

# 1. 임베디드 시스템 소개

## 최근의 동향

- IT의 미래의 특징과 관련된 용어
  - Disappearing computer
  - Ubiquitous computing
  - Pervasive computing } information anytime, anywhere
  - Ambient intelligence
  - Post-PC era
  - Cyber-physical systems (CPS)
  - Internet of Things (IoT)
- 관련 기반 기술
  - 임베디드 시스템 기술
  - 통신 기술

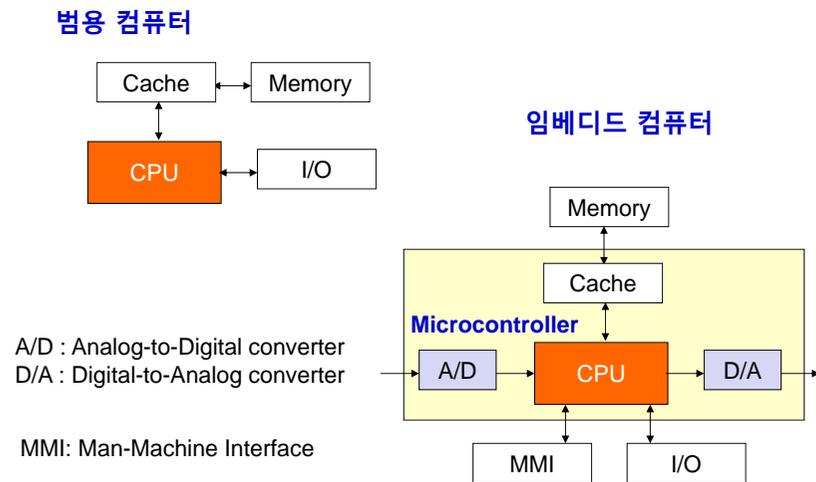
## 임베디드 시스템이란?

- 임베디드 시스템 (Embedded System)
  - 시스템 내에 컴퓨터를 내장하여 제작자가 의도한 특정한 기능을 수행하도록 제작된 장치
  - 컴퓨터는 시스템의 일부분임
- 임베디드 시스템의 특징
  - programmable computer를 포함하지만 general-purpose computer는 아님
  - 마이크로프로세서/마이크로컨트롤러를 내장
  - 미리 정해진 특정한 기능을 수행하는 프로그램이 내장됨
  - 키보드, 디스플레이 장치가 없거나 제한적인 경우가 많음
  - 하드웨어와 소프트웨어의 변경이 어려운 경우가 많음
- 기술의 발달로 일부 임베디드 시스템들은 범용 컴퓨터와의 구분이 모호해짐

## 임베디드 소프트웨어/Cyber-Physical 시스템

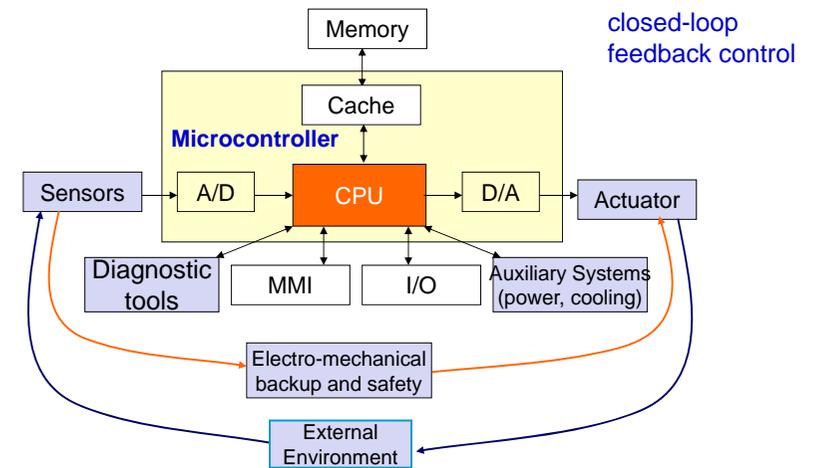
- 임베디드 소프트웨어(Embedded software)
  - 임베디드 시스템에 내장된 소프트웨어
  - integrated with physical processes.
  - The technical problem is managing time and concurrency in computational systems
- Cyber-Physical Systems (CPS)
  - integrations of computation with physical processes
  - Cyber-physical system (CPS) = Embedded System (ES) + physical environment

