

2012 공개SW커뮤니티 지원사업

상용 게임기를 이용한 임베디드 소프트웨어 교육 환경 구성

과제책임자: 이민석
한성대학교
minsuk@hansung.ac.kr

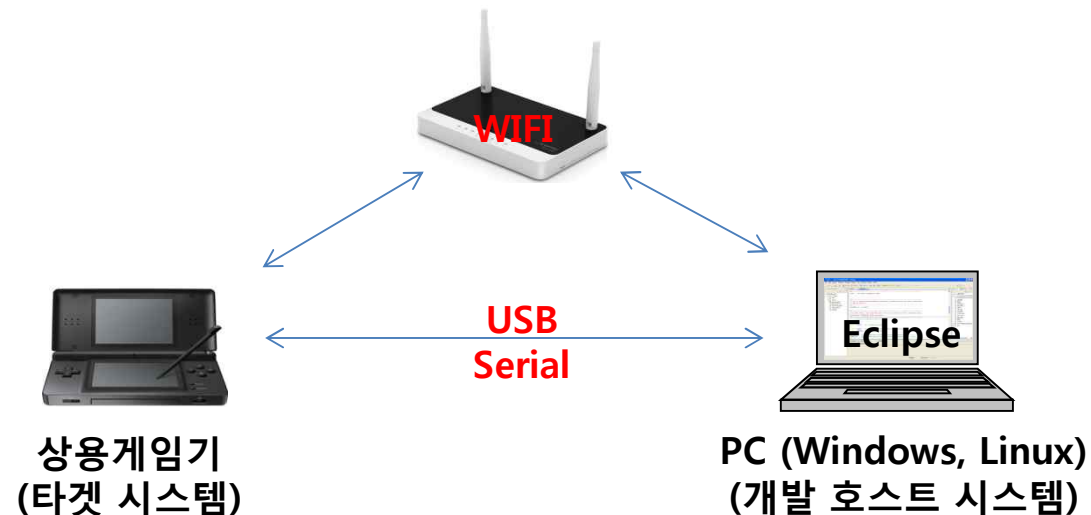
개발 목표

- 프로젝트 주제

- 상용 게임기를 이용한 임베디드 소프트웨어 교육 환경 구성

- 프로젝트 목표

- 닌텐도 DS와 같은 상용 게임기 하드웨어를 이용하여 마이크로 프로세서 또는 임베디드 소프트웨어 교육 실습을 수행하기 위한 개발 환경을 구성



개발 동기

- 상용 게임기를 이용한 임베디드 시스템 교육 환경

1. 가격이 저렴하다 (닌텐도 DS-Lite 10만원 내외)

- ✓ Nintendo DS-Lite 단종 후, NDSi, Nnintendo 3DS 와도 호환

2. 임베디드 시스템을 처음 배우는 학생도 대부분 익숙하다

3. Eclipse 기반의 통합 개발 환경 하에서 원격 디버깅을 가능하게 하여 품질 높은 S/W를 개발하기 위해 충분한 환경을 제공한다

4. 게임기는 다양한 임베디드 장치들을 내장하고 있다

※ 저렴한 가격으로 교육 기관, 동호회, 개인이 현실감 높고, 품질 높은 임베디드 소프트웨어를 개발할 수 있는 환경 제공

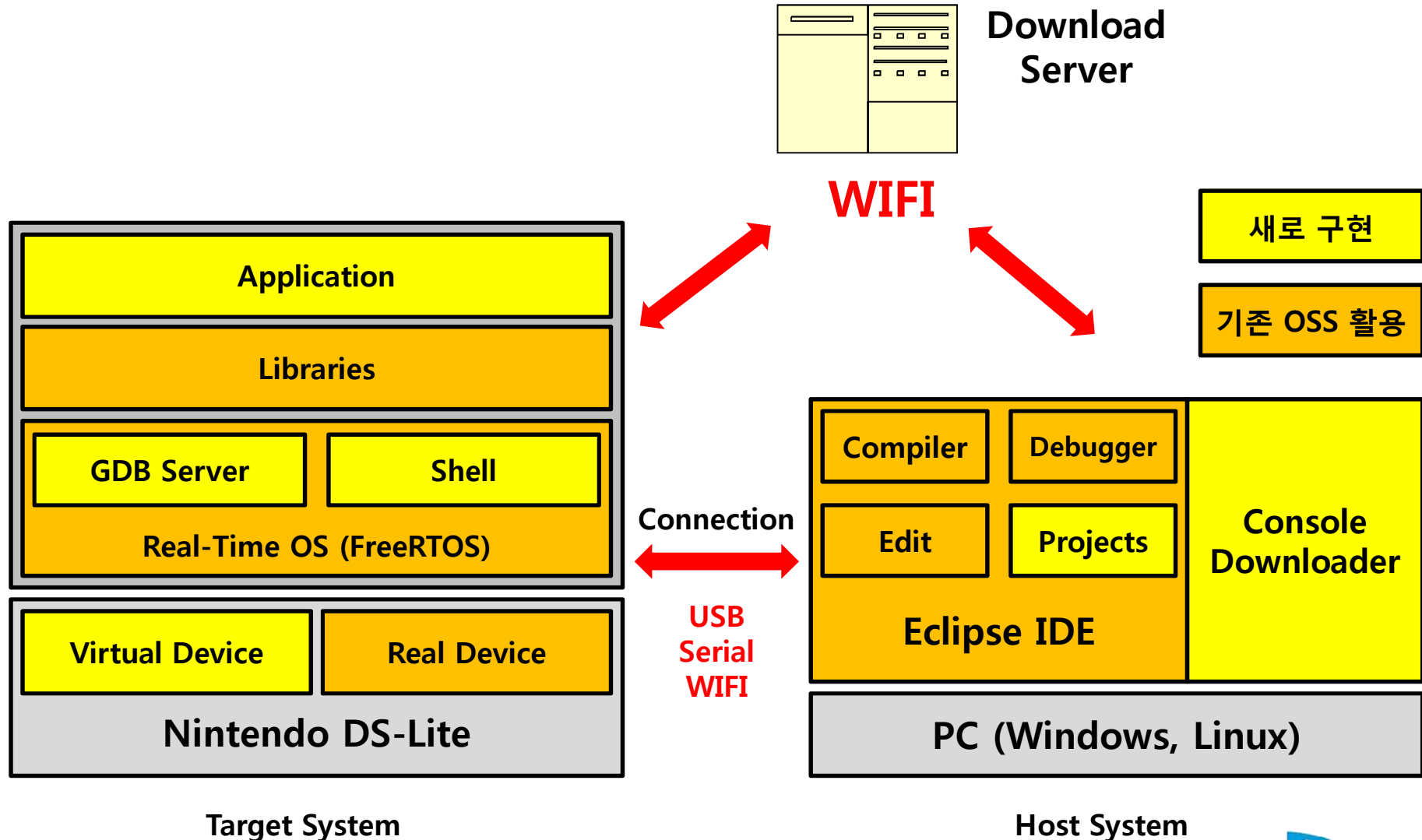
주요 개발 내용 (1 / 2)

