

# 컴퓨터 구조

## 1장 컴퓨터 시스템 개요2

안형태

[anten@kumoh.ac.kr](mailto:anten@kumoh.ac.kr)

디지털관 139호

# 컴퓨터 시스템의 분류

## □ 사용 목적에 따른 분류

- 전용 컴퓨터: 특수한 목적으로 사용하기 위한 컴퓨터로 고정 프로그램과 일정한 데이터만 취급하도록 구성
- 범용 컴퓨터: 여러 업무에 광범위하게 사용할 수 있는 일반 목적용 컴퓨터

## □ 규모, 성능, 가격에 따른 분류

- 임베디드 컴퓨터
- 개인용 컴퓨터
- 서버급 컴퓨터
  - 워크스테이션
  - 슈퍼미니 컴퓨터
- 메인프레임 컴퓨터
- 슈퍼 컴퓨터
  - 파이프라인 슈퍼컴퓨터
  - 대규모 병렬컴퓨터
  - 클러스터 컴퓨터

# 컴퓨터 시스템의 분류: 임베디드 컴퓨터

## □ 임베디드 컴퓨터(Embedded Computer, 내장 컴퓨터)

- 기계 장치나 전자 장치들의 내부에 포함되어, 그 장치들의 동작을 제어(control)하는 컴퓨터들
  - [예] 가전제품, 컴퓨터 주변기기 등
- 8bit 마이크로컨트롤러(micro-controller)를 이용한 초소형부터 32bit 컴퓨터에 이르기까지 다양
  - 마이크로컨트롤러: CPU, 기억장치, I/O 포트를 하나의 칩에 집적
- 전용 컴퓨터로 최소의 비용으로 필요한 만큼의 성능을 제공
  - 응용에 맞게 특수 설계된 하드웨어와 소프트웨어가 결합
  - 초소형 휴대용 임베디드 컴퓨터들은 내부 하드웨어가 간단하며, 성능 보다는 전력소모량과 크기를 최소화하는 것이 설계상의 목표
- IoT(Internet of Things) 및 지능형 로봇의 핵심 요소로 사용되어 더욱 다양해지고 보급도 확대될 전망

# [TMI] Microprocessor vs. Microcontroller vs. SoC

- ❑ 마이크로프로세서(Microprocessor,  $\mu P$ ): 하나의 칩에 CPU만 포함된 범용 연산 장치
- ❑ 마이크로컨트롤러(Microcontroller, MCU): CPU, 메모리, 입출력 장치를 하나의 칩에 통합한 소형 컴퓨터
- ❑ SoC(System on Chip): CPU, GPU, 메모리, 통신 모듈 등 다양한 기능을 하나의 칩에 집적한 시스템

구분	마이크로프로세서	마이크로컨트롤러	SoC
특징	고성능, 다목적, OS 실행	저전력, 실시간 제어	고성능·저전력, 복합 기능
주요 부품	ALU, 제어장치, 레지스터	CPU, 메모리, I/O 포트	CPU, GPU, 메모리, 통신 모듈, I/O 컨트롤러
활용	PC, 서버, 워크스테이션	IoT, 가전, 자동차 ECU	스마트폰, 자율주행, AI 기기
예	Intel i7, AMD Ryzen	Atmel AVR, ARM Cortex-M	Qualcomm Snapdragon, Apple M1

# 컴퓨터 시스템의 분류: 개인용 컴퓨터

## □ 개인용 컴퓨터(Personal Computer, PC)

- 개인이 소유하여 범용적으로 활용할 수 있는 저가의 소형 컴퓨터
- 주요 발전 동향
  - 1970년대 후반에 처음 등장하여, 마이크로프로세서들의 성능이 향상으로 PC의 성능도 계속 향상 → 수십 년 전의 대형 메인프레임 컴퓨터 성능을 능가
  - 8bit, 16bit, 32bit CPU 사용으로 단어 길이 증가
  - 64bit 단위의 데이터 처리 및 기억 장치 주소를 사용하는 PC가 출시
  - 프로세서가 다수의 명령어 실행 유닛들 혹은 CPU 코어들을 포함하는 슈퍼스칼라, 듀얼-코어 및 멀티-코어 구조로 발전
  - 칩의 집적도가 높아지면서 주변 요소들이 CPU 칩 내부에 포함됨에 따라, 속도와 신뢰도가 크게 향상
  - GPU(Graphic Processing Unit)를 계산보조장치로 사용함으로써 고속 그래픽 처리 뿐 아니라 복잡한 과학기술 계산들도 높은 속도로 처리할 수 있음
  - 주기억장치와 보조저장장치의 용량 증가하고 있으며, 종류도 다양해지고 있음
- 종류(유형): 데스크탑(desktop), 노트북(notebook), 태블릿(tablet) PC 등