## 범용 컴퓨터와 임베디드 컴퓨터 구성



5

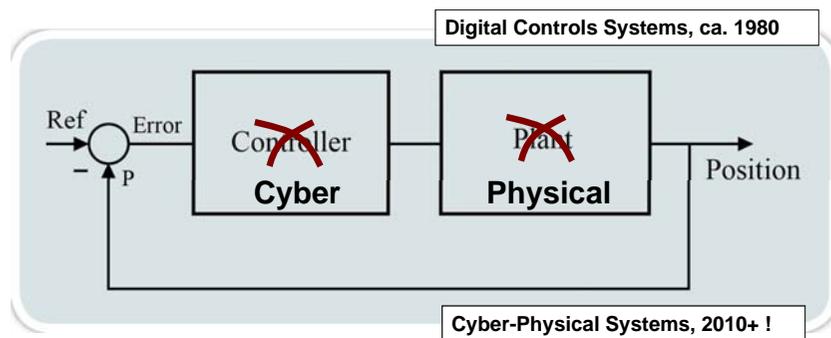
## 임베디드 제어 시스템 구성



6

## Cyber-Physical System?

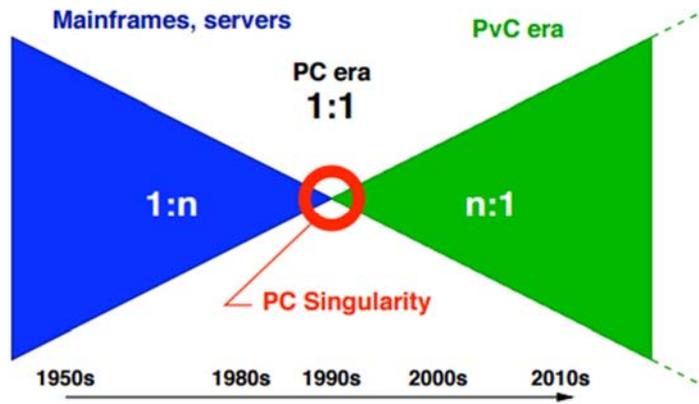
- Extreme view:



7

## Ubiquitous/Pervasive 컴퓨팅

- Ubiquitous 컴퓨팅, Pervasive 컴퓨팅
  - Information **anytime, anywhere**
  - Ubiquitous computing - 1998 Mark Weiser (Xerox)
    - ubiquitous - 도처에 편재하는, 어디에나 있는
  - Pervasive computing - 1999, IBM이 제안한 개념
    - pervasive - 만연하는, (구석구석) 스며드는
    - disappearing computer, calm computing, interconnectedness
  - “임베디드 시스템 기술 + 통신 기술”의 결합에 의해서 구현됨



9

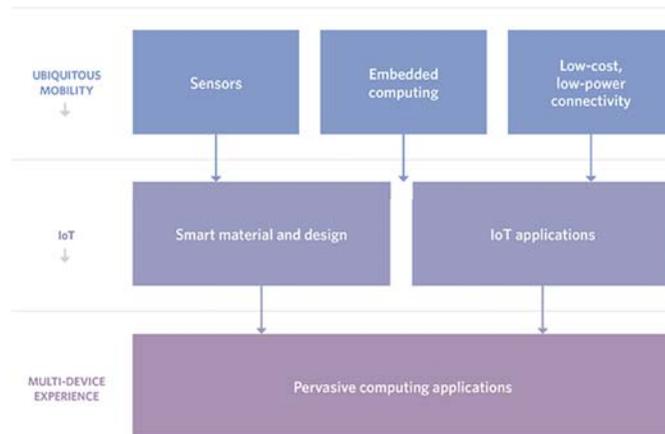
## 사물 인터넷(Internet of Things: IoT)

- 사물인터넷(IoT)
  - 사물에 센서와 통신 기능을 내장하여 인터넷에 연결하는 기술
  - 사물(things) → smart device, connected device
  - 인간의 명시적 개입 없이 사물 간의 협력, 정보처리 가능
- M2M (Machine to Machine) – 사물지능통신
- IoT 3대 주요 기술
  - sensing 기술
  - 통신 및 네트워크 인프라 기술
  - IoT 서비스 인터페이스 기술

