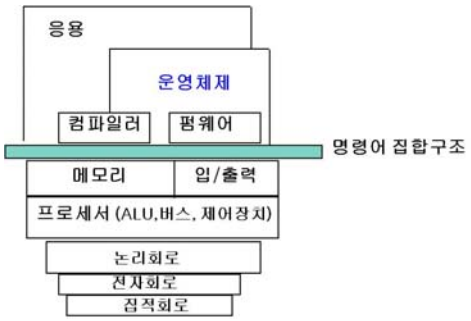


1장. 서론 (Introduction)

순천향대학교 컴퓨터공학과
이 상 정

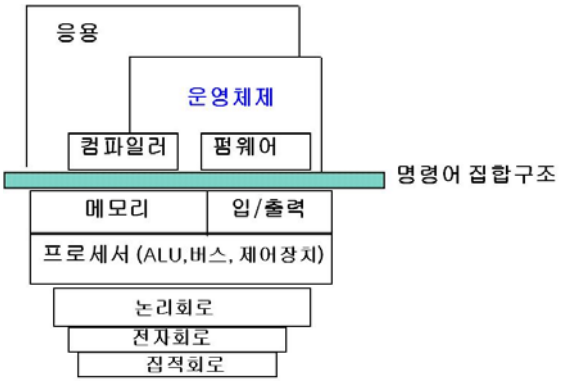
강의 목표 및 내용

- 목표
  - 운영체제의 주요 구성 요소 이해
  - 컴퓨터 시스템 구조에 대한 기본지식
- 내용
  - 운영체제가 하는 일
  - 컴퓨터 시스템 구성 및 구조
  - 운영체제의 구조 및 연산
  - 프로세스 관리, 메모리 관리, 저장 장치 관리
  - 보호와 보안
  - 커널 자료구조
  - 계산 환경
  - 오픈 소스 운영체제

운영체제(Operating System, OS)란?

❑ 운영체제란?

- 컴퓨터 하드웨어 관리하는 프로그램
- 컴퓨터 사용자와 컴퓨터 하드웨어 사이의 중재자 역할을 하는 프로그램



❑ 운영체제 목표

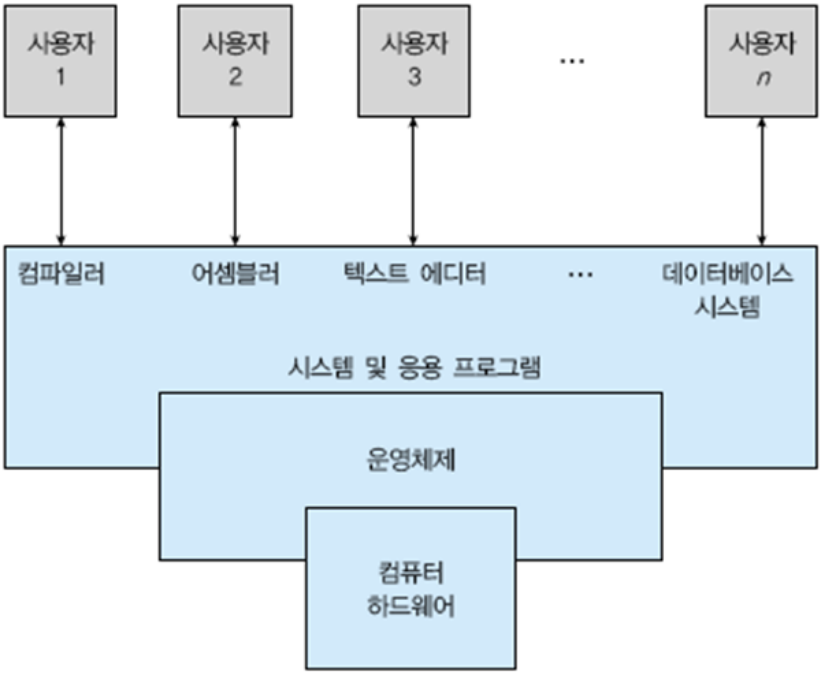
- 사용자 프로그램을 실행
- 사용자가 컴퓨터 시스템을 쉽고 편리하고 사용하여 문제 해결
- 컴퓨터 하드웨어를 효율적으로 관리

컴퓨터 시스템(Computer System) 구성 요소 (1)

❑ 컴퓨터 시스템의 4가지 구성 요소

- 하드웨어
  - 기본 계산 자원(computing resource)을 제공
  - 중앙 처리 장치(CPU), 메모리, 입/출력(I/O) 장치
- 운영체제
  - 다양한 응용들 및 사용자들 간의 하드웨어 사용을 제어하고 중재
- 응용 프로그램
  - 사용자의 계산 문제를 해결하기 위해 시스템 자원(system resource)들이 어떻게 사용될 것인지를 정의
  - 워드 프로세서, 컴파일러, 웹 브라우저, 데이터베이스 시스템, 비디오 게임 등
- 사용자
  - 사람, 기계, 다른 컴퓨터 들

컴퓨터 시스템 구성 요소 (2)



운영체제의 정의

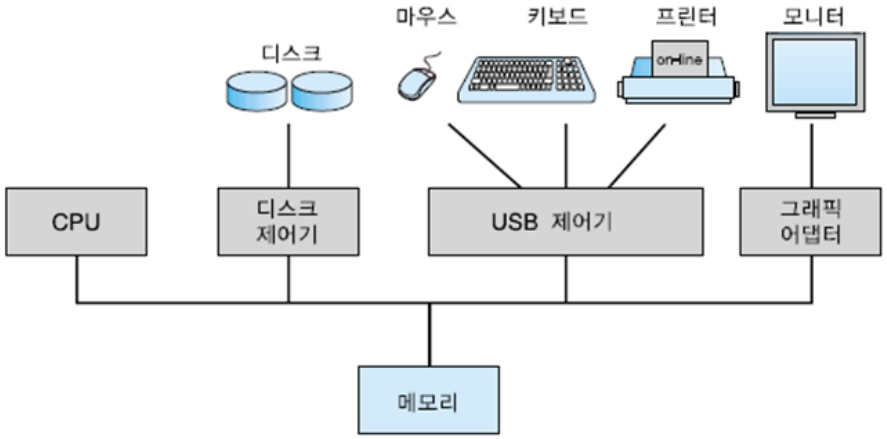
- 운영체제는 자원 할당기 (resource allocator)
  - 모든 자원들을 관리하고 스케줄 (schedule)
  - 서로 상충되는 요청들을 조정 하여 효율적이고 공정하게 자원을 사용
- 운영체제는 제어 프로그램 (control program)
  - 컴퓨터 부적절한 사용과 에러를 방지하도록 프로그램들의 실행을 제어
- 운영체제는 커널 (kernel)
  - 컴퓨터 상에서 항상 실행되는 프로그램
    - 항상 메모리에 상주 (memory resident)
  - 다른 프로그램들(시스템 프로그램 또는 응용 프로그램)은 운영체제에 종속