- 임베디드 소프트웨어 교육을 위한
실습 환경이 갖추어야 할 여러 가지 요소들을
상용 게임기의 **게임 팩과 같은 형태로 개발 및 설치**
- 게임기로의 프로그램 **다운로드 및 실행**
- 게임기에서 **OSEK/VDX 실시간 운영체제 환경을 구현**

주요 개발 내용 (2 / 2)

- **원격 디버깅이 가능**하게 하는 게임기용 소프트웨어 구현
- 프로젝트 관리, 소스 편집, 컴파일, 다운로드 및 디버깅을 통합 처리하는 **통합 개발 환경** 구현
- 교육 실습을 위한 **실습용 교재 + 답안**
 - 현재까지는 FreeRTOS 기반 수업
 - OSEK 기반으로 실험 교재를 변경 중

시스템 구성



시스템 구성

- Target System S/W

 기존 OSS
 새로 구현

- RTOS: FreeRTOS (+ **remote debugging**)

- Open Source Realtime Operating System : <http://www.freertos.org>

→ OSEK 호환 RTOS로 변경

Trampoline

<http://trampoline.rts-software.org/>

- Libraries: RTOS version of libwifi, libfat, libnds, pa_lib, ...

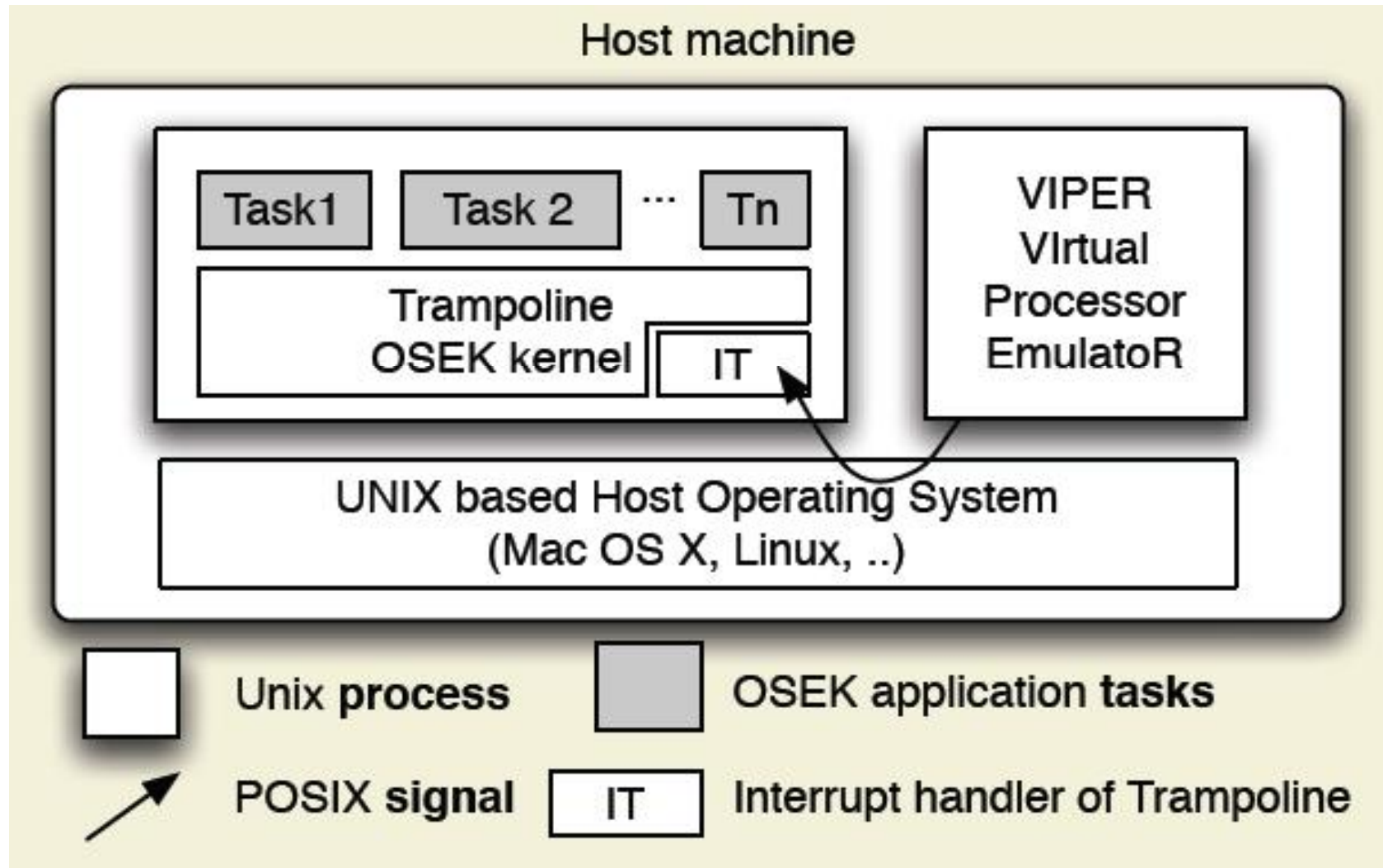
- Modify OSS to multitasking version : <http://www.devkitpro.org>