10



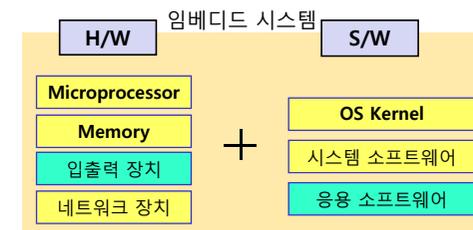
### Pervasive Computing



11

## 임베디드 시스템의 구성

- 임베디드 하드웨어
  - 마이크로프로세서/마이크로컨트롤러, 메모리 → 컴퓨터
  - 센서, 구동기, 시스템에 필요한 특정한 장치
- 임베디드 소프트웨어
  - OS, 디바이스 드라이버, 네트워크 응용 등
  - 임베디드 응용 프로그램



12

## 임베디드 시스템 하드웨어 – 프로세서/메모리

- 응용 목적에 필요한 **제한된 주변 장치와 최소한 성능의 프로세서, 최소한의 메모리**를 가짐
- 프로세서
  - 다양한 종류의 프로세서 선택 가능
  - 마이크로 프로세서 vs. 마이크로컨트롤러
    - **마이크로프로세서**: CPU 코어만 포함
    - **마이크로컨트롤러**: CPU 코어 + 메모리, 주변장치
  - 반도체 제조, 설계 기술 발전에 따라서 CPU를 내장하는 SoC 설계 및 구현이 쉬워짐에 따라서 최근의 임베디드 시스템은 마이크로컨트롤러를 사용하는 것이 보편적임
- 메모리
  - 메모리 종류, 양은 운영체제, 응용 소프트웨어에 따라서 정해짐
  - 비휘발성 메모리(ROM, Flash)와 휘발성 메모리를 모두 필요로 함

13

## 임베디드 시스템 하드웨어 – 입출력 장치

- 입력 장치
  - 임베디드 시스템에서는 입력 장치로 **센서(sensor)**가 주로 사용
  - 아날로그 신호를 읽고 쓸 때 D/A, A/D 컨버터 필요
- 출력장치:
  - 임베디드 시스템의 출력 장치는 다양한 소자 가능
  - 간단한 출력: LED, 7-segment display
  - 복잡한 출력: LCD (Liquid Crystal Display)
- 임베디드 시스템과 외부 시스템과의 연결
  - Serial/Parallel port
  - USB (Universal Serial Bus)
    - 중/저속의 주변 장치 (USB 2.0의 경우 480Mbps)
  - IEEE 1394 (Firewire)
    - 대용량 데이터를 위한 고속 인터페이스
  - ...

14

## 임베디드 시스템 하드웨어 – 네트워크 장치

- 네트워크 장치
  - LAN: 이더넷 (Ethernet) (IEEE 802.3 표준)
    - 근거리의 장치를 연결
    - 10~1000Mbps의 속도를 낼 수 있는 10/100/1000Base-T 이용
  - WLAN: 무선 네트워크
    - IEEE 802.11b (11Mbps)
    - IEEE 802.11g (54Mbps)
    - IEEE 802.11n (600Mbps)
  - PAN (Personal Area Network)
    - Bluetooth (IEEE 802.15.1)
    - Zigbee (IEEE 802.15.4)
- WiFi (Wireless Fidelity) - WiFi Alliance의 상표명
  - IEEE 802.11 기반의 무선랜 연결, 장치 간 연결(WiFi P2P), PAN/LAN/WAN 구성 등을 지원하는 일련의 기술
- 이동통신

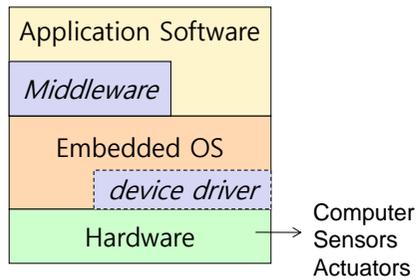
15

## 임베디드 시스템 소프트웨어

- 운영체제
  - 작은 메모리에서도 원활하게 동작해야 함
  - 주어진 입력에 즉각적인 응답 필요
    - 실시간 운영체제 (RTOS) 많이 사용
- 시스템 소프트웨어
  - 운영체제, 미들웨어
  - 디바이스 드라이버
  - 개발도구, 컴파일러, 디버거
- 응용 소프트웨어
  - 프로그램이 비휘발성 메모리에 포함되어 있는 경우가 많이 있음
    - 보조기억장치에서 따로 읽어오지 않고 직접 수행 가능
  - 데이터를 보존해야 하는 경우에 플래시 메모리를 사용할 수 있음