컴퓨터 구동 (Startup)

- 부트스트랩 프로그램 (bootstrap program)
  - 전원이 켜지거나 재부트(reboot)될 때 실행되는 초기 프로그램
  - ROM이나 EEPROM에 저장
    - 펌웨어(firmware)라고 함.
  - 시스템의 모든 사항을 초기화
    - CPU 레지스터, 장치 제어기, 메모리 내용 등
  - 운영체제의 커널을 찾아 메모리에 적재하고 실행을 시작

컴퓨터 시스템 구조(Organization)

- 컴퓨터 시스템 연산(operation)
  - 공유 메모리에 접근 가능한 공통 버스에 연결된 하나 이상의 CPU와 여러 개의 장치 제어기(device controller)들로 구성
  - CPU와 장치 제어기는 메모리 사이클을 얻기 위해 경쟁하면서 병행 수행(concurrent execution)



입/출력 연산

- 입/출력 장치들과 CPU는 병행 수행 (concurrent execution)
- 입/출력 장치 제어기(I/O device controller)
  - 특정 장치 타입에 대해 동작
  - 지역 버퍼(local buffer)를 가짐 (data register)
- CPU는 주 메모리(main memory)와 지역 버퍼들 사이에 데이터 송수신을 제어
- 입/출력은 장치와 제어기의 지역 버퍼 사이 수행
- 장치 제어기는 입출력 연산 종료 시 인터럽트(interrupt)을 사용하여 CPU에 알림

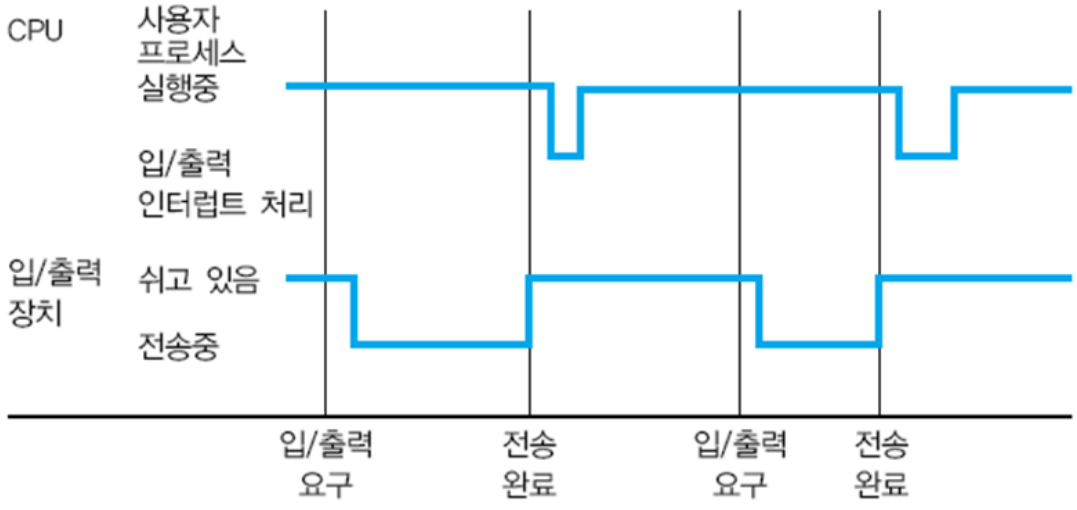
인터럽트 (Interrupt) 소개

- CPU에 인터럽트 신호(signal)가 들어오면 실행 중인 작업을 멈추고 고정된 위치의 인터럽트 서비스 루틴(interrupt service routine)으로 이동하여 실행
  - 인터럽트 벡터(interrupt vector)가 인터럽트 서비스 루틴들의 시작 주소에 관한 정보 제공
  - 실행 중인 작업 주소를 저장하여 서비스 루틴 종료 후 복귀
- 다른 인터럽트 처리 중에 새로이 요청되는 인터럽트는 승인 거부 될 수 있음
  - 인터럽트 우선순위에 따라 승인 또는 거부 결정
- 트랩(trap) 또는 예외(exception)은 에러 또는 사용자 요청에 기인한 소프트웨어가 생성한 인터럽트
- 운영체제는 인터럽트 기반으로 구동

인터럽트 처리 (Interrupt Handling)

- 운영체제는 레지스터와 프로그램 카운터(PC)를 저장하여 실행 중인 CPU 상태를 보존
- 발생된 인터럽트의 형태를 파악:
  - 폴링 (polling)
  - 벡터 인터럽트 시스템
- 인터럽트의 형태에 따라 서로 다른 코드에 의해 적용되는 동작을 결정

입/출력 인터럽트 시간 일정 (Time Line)



직접 메모리 접근 (Direct Memory Access, DMA)

- 인터럽트 구동 방식의 입/출력은 디스크 입/출력과 같은 대량의 데이터를 전송하는 데에는 높은 오버헤드(overhead)를 초래

- 직접 메모리 접근(Direct Memory Access, DMA)
  - 고속 전송이 가능한 입/출력 장치에 사용
  - 장치 제어기는 CPU의 개입 없이 메모리로부터 자신의 버퍼 장치로 또는 버퍼로부터 메모리로 데이터 블록 전체를 전송
  - 속도가 느린 장치처럼 한 바이트마다 인터럽트가 발생하는 것이 아니라 블록 전송이 완료될 때마다 인터럽트가 발생