- Shell: configuration, download & run, file management

- Virtual device software

- Sample Applications (game...)

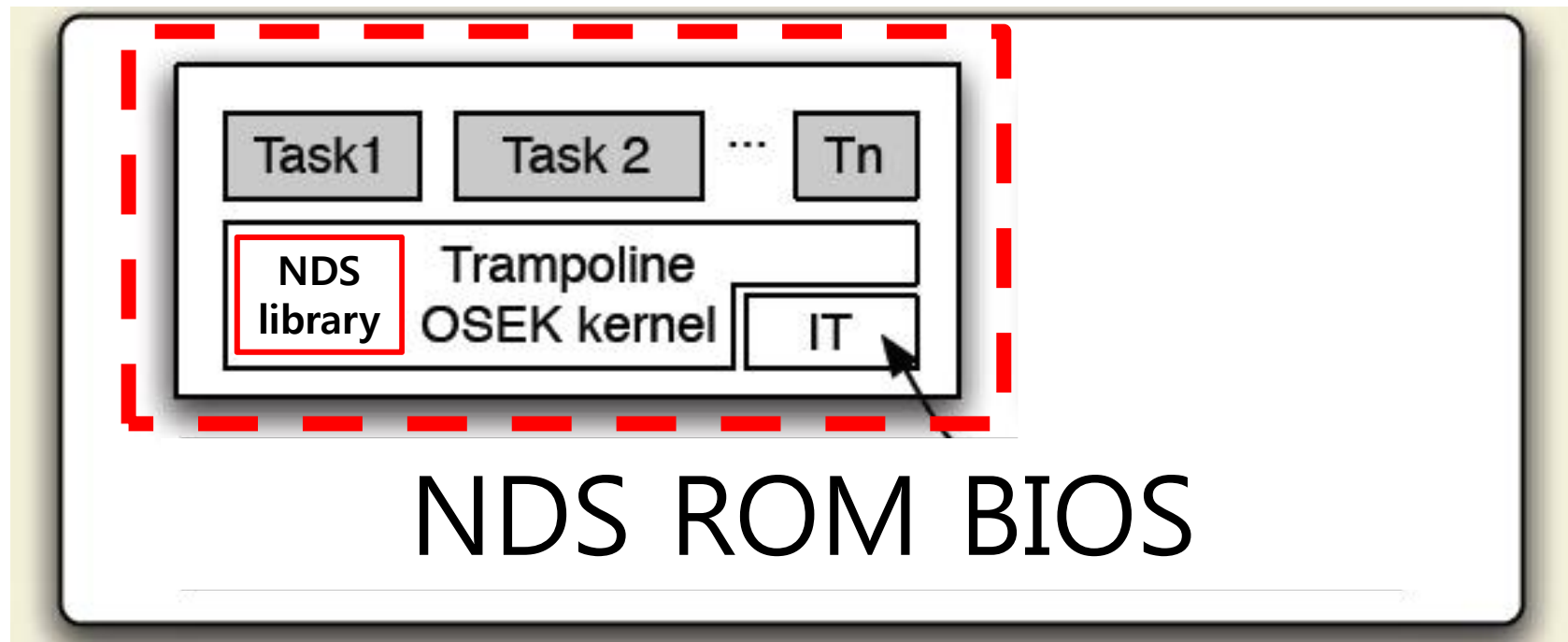
Trampoline - Original



Trampoline – Nintendo Porting

Eclipse CDT

GOIL



실시간 운영체제 (1 / 2)

