

컴퓨터 구조

01. 컴퓨터 구조 소개

고려대학교 세종캠퍼스 인공지능사이버보안학과
구 자 훈

목차

❖ 학습 목표

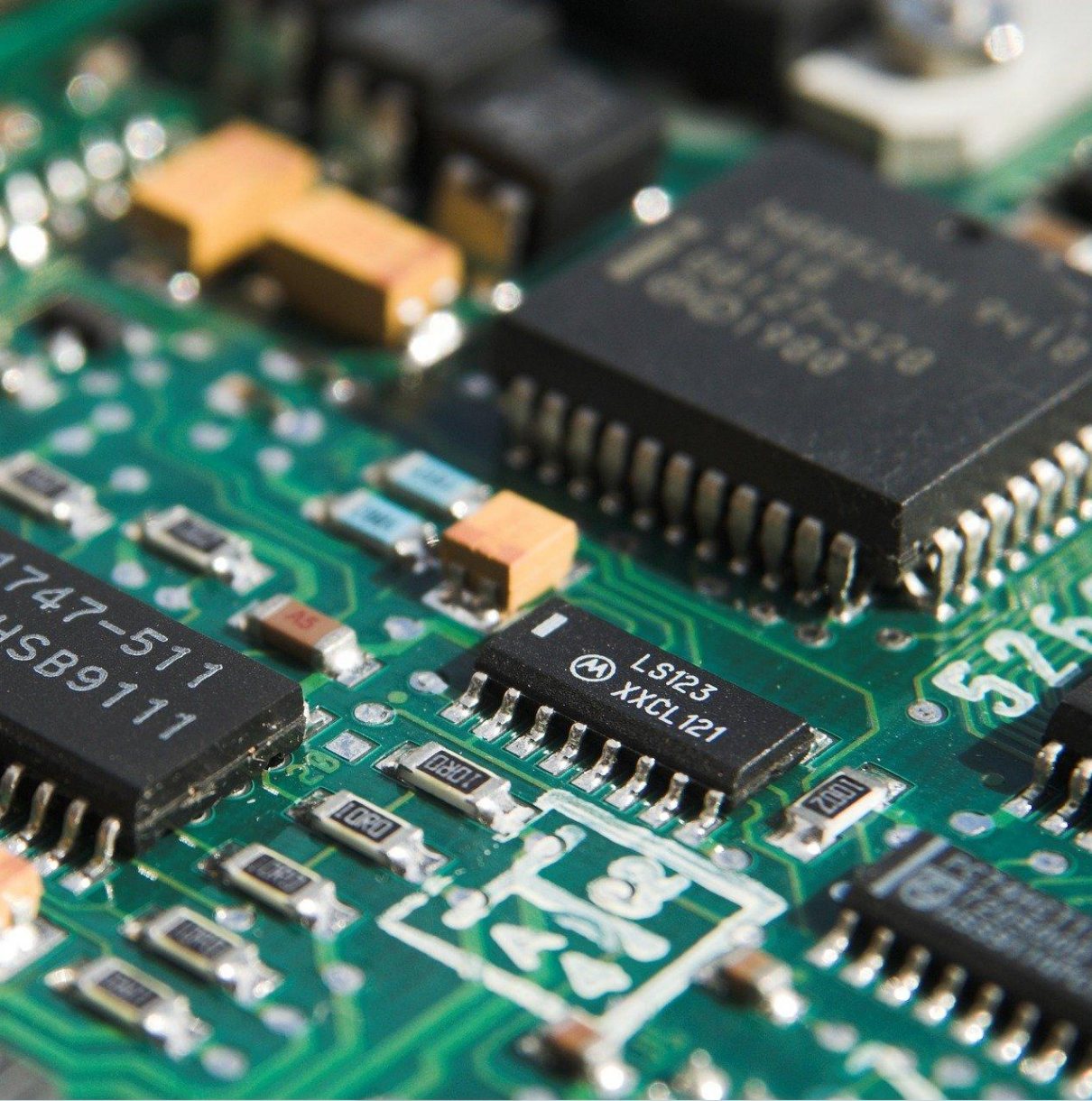
- 컴퓨터 구조가 다루는 범위를 이해한다.
- 컴퓨터의 발달 과정을 설명할 수 있다.

❖ Part 1.

- 컴퓨터 구조 범위
- 논리회로 학습 범위
- 컴퓨터 구성 요소
- 컴퓨터 발달 과정
- 강의 구성

❖ Part 2.