# 컴퓨터 시스템의 분류: 서버급 컴퓨터

## □ 워크스테이션(workstation)

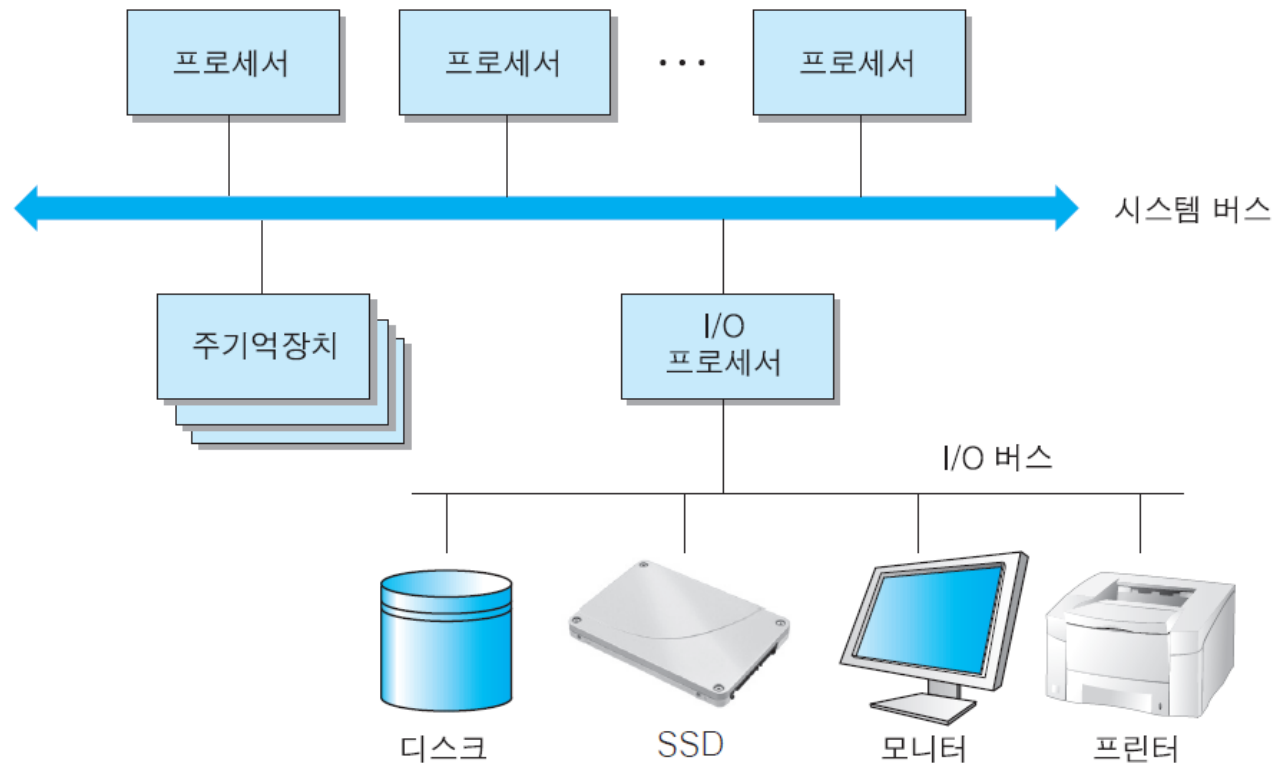
- 과학자, 공학자, 엔지니어, 애니메이터와 같은 전문직 종사자들이 개인용 컴퓨터보다 더 우수한 성능을 요구하여 만들어진 컴퓨터
- CPU: 64bit 마이크로프로세서 사용
- 고속 그래픽처리 하드웨어 포함
- 주요 응용: 3차원 동영상 처리, 시뮬레이션, 컴퓨터 이용 설계(CAD) 등
- OS: UNIX, LINUX