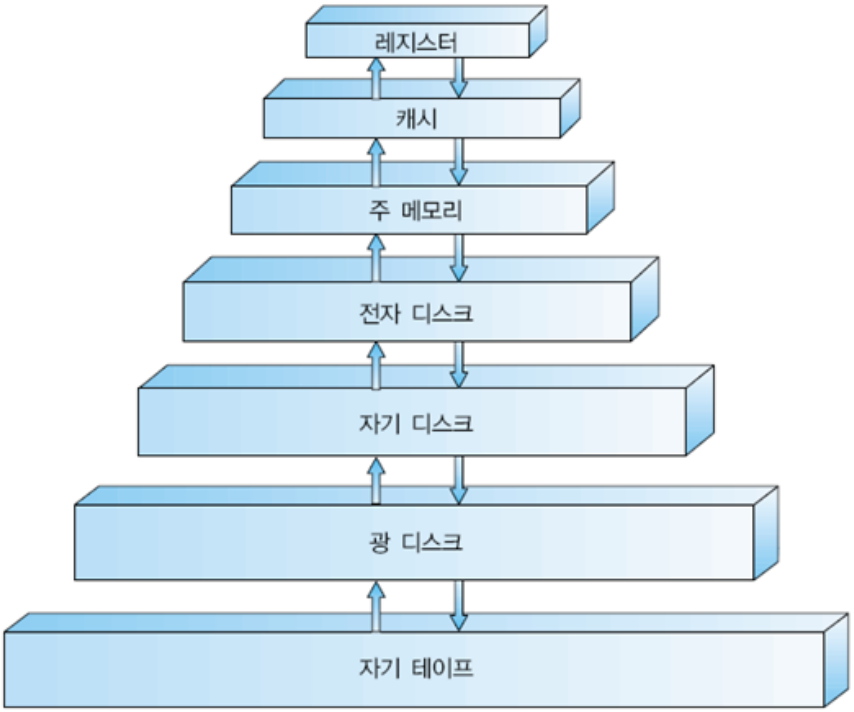
저장 장치 구조 (Storage Structure)

- 주 메모리 (main memory)
  - CPU가 직접 접근 가능한 유일한 대량의 저장 장치
  - 주로 DRAM으로 구현하고 임의 접근(random access)
  - 일반적으로 휘발성 (volatile)
- 보조 저장 장치 (secondary storage)
  - 대용량의 비휘발성(nonvolatile) 저장장치로 주 메모리를 확장
  - 자기 디스크 (magnetic disk)
    - 디스크의 표면은 논리적으로 트랙(track)과 섹터(sector)로 분할
    - 디스크 제어기(disk controller)는 장치와 컴퓨터 간에 논리적인 상호 작용을 제어
  - solid-state disk (drive)
    - 지기 디스크보다 빠름, 비휘발성
    - 최근 많이 사용되고 있음

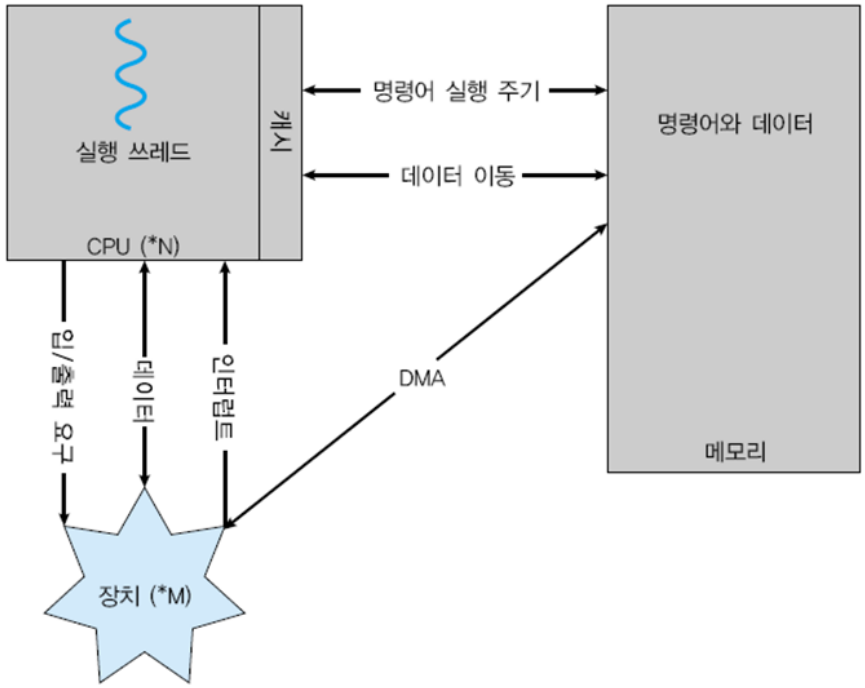
저장 장치 계층 (Hierarchy) (1)

- 저장 장치는 계층(hierarchy)으로 구성
  - 속도, 비용, 휘발성
- 캐싱 (caching)
  - 더 빠른 저장 장치로 정보를 복사
  - 주 메모리는 보조 저장 장치를 캐싱
- 운영체제는 각 장치 제어기마다 장치 드라이버(device driver)를 내장
  - 장치 드라이버는 장치 제어기의 동작을 이해하고, 제어기와 커널 사이에 일관된 인터페이스 제공

저장 장치 계층 (2)