- FreeRTOS – 올해 수업 진행
 - Open Source Realtime Operating System : <http://www.freertos.org>

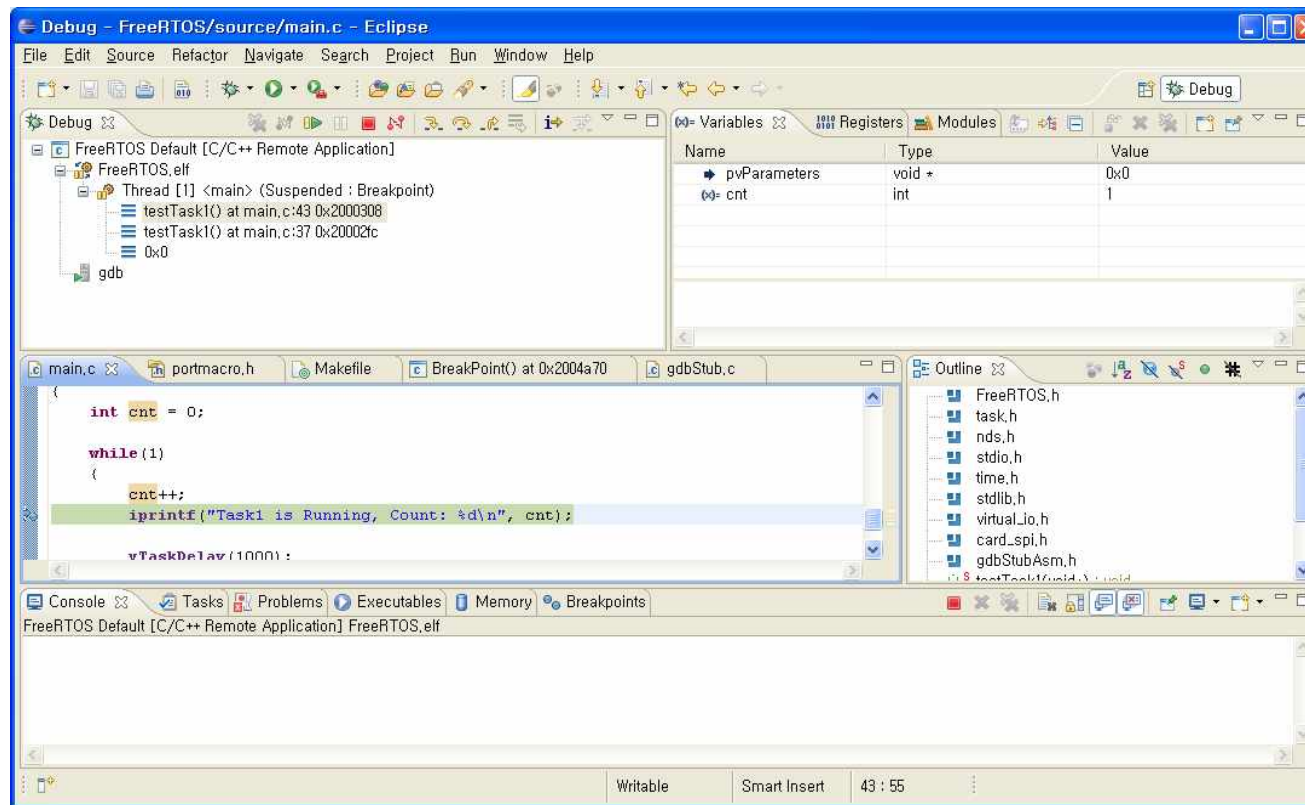


FreeRTOS 멀티 태스킹 실행 화면

- OSEK/VDX 호환 RTOS인 **Trampoline** 이식 완료
 - GOIL + Trampoline OS (OSEK)

실시간 운영체제 (2 / 2)