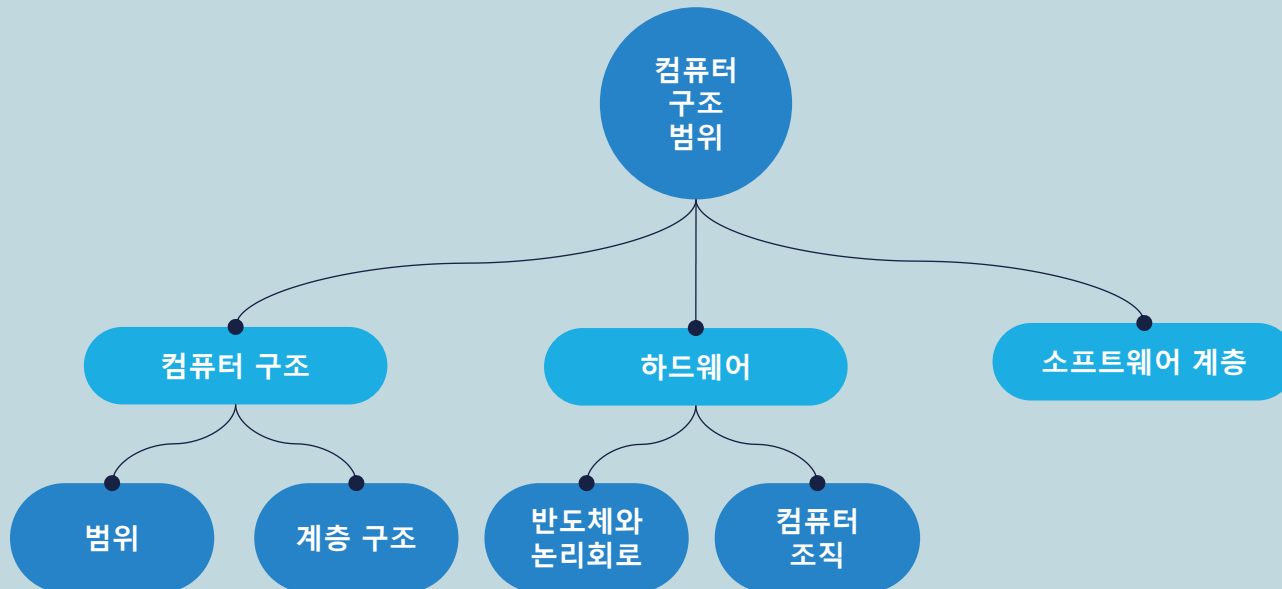
- 퀴즈
- 요약



Part 1

- 1.1 컴퓨터 구조 범위
- 1.2 논리회로 학습 범위
- 1.3 컴퓨터 구성 요소
- 1.4 컴퓨터 발달 과정
- 1.5 강의 구성

1.1 컴퓨터 구조 범위



01 컴퓨터 구조 컴퓨터 구조 범위

computer 컴퓨터

- 계산하는 기계
- 프로그램을 실행하는 기계

program 프로그램

- sequence of instructions
- 명령어들이 의미 있는 순서대로 나열된 것

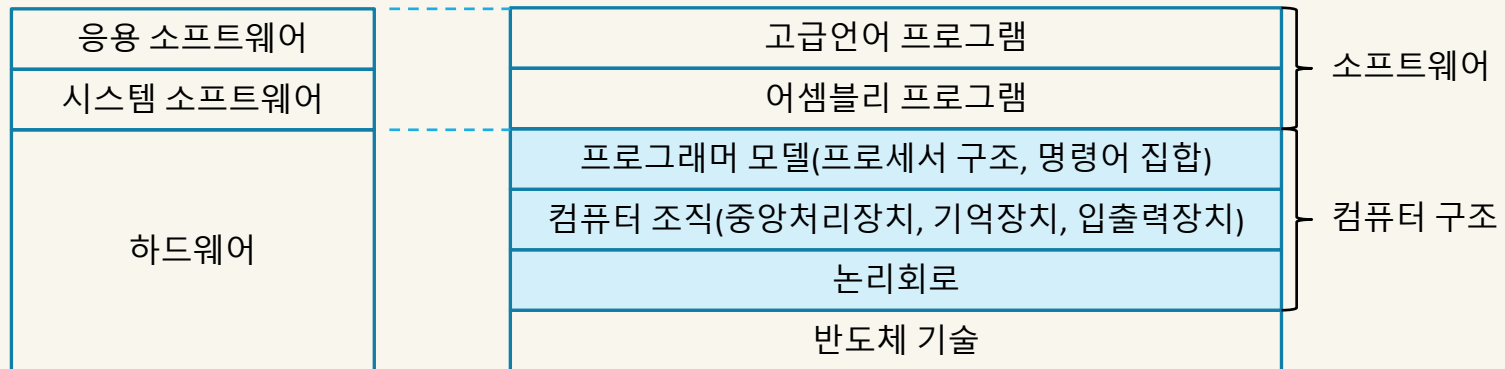
instruction 명령어

- 프로그래머가 컴퓨터에게 실행을 지시할 수 있는 최소의 작업 단위
- 컴퓨터가 프로그래머의 지시를 받아 실행할 수 있는 최소의 작업 단위

01 컴퓨터 구조 계층 구조로 본 컴퓨터 시스템

<계층 구조로 본 컴퓨터>

(출처:동작원리 중심의 논리회로와 컴퓨터구조)



<컴퓨터 구조 계층별 고려사항>

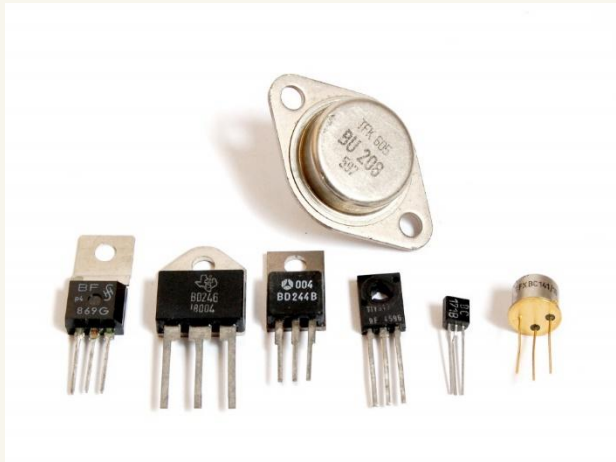
(출처:동작원리 중심의 논리회로와 컴퓨터구조)

계층	대상
논리회로	2진수, 부울대수, 조합 논리회로, 순차 논리회로
컴퓨터 조직	중앙처리장치, 기억장치, 입출력장치, 시스템 버스
프로그래머 모델	프로세서 구조, 기억장치 구조, 명령어 집합

02 ^{하드웨어}반도체 기술과 논리회로

반도체 기술

- 전기적으로 동작하는 스위칭 소자(트랜지스터) 제공



<트랜지스터(출처:위키백과)>

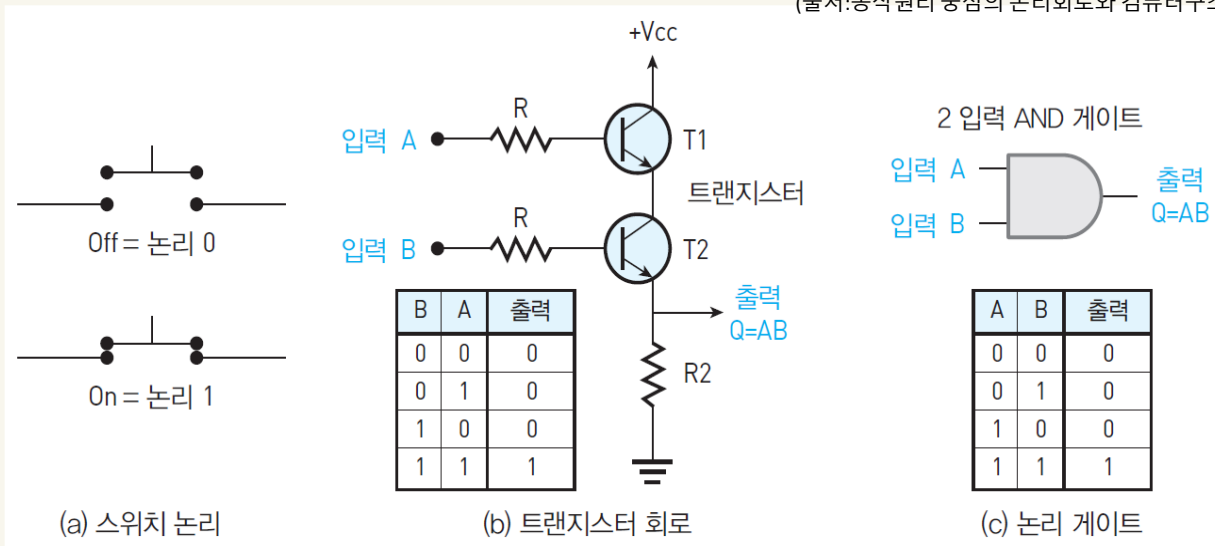
- 일반적으로 +, -, 연산증폭기(op-amp) 3개의 다리로 구성
- 연산증폭기에 전류가 흐르는지 여부에 따라서 전류가 통제 됨
- 트랜지스터 개발자는 노벨 물리학상 수상

- 스위칭 소자로 컴퓨터의 기본 소자인 논리 게이트(logic gate) 구현

02 ^{하드웨어}반도체 기술과 논리회로

논리회로

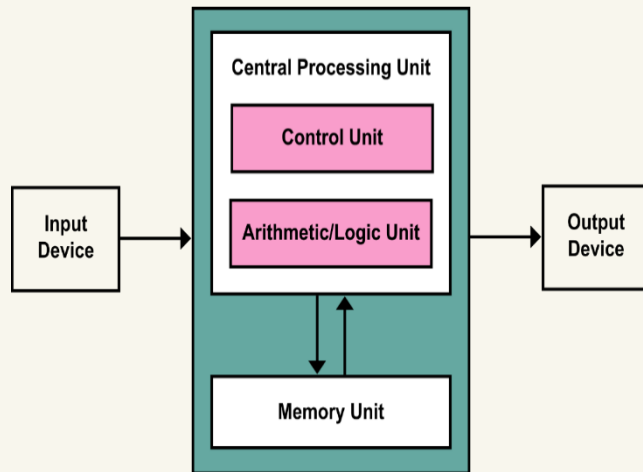
(출처: 동작원리 중심의 논리회로와 컴퓨터구조)



- 물리 특성을 논리 개념으로 분리
- 부울 대수: 컴퓨터 동작을 참/거짓(2진수)로 표현
- 논리 게이트: 논리회로의 동작을 표현하는 기본 논리 소자

02^{하드웨어} 컴퓨터 조직 : 컴퓨터 구성 요소

컴퓨터 구성 요소



<폰-노이만 구조 (출처: 위키백과)>

폰 노이만 구조
(Von Neumann architecture)

- 중앙처리장치, 기억장치, 입출력장치
- 시스템 버스

컴퓨터 조직

- 구성 요소의 세부 사항 및 물리적 연결

02^{하드웨어} 컴퓨터 조직 : 컴퓨터 구성 요소

프로그래머 모델 (programmer model)

- 컴퓨터 조직 중에서 프로그램을 작성할 수 있도록 프로그래머에게 제공되는 부분
- 명령어 집합, 레지스터 구조, 기억장치 구조
 - 명령어: 컴퓨터가 실행할 수 있는 가장 기본적인 작업 단위
 - 레지스터: 컴퓨터의 프로세서 내에서 자료를 저장하는 아주 빠른 기억장소 (데이터, 주소, 범용, 부동소수점 등 다양한 레지스터 존재)
 - 기억장치: 컴퓨터에서 자료를 일시적/영구적으로 보존하는 장치
주로 메모리(memory)를 가리키는 경우가 많음

