온라인 게임서버

배경지식

정내훈

2019년도 1학기

한국산업기술대학교 게임공학부

내용

- 게임 서버 종류
- 게임서버를 위한 하드웨어와 소프트웨어

게임 서버의 분류

- 로비 서버 (for MOG)
  - 예) 스타크래프트의 배틀넷
  - 실제 게임을 하기 전에 같이 플레이 할 상대를 찾는 곳 (match making)
  - 채팅 서버의 확장
  - 실제 게임은 P2P로 이루어 짐
    - 현재는 P2P가 아니라 Client/Server로 실제 게임을 구현하는 추세
  - 길드, 클랜, 아이템 구매 지원
- MMOG 서버
  - MUD의 서버가 효시
  - 게임 컨텐츠가 다 서버에 들어 있음
  - 서버의 부하가 크다
  - 이번 학기 강의의 주 관심사

게임 서버의 설계

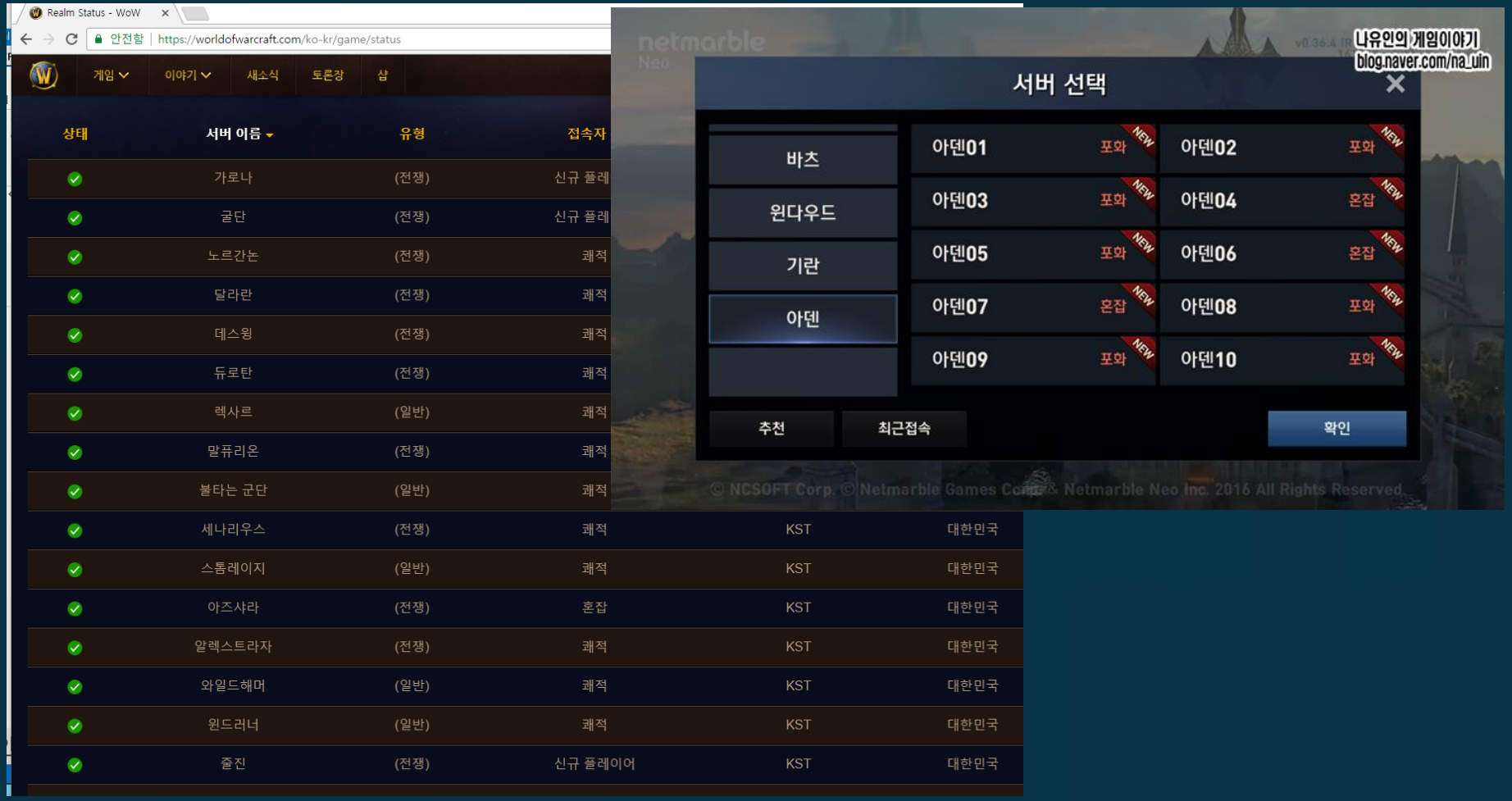
- 게임 서버의 설계 목표 (안정성, 성능)
  - 쾌적한 게임 환경
    - 랙 없는 서버, 안정적인 서버
  - 동접
    - 게임성 : 경제시스템, 커뮤니티
    - 서비스 비용 절약
  - 핫스팟
    - 게임 컨텐츠 제약 완화 : 이벤트, 공성전, 혈맹전
- 성능향상을 위한 해결책
  - 효율적인 프로그래밍
  - 부하 분산 (여러 대의 컴퓨터)

게임 서버의 설계

- 부하 분산
  - 서버 분리 (샤딩, Sharding)
  - 기능별 분산
  - 공간 분할(월드 분할, zone 분할)

부하 분산

- 서버 분리 (샤딩, Sharding)