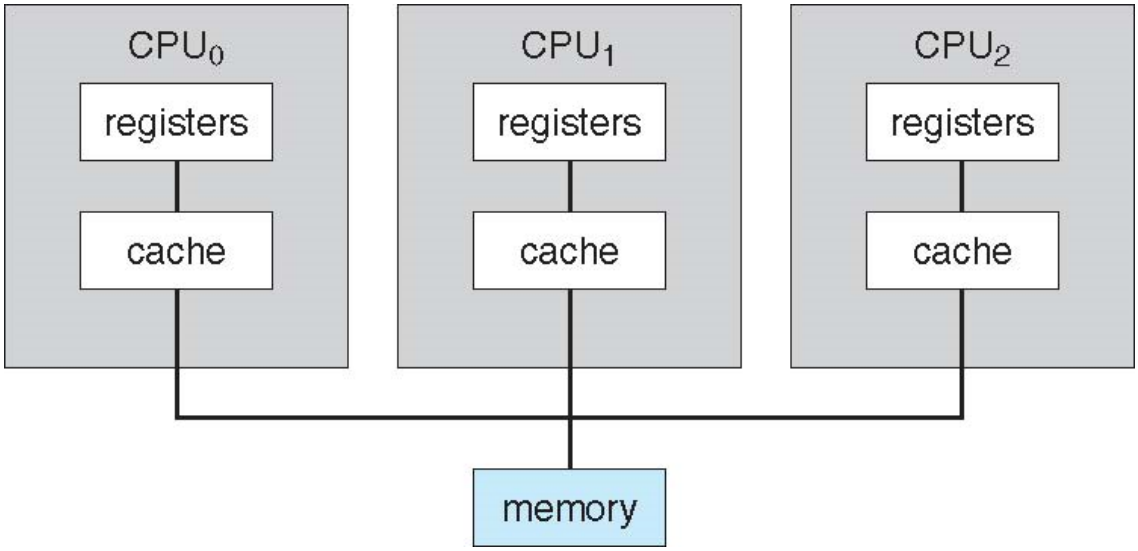
컴퓨터 시스템 동작



컴퓨터 시스템 구조

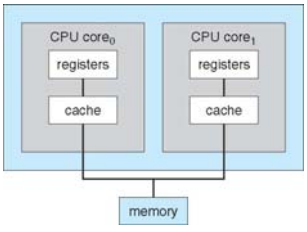
- 단일 처리기 시스템(Single-Processor System)
  - 범용 처리기(processor, CPU)가 하나 있는 시스템
  - 디스크나 그래픽 제어기와 같은 특정 장치 처리기
- 다중 처리기 시스템(Multiprocessor System)
  - 다수의 처리기를 갖는 시스템
    - 병렬 시스템, 멀티코어 시스템 이라고도 함
  - 주요 장점
    - 증가된 처리량 (throughput)
    - 규모의 경제 (economy of scale)
      - 각 처리기가 주변장치, 저장장치, 전원 등을 공유하여 비용 절감
    - 증가된 신뢰성 (reliability)
  - 2가지 유형
    - 대칭적 다중 처리(symmetric multiprocessing, SMP)
    - 비대칭적 다중 처리 (asymmetric multiprocessing)

대칭적 다중처리 구조 (Symmetric Multiprocessing Architecture)



CPU 설계 최근 경향

- UMA vs. NUMA 아키텍처
  - 균등, 비균등 메모리 접근 (uniform, non-uniform memory access)
- 멀티칩(multi-chip) vs. 멀티코어(multicore)



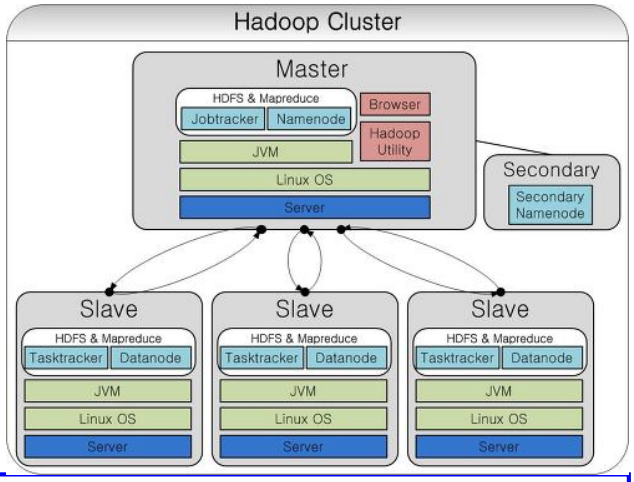
- 시스템에 모든 칩을 내장 vs.블레이드 서버(blade servers)
  - 블레이드 서버는 한 섀시(Chassis)에 다수의 처리기 보드, 입출력 보드, 네트워크 보드 등 장착
    - 각 처리기 보드마다 독립적인 운영체제 수행

클러스터형 시스템 (Clustered System) (1)

- 둘 이상의 독자적 시스템(노드)들을 연결하여 협력 동작
  - *SAN(storage-area network)을 사용하여 저장장치 공유하기도 함*
  - 일부 노드(머신) 고장 시에도 동작 가능한 고가용성(high-availability) 제공
    - 비대칭 클러스터링(asymmetric clustering)
      - 다른 머신이 응용을 실행하는 동안 한 머신은 긴급-대기(host-standby) 모드로 상태를 유지하고 동작 중인 머신(서버) 감시
      - 서버 중 하나가 고장 나면 긴급 대기 모드의 서버가 활성화 됨
    - 대칭 클러스터링(symmetric clustering)
      - 여러 노드들이 응용을 수행하고 서로 모니터링
  - 고성능 컴퓨팅을 위해서도 클러스터링 사용
    - 병렬 응용 프로그램을 작성해야 함
  - 공유 데이터에 대한 서로 충돌되는 연산을 피하고 동기화가 필요한 클러스터에서는 분산 락 관리자(distributed lock manager, DLM) 사용

클러스터 시스템 (2)

- 최근에 빅 데이터 저장 및 처리를 위해 클러스터 구성
  - 분산 파일시스템 구성
  - HDFS (Hadoop Distributed File System)
  - MapReduce 병렬 처리



운영체제의 구조 (OS Structure) – 다중 프로그래밍

- 다중 프로그래밍(multiprogramming)
  - 단일 사용자는 CPU 또는 입/출력 장치를 항상 바쁘게 유지할 수 없음
  - 다중프로그래밍(multiprogramming)은 CPU가 수행할 작업(코드와 데이터)을 항상 하나는 가지도록 작업(job)을 구성
  - 운영체제는 한 번에 여러 작업을 메모리에 적재
  - 운영체제는 메모리 내에 있는 작업 중에서 하나를 선택해 실행
  - 선택된 작업이 입/출력의 종료를 기다리는 동안 운영체제는 다른 작업으로 전환해 수행

운영체제 구조 – 시분할 (Time Sharing)

- 시분할(time sharing 또는 멀티태스킹: multi-tasking)은 다중 프로그래밍의 논리적 확장
  - CPU가 다수의 작업들을 매우 빈번하게 교대가 일어나기 때문에 프로그램이 실행되는 동안 사용자들은 각자 자기의 프로그램과 상호 작용
  - 응답 시간(response time)이 짧아야 하며, 통상 1초
  - 각 사용자는 메모리에 최소한 하나의 프로그램을 가짐
    => 프로세스(process)
  - 여러 개의 작업이 동시에 실행준비가 되어 있으면, 시스템은 이들 중 하나를 선택 => CPU 스케쥴링
  - 프로세스들이 모두 메모리에 놓일 수 없는 경우 스와핑(swapping)
    - 스와핑이란 필요에 의해 프로세스를 주 메모리에서 디스크로, 디스크에서 주 메모리로 옮기는 작업
  - 가상 메모리(virtual memory)를 사용하여 메모리에 있는 일부만의 작업 수행을 허용

운영체제 연산 (OS Operations)