## □ 슈퍼미니컴퓨터(super-minicomputer)

- 시스템 구조: 다중프로세서(multiprocessor) 구조
- CPU의 수: 20 ~ 30 개
- OS: UNIX, LINUX(multiprocessing 및 multi-user 지원)

# 컴퓨터 시스템의 분류: 서버급 컴퓨터

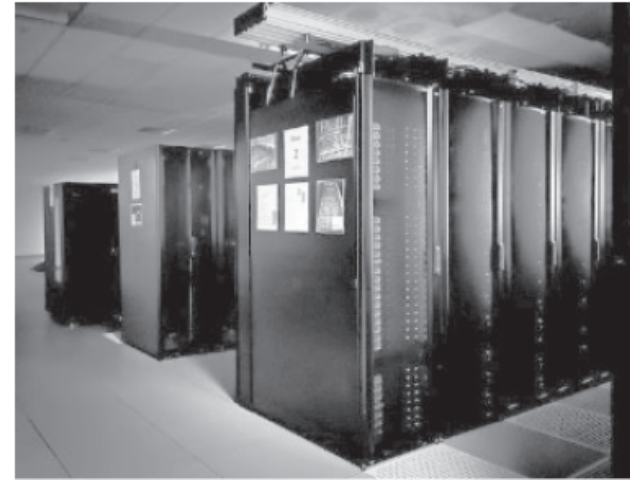
## ■ [예] 다중프로세서시스템의 구조



# 컴퓨터 시스템의 분류: 메인프레임 컴퓨터

## □ 메인프레임 컴퓨터(mainframe computer)

- 중앙집중식 컴퓨팅을 위한 대형 컴퓨터
- 성능: 1초에 수십억 개의 명령어를 처리 가능
- 대용량 저장장치 보유
- 다중 I/O 채널을 이용한 고속 I/O 처리 능력 보유
- 대규모 데이터베이스 저장 및 관리용으로 사용
- 정부기관, 은행, 대형 인터넷포털사이트 등에서 대규모 데이터베이스(빅데이터) 저장 및 관리용으로 사용



## □ 네트워크 설비의 발전과 중형 서버급 시스템 성능 향상

- 기존의 대형 컴퓨터를 활용한 중앙집중식 처리 방식에서 벗어나, 네트워크에 연결된 다수의 중형급 컴퓨터 시스템이 각각의 응용 프로그램이나 용도에 따라 분산 처리하는 방식으로 변화
  - 다양한 시스템 사양을 선택할 수 있는 유연성이 증가하여 가성비 향상



# 컴퓨터 시스템의 분류: 슈퍼컴퓨터

## □ 슈퍼컴퓨터(supercomputer)

- 현존하는 컴퓨터들 중에서 처리 속도와 기억 장치 용량이 다른 컴퓨터들에 비하여 상대적으로 월등한 컴퓨터 시스템
- 분류 기준은 계속적으로 상승
  - 최초의 슈퍼컴퓨터(CRAY-1)의 속도는 100 MFLOPS
  - 최근의 슈퍼컴퓨터들의 속도는 PFLOPS급(수백만 배 향상)
- 주요 응용 분야들
  - VLSI 회로 설계, 항공우주공학, 천문학(일기 예보), 구조 공학, 유전 탐사, 핵공학, 인공지능, 입체 영상처리 등과 같은 대규모 과학 계산 및 시뮬레이션
- 분류
  - 파이프라인 슈퍼컴퓨터(pipeline supercomputer)
  - 대규모 병렬컴퓨터(massively parallel processing system)
  - 클러스터 컴퓨터(cluster computer)

# 구조적 특징에 따른 슈퍼컴퓨터의 분류

## □ 파이프라인 슈퍼컴퓨터(pipeline supercomputer)

- 초기의 슈퍼컴퓨터 구조
- 하나의 CPU내에 다수의 연산장치들이 포함
  - 각 연산 장치는 고도로 파이프라이닝 되어 있어서 매우 높은 계산 능력을 가짐
  - 복잡한 초고속 연산회로들이 포함하여 고속 벡터 계산을 수행
- 초고속 CPU들을 여러 개 연결하여 구성