16

## 임베디드 시스템 계층 구조



17

## 임베디드 시스템 활용 분야

- 범용 컴퓨팅
  - 데스크톱 컴퓨터와 유사한 응용프로그램을 사용하지만 임베디드 패키지에 내장됨
  - (예) 비디오 게임, 셋톱박스, wearable 컴퓨터 등
- 제어 시스템
  - 피드백을 사용하는 실시간 제어 시스템
  - (예) 자동차 제어, 화학공정, 원자력발전, 비행기 제어
- 신호 처리
  - 대용량 멀티미디어 데이터에 대한 신호 처리
  - (예) 레이더, 수중음파탐지기(sonar), 비디오 압축
- 통신 및 네트워킹
  - 정보 전달 및 스위칭
  - (예) 전화 교환기, 인터넷 장비

18

## 임베디드 시스템의 전형적인 제약 요소

- 소형, 경량
  - 휴대용 전자기기
- 저전력소모
  - 몇 시간을 지속하는 배터리 용량
  - 제한된 냉각 장치
- 가혹한 환경
  - 열, 진동, 충격
  - 전력 변동, RF 간섭, 번개
  - 물, 부식
- 고안전(safety critical) 동작
  - 기능을 올바르게 수행해야 하며, 잘못 동작하지 않아야 함
- 비용에 매우 민감
  - 대량 생산 시에 특히 중요

19

## 임베디드 시스템 활용 분야

활용 분야	적용 예
정보가전	Digital TV, 주방기기, 냉장고
정보단말	스마트폰, 휴대폰, eBook리더, mp3플레이어
통신장비	교환기, 기지국 제어기, 라우터
항공/군용	항공제어, 유도무기
물류/금융	POS단말기, ATM단말기
차량/교통	엔진 제어, 네비게이션, ITS 제어기
사무	전화기, 프린터, 팩스, 스캐너, 복합기
산업제어	엘리베이터, 화학공정제어, 로봇제어
의료	심전도 측정기, 생명 유지 장치, 자세 제어기
게임	아케이드 게임기, 콘솔 게임기, 게임보이

20

## 정보 가전(1)

- 컴퓨터의 처리 기능을 이용하여 가전 제품 개발
- Digital TV
  - Digital 영상 및 음성 정보 + 추가적인 Digital 데이터
  - 데이터 : 프로그램에 관련된 정보 및 다른 부가서비스 관련 정보
  - VOD(Video On Demand), 양방향 TV 등이 가능

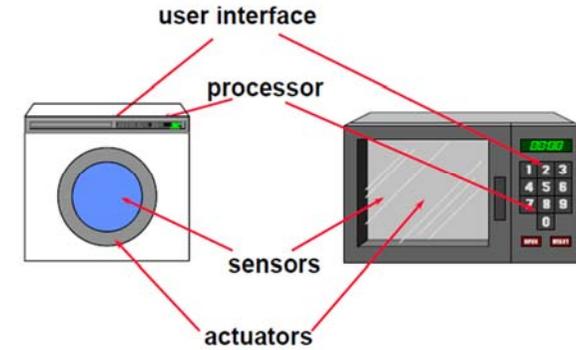


삼성 Full-HD TV

21

## 정보 가전(2)

- 컴퓨터의 처리기능을 사용하여 냉장고, 세탁기, 청소기, 전자레인지 등의 가전용품의 동작을 제어함



22

## 정보 단말

- 예: PDA, 휴대폰, 스마트폰, ebook단말기 등
  - 셀룰러폰, 블루투스 또는 무선랜 기능 내장으로 무선네트워킹을 이용한 응용분야에 사용 가능
  - GPS 내장으로 위치기반 서비스 가능

Compaq IPAQ



Samsung Galaxy Note



애플 i-pad2



Amazon Kindle fire



23

## 통신장비

- 교환기
  - 디지털 교환기,
  - 사설 자동 전화교환기 PABX (private automatic branch exchange)
- 라우터, 스위치 등의 네트워크 장비
- 가입자, 기지국 등의 각 모듈들
  - 채널 제어 및 여러 가지 종류의 프로토콜 정합 또는 변환을 위한 목적
  - 실시간 운영체제를 탑재한 마이크로프로세서 보드들로 구성