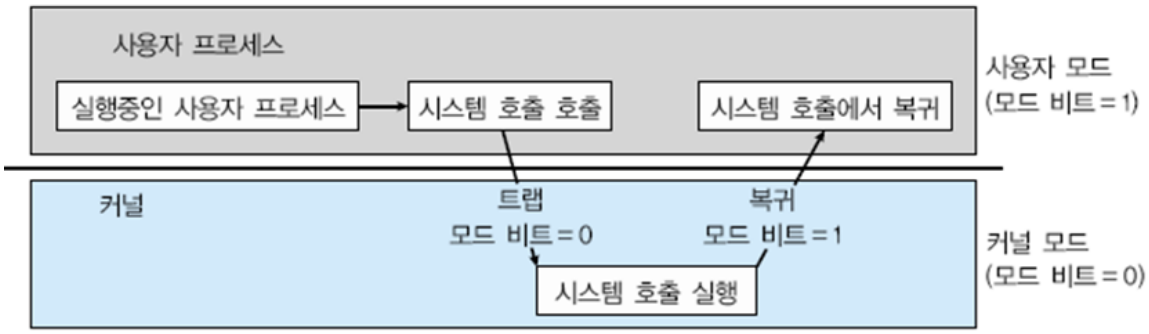
- 운영체제는 인터럽트 구동식(interrupt driven)
- 트랩(trap)(또는 예외, exception)은 오류 또는 사용자 프로그램의 운영체제 서비스 수행 요청에 의해 유발되는 소프트웨어에 의해 생성된 인터럽트
  - 0으로 나누기 또는 유효하지 않은 메모리 접근
- 운영체제와 사용자는 컴퓨터 시스템의 하드웨어와 소프트웨어 자원을 공유하기 때문에 사용자 프로그램의 오류가 현재 수행중인 프로그램에만 문제를 일으키도록 보장해야 함

운영체제 연산 – 이중 연산 모드

- 이중 연산 모드로 운영체제 코드의 실행과 사용자 정의 코드의 실행을 구분하여 운영체제를 보호
  - 사용자 모드(user mode), 커널 모드(수퍼바이저(supervisor) 모드, 시스템 모드, 특권 모드(privileged mode))
- 하드웨어가 모드 비트(mode bit) 제공
  - 커널 모드(0) 또는 사용자 모드(1)를 나타내는 비트
  - 시스템이 사용자 코드 또는 커널 코드 실행 여부를 구분
  - 일부 명령을 특권 명령(privileged instruction)으로 지정하여 커널 모드에서만 수행되도록 허용
- CPU의 다중 모드(multi-mode) 지원이 증가하는 추세
  - 예, 게스트 가상머신(virtual machine)을 관리하는 가상머신 관리기를 위한 별도의 모드 비트

시스템 호출(System Call)

- 시스템 호출(system call)은 사용자 프로그램이 자신을 대신하여 운영체제가 수행하도록 예약되어 있는 작업들을 운영체제에게 요청
  - 시스템 호출 시 사용자 모드에서 커널 모드로 변경되고, 복귀 시 사용자 모드로 리셋



프로세스 관리(Process Management) (1)

- 프로세스는 실행 중인 프로그램
  - 시스템의 작업 단위
  - 프로그램은 수동적 실체 (passive entiry)
  - 프로세스는 능동적 실체 (active entity)
- 프로세스는 자신의 일을 수행하기 위해 CPU 시간, 메모리, 파일, 그리고 입/출력 장치를 포함한 여러 가지 자원이 필요
- 프로세스 종료 시 사용 중인 자원들을 해제
- 단일 스레드(thread) 프로세스는 다음 수행할 명령을 지정하는 하나의 프로그램 계수기(program counter)를 가짐
- 다중 스레드 프로세스는 복수개의 프로그램 계수기를 가짐
- 일반적으로 시스템에서는 여러 프로세스가 동작 중
  - 일부 운영체제는 하나 이상의 CPU에서 동시에 실행

프로세스 관리 (2)

- 운영체제는 프로세스 관리와 연관해 다음과 같은 활동에 대한 책임
  - CPU에 프로세스와 스레드를 스케줄하기
  - 사용자 프로세스와 시스템 프로세스의 생성과 제거
  - 프로세스의 일시 중지와 재수행
  - 프로세스 동기화(synchronization)를 위한 기법 제공
  - 프로세스 통신을 위한 기법 제공
  - 교착상태(deadlock) 처리를 위한 기법 제공

메모리 관리 (Memory Management)

- 주 메모리(main memory)는 CPU와 입/출력 장치에 의하여 공유되는, 빠른 접근이 가능한 데이터의 저장소
- 실행되는 모든 명령들과 데이터는 메모리 내에 상주
  - 폰 노이만 방식 컴퓨터
- 메모리 관리는 CPU 이용률과 사용자 응답율을 최적화하는 관점에서 메모리에 놓일 프로세스를 결정
- 운영체제는 메모리 관리와 관련하여 다음과 같은 일을 담당
  - 메모리의 어느 부분이 현재 사용되고 있으며 누구에 의해 사용되고 있는지를 추적
  - 어떤 프로세스(또는 그 일부)들을 메모리에 적재하고 제거할 것인가를 결정
  - 필요에 따라 메모리 공간을 할당(allocation)하고 회수(release)

저장 장치 관리 (Storage Management)

- 운영체제는 정보 저장을 위한 일관되고 논리적인 관점을 제공
  - 물리적인 속성을 논리적인 저장 단위로 추상화 – 파일(file)
  - 장치가 각 매체를 제어 (예, 디스크 드라이브, 테이프 드라이브)
    - 접근속도, 용량, 데이터 전송속도, 접근방법(sequential or random) 등 다양한 속성을 가짐
- 파일 시스템 관리 (file system management)
  - 파일은 디렉토리(directory)로 조직화됨
  - 파일의 사용권한을 위한 접근제어 (access control)
  - 운영체제는 파일 관리를 위하여 다음과 같은 일을 담당
    - 파일/디렉토리의 생성 및 제거
    - 파일과 디렉토리를 조작하기 위한 프리미티브(primitive)의 제공
    - 파일을 보조 저장 장치로 사상(mapping)
    - 안정적인(비휘발성) 저장 매체에 파일을 백업

대용량 저장 장치 관리 (Mass-Storage Management)

- 디스크에는 주 메모리 대신 비휘발성 대용량의 데이터를 저장
- 운영체제는 디스크 관리를 위하여 다음과 같은 기능을 담당
  - 자유 공간(free space)의 관리
  - 저장 장치 할당
  - 디스크 스케줄링