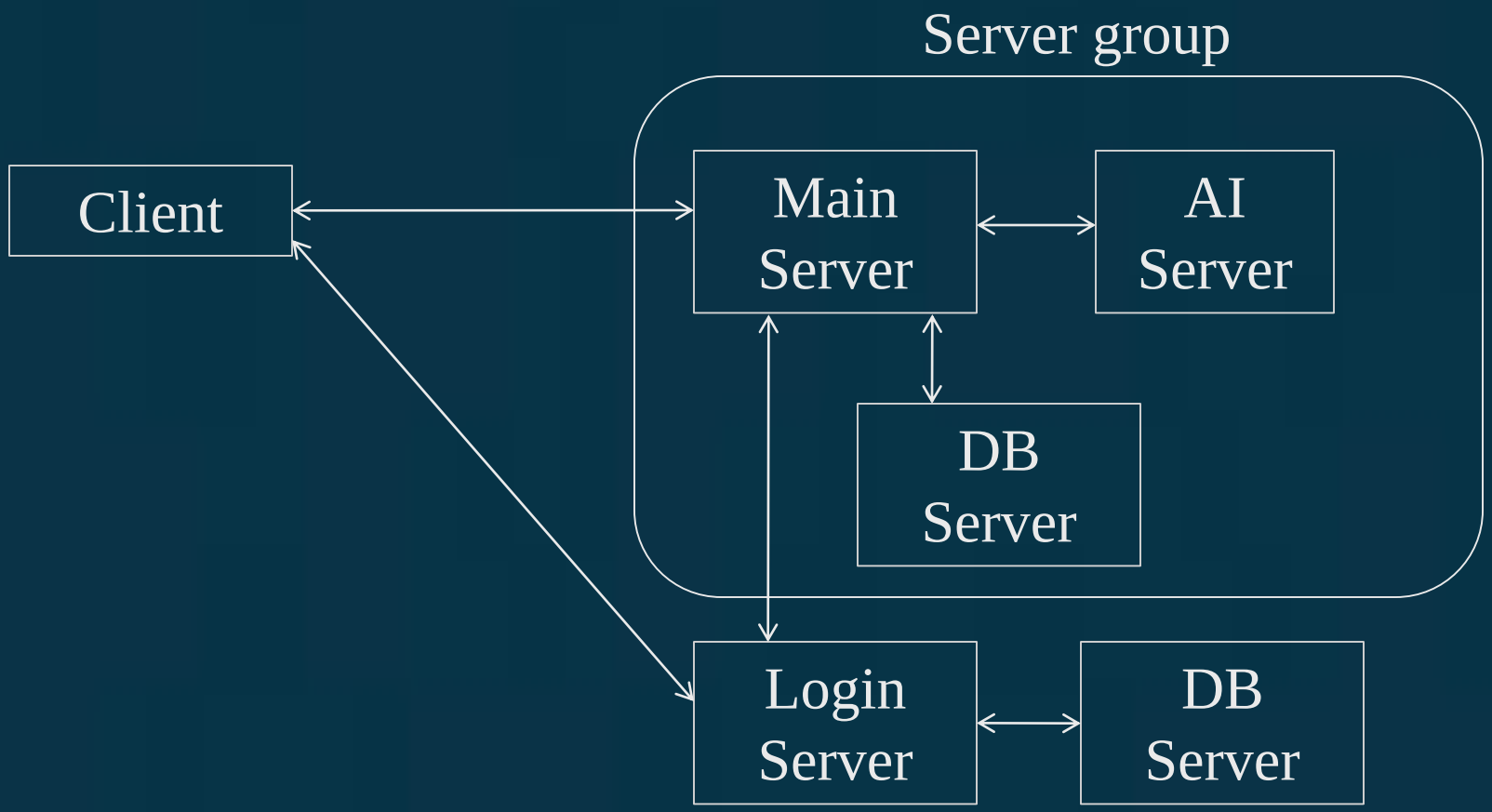
부하 분산

- 서버 분리 (샤딩, Sharding)
  - 월드 복사 & 분리
  - 다른 월드로 이동 불가
    - 불편 (친구 만나기 불가능...)
    - 돈내면 월드 이전 서비스...
    - DB가 분리되어 있음.
  - 통합하는 추세
    - 공동 경매장, 공동 인던 입장, 서버간 결투, 공동 Zone...

부하 분산

- 기능별 분산 구현
  - 사용자 분리 없이 확장
  - 부하가 크기 때문에 여러 종류의 서버의 조합으로 구성(기능별 분리)
    - Main Server
      - 실제 사용자가 접속해서 게임을 하는 서버
    - Login Server (Auth Server)
      - 사용자를 확인한 후 메인 서버에 접속시켜 주는 서버
    - AI Server (NPC Server)
      - NPC들의 AI를 담당하는 서버
    - DB Server, Query Server (Cache Server)
      - 게임 데이터를 관리하는 서버