기업용 교환기



유무선 공유기



삼성전자의 VoIP Gateway



삼성전자의 IP-PCX IAP PBX

24

## 사무기기

### ■ 사무기

- 프린터, 스캐너, 팩스, 복사기
- 이들의 기능을 하나로 모은 복합기

### ■ 예: 삼성의 SCX-5312F

- 프린터, 스캐너, 팩스, 복사기의 기능을 모두 수행하는 복합기



25

## 금융분야

### ■ 현금자동지급기(ATM: automated teller machine)

### ■ 스마트카드, ID카드, 신용카드 등의 각종 카드 발급기 및 조회기

무선 신용카드  
조회기



### ■ 예: ATM단말기

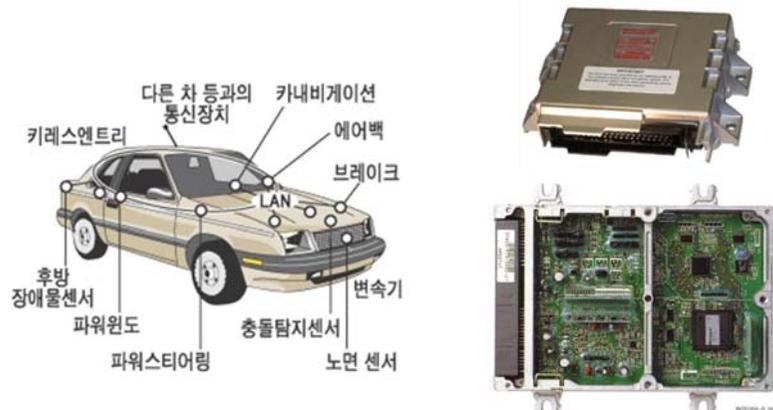
- 숫자와 기능키를 포함하는 키보드, 디스플레이 장치, 프린터, 카드리더 모듈로 구성
- 은행업무기능
- 지폐 중 오·훼손 지폐를 낱장 회수하는 첨단 지폐방출 기능
- 지문인식, 음성안내, 감시카메라 기능 등을 추가하여 사용



26

## 차량 제어 → CPS

### ■ 자동차의 엔진 및 각종 제어 시스템



자동차 ECU  
(Electronic Control Unit)

27

## 항공/군용 → CPS

### ■ 비행기, 군용 전자 통신장비, 전자 제어 무기 등

### ■ 예 : Global Star 2100®

- 하니웰(Honeywell Aerospace)의 전자동 항공기 관리 시스템
- 출발점에서 도착지점까지의 조종사가 수행해야 할 많은 일들의 많은 부분들을 즉, 비행, 통신, 유도 및 연료관리를 자동으로 수행
- RTOS가 이용되어 모든 태스크가 실시간에 동작하게 구성
- 자동조종장치와 연동하여 비행기의 승강기, 보조날개, 방향키 등을 제어하여 항공기를 운항



28

## 철도, 해상운송 → CPS

### ■ 철도 차량 제어



### ■ 선박 제어

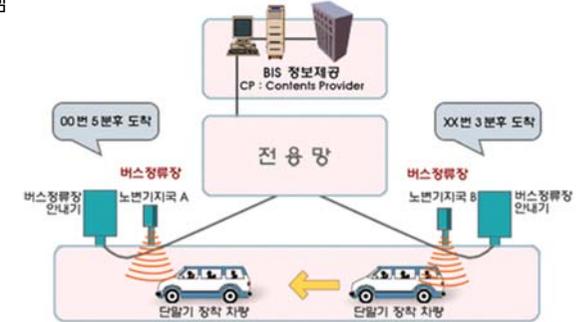


29

## 교통(1)

### ■ 지능형 교통시스템(ITS : Intelligent Transport Systems) 등

- 도로, 자동차, 신호시스템 등 기존의 교통시스템에 전자, 통신, 제어기술을 연동하여 효율적이고 안전한 교통시스템을 구축
- 각종 센서가 장착된 단말기와 GPS 데이터를 이용하여 모든 도로의 교통상황 데이터를 수집
- 유선 및 무선 통신시스템을 이용하여 ITS가 교통정보, 도로정보 등을 알리는 시스템