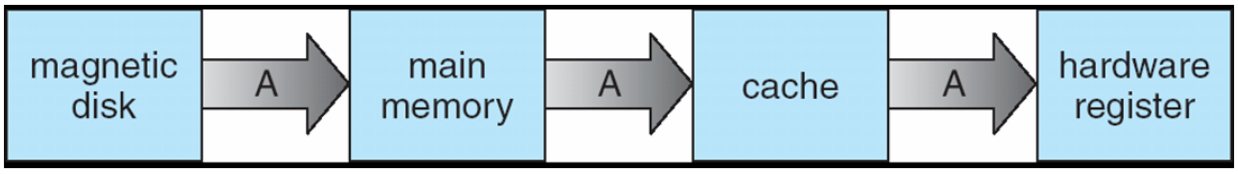
다양한 저장 장치 성능

- 저장 장치 계층 간의 이동은 명시적(explicit) 또는 암묵적(implicit)으로 이동

Level	1	2	3	4	5
Name	registers	cache	main memory	solid state disk	magnetic disk
Typical size	< 1 KB	< 16MB	< 64GB	< 1 TB	< 10 TB
Implementation technology	custom memory with multiple ports CMOS	on-chip or off-chip CMOS SRAM	CMOS SRAM	flash memory	magnetic disk
Access time (ns)	0.25 - 0.5	0.5 - 25	80 - 250	25,000 - 50,000	5,000,000
Bandwidth (MB/sec)	20,000 - 100,000	5,000 - 10,000	1,000 - 5,000	500	20 - 150
Managed by	compiler	hardware	operating system	operating system	operating system
Backed by	cache	main memory	disk	disk	disk or tape

디스크에서 레지스터로 정수 A의 이동

- 다중 태스킹 환경에서는 저장 장치 계층에서 가장 최근의 값을 사용해야만 함



- 멀티프로세서 환경에서는 모든 CPU의 캐시에 가장 최근의 값을 가지도록 하드웨어가 캐시 일관성(cache coherency)을 보장해야 함
- 분산 환경에서는 더욱 복잡해짐
  - 같은 데이터의 여러 복사본이 존재

입출력 서브시스템 (I/O Subsystem)

- 운영체제의 목적 중 하나는 사용자에게 하드웨어의 상세함을 숨기는 것임

- 입출력 서브시스템은 다음과 같은 기능을 담당
  - 다음 입출력 메모리 관리를 수행
    - 버퍼링(buffering): 전송 중 데이터를 임시 저장
    - 캐싱(caching): 데이터의 일부를 고속의 저장장치에 저장
    - 스풀링(spooling): 한 작업의 출력을 다른 작업의 입력과 중첩
  - 일반적인 장치 드라이버 인터페이스
  - 특정 하드웨어 장치들을 위한 드라이버

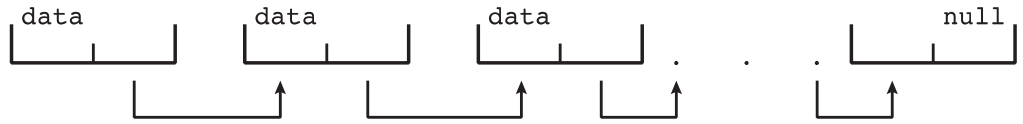
보호와 보안 (Protection and Security)

- 보호(protection)란 컴퓨터 시스템이 정의한 자원에 대해 프로그램, 프로세스, 또는 사용자들의 접근을 제어하는 기법
- 보안(security)은 컴퓨터 시스템을 외부 또는 내부의 공격(attack)을 방어하는 것이 바로 기능

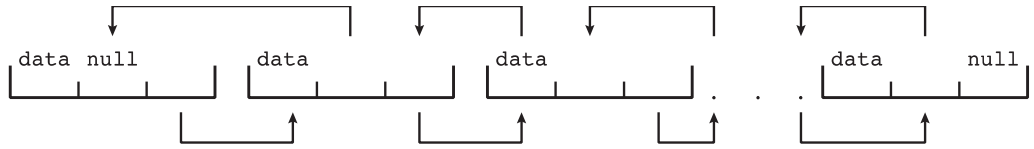
- 보호와 보안을 제공하기 위해서는 시스템의 모든 사용자들을 구분
  - 사용자 이름과 연관된 사용자 식별자(user ID)의 리스트를 유지
  - 사용자 식별자는 사용자의 모든 프로세스나 스레드, 파일에 연관
  - 그룹 식별자의 리스트로 사용자의 집합을 구분
  - 특권(privilege)을 사용하여 제한된 장치를 접근

커널 자료 구조 (1)

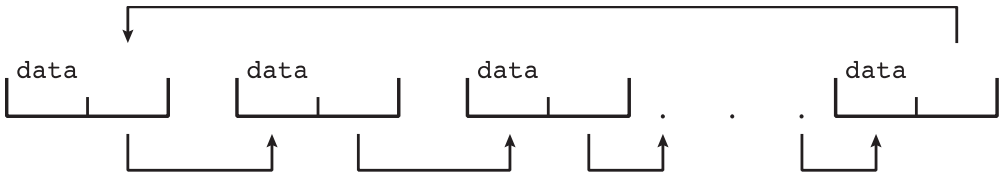
- 대부분의 운영체제는 표준 프로그래밍 자료 구조를 사용하여 구현
- 단일 연결 리스트 (singly linked list)



- 이중 연결 리스트 (doubly linked list)

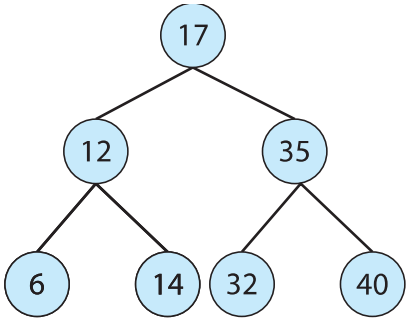


- 순환 연결 리스트 (circular linked list)



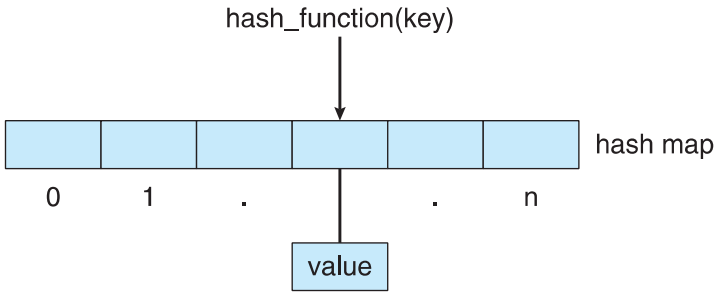
커널 자료 구조 (2)