## □ 대규모 병렬컴퓨터(massively parallel processing system, MPP)

- 상호연결된 수만 혹은 수십만 개 이상의 범용 프로세서들로 구성
- 많은 수의 프로세서들이 하나의 큰 작업을 분할하여 동시에 처리하는 **병렬 처리(parallel processing)** 기술 이용
- 프로세서들 간의 통신 시간을 줄이는 것이 중요

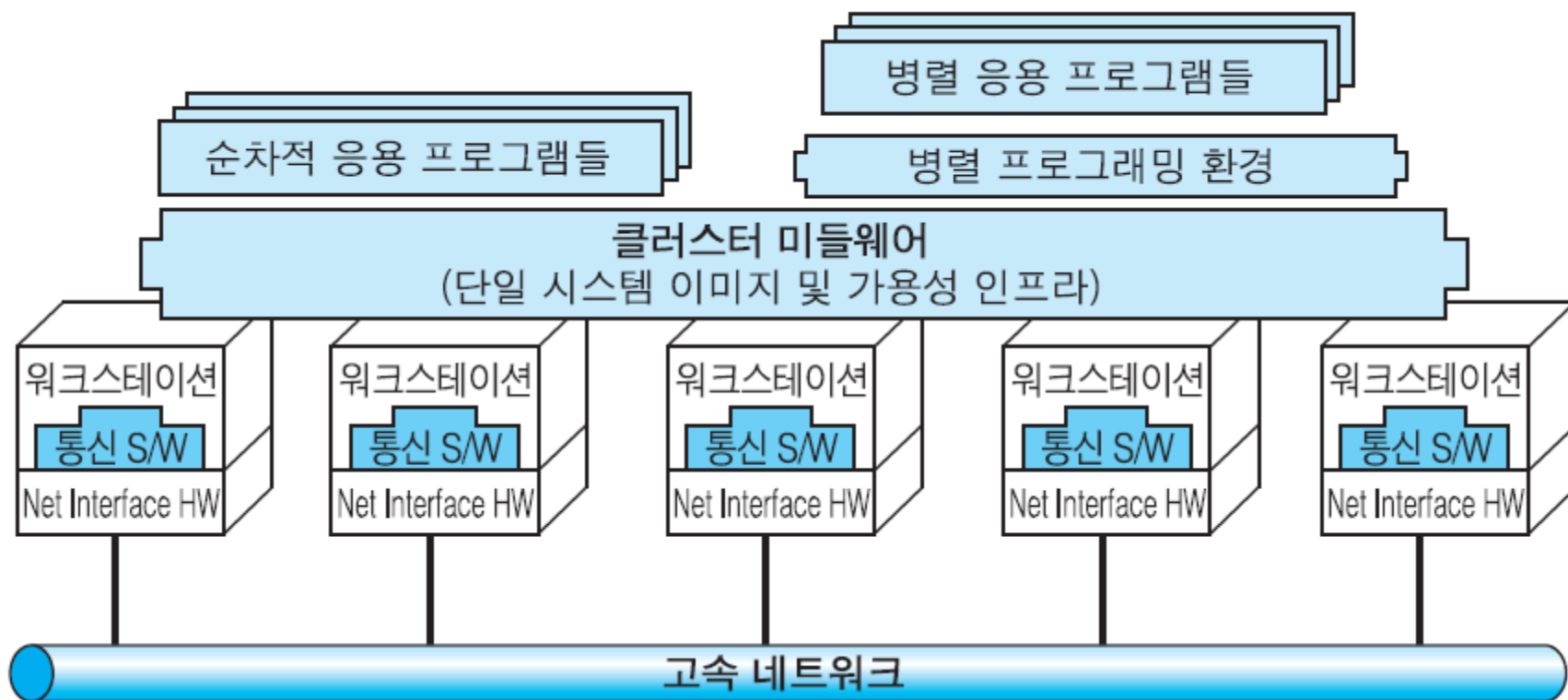
# 구조적 특징에 따른 슈퍼컴퓨터의 분류

## □ 클러스터 컴퓨터(Cluster Computer)

- 고속 LAN이나 네트워크 스위치에 의해 서로 연결된 PC들 혹은 워크스테이션들의 집합체
- 클러스터 미들웨어(Cluster middleware)를 이용하여 노드(단위 PC 혹은 워크스테이션)들에 포함된 모든 자원들을 단일 시스템 이미지(Single System Image, SSI)로 통합
  - 한 노드의 사용자는 전체 클러스터 컴퓨터를 하나의 시스템처럼 사용
- 계층적 시스템 확장 용이, 가용성(availability) 극대화
- 저렴한 가격으로 고성능 고신뢰 병렬컴퓨팅 환경 구축 가능
  - 어떤 노드에서 고장이 발생하더라도 다른 노드가 해당 기능을 대신 수행하게 됨
- 대형 웹서버 및 슈퍼컴퓨터 설계 개념으로 널리 사용중