부하 분산


Server group
Client
Main Server
AI Server
DB Server
Login Server
DB Server

부하 분산

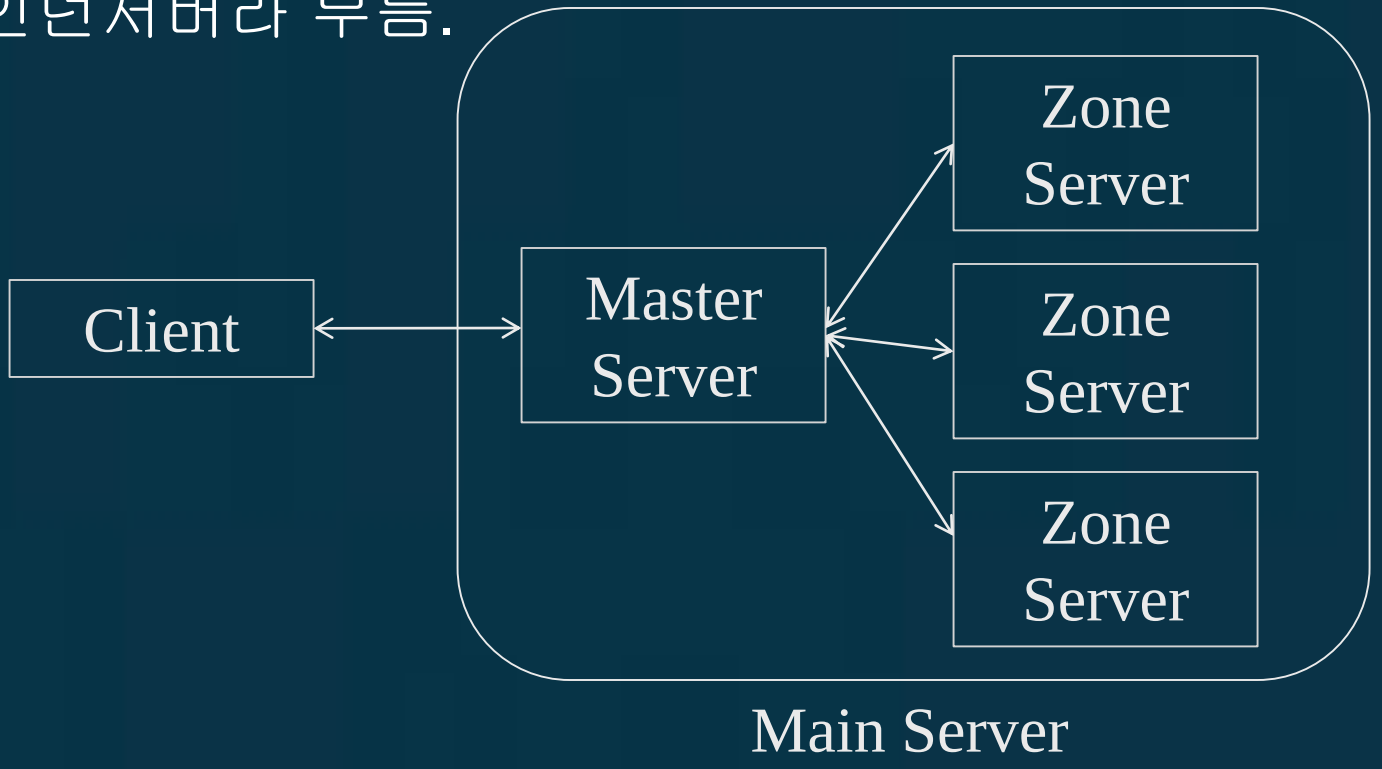
- 기능별 분산 구현의 한계
  - Main Server
    - 부하가 집중된다.
    - 더 이상 기능적으로 나눌 수 없다. (통신 부담 증가)
      - 무시하고 계속 나누면... 넥슨의 마영전 온라인 사태가 벌어짐.
- Main Server의 부하 감소를 위한 분할
  - 공간 분할 : Zone 서버
    - 전체 맵을 지역별로 나누어서 다른 서버가 관리
    - Portal방식과 seamless의 두가지 방식이 있다.
    - 예) Portal : Wow의 대륙 분할, Seamless : BigWorld
  - 접속 분할 : Duplicate Server, 채널
    - 동일한 공간의 Clone을 만들어서 각각 다른 서버가 관리
    - 예) Mu(수동), Guild War(자동)
    - 샤딩과는 다르다!

부하 분산

- 공간 분할 Zone 서버의 특징
  - Seamless
    - 구현하기 어렵다
    - 경계선 근처에 서있는 물체를 2개 이상의 서버가 동시에 관찰할 수 있어야 한다.
  - Potal
    - 구현하기 쉽다.
    - 게임성이 떨어진다.
      - Loading
      - 플레이의 단절
    - 인스턴스 던전도 여기에 속한다.
- 정적 분할과 동적 분할

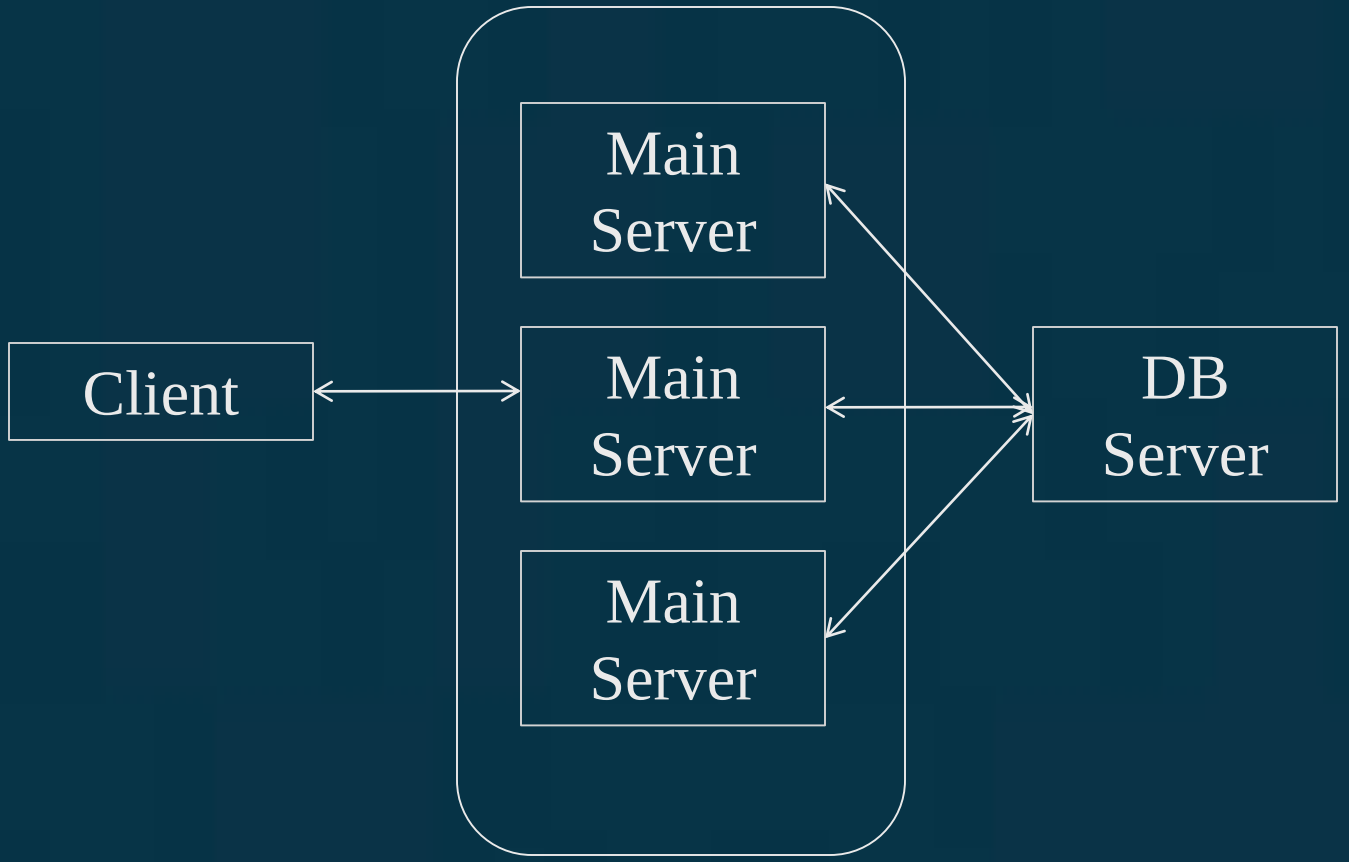
부하 분산

- Zone Server
  - master 서버 (FrontEnd 서버): 연결 및 이동 담당
  - zone 서버 : 게임 컨텐트 담당, 다이나믹하게 생성될 경우 인던서버라 부름.