02 ^{하드웨어} 컴퓨터 조직 : 컴퓨터 구성 요소

명령어 (instruction)

- 컴퓨터가 실행할 수 있는 가장 기본적인 작업 단위
- 기계어(machine instruction) 또는 기계 코드(machine code): 2진수 표현
- 어셈블리어(assembly language): 문자로 표현

명령어 집합 (instruction set)

- 컴퓨터가 해석하고 실행할 수 있는 명령어들의 모임
- 하드웨어와 소프트웨어를 연결하는 인터페이스

1번 레지스터에 있는 값에 십진수 10 (=1010₂)를 더해서
0번 레지스터에 저장하시오. (MIPS아키텍처 CPU기반)

고급언어: \$0 = \$1 + 0b1010

2진수 기계어: 001000 00001 00000 00000000000001010

16진수 기계어: 20 20 00 00 00 00 00 0A

어셈블리어: addi \$0, \$1, 10

03 컴퓨터 구조 소프트웨어 계층

어셈블리 프로그램

- 어셈블리 언어로 작성한 프로그램
- 기계 의존적

시스템 프로그램

- 외부에서 컴퓨터를 사용할 수 있도록 도와주는 소프트웨어
- 운영체제(OS), 컴파일러, 파일 탐색기 등

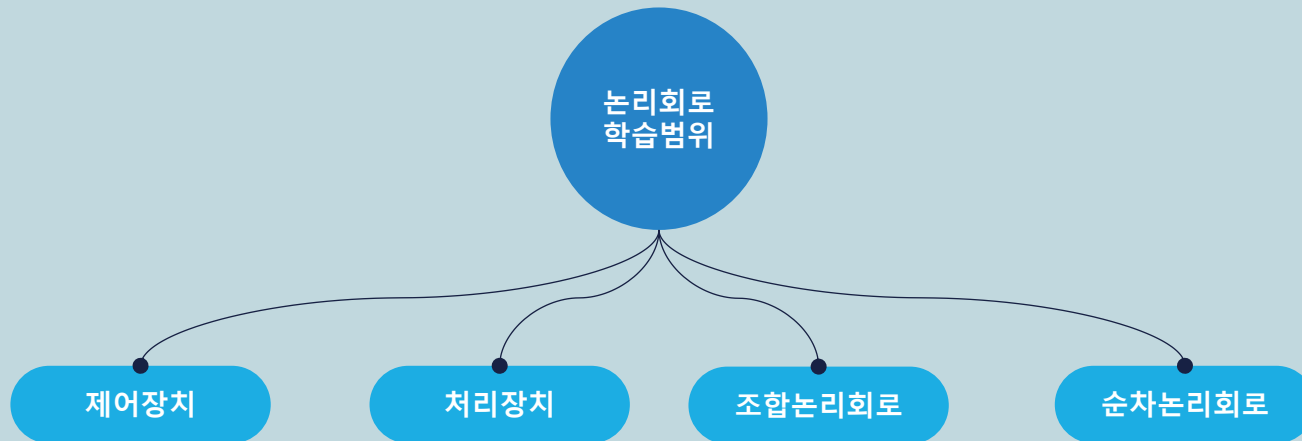
고급언어 프로그램

- C, Java와 같은 고급 프로그래밍 언어로 작성한 프로그램.
- 컴파일러(compiler)가 어셈블리 언어(기계어)로 번역
- 기계 독립적

응용 프로그램

- 사용자가 문제 해결을 위하여 사용하는 소프트웨어
- 사무용, 비즈니스용
- 오피스 프로그램, 웹브라우저, 게임 등

1.2 논리회로 학습 범위



01 컴퓨터 구조 논리회로 학습 범위

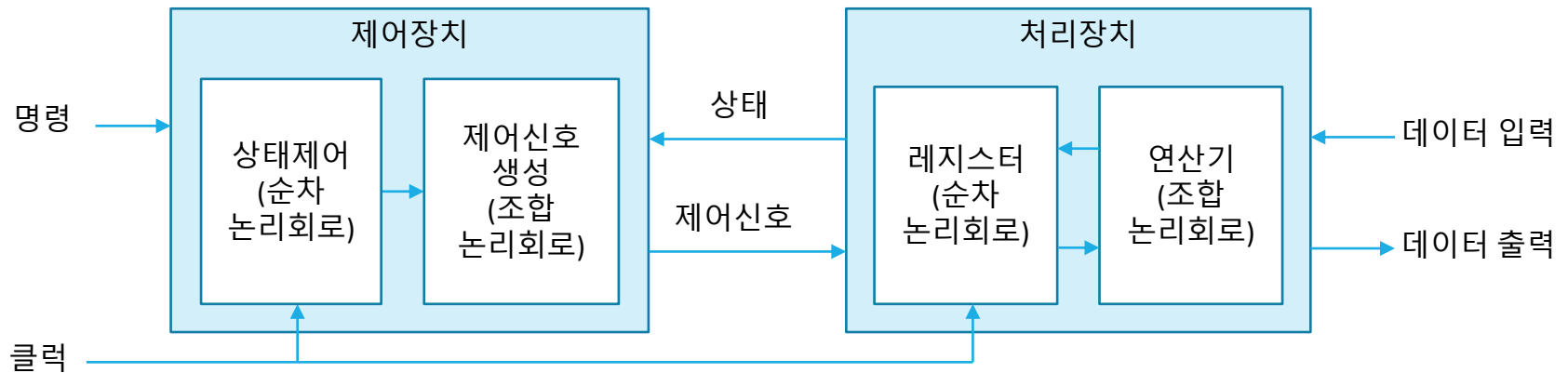
제어 장치

외부에서 제공되는 명령에 따라 처리 장치로 제어신호 공급

처리 장치

외부에서 데이터를 제공받아 계산하고 그 결과를 출력

제어 장치와 처리 장치는 모두 순차/조합논리회로로 구성되어 있다.



<디지털 시스템의 구조>

(출처: 동작 원리 중심의 논리회로와 컴퓨터구조)

01 컴퓨터 구조 논리회로 학습 범위

조합논리회로

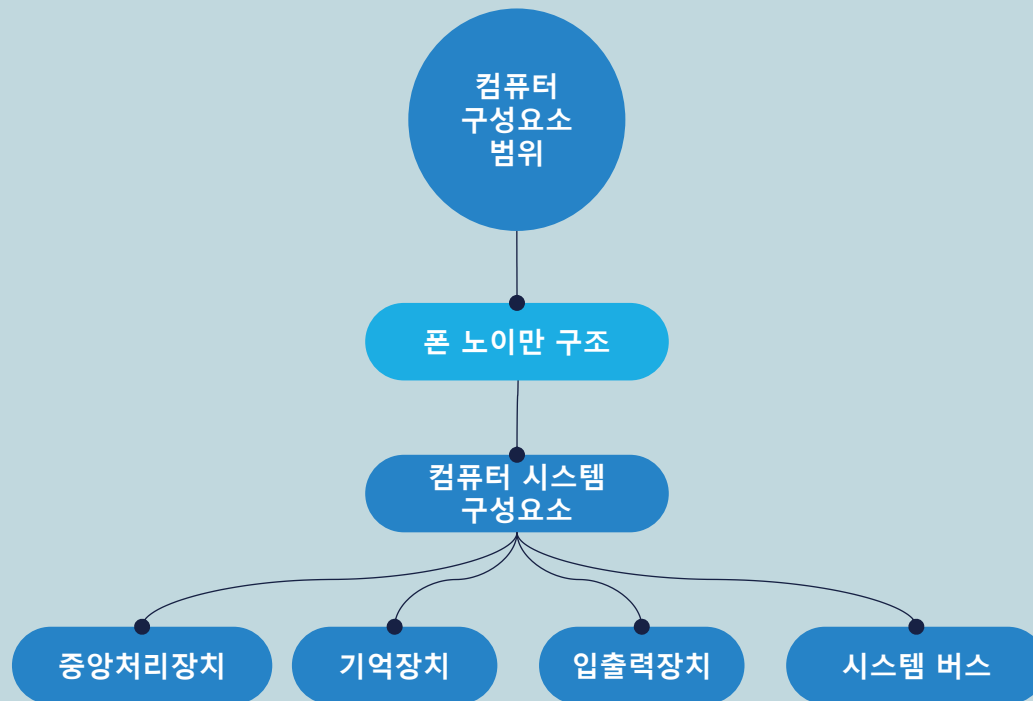
- 조합 논리회로는 데이터를 저장하는 기능이 없다.
- 단순하게 입력 데이터를 조작해 새로운 데이터 생성한다.
- 기본 구성요소는 논리게이트