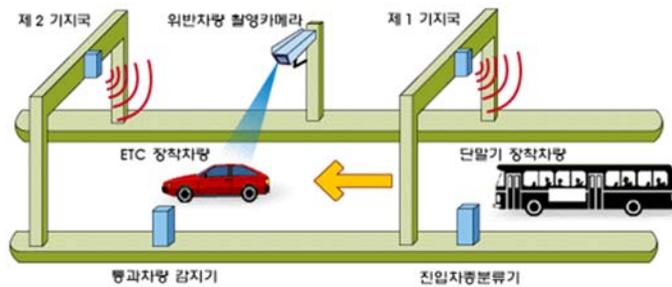


30

## 교통(2)

### ■ 자동요금정산시스템 (ETC: Electronic Toll Collection)

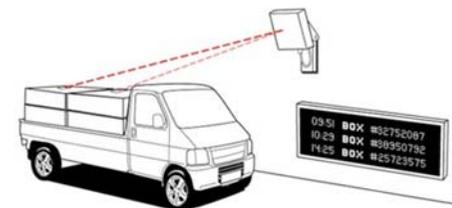
- 무선신호를 이용하여 차량을 톨 게이트에서 정지시키지 않고 자동으로 통행료를 징수하는 시스템 (하이패스)



31

## 물류

- 바코드 발급기, 바코드 리더
- POS(Point Of Sales)단말기
  - PC에서와 유사
  - 모니터, 고객용 표시장치, 바코드 리더, 레이저 스캐너
  - 영수증 프린터 등의 모듈을 장착
- 공항 수하물 처리 시스템
- RF 태그(tag)



RFID이용 물류 관리

32

## 산업/생산 제어

### ■ FA (Factory Automation)

- 생산 공정의 제어에 필요한 시스템
- 이전에는 PLC(Programmable Logic Controller)모듈을 이용하여 구현
- 고성능이 필요한 경우 실시간 운영체제를 갖춘 고성능의 임베디드 시스템을 사용



산업용 로봇 장비



## 생명과학, 의료

### ■ 게놈(genome) 프로젝트의 연구팀

- 모든 인간이 가지고 있는 31.8억 base pair of DNA를 정렬해서 유용한 정보를 찾기 위해 고성능의 컴퓨터 필요
- Applied Biosystems 사의 ABI PRISM® 3700 DNA 분석기
  - 이 유전자 정보를 슈퍼컴퓨터에 입력시킬 수 있는 정보로 가공
  - 68332 마이크로프로세서, VxWorks RTOS를 이용한 임베디드 시스템

### ■ 의료 기기 → CPS



인공눈



초음파진단기



## 게임, 엔터테인먼트

### ■ 게임기

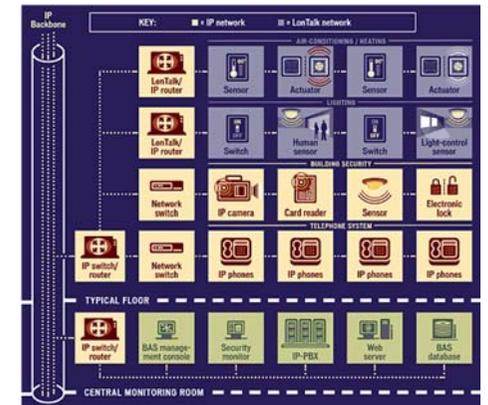
- 고성능 프로세서 탑재
- 마이크로소프트의 Xbox
  - Emotion Engine™ 이라는 multimedia processor
  - MIPS 프로세서를 탑재
- 닌텐도의 nintendo64
  - 32-Bit ARM 프로세서: ARM9,ARM7
  - 3 인치 TFT color 스크린
  - 26만 색상을 지원하는 휴대형 게임 장치