게임 서버의 설계

- Duplicate Server



내용

- 게임 서버 종류

- 게임서버를 위한 하드웨어와 소프트웨어

게임서버 하드웨어

- 하드웨어 지식이 필요한 이유
  - 서버에 걸리는 부하가 많기 때문에 하드웨어의 성능을 최대한 끌어내는 프로그래밍이 필요하다.
  - 하드웨어의 성능을 최대한 끌어내려면 하드웨어가 어떻게 성능에 영향을 미치는지 알아야 한다.

게임서버 하드웨어

- 중요 하드웨어
  - CPU
  - Memory
  - Network

게임서버 하드웨어

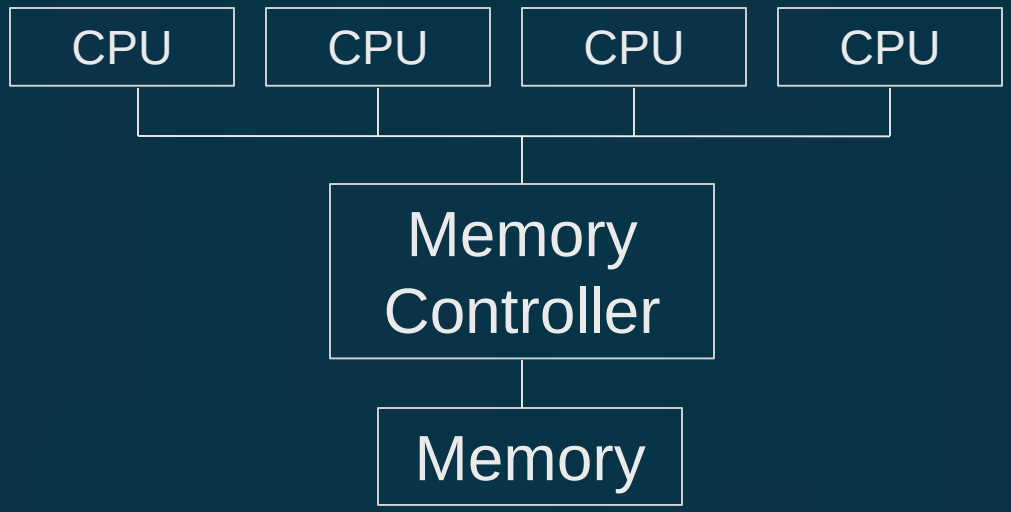
- CPU
  - X86 계열이 대세 이다. (인텔의 Itanium, IBM의 PowerPC계열도 존재) ARM은 사용불가.
  - AMD와 Intel의 2가지 계열이 있다.
    - 서버용 CPU가 따로 존재한다.
    - 예) Intel Xeon, AMD EPYC
  - 64bit와 Multi-core
  - 속도와 Cache 크기, 메모리 Bus대역폭이 중요하다.

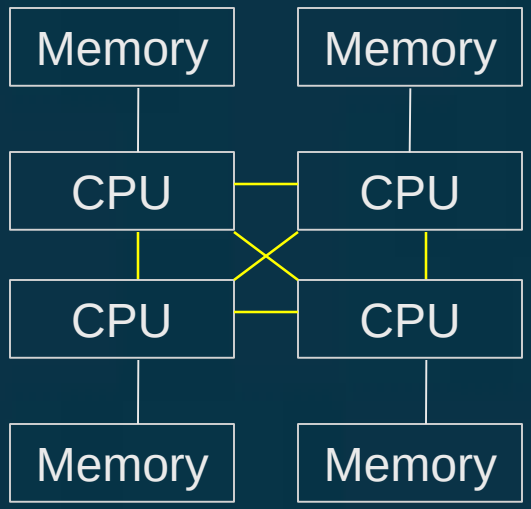
게임서버 하드웨어

- CPU
  - 서버용 CPU와 일반 Desktop용 CPU의 차이
    - 서버용 CPU는 Multi Processor를 지원한다.
      - Cache 동기화 지원
    - 서버용 CPU는 서로간의 데이터 전송 전용 통로를 제공한다.
      - AMD : HyperTransport (2001~) – 51GB/s, Infinity Fabric(2016~) – 30 ~ 512GB/s
      - 인텔 : QPI(Quick Path Interconnect) (2009~) – 26GB/s, Intel UltraPath Interconnect (2017~) – 6TB/s
    - 메모리 채널 증가 : 8개 까지