- **Remote Debugging (USB)**
 - GDB Stub Module

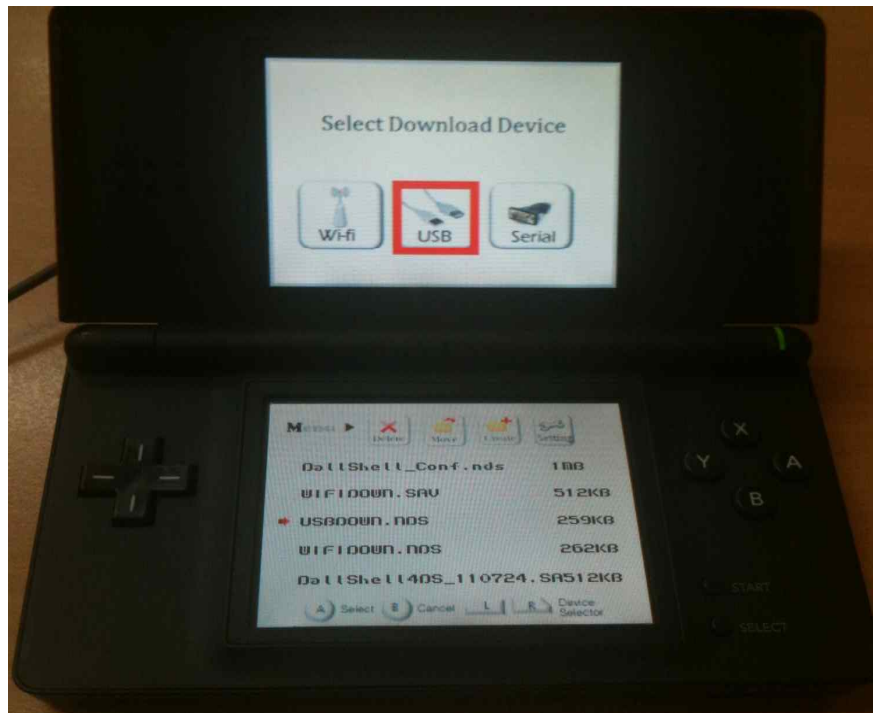


Eclipse 상에서 원격 디버깅

셸 프로그램

- **Shell Program**

- 게임기용 소프트웨어를 통합적으로 실행할 수 있는 기능 제공



초기 화면 - LCD 상단 (다운로드 모드 선택 메뉴)
- LCD 하단 (파일/디렉토리 관리 메뉴)



USB, Wifi 다운로드 실행



다운로드 환경 설정 실행

가상 디바이스 모듈

- **Virtual Device Module**

- LCD화면과 터치스크린 상에서 동작하는 하드웨어 시뮬레이터



가상 디바이스 모듈

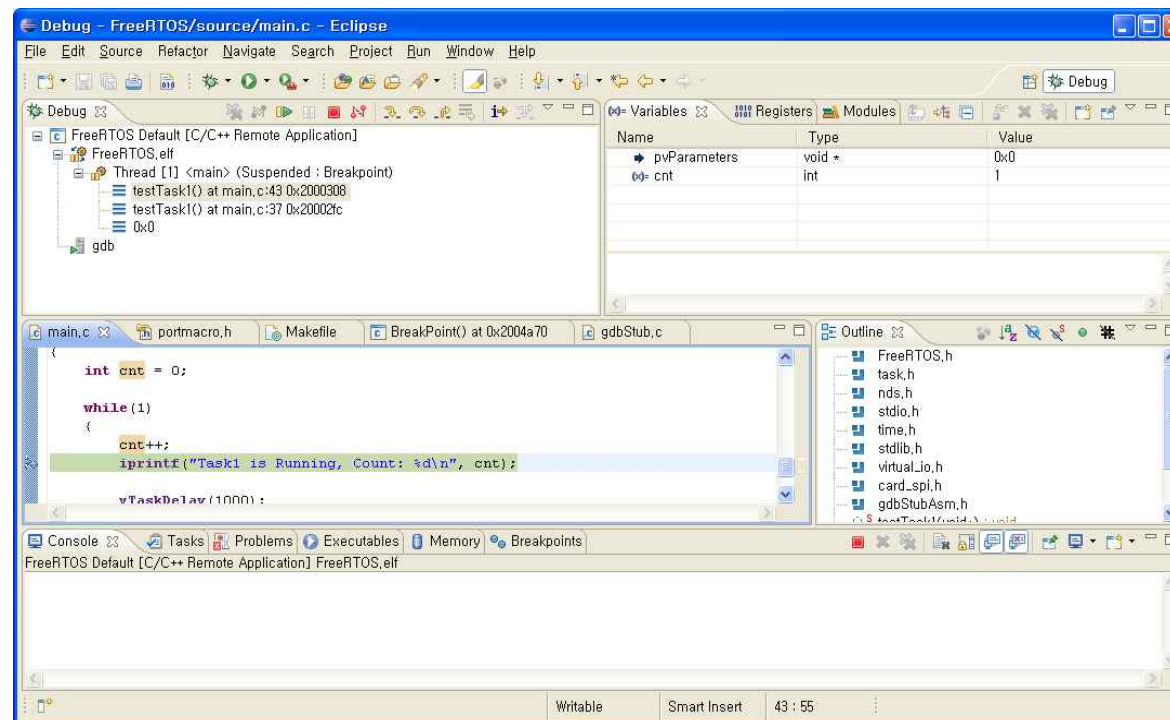
시스템 구성

- **Host System S/W (Windows, Linux)**
 - **Eclipse IDE: devkitPro**
 - <http://www.eclipse.org>, <http://www.devkitpro.org>
 - remote debugging 기능 추가
 - **Console Downloader (WIFI, USB 이용)**
 - **Wifi Download Server 지원 (복잡한 실험실 네트워크 환경 지원)**
- **Adapter Hardware (optional)**
 - Atmel 32bit CPU
 - 역시 FreeRTOS 사용
 - USB, Serial, JTAG 등 연결성
 - 3D 가속센서, LED, GPIO 등 실제 H/W
 - **추가적인 장치의 확장성을 위해 제작한 H/W Board**