  - 2018년 기준 슈퍼 컴퓨터들 중의 80% 이상에서 클러스터 컴퓨터를 기본 아키텍처로 채택

# 컴퓨터의 분류

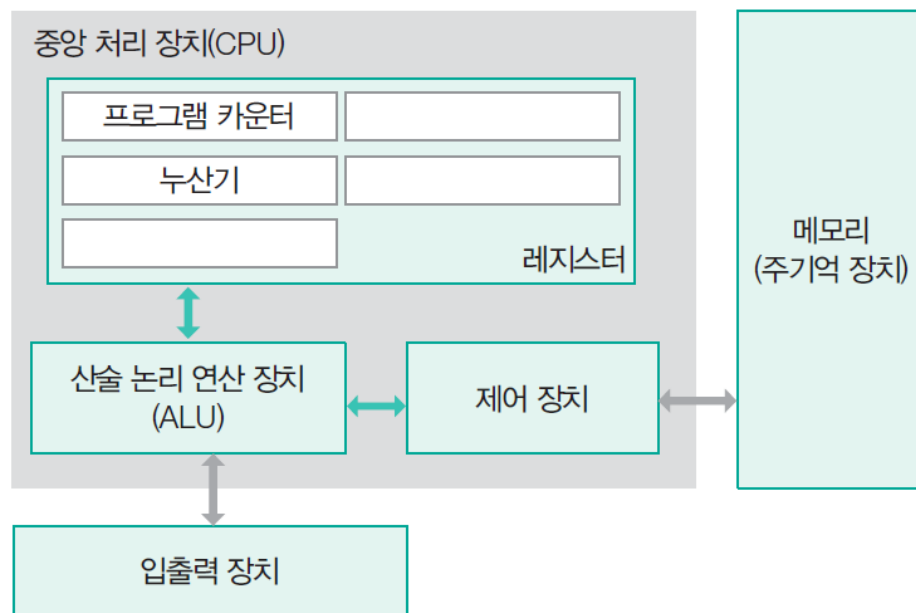
## □ 클러스터 컴퓨터의 구성도



# 폰 노이만 구조

## □ 폰 노이만 구조(Institute for Advanced Studies, IAS 컴퓨터)

- 주기억장치에 프로그램과 데이터를 넣고 차례로 인출하여 처리하는 방식
- 폰 노이만 구조의 프로그램 처리 과정
  - ① 프로그램 카운터를 이용해 메모리에서 실행할 명령어를 인출
  - ② 제어 장치(제어 유닛)는 해당 명령어를 해독
  - ③ 명령을 실행하는 데 필요한 데이터를 메모리에서 인출하여 레지스터에 저장
  - ④ 산술 논리 연산 장치는 명령을 실행하고, 레지스터나 메모리에 결과를 저장
- 현대 컴퓨터도 폰노이만 구조의 근본적인 설계 개념과 동작 원리에 기반



# 폰 노이만, 비 폰 노이만 구조

## □ 폰 노이만 병목 현상(Von-Neumann Bottleneck)

- 폰 노이만 구조의 컴퓨터는 CPU에서 명령어나 데이터를 메모리에서 가져와 처리한 후, 결과 데이터를 메모리에 다시 보내 저장
- 저장된 데이터가 필요할 땐 다시 메모리에서 CPU로 불러오는 방식으로 순차적으로 프로그램을 처리
- 메모리나 시스템 버스에 병목 현상이 발생하여 속도가 저하됨