게임서버 하드웨어

- CPU





CPU의 개수가 많아질 수록
과거방식에서는 성능에 한계

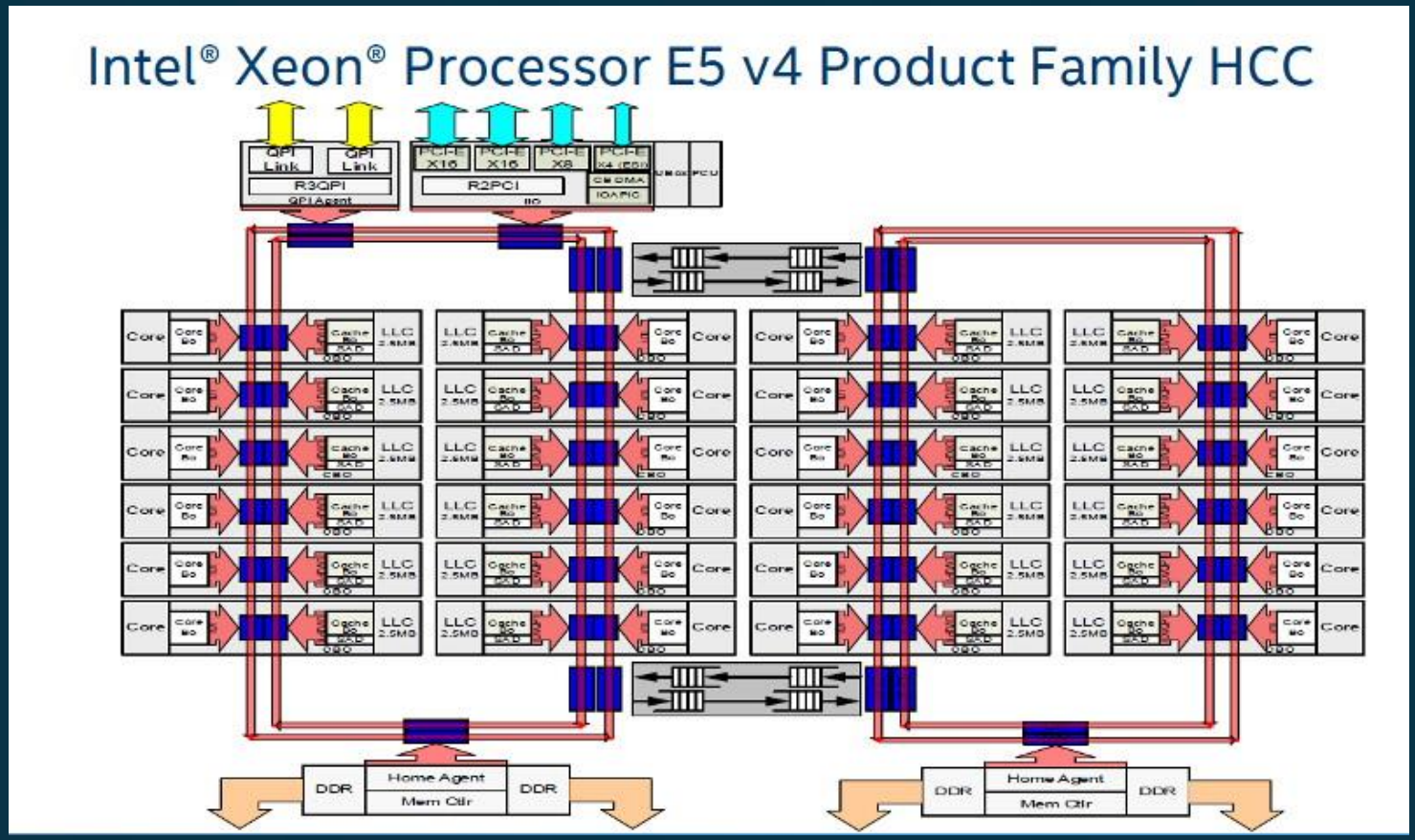
게임서버 하드웨어(CPU)

- 64비트 이슈
  - 64 비트를 사용한다.
    - OS와 Compiler도 64비트 버전을 사용해야 한다.
  - 기존의 32비트 CPU로는 최대 4GB의 메모리 밖에 쓸 수 없었기 때문에 서버 용량에 제한이 많았었다.
  - 64 비트의 경우 16ExaByte의 메모리가 가능하다.
  - 프로그래밍 시 Int type과 Pointer type의 크기가 달라지는 것을 주의 해야 한다.

게임서버 하드웨어(CPU)

- Multi-processor
  - SMP(Symmetric Multi Processing)
  - 빠른 네트워크 응답속도와 처리 속도 개선을 위해 Multi-processor을 사용
- Multi-core
  - 발열에 막힌 CPU의 성능향상 제한을 극복하기 위한 궁여지책
  - 기존의 4 ~ 8개의 CPU를 활용하던 프로그램 방식에서 8 ~ 64개의 Core를 활용하도록 변경필요. 앞으로도 계속 core 개수가 늘어날 예정
- Multi-Processor와 Multi-Core와의 차이점
  - SW적으로는 차이가 없음
  - HW적으로는 메모리 접근시 성능 차이가 존재
    - CPU의 개수 만큼 메모리 대역폭 증가
    - NUMA(Non Uniform Memory Access) 문제

게임서버 하드웨어(CPU)



서버 CPU

게임서버 하드웨어(CPU)

Intel® Xeon® Processor E5 v4 Product Family HCC

Intel

INTEL XEON 22 CORE PROCESSOR E5-2699V4 2.2GHZ 55MB SMART CACHE 9.6 GT/S QPI TDP 145W

21 customer reviews | 19 answered questions

Price: $1,750.00 & **FREE Shipping**

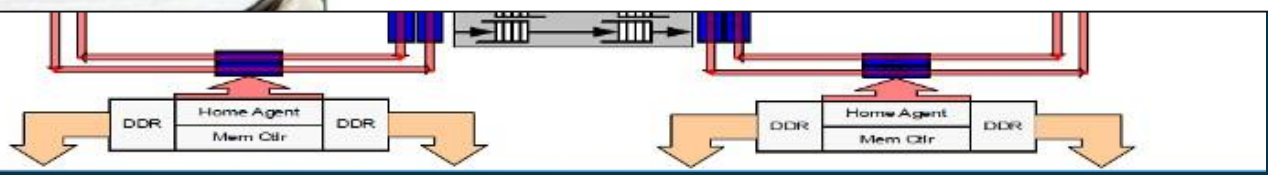
In Stock.

Get it as soon as Friday, March 10 when you choose **Two-Day Shipping** at checkout.
Ships from and sold by IB Tech.