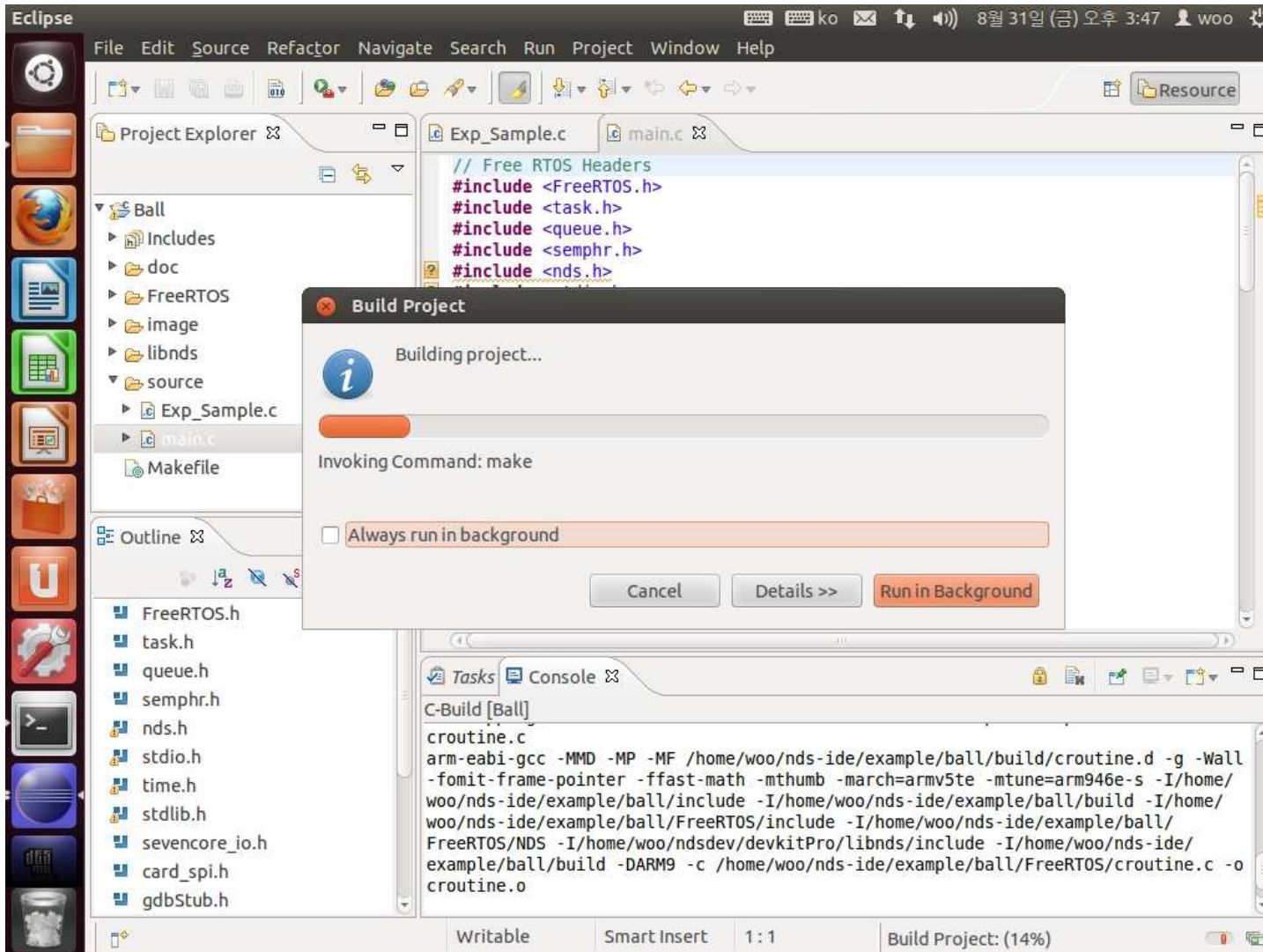
통합 개발 환경

- Eclipse-CDT
- Remote Debugging
- USB / WIFI Download (어댑터 보드가 없는 경우 WIFI 만 이용 가능)