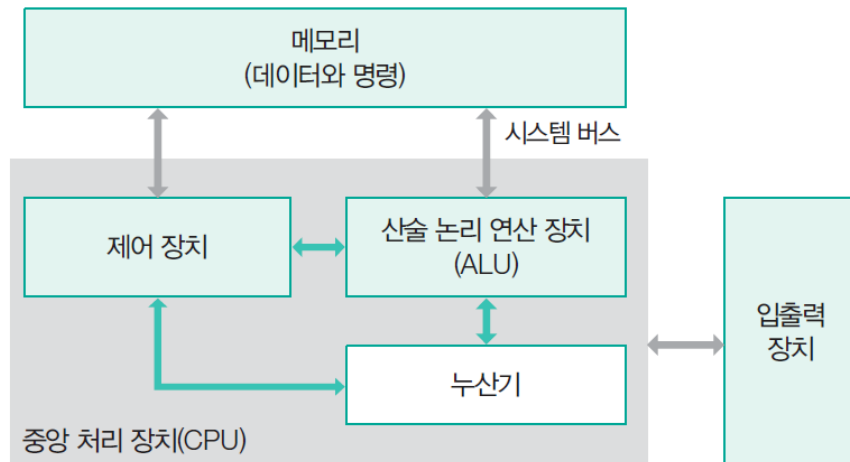
## □ [TMI] 비 폰 노이만 구조

- CPU와 메모리 간의 병목 현상을 줄이기 위해 데이터와 명령을 처리하는 새로운 방식의 컴퓨터 아키텍처들의 총칭
  - 병렬 컴퓨팅: 여러 프로세서와 코어가 동시에 데이터를 처리
  - 양자 컴퓨터: 양자 얽힘/중첩 등을 이용한 큐비트로 복잡한 계산을 병렬 수행
  - 광자 컴퓨터: 전자 대신 빛을 사용해 데이터를 빠르게 전송하고 처리
  - 신경망 컴퓨터: 뇌의 구조를 모방해 데이터 처리와 학습을 수행

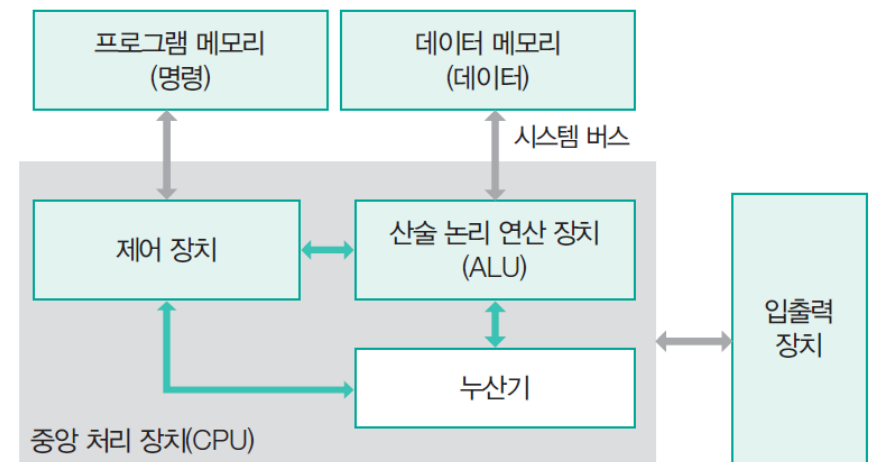
# 폰 노이만, 하버드 구조

## □ 폰 노이만 구조와 하버드 구조

- 폰 노이만 구조: 명령어와 데이터가 동일한 메모리와 시스템 버스를 공유하므로 명령어와 데이터 접근이 동시에 이루어지지 못해 병목 현상이 발생
- 하버드 구조: 명령어와 데이터가 물리적으로 분리된 메모리와 시스템 버스를 사용하여 동시에 접근할 수 있어 메모리 접근 속도가 증가
  - 하버드 구조는 성능이 높지만, 고비용이고 설계가 복잡
- 최근의 CPU는 폰 노이만 구조와 하버드 구조를 결합하여 효율성을 높임
  - [예] 명령어 캐시와 데이터 캐시를 분리하여 접근 속도를 높임(5장)



(a) 폰 노이만 구조



(b) 하버드 구조

**End!**