- XEON PROCESSOR E5-2699V4

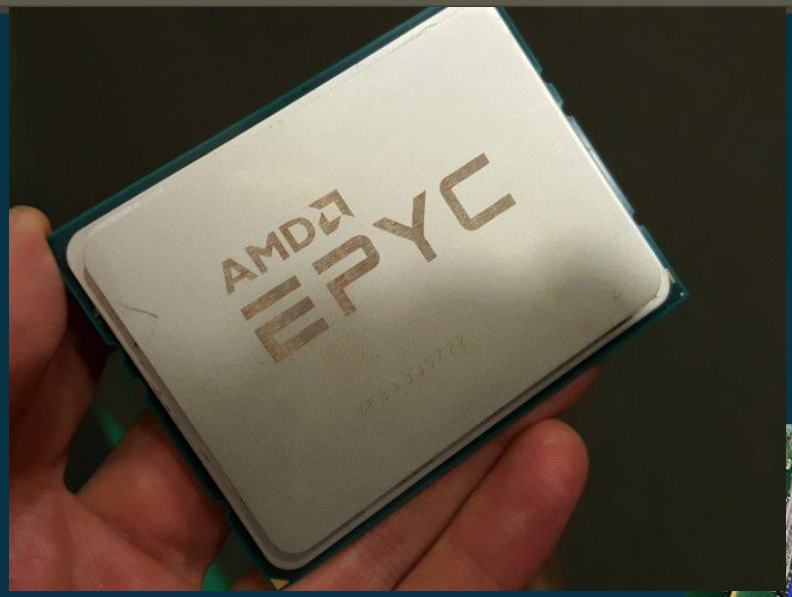
Compare with similar items

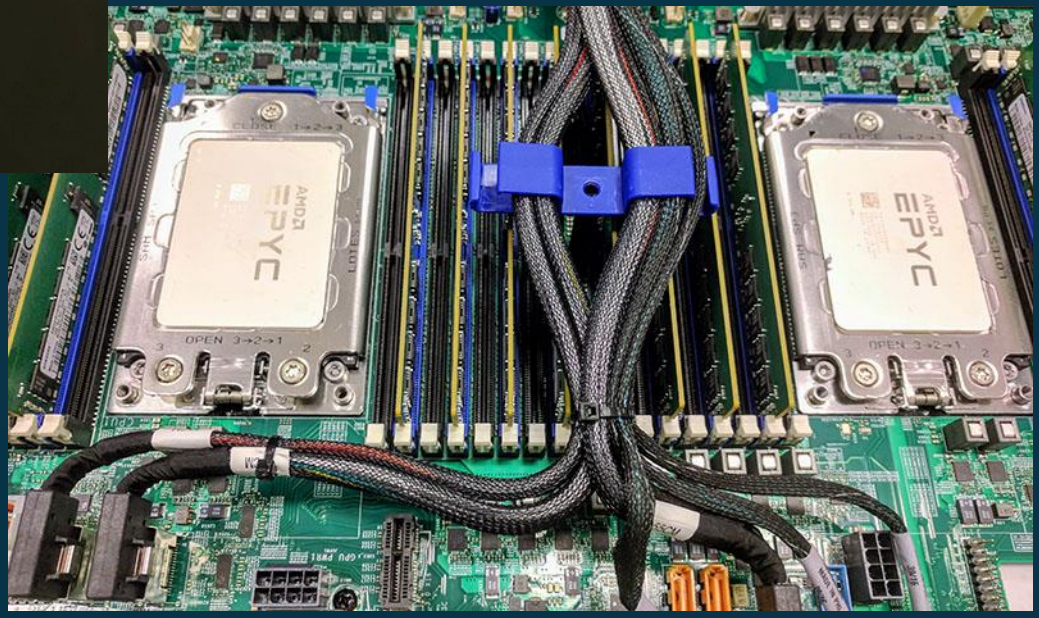
Used & new (23) from $1,750.00 & FREE shipping.



서버 CPU

게임서버 하드웨어(CPU)



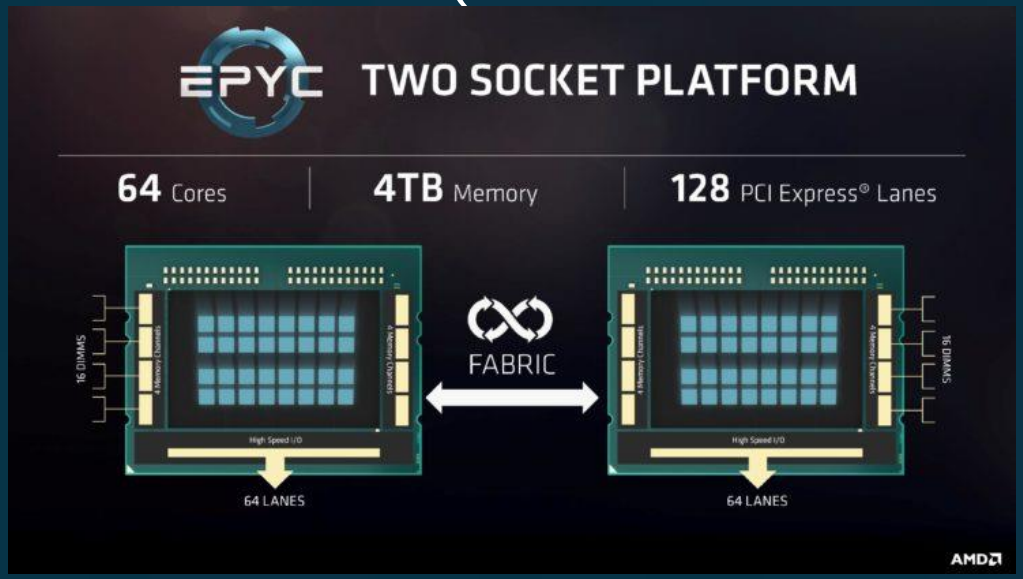


게임서버 하드웨어(CPU)

- CPU 발전의 Trend
  - 클럭속도 증가
    - 반도체 생산 공정 개선
    - 한계에 부딪침 : 발열
  - Clock당 수행되는 명령어의 개수 증가
    - 아키텍쳐의 개선
    - Pipeline, SuperScalar, SuperPipeline, Out-of-order
    - 캐시용량 증가.
    - 한계에 부딛침 : 한계효용의 법칙

게임서버 하드웨어(CPU)

- CPU 발전의 Trend
  - Core 개수 증가
    - 현재의 방식, 프로그램 작성 방식이 바뀌어야 함
    - 발열로 인한 클럭속도 향상의 한계가 주 원인
    - 현재 32-Core까지 (앞으로 계속 늘어날 예정)



게임서버 하드웨어(CPU)