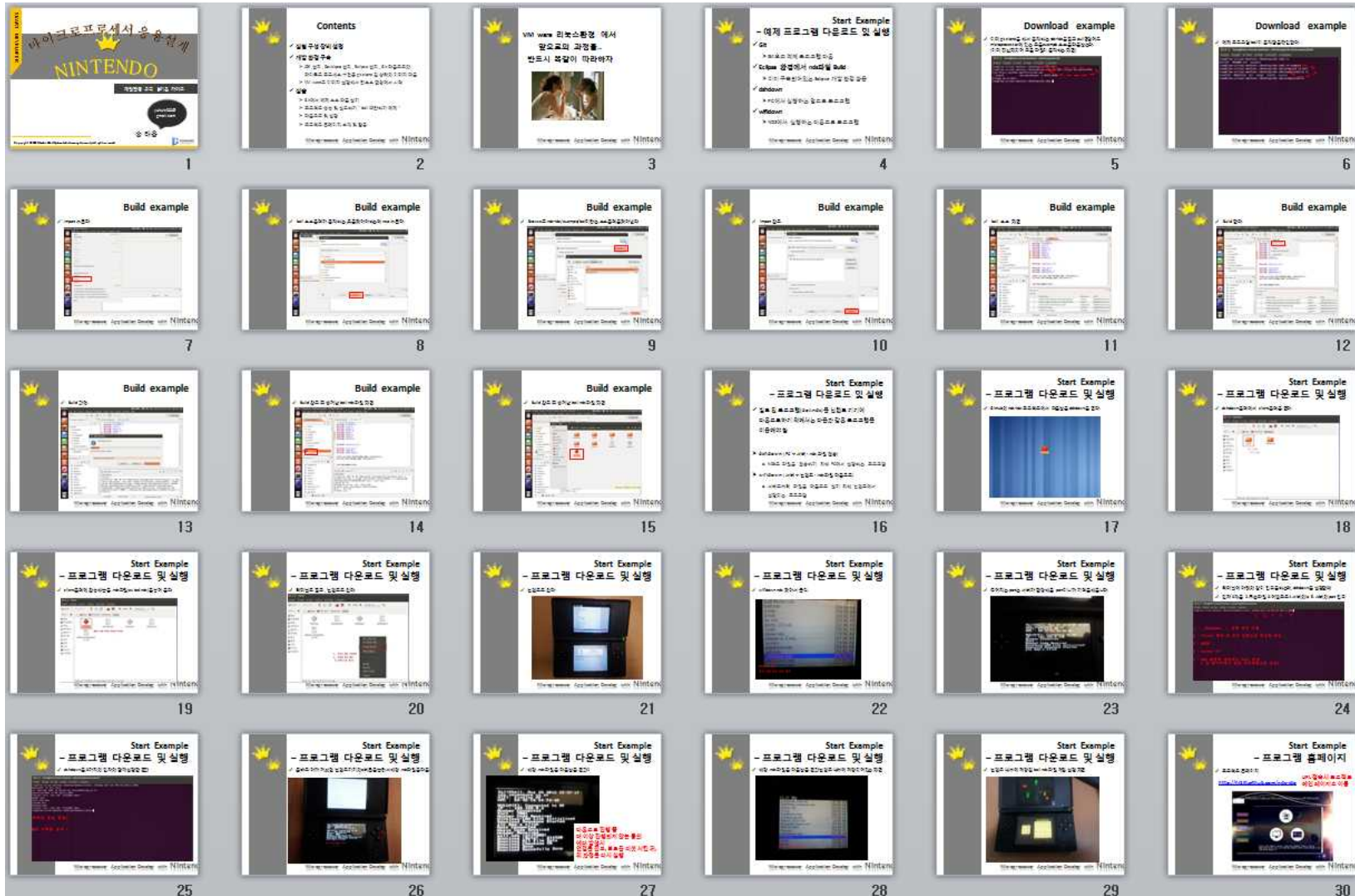


- Windows / Ubuntu 지원

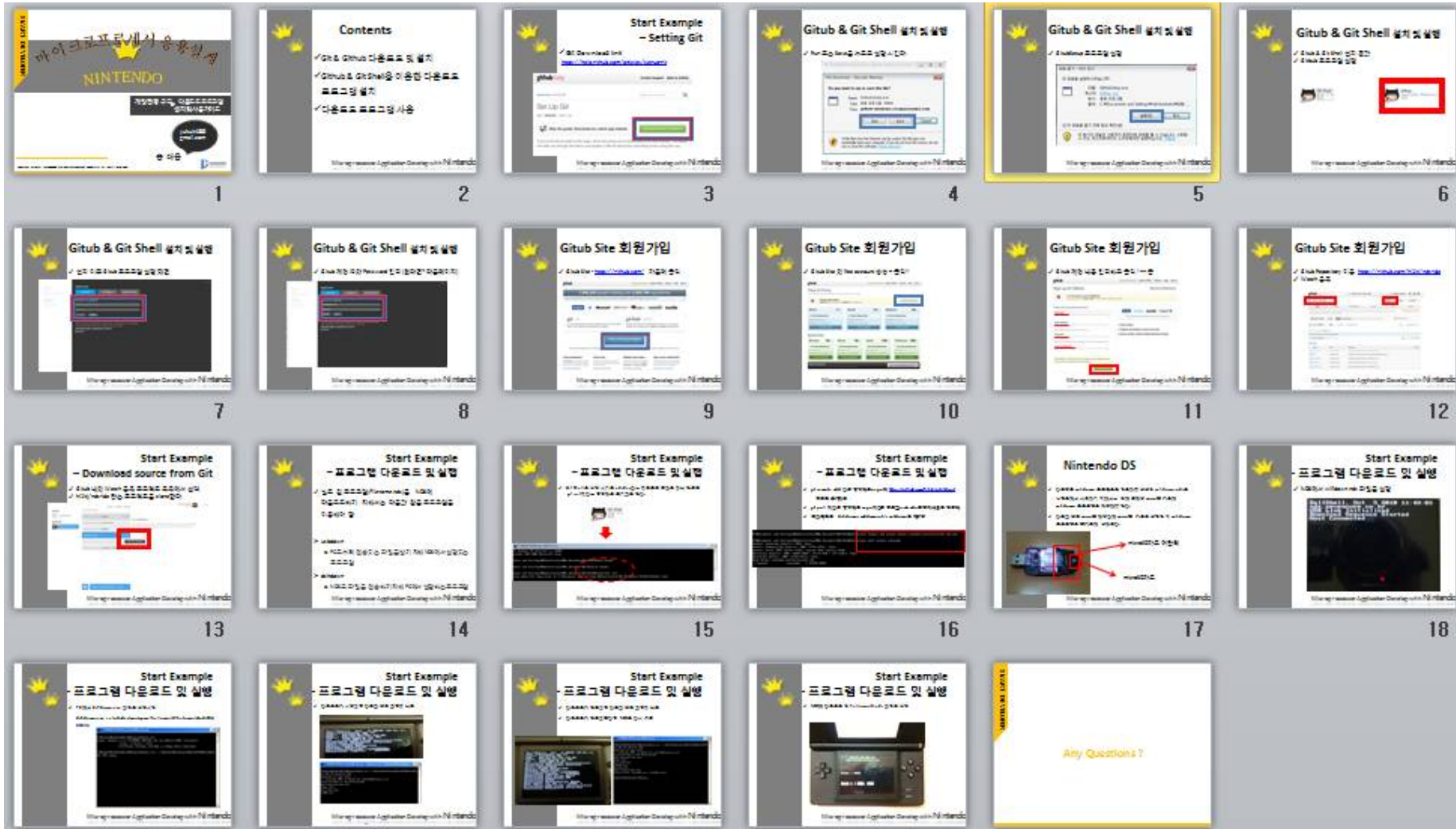
우분투 환경 지원 → Virtual Machine Image



따라하기 매뉴얼 - Ubuntu



따라하기 매뉴얼 - Windows



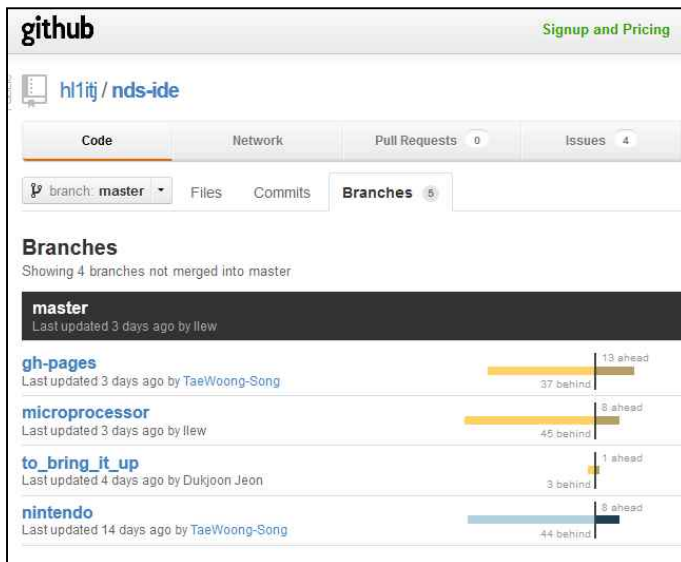
어댑터 하드웨어

- Atmel 32 bit CPU + 3D-가속센서 + USB + GPIO + LED + Serial x2 + (지자기 + 자이로 센서)
- Nintendo DS의 Doctor tool R4 Compatible (Upto 8G Micro SD)
- FreeRTOS 기반 Firmware
- USB/Serial로 PC와 Nintendo를 연결
- 어댑터가 없어도 WIFI로 대부분 S/W 기능 이용 가능



프로젝트 활용 방안 (1 / 3)

- 프로젝트 결과물을 통한 수업 활용 예 (수업 결과물)
 - 실험 Material
 - 실험 목표 및 과제
 - 정답 실행 이미지
 - download 해서 실행
 - Example 소스
 - FreeRTOS
 - libnds
 - 과제를 위한 예제 Task
 - 실험 과제 Template 소스



실험 4. Key Matrix 구동

1. 목적