- 이진 검색 트리 (binary search tree)
  - left <= right
  - 검색 성능 O(n)
  - 균형 (balanced) 이진 검색 트리 O(log n)



커널 자료 구조 (3)

- 해시 함수(hash function)은 해시 맵을 생성



- 비트맵(bitmap)
  - n개 항목의 상태를 나타내는 n개의 이진수의 연속적인 열
  - 예, 디스트 블록의 가용 여부 표시
- 리눅스 자료구조는 include 파일에 저장
  - **<linux/list.h>, <linux/kfifo.h>, <linux/rbtree.h>**

전통적 계산 (Traditional Computing)

- 단독의 범용 머신 (stand-alone general purpose machine)
  - 현재는 대부분의 머신이 인터넷을 통해 상호 연결되어 이러한 정의는 다소 모호해짐
- 웹 기술이 전통적인 계산의 경계를 확장
  - 포털(portal)은 내부 시스템들의 웹 접근을 허용
  - 네트워크 컴퓨터(thin client)는 웹 터미널과 같은 역할
  - 모바일 컴퓨터들은 무선 네트워크로 상호 연결
- 네트워킹은 점점 유비쿼터스 환경이 되고 있음
  - 홈 네트워크에서도 인터넷 공격으로 보호하고자 방화벽(firewall)을 사용

이동형 컴퓨팅 (Mobile Computing)

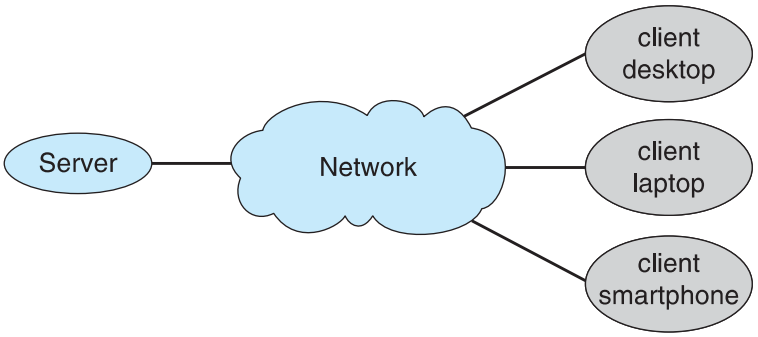
- 스마트폰, 태블릿 등
- 전통적인 노트북과 이들 모바일 기기와의 기능적인 차이는?
- 부가적인 기능
  - 부가적인 기능의 응용 (GPS, 가속도계, 자이로스코프)
- 증강현실(augmented reality)과 같은 새로운 응용 등장
- 네트워크 연결을 위해 IEEE 802.11(WiFi), 셀룰러 데이터 네트워크 사용
- 애플 iOS, 구글 안드로이드

분산 시스템 (Distributed System)

- 분산 계산
  - 네트워크로 연결된 서로 독립된 이질적인 시스템들
  - 네트워크는 통신 경로로 주로 TCP/IP
    - LAN (Local Area Network)
    - WAN (Wide Area Network)
    - MAN (Metropolitan Area Network)
    - PAN (Personal Area Network)
  - 네트워크 운영체제는 네트워크으로 연결된 시스템들 간에 필요한 기능 지원
    - 시스템들 간에 메시지를 교환하는 통신 방식 제공
    - 단일 시스템인 것 같은 착각

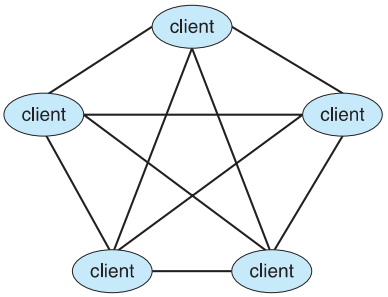
클라이언트-서버 계산 (Client-Server Computing)

- 클라이언트-서버 계산(Client-Server Computing)
  - 클라이언트에 의해 생성되는 요구를 서버가 서비스 응답
  - 계산-서버(compute-server)는 서비스를 요청하는 클라이언트에 인터페이스를 제공 (예, 데이터베이스 서버)
  - 파일-서버(file-server)는 클라이언트가 파일을 생성, 갱신, 읽기 및 제거할 수 있는 파일 시스템 인터페이스를 제공



피어 간 계산 (Peer-to-Peer Computing)

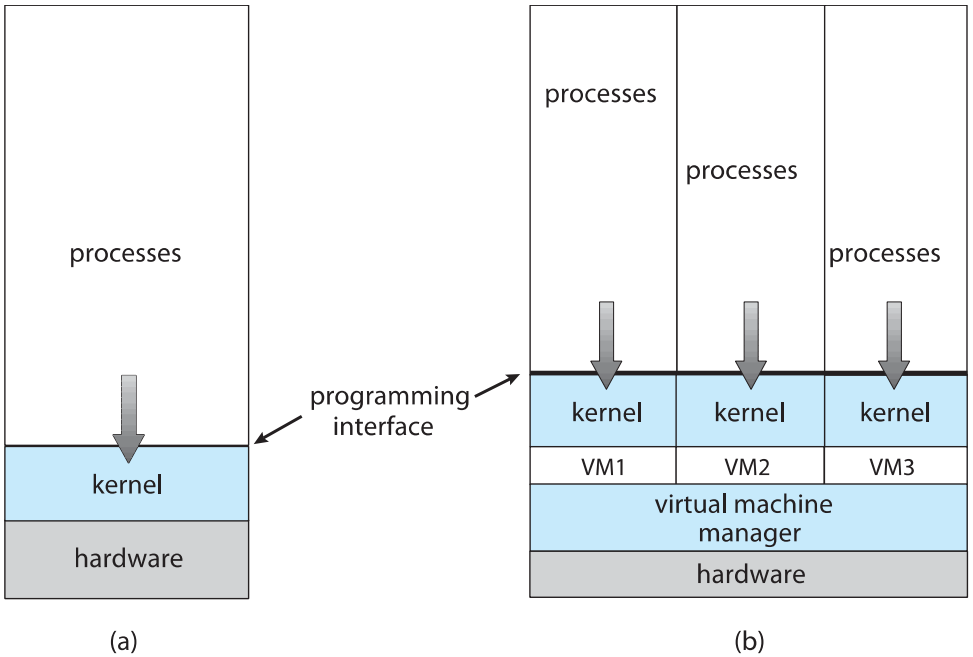
- P2P (peer-to-peer)는 클라이언트와 서버가 서로 구별되지 않음
  - 모든 시스템 상의 모든 노드가 피어로 간주
  - 피어는 서비스를 요청하느냐 제공하느냐에 따라 클라이언트 및 서버로 동작
  - 노드는 먼저 피어간 네트워크에 참가(join)해야 함
    - 노드가 네트워크에 참가할 때 네트워크의 중앙 검색 서비스(central lookup service)에 자신이 제공하는 서비스를 등록
      또는
    - 서비스 발견 프로토콜(service discovery protocol)을 사용하여 네트워크 상의 모든 노드에게 서비스 요청 메시지를 방송(broadcast)
  - BitTorrent와 같은 파일 공유 서비스 등이 예