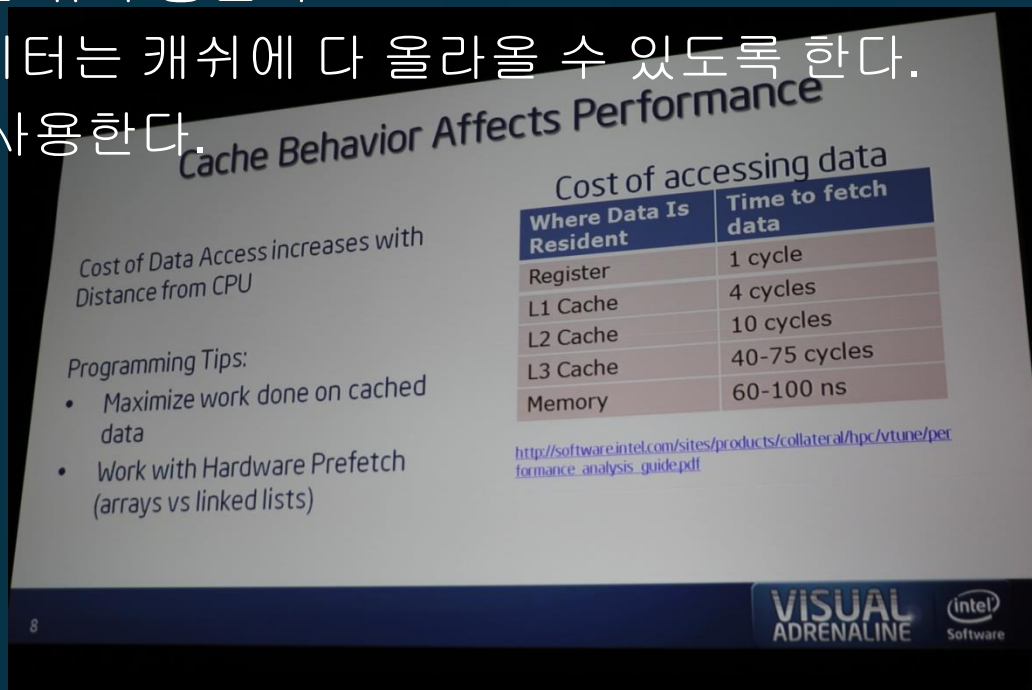
- 파이프라인의 발전
  - “어떤 명령어를 수행하는데 몇 cycle이 걸리는가?”라는 질문은 의미가 없음
  - 파이프라인이 무효화 되지 않는 한 프로그램의 실행 속도는 메모리 Read에 종속됨
    - 명령어가 더 많아도 메모리 Read가 적으면 더 빠름
- SIMD 명령어의 발전
  - 하나의 명령어로 여러 개의 실수를 동시에 연산
  - MMX(MultiMedia eXtension) -> SSE(Streaming SIMD Extension) -> AVX (Advanced Vector Extension)

게임서버 하드웨어(CPU)

- Pipeline의 고도화에 따른 주의
  - 파이프 라인을 리셋 시키면 손해가 너무 크다
    - Pentium 4의 경우 31단계
  - 리셋의 원인
    - 시스템 콜
    - 분기 예측 오류
    - Interrupt, Exception
  - 대책
    - 시스템 콜을 될 수 있으면 하지 말 것
    - If, switch등을 자제한다

게임서버 하드웨어(CPU)

- CACHE
  - 프로그램 실행속도에 가장 큰 영향을 미치는 요소
  - Cache가 큰 CPU일 수록 속도가 빠르다
- Tip
  - 같이 쓰이게 되는 데이터는 묶어 놓는다.
  - 루프 안에서 사용하는 데이터는 캐쉬에 다 올라올 수 있도록 한다.
  - Int대신에 short나 char을 사용한다.



게임서버 하드웨어(CPU)

- Multi Processor Programming
  - 잘하면 N배 성능향상, 못하면 성능하락
  - Lock을 줄여라
    - Lock으로 보호 받는 코드는 N배 성능향상에서 예외
    - Lock 자체 부하 : 버스 locking
    - Semaphore, Condition 변수는 시스템 Call
  - Cache Thrashing에 주의 하라
    - Cache는 line단위로 움직임

게임서버 하드웨어(CPU)

- 최근 CPU 구조를 알고 싶으면
  - http://udteam.tistory.com/57

게임서버 하드웨어 (2019-수목)

- Memory
  - 서버가 요구하는 용량을 제공하면 된다.
  - 일반적인 Desktop용 메모리가 아니라 Error수정기능이 있는 특수 메모리를 사용한다
  - 대역폭이 크지만 반응 속도는 느리다.

게임서버 하드웨어

- Network
  - 10M -> 100M -> 1G -> 10G 까지 발전
  - 서버간의 연결을 위해 한 서버에 여러 개의 네트워크 카드를 꽂아서 사용하기도 한다.
    - 확장 버스의 대역폭을 고려해야 한다.
    - PCI (32bit, 33MHz) : 133MB/s
    - PCI-Express 2.0 (1 lane) : 500MB/s
  - 속도가 더 필요하면 Infiniband사용

Effective unidirectional theoretical throughput
(actual data rate, not signaling rate)

	SDR	DDR	QDR	FDR-10	FDR	EDR
1X	2 Gbit/s	4 Gbit/s	8 Gbit/s	10 Gbit/s	13.64 Gbit/s	25 Gbit/s
4X	8 Gbit/s	16 Gbit/s	32 Gbit/s	40 Gbit/s	54.54 Gbit/s	100 Gbit/s
12X	24 Gbit/s	48 Gbit/s	96 Gbit/s	120 Gbit/s	163.64 Gbit/s	300 Gbit/s

게임서버 운영체제 (2019-화목)

- 서버용 운영체제의 종류
  - Unix계열
    - 리눅스, freeBSD, Solaris, OSx
    - 가격이 저렴하다.
    - 유지 보수 관리가 어렵다. (잘 아는 사람이 필요하다)
  - Windows계열
    - Windows 2008, Windows 2012, Windows 2016
    - 비싸다.
    - 유지 보수 관리가 비교적 쉽다. (배우기 쉽다. 신경쓸 것이 적다.)

프로그램 최적화

- 첫번째 : 꼭 필요한 일만 하기
  - 시스템 호출 최소화 (new/delete 포함)
- 두번째 : 좋은 알고리즘 사용하기 O()
- 세번 째 : 메모리 복사 줄이기
  - Call by Value 대신 Call by Reference
  - Copy Constructor사용 회피
- 네번째 : **HW 영향 고려**
  - 캐시, 파이프라인
- 다섯번째 : 멀티쓰레드 프로그래밍

성능 향상

- 하드웨어가 프로그래밍 성능에 미치는 영향 실습
  - 시스템 Call
  - Cache
  - Pipelining

실제 예제

- 시스템 Call

```
#include <iostream>
#include <chrono>
#include <thread>

using namespace std;
using namespace chrono;

int main()
{
   volatile long long tmp = 0;
   auto start = high_resolution_clock::now();
   for (int j=0;j<10000000;++j) {
      tmp += j;
      this_thread::yield();
   }
   auto duration = high_resolution_clock::now() - start;
   cout << "Time " << duration_cast<milliseconds>(duration).count();
   cout << " msec\n";
   cout << "RESULT " << tmp << endl;
}
```

