, 클럭 속도는 약 3~4GHz 수준에서 정체되었다. 고주파 설계는 냉각 기술, 전력 효율, 안정성 문제로 인해 더 이상 현실적인 방법이 되지 못하고 있다.

1-3. 병렬화의 효과 제한

멀티코어 CPU의 보급은 병렬화된 연산을 가능하게 만들었지만, 모든 프로그램이 병렬화에 적합한 것은 아닙니다. 순차적 실행이 필요한 코드가 일정 비율 이상 존재할 경우, 전체 속도 향상은 제한된다. 이를 설명하는 법칙이 바로 Amdahl의 법칙이다.

코어 수 증가가 항상 실질적인 성능 향상으로 이어지지 않는다.

2. 오히려 CPU만 지나치게 발전해 온 것은 아닌가

현재의 성능 병목은 CPU 자체보다는 컴퓨터를 구성하는 다른 하드웨어 요소들의 상대적인 발전 부족에서 기인하는 측면도 있다. CPU는 과거 수십 년간 빠르게 발전해 왔지만, 메모리, 저장장치, 네트워크, 입출력 시스템 등의 발전은 상대적으로 느렸다. 이로 인해 시스템 전체가 CPU의 성능을 뒷받침하지 못하는 병목 현상이 자주 발생한다

메모리 접근 속도와 버스 대역폭의 정체는 CPU의 고속 연산 결과를 빠르게 저장하거나 불러오는 데 큰 제약이 된다. 대표적인 예로 DRAM과 HDD/SSD는 CPU에 비해 수천 배 느린 응답 속도를 가지며, 캐시 계층구조로 이를 보완하려는 시도가 이어지고 있다

3. 컴퓨터는 "전체 시스템"으로 진화해야 한다.

3-1. 연산 성능 향상의 목적 재정립

CPU의 성능 향상은 단순히 숫자를 빠르게 계산하는 것이 아니라, 사용자가 필요로 하는 프로그램을 더 빠르고 안정적으로 실행하기 위한 수단이다. 따라서 연산 능력이 아무리 뛰어나도, 시스템 내 다른 요소들과 조화를 이루지 못하면 그 성능은 낭비될 수밖에 없다.

3-2. 시스템 구성 요소들의 통합적 발전

향후 컴퓨터 성능 향상을 위해서는 다음과 같은 요소들의 동반 성장이 필수적이다.

메모리: DDR5, HBM3와 같은 고대역폭 메모리는 CPU와의 데이터 전송 병목을 해소할 수 있다.

저장장치: NVMe SSD, PCIe 5.0 등 빠른 저장장치는 데이터 처리 효율을 높인다.

가속기: GPU, TPU, FPGA 등 특수 목적용 가속기는 CPU의 병렬 처리 부담을 줄여 준다.

인터페이스: 칩렛(Chiplet), 3D 패키징, 고속 인터커넥트 기술은 컴포넌트 간 연결의 병목을 해소할 수 있는 열쇠다.

결론

오늘날 CPU 성능 향상은 더 이상 과거처럼 급격한 진보를 보이지 않는다. 이는 물리적 한계, 병렬화의 제한, 그리고 다른 시스템 구성 요소와의 불균형으로 설명될 수 있다. 오히려 지금까지는 CPU만이 지나치게 앞서 나갔던 시기였다고 볼 수 있으며 앞으로는 시스템 전반의 조화로운 발전이 필요하다.

컴퓨터의 연산 성능은 CPU만으로 완성되지 않는다. 메모리, 저장장치, 입출력, 네트워크, 가속기 등 모든 요소가 유기적으로 발전해야 비로소 사용자는 체감할 수 있는 성능 향상을 경험하게 된다. 진정한 컴퓨터 성능

향상은 CPU가 아닌 시스템 전체의 조화를 통해 이루어질 것이다.