가상화 (Virtualization) (1)

- 가상화는 한 컴퓨터의 하드웨어(CPU, 메모리, 디스크 드라이브, 네트워크 인터페이스 카드 등)가 다수의 다른 실행 환경(운영체제 등)을 제공하도록 추상화
  - 각각 개별적인 실행 환경이 자신만의 독립된 컴퓨터를 사용하는 환상(illusion)을 제공
    - 운영체제는 각 프로세스가 자신의 전용(가상) 메모리를 갖는 전용 처리기에서 수행되는 것처럼 환상(illusion)을 제공
- 호환성, 테스트 등을 위해 다수의 운영체제를 실행하는 데스크탑, 노트북의 사용 사례
  - 윈도우 호스트 PC에 게스트로 리눅스를 실행
  - 한 시스템에서 여러 운영체제의 응용 프로그램 개발
  - 한 시스템에서 많은 시스템의 소프트웨어 품질 보증(QA, Quality Assurance) 테스트
  - 데이터 센터 내에서 계산 환경을 실행하고 관리

가상화 (2)



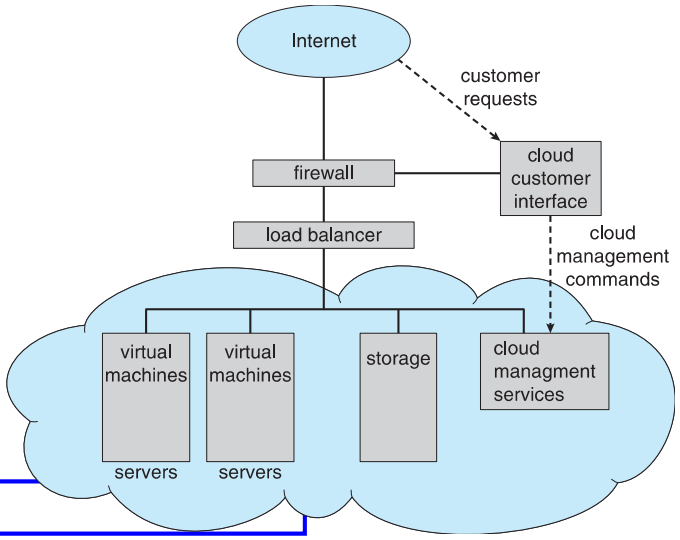
클라우드 컴퓨팅 (Cloud Computing) (1)

- 계산, 저장장치, 응용 등을 네트워크 상의 서비스로 제공하는 계산 유형
- 가상화를 기반으로 하기 때문에 가상화의 논리적인 확장
  - 아마존 EC2는 인터넷 상에서 수천대의 서버들, 수백만의 가상기계, 페타 바이트 (PB)의 저장장치를 운용하고, 사용량에 기반하여 지불

- 다양한 유형
  - 공중 클라우드 (public clould) – 사용료를 지불할 의사가 있는 누구나 사용
  - 사유 클라우드 (private cloud) – 기업이 구축하여 사용
  - 혼합 클라우드 (hybrid cloud) – 공중과 사유 부분을 모두 포함
  - 소프트웨어 서비스 (SaaS, Software as a Service) – 인터넷 상에서 사용 가능한 하나 이상의 응용 (예, 워드 프로세서, 스프레드시트)
  - 플랫폼 서비스 (PaaS, Platform as a Service) – 인터넷 상에서 사용하도록 응용에 맞게 준비된 소프트웨어 스택 (예, 데이터베이스 서버)
  - 하부구조 서비스 (IaaS, Infrastructure as a Service) – 인터넷 상에서 사용 가능한 서버나 저장장치 (예, 백업을 위한 저장장치)

클라우드 컴퓨팅 (2)

- 클라우드 계산환경은 기존 운영체제, VMM (Virtual Machine Manager), 클라우드 관리 툴로 구성
  - 방화벽과 같은 안전한 인터넷 연결 필요
  - 여러 응용들을 분배하는 부하 균형기 (load balancer)



실시간 내장형 시스템 (Real-Time Embedded Systems)

- 실시간 임베디드 시스템은 가장 널리 사용되는 컴퓨터의 형태
  - 아주 다양하고, 특수 목적, 제한된 목적의 운영체제, 실시간 운영체제
  - 계속 사용이 증대
    - 자동차 엔진, 공장용 로봇, 가전제품 ....
- 다양한 계산 환경
  - 일부는 운영체제가 있고, 일부는 운영체제 없이 태스크 실행
- 실시간 운영체제는 잘 정의된 고정된 시간 제약을 가짐
  - 제한된 시간 내에 반드시 처리되어야 함
  - 시간 제약을 만족해야만 올바른 동작

오픈 소스 운영체제

- 소스 코드를 제공하는 운영체제
- 저작권과 DRM (Digital Rughts Management)에 대항
- GPL(GNU Public License)의 copyleft를 갖는 FSF(Free Software Foundation)에 의해 시작
  - copyleft는 copyright(저작권)의 반대 개념으로 저작권에 기반을 둔 사용 제한이 아니라 저작권을 기반으로 한 정보의 공유를 위한 조치
- GNU/Linux, BSD UNIX (Mac OS X에 포함된 코어) 등
- Virtualbox, VMware Player 같은 VMM을 사용할 수 있음
  - 시험 및 탐색을 위한 게스트 운영체제의 실행을 위해 사용

과제

- 다음 계산 환경 중 하나를 선택하여 조사하고, 사용 예를 기술하라.
  - 분산 시스템 (Distributed System)
  - 클라이언트 서버 계산 (Client-Server Computing)
  - 피어 간 계산 (Peer-to-Peer Computing)
  - 가상화 (Virtualization)
  - 클라우드 컴퓨팅 (Cloud Computing)