실제 예제

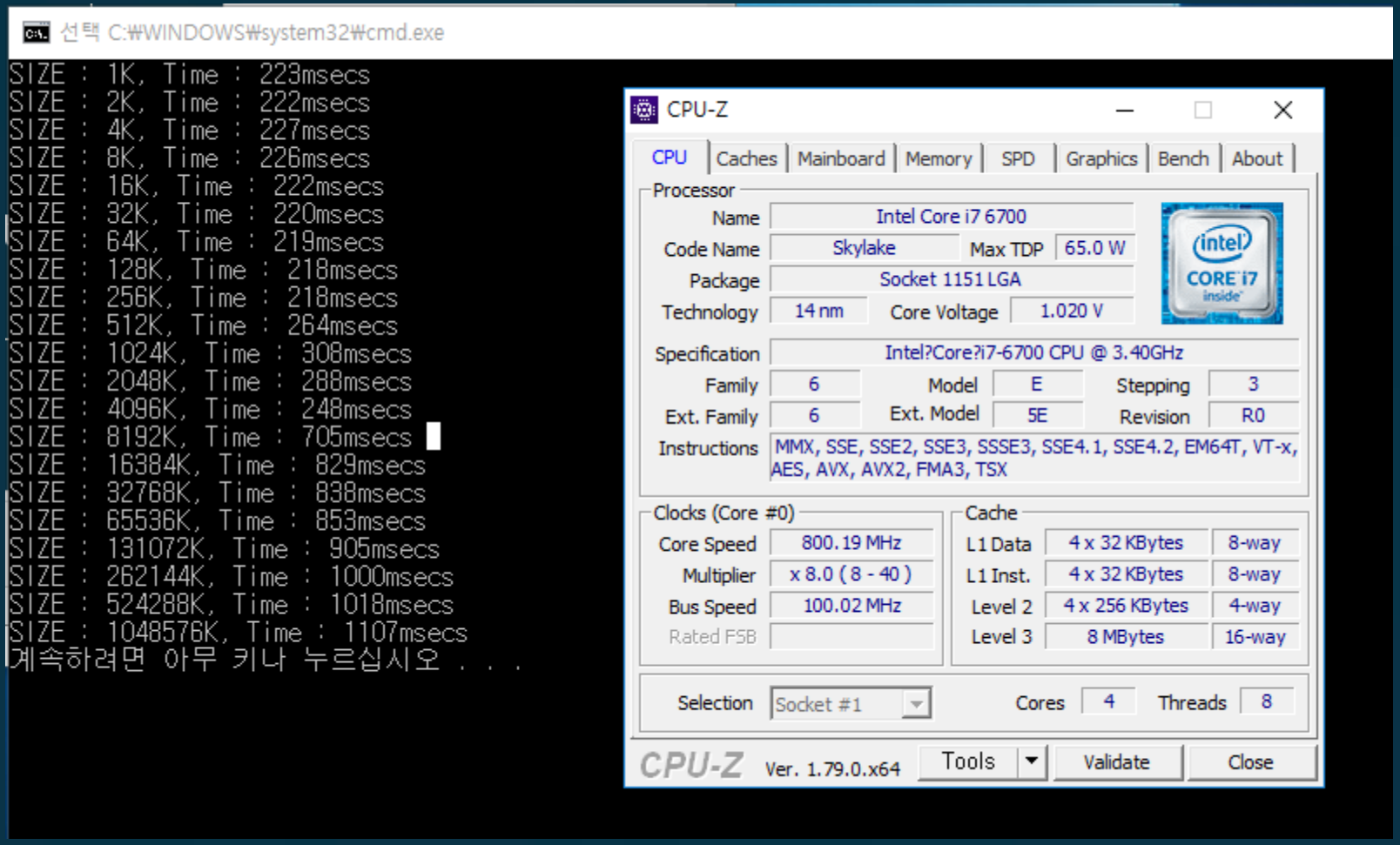
- Cache Miss

```
for (int i=0; i<21; ++i) {
    int size = (1024*1024) << i;
    char *a = (char *) malloc(size);
    unsigned int index  = 0;
    volatile unsigned int tmp=0;
    auto start = high_resolution_clock::now();
    for (int j=0;j<100000000;++j) {
        tmp += a[index % size];
        index += CACHE_LINE_SIZE * 11;
    }
    auto dur = high_resolution_clock::now() - start;
}
```

Cache_Line_Size??? * 11 ????

실제 예제

- Cache Miss



실제 예제

- Pipeline stall
  - branch miss
    - 조건부 분기와 분기 예측 실패

```
#define abs(x) (((x)>0)?(x):-(x))
```

VS

```
static long abs(long x) {
    long y;
        y = x>>31;      /* Not portable */
        return (x^y)-y;
    }
```

실제 예제

- Pipeline stall

```
int main()
{
   int sum;

   for (int i = 0; i < T_SIZE; ++i) rand_arr[i] = rand() - 16384;

   sum = 0;
   auto start_t = high_resolution_clock::now();

   for (int i = 0; i<T_SIZE; ++i) sum += abs(rand_arr[i]);

   auto du = high_resolution_clock::now() - start_t;
   cout << "[abs] Time " << duration_cast<milliseconds>(du).count() << " msWn" ;
   cout << "Result : " << sum << endl;

   sum = 0;
   start_t = high_resolution_clock::now();

   for (int i = 0; i<T_SIZE; ++i) sum += abs2(rand_arr[i]);

   du = high_resolution_clock::now() - start_t;
   cout << "[abs2] Time " << duration_cast<milliseconds>(du).count() << " msWn";
   cout << "Result : " << sum << endl;
}
```

실제 예제

- Pipeline stall
  - branch miss
    - 조건부 분기와 분기 예측 실패
    - 만일 루프에서 같은 값만을 사용한다면?

정리

- 게임서버의 최적화는 HW도 고려해야 한다.
  - 컴퓨터 구조에서 배운 것을 실제로 고려해야 한다.
  - System Call 하지 말기
  - Cache 잘 사용하기
    - 가능하면 메모리 적게 사용하기
  - Multi-Thread Programming (다음달에..)