순차논리회로

- 데이터를 저장할 수 있음
- 플립플롭은 간단하게 데이터를 저장하는 기본 소자

구분	조합 논리회로	순차 논리회로	학습 범위
기본 소자	논리 게이트	플립플롭	포함
동작 표현	진가표, 논리식, 논리회로도	상태도, 상태표, 논리회로도	포함
설계 도구	간소화, 하드웨어 시뮬레이션	간소화, 하드웨어 시뮬레이션	제외
빌딩 블록	가산기, 비교기, 디코더, 인코더, 멀티플렉서, 디멀티플렉서	레지스터, 시프트 레지스터 카운터	포함

1.3 컴퓨터 구성 요소



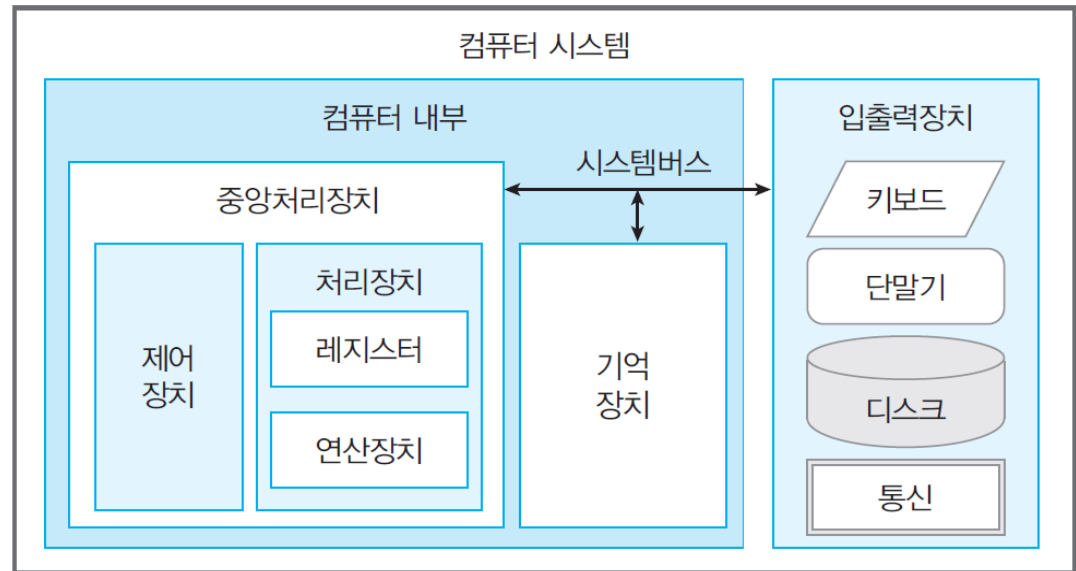
01 컴퓨터 구성 요소

프로그램 내장형 구조 (Von Neumann 구조)

- 프로그램과 데이터를 기억장치에 저장해 두고
- 명령어를 하나씩 중앙처리장치로 가져와 실행하는 방식

컴퓨터 시스템 구성 요소

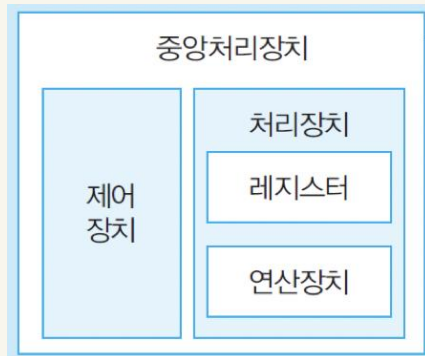
- 중앙처리장치
- 기억장치
- 입출력장치
- 시스템 버스



(출처: 동작원리 중심의 논리회로와 컴퓨터구조)

01 컴퓨터 구성 요소 컴퓨터 구성 요소 기능

중앙처리장치



제어 및 연산

- 제어장치: 명령어를 해석하고 구성 요소들을 제어
- 처리장치: 제어장치의 지시에 따라 명령어 실행
 - 레지스터: 중앙처리장치 내부에 있는 기억장치
 - 연산장치: 데이터 계산(산술연산, 논리연산)

기억장치

프로그램과 데이터 저장

입출력장치

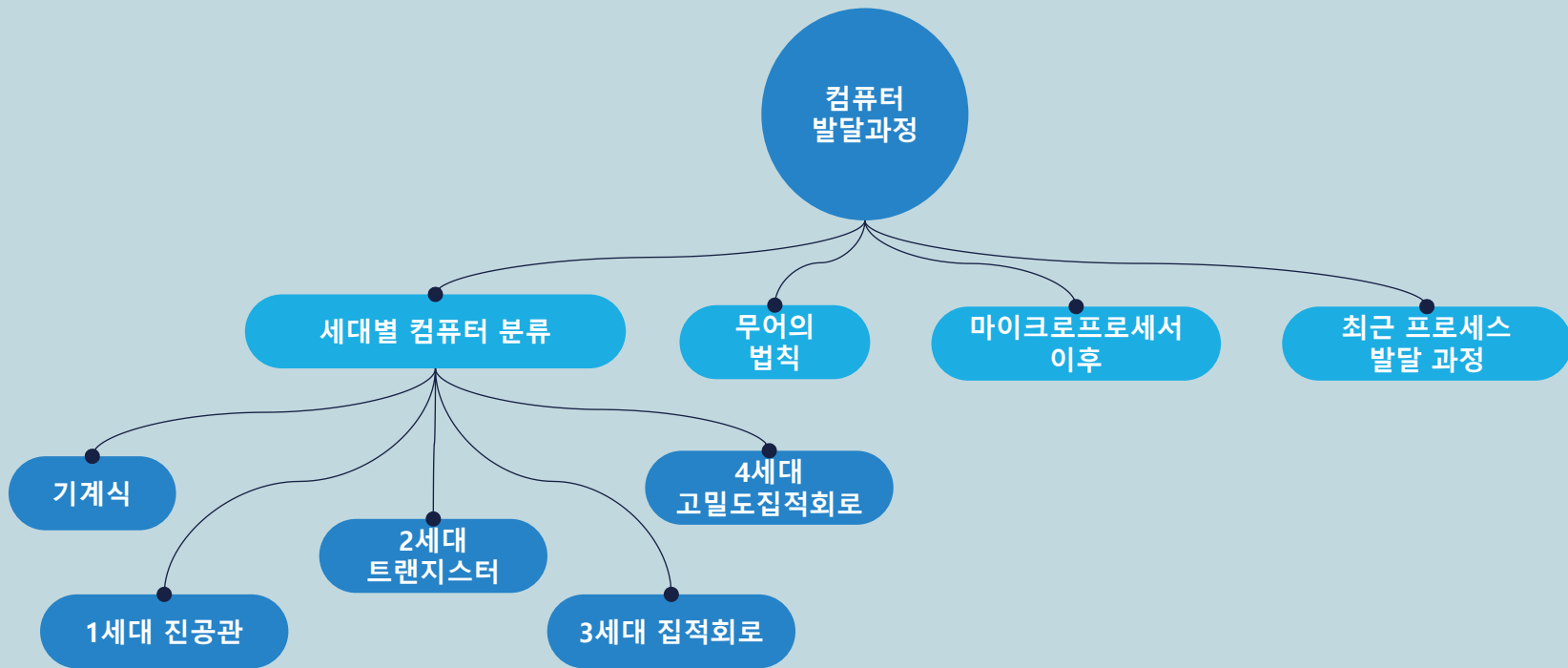
컴퓨터와
사용자 인터페이스

- 키보드, 마우스, etc

시스템 버스

컴퓨터 구성 요소 간
데이터 전달 경로
(data path)