임베디드 시스템에서 다수의 스위치 입력이 필요한 경우가 많다. 추론론 또는 전화기여 몇 여도 12개 이상의 스위치가 필요하며, 일반적으로 컴퓨터에 사용하는 키보드의 경우는 100개 이상의 스위치가 필요하다. 이 실험에서는 각 스위치를 한 칩의 입력 포트에 연결하는 대신 Key Matrix를 구성함으로써 최소한의 입출력 포트를 이용할 수 있도록 구현된 회로를 소프트웨어적으로 이용하는 방법을 배운다.

또 실험에서는 7 Segment LED를 활용한 실습을 통하여 좀 더 실용적인 임베디드 시스템을 구상해 본다.

2. 하드웨어 설명

실험 환경의 가장 스위치 4개 (왼쪽, SW1 ~ SW4) 와 Key Matrix (오른쪽 1,2,3,4 ~ D,E,F,0)는 그림 1과 같으며 회로는 그림 2와 같다.

그림 1. 가장 키 그림

그림 2. Key Matrix 모양과 회로

우선 왼쪽의 Push Switch 등은 Nintendo DS의 실제 Key들과 마찬가지로 `read_virtual_io()`를 이용하여 해당 입력 포트 (0x414 번지, `PORT_SW`)를 읽음으로써, 해당 스위치를 bit 단위로 읽을 수 있다. 그림 2와 같이 각 스위치가 비트에 할당되어 있고, 스위치

- 1 -

<http://hl1itj.github.com/nds-ide/>

Embedded Software Education Environment with Nintendo

DAY 3
TOTAL 100

*** 메뉴얼**

- 2012 마이크로프로세서 및 응용설계 리눅스 개발환경기본 가이드 (new version)
- Subclips(Eclipse SVN Plug-in) Manual
- Shell Manuall