## 건축, 스마트 빌딩

### ■ 스마트 빌딩, 인텔리전트 빌딩

- 건물의 냉난방, 조명, 전력시스템 자동화, 자동화재 감지, 보안 경비, 정보통신망 기능, 사무자동화를 홈 네트워크로 통합한 고기능 첨단 빌딩

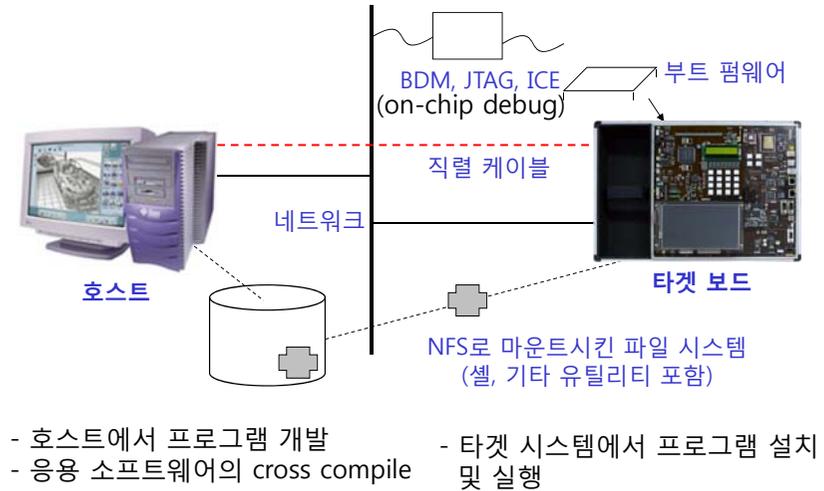


## 임베디드 소프트웨어의 특징



2001년 세계 마이크로프로세서 생산량 47억3000만개 중 97%가 컴퓨터 이외의 기기에 사용

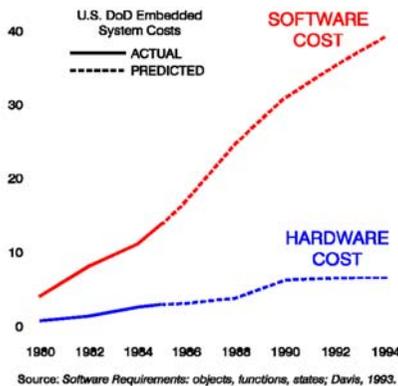
## 임베디드 소프트웨어 개발환경



- 호스트에서 프로그램 개발
- 응용 소프트웨어의 cross compile
- 타겟 시스템에서 프로그램 설치 및 실행

## 소프트웨어 기반 임베디드 시스템 설계

- 하드웨어는 비용이 반복됨 (recurring cost)
  - 비용은 생산량에 비례
- 소프트웨어는 1회용 설계 비용(non-recurring engineering cost)
  - 비용은 기능의 수와 복잡도와 관련됨
  - 유지보수 비용이 추가로 발생가능
- 많은 기능이 소프트웨어로 구현됨에 따라서 소프트웨어 설계 비용이 증가될 것으로 예측됨



## 임베디드 시스템의 동작 특성

- Reactive (반응성)
  - 외부 사건에 반응하여 작업(계산)이 이루어짐
  - 사건의 종류:
    - 주기적 사건
    - 비주기적 사건
- Real-Time (실시간)
  - 반응 동작에 시간 제약이 있음
  - 주어진 입력에 대해서 정해진 시간(deadline) 범위 내에 처리를 해야 하며 그렇지 못한 경우에 문제가 발생하는 시스템
  - 시간 제약은 최대 시간 뿐 만 아니라 최소 시간도 지정될 수 있음
- Real-Time 처리가 Real Fast 처리를 의미하는 것은 아님

## 실시간 시스템의 종류

- 경성 (Hard) 실시간 시스템
  - 처리 작업이 deadline을 넘기는 경우에 시스템에 심각한 영향을 주는 time-critical 속성을 갖는 시스템
- 연성 (Soft) 실시간 시스템
  - 처리작업이 deadline을 넘기는 경우 시스템에 덜 문제가 되는 시스템
  - deadline을 벗어난 시간 차이에 따라서 결과의 품질 저하가 발생함

## 실시간 시스템의 예

- Process Control (Chemical Plants)
- Factories (Automotive Assembly Plants)
- Supervisory Control and Data Acquisition (Utilities)
- Medical Devices and Healthcare (Medical Robots and Equipment)
- Computer Peripherals (Laserprinters)
- Automotive (Engine controls)
- Telecommunications (Cellphone Infrastructure)
- Aerospace (avionics)
- Internet and Multimedia (Videoconferencing, IPTV, Skype)
- Consumer Electronics (Mobile phones, TVs, set-top boxes)
- Military systems (missile guidance systems, radar systems)
- Space systems (planetary rovers, rockets, satellites)