1.4 컴퓨터 발달 과정



01 컴퓨터 발달 과정 세대별 컴퓨터 분류

소자에 따른 분류

1

기계식 (1600년대)

산술 계산용

2

1세대 진공관

1946년 에니악. 전자식 컴퓨터의 시작

3

2세대 트랜지스터

자기 코어 기억장치.
초기 고급 언어 도입

4

3세대 집적회로

(IC: Integrated Circuit)
반도체 기억장치, 운영체제

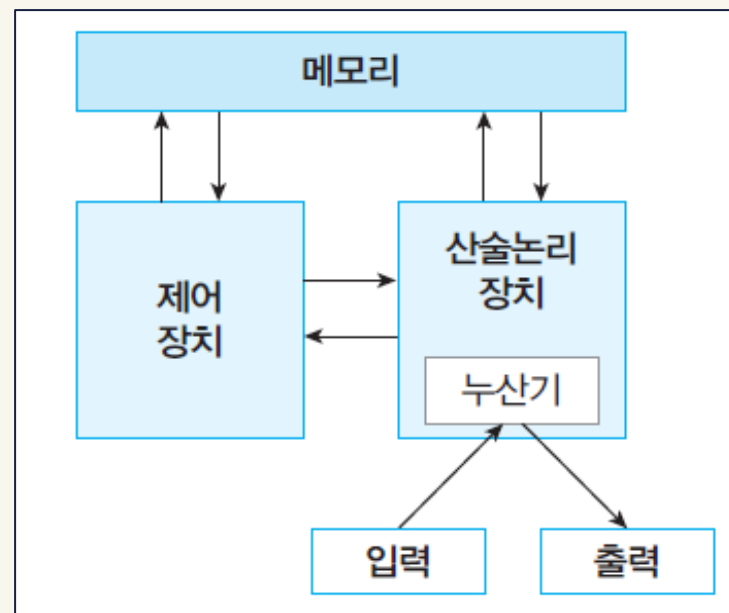
5

4세대 대규모집적회로

(VLSI)
마이크로 프로세서

폰 노이만

(출처: 동작원리 중심의 논리회로와 컴퓨터구조)

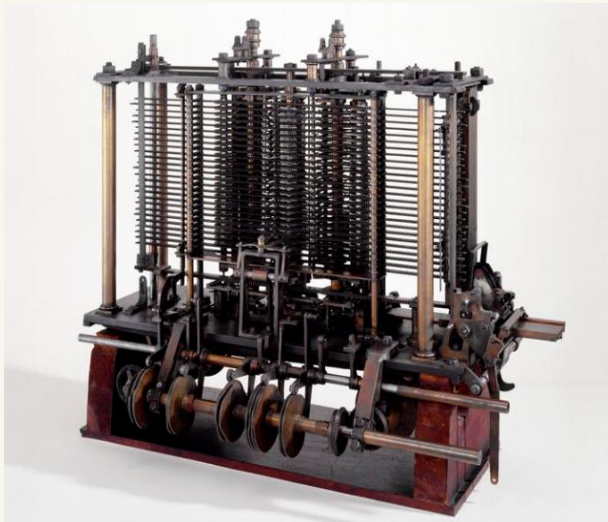


1945년 폰 노이만

내장형 프로그램 구조 제안

01 컴퓨터 발달 과정 세대별 컴퓨터 분류 : 기계식

배비지의 해석 엔진(analytical engine, 1830년대)



<배비지의 해석엔진>

- 찰스 배비지(Charlse Babbage, 1792 ~ 1871)
 - 컴퓨터의 아버지
- 프로그래밍이 가능한 최초의 기계 : 종이 카드에 뚫은 구멍들을 이용하여 명령을 읽을 수 있도록 설계
- 제어 장치, 연산 장치, 저장 장치, 입출력 장치 등을 포함하여 설계
- 지금의 모든 범용 컴퓨터의 모체가 됨.
- 그 당시 기술 수준으로 구현하지는 못함.

01 컴퓨터 발달 과정

세대별 컴퓨터 분류 : 1세대 진공관

에니악(ENIAC, 1946)



진공관



<ENIAC>

- Electronic Numerical Integrator And Calculator
- 세계 최초의 전자식 컴퓨터
- 1946년 미국의 모클리박사와 에커드
- 7천 개의 진공관, 6000개의 스위치로 구성. 주기억장치는 사용되지 않음.
- 소요 전력 140Kw, 총 중량 20톤이나 되는 거대한 기계
- 프로그램을 일일이 배선하는 외부 프로그램 방식으로, 작업에 따라 배선판을 교체해야 함

01 컴퓨터 발달 과정

세대별 컴퓨터 분류 : 2세대 트랜지스터

제 2세대

트랜지스터



- 기본소자로 **트랜지스터(TR)**를 사용
 - 컴퓨터의 크기가 100분의 1로 작아짐
- 주기억장치는 접근 시간이 짧은 자기 코어가 이용됨
- 보조기억장치로 용량이 큰 자기 드럼, 자기 디스크 사용
- 입출력장치로 자기 테이프와 종이 카드가 사용

고급 프로그래밍 언어의 등장

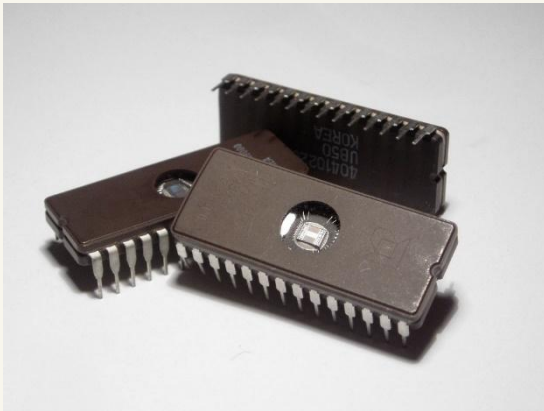
- 사람들이 사용하는 언어와 비슷한 고급 수준의 프로그래밍 언어(High level Programming Language)도 개발
- 포트란(FORTRAN) : 과학기술 분야에 적합한 프로그래밍 언어
- 코볼(COBOL) : 사무처리용으로 개발된 프로그래밍 언어

01 컴퓨터 발달 과정

세대별 컴퓨터 분류 : 3세대 집적회로

제 3세대

(출처: 위키백과)



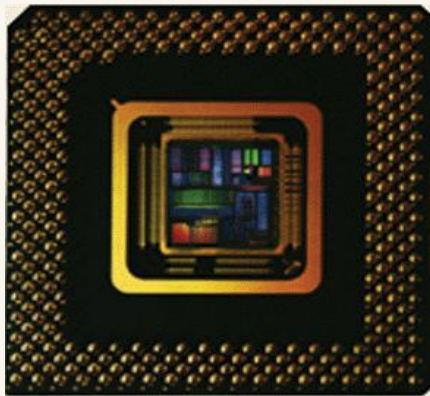
집적회로

- 기본소자로 **집적회로(IC, integrated circuit)**를 사용
 - IC : 수십개의 트랜지스터를 한 개의 칩에 내장
- 중앙처리 장치는 소형화되는 반면 기억 용량은 커졌으며, 다양한 소프트웨어를 구사할 수 있는 기능이 크게 개선되었을 뿐만 아니라 관리 프로그램과 처리 프로그램 및 사용자 프로그램 등의 소프트웨어 체계가 확립됨
- 여러 개의 응용 프로그램이 가격이 비싼 컴퓨터를 공유하기 위해 운영체제(OS, operating system)을 개발하여 사용

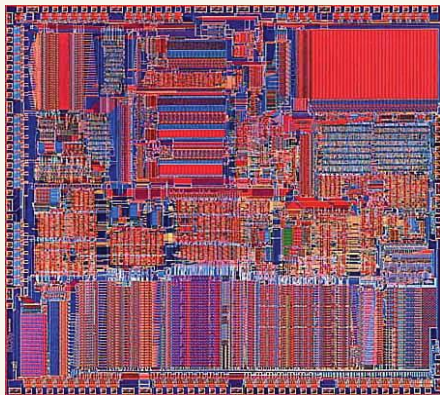
01 컴퓨터 발달 과정

세대별 컴퓨터 분류 : 4세대 고밀도집적회로

제 4세대



LSI



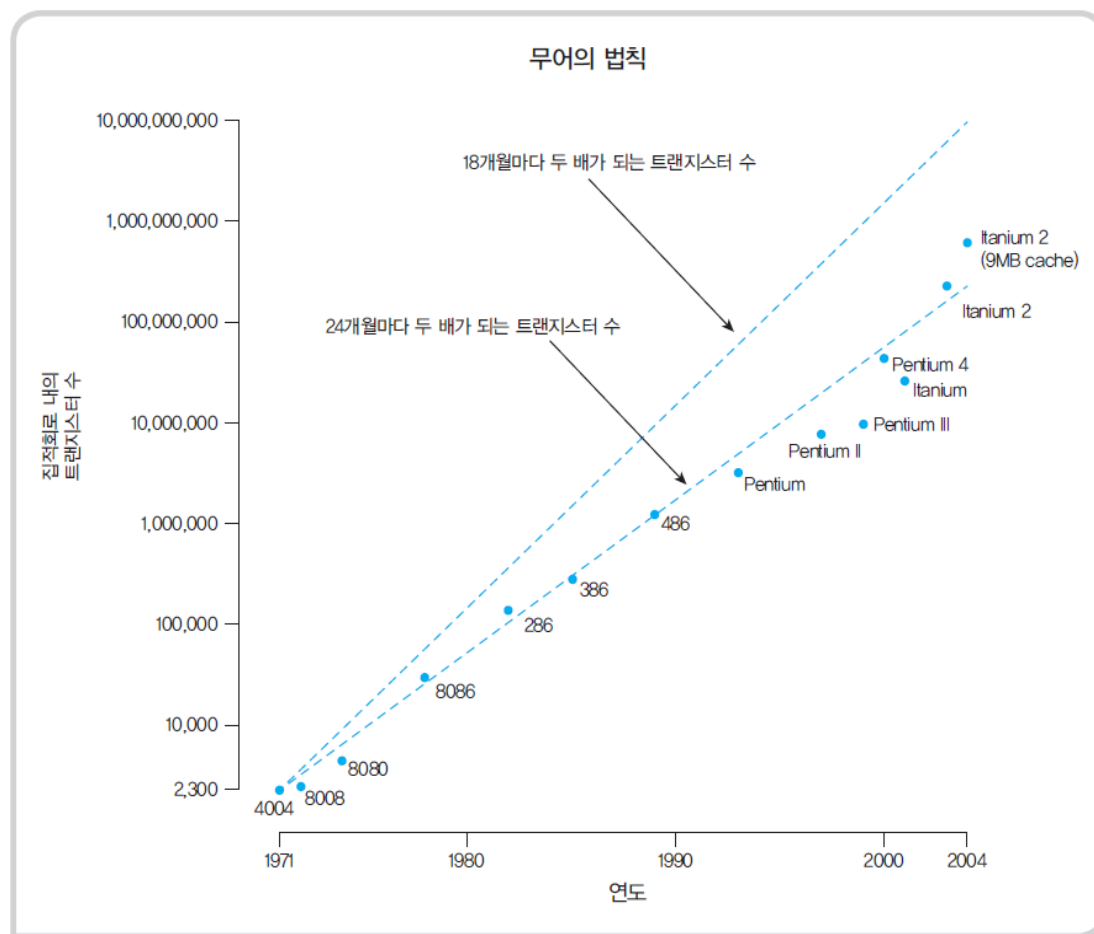
80386의 내부 회로

- 기본소자로 고밀도 집적 회로(LSI, large scale IC) 시대를 거쳐 초고밀도 집적 회로(VLSI, very large scale IC)를 사용
- 연산속도는 초대형 컴퓨터인 경우 피코(pico)초에 이르고 있으며, 크레이(CRAY)라는 슈퍼 컴퓨터는 현재 1초에 백억 개 이상의 명령어를 수행할 수 있는 초고성능의 속도로 작동 중임

(출처: 위키백과)

02 컴퓨터 발달 과정 무어의 법칙

- 반도체 집적회로의 성능이 18개월마다 2배로 증가한다.



(출처: 동작원리 중심의 논리회로와 컴퓨터구조)

03 컴퓨터 발달 과정

마이크로프로세서 이후

초기의 중앙처리장치

넓은 PB (printed board) 전자회로 칩을 연결해서 구성

마이크로 프로세서 : microprocessor

- 중앙처리장치를 한 개의 반도체 칩으로 만든 소자
- 1980년대 중반 이후 하드웨어의 전기적 처리속도 한계

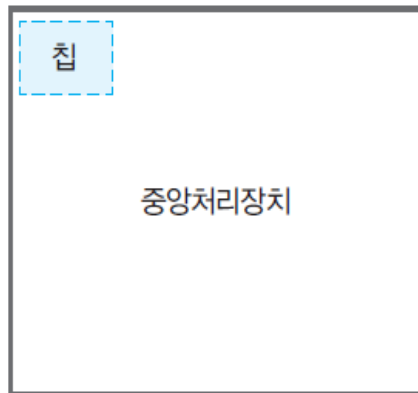
마이크로 제어기 : micro controller

- 한개의 칩에 중앙처리장치 + 주기억장치 + 입출력장치 제어를 위한 주변장치 (peripheral)를 포함한 단일 칩 마이크로 컴퓨터(one-chip microcomputer)로 시작
- 마이크로 제어기에 들어있는 중앙처리장치를 프로세스 코어(process core) 또는 코어(core)라고 한다.
- 2000년대 이후 한 개의 칩에 여러 개의 프로세서를 탑재한 멀티코어 프로세서로 발전

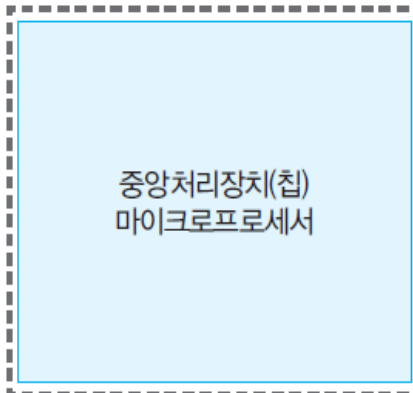
03 컴퓨터 발달 과정

마이크로프로세서 이후

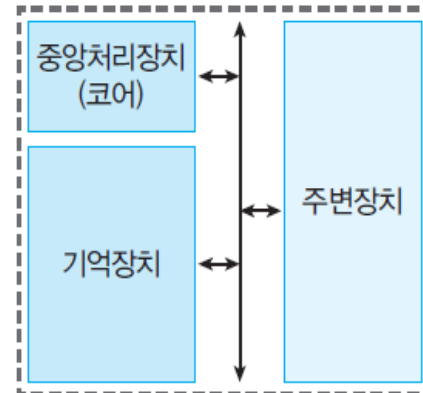
마이크로 프로세서의 변화



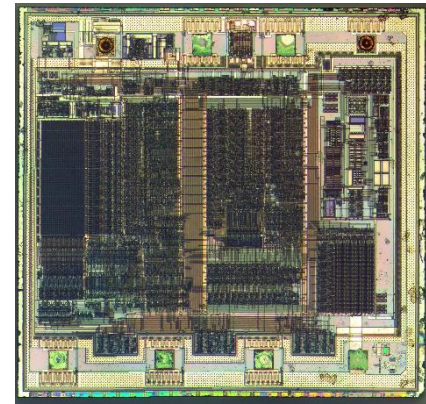
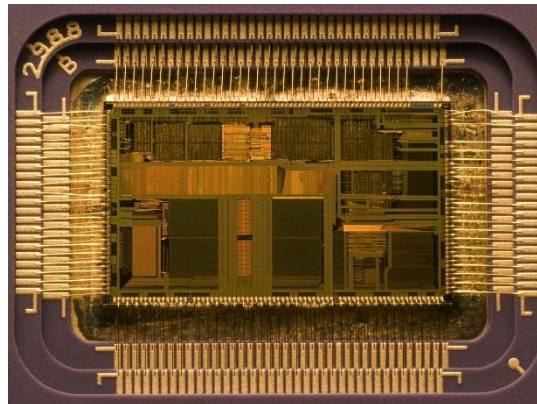
(a) 초기 중앙처리장치



(b) 마이크로프로세서



(c) 마이크로제어기



(출처: 위키백과)

03 컴퓨터 발달 과정

마이크로프로세서 이후

마이크로 프로세서의 출현 : Intel 4004 (1971)

1

~1980년대 중반 : 처리 용량 개선

- 반도체 기술의 발달
- 계열(family): 버스 폭, 연산기 처리 능력 강화, 기억장치 용량 증가
- 상향 호환성(upward compatibility) 유지

2

1980년대 중반 이후 : 조직 개선

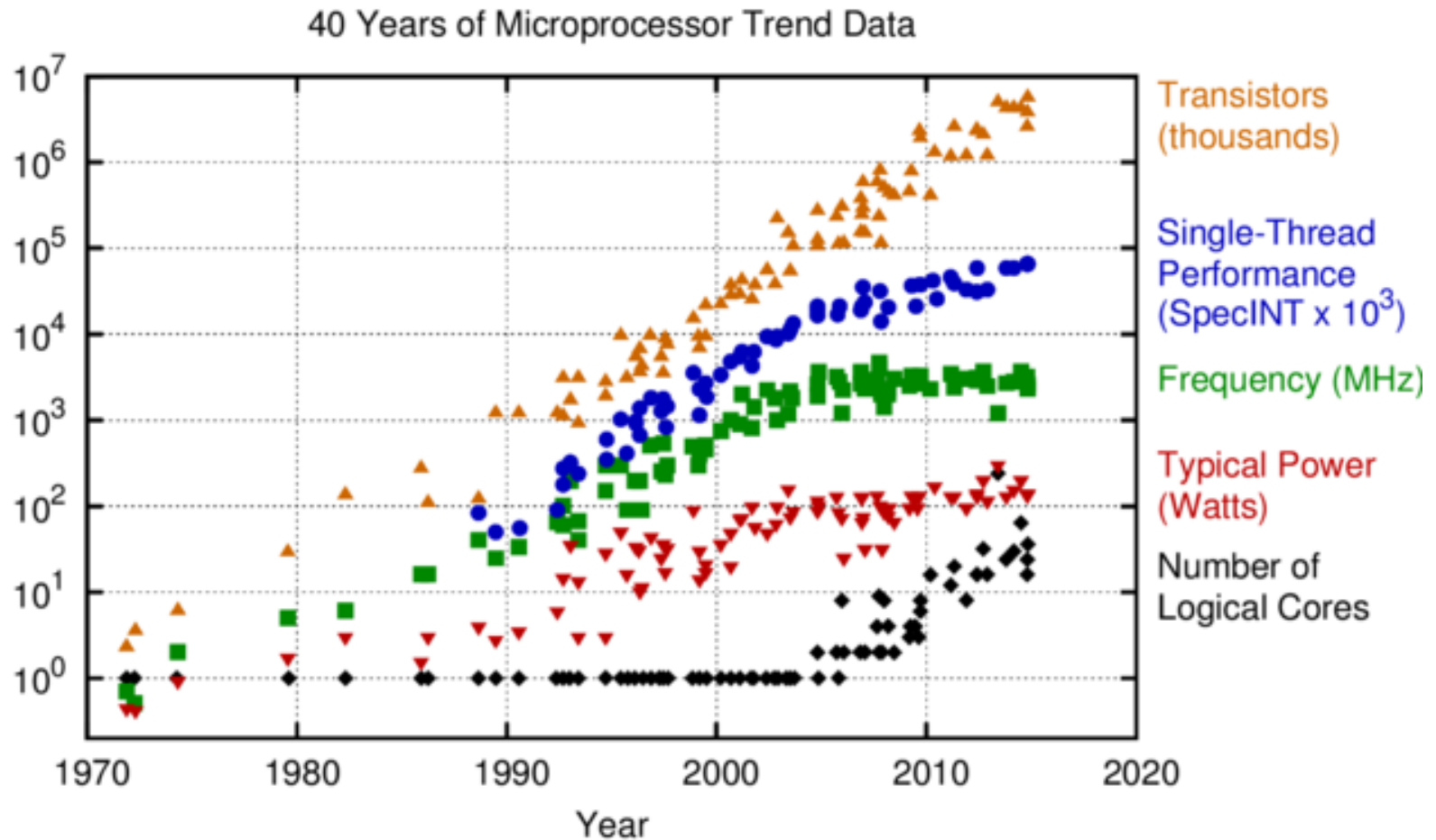
- 프로세서 내부 조직 변경
- 캐시 기억장치, 가상 기억장치, 명령어 파이프라인
- RISC형 프로세서, 슈퍼스칼라 프로세서

3

2000년대 이후: 멀티 코어 프로세서 등장

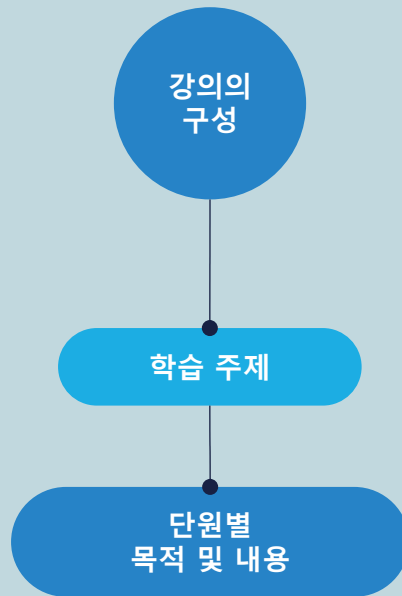
04 컴퓨터 발달 과정

최근의 발달 과정

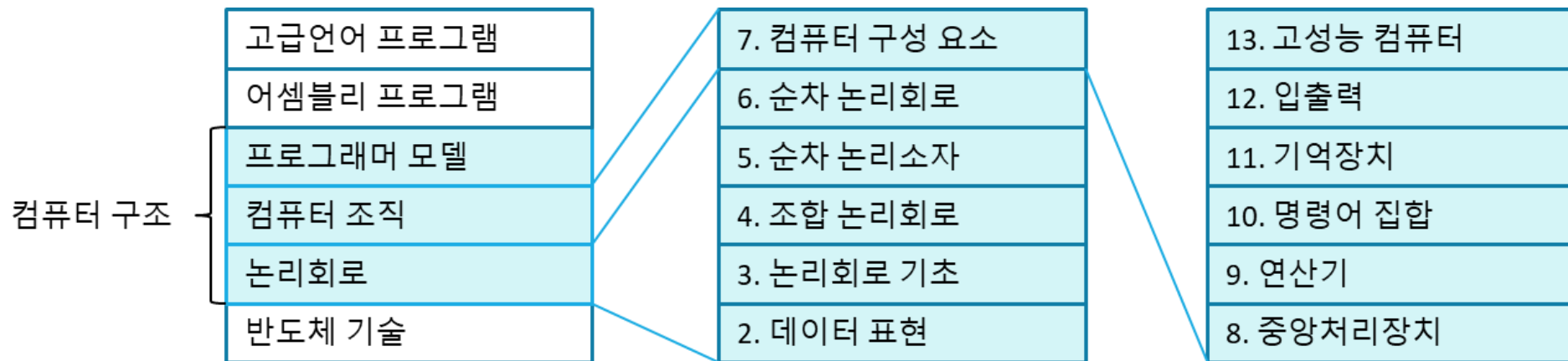


Original data up to the year 2010 collected and plotted by M. Horowitz, F. Labonte, O. Shacham, K. Olukotun, L. Hammond, and C. Batten
New plot and data collected for 2010-2015 by K. Rupp

1.5 강의의 구성



01 강의의 구성



01 강의의 구성 학습주제 (1)



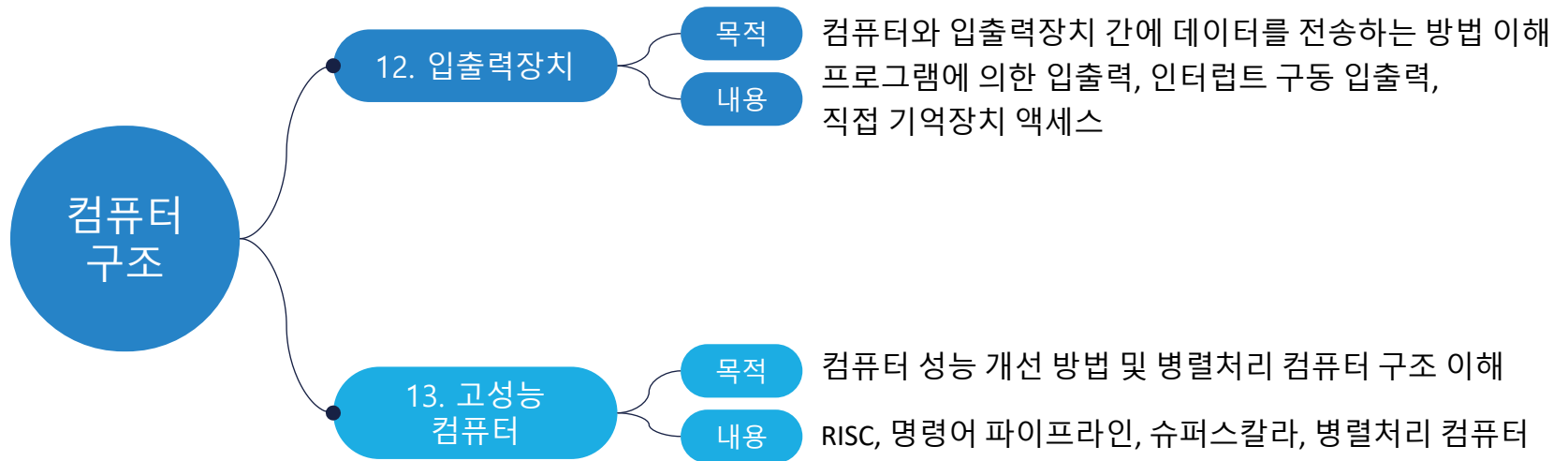
01 강의의 구성

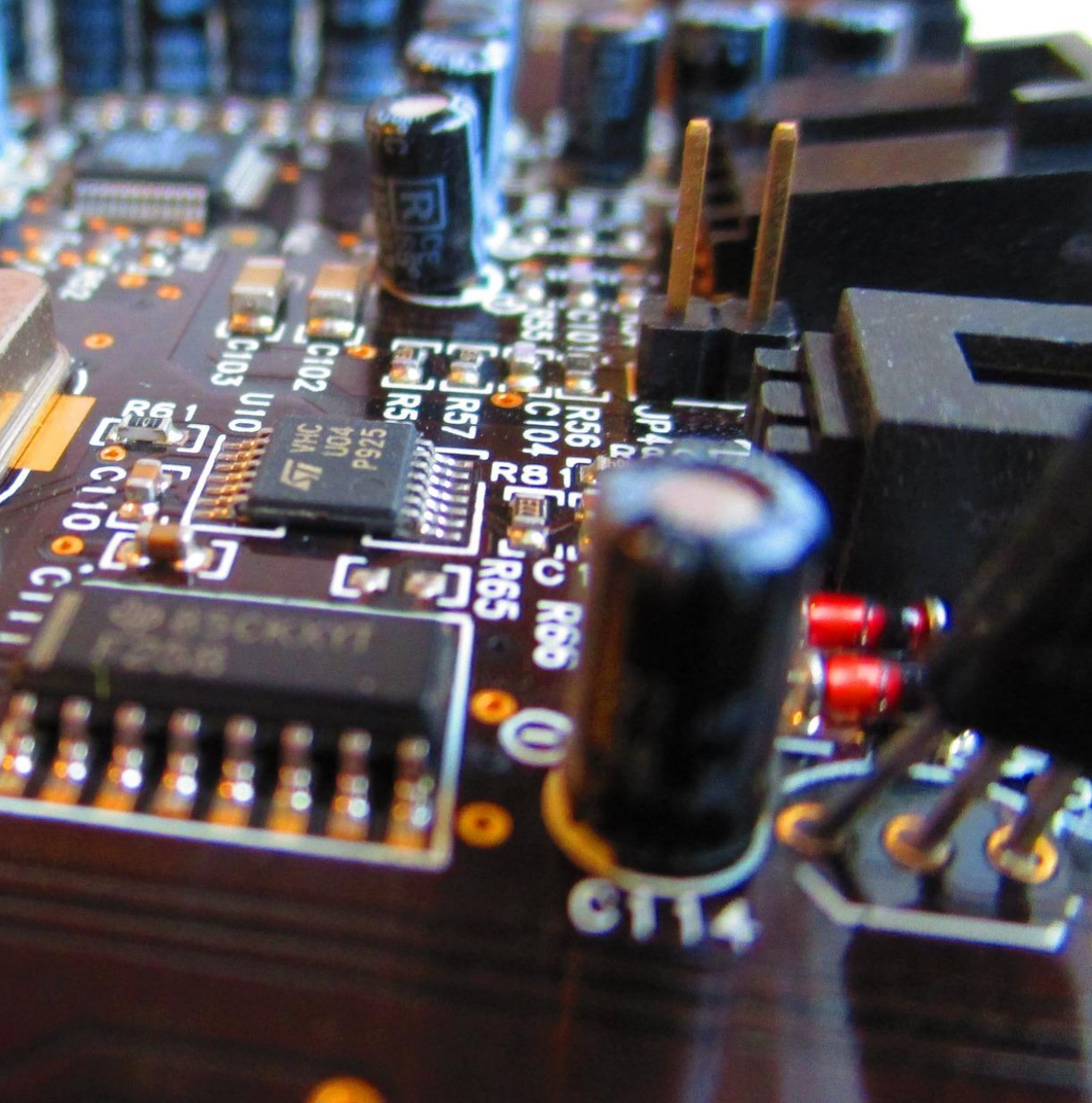
학습주제 (2)



01 강의의 구성

학습주제 (3)





Part 2

1.6 퀴즈

1.7 요약

01 문제

컴퓨터 구조

1. 컴퓨터의 하드웨어와 소프트웨어를 연결하는 요소는 명령어의 집합이다 (0, X)
2. 물리개념을 논리 개념으로 분리하는 계층에 속한 소자는 레지스터이다. (0, X)
3. 프로그래머가 컴퓨터에게 동작시키는 최소의 작업은 고급언어를 통한 프로그래밍이다 (0, X)
4. 폰 노이만은 진공관 컴퓨터를 제안했다 (0, X)

X 'X 'X '0 呂呂

01 컴퓨터 구조 요약 (1)

컴퓨터

- 프로그램을 실행하는 기계
- 프로그램
: 컴퓨터가 수행해야 할 작업을 일련의 명령어들로 나열한 작업 명세서
- 명령어: 프로그래머가 컴퓨터에게 지시할 수 있는 기본적인 작업 단위
- 명령어 집합(instruction set): 프로세서가 실행할 수 있는 명령어들의 모임

프로그램 내장형 컴퓨터

- 폰 노이만 구조
- 프로그램과 데이터를 기억장치 안에 저장해 두고
- 명령어를 하나씩 중앙처리장치로 가져와 실행하는 방식

01 컴퓨터 구조 요약 (2)

컴퓨터 구성요소

- 중앙처리장치: 컴퓨터 안에서 제어 및 연산 담당
- 기억장치: 프로그램과 데이터를 저장
- 입출력장치: 컴퓨터와 사용자 간의 인터페이스

컴퓨터 발달과정

- 기계식/전자식
- 1971년 인텔 마이크로프로세서 출현
- 1980 중반 이후 조직 개선
- 무어의 법칙: 매 18개월마다 반도체의 성능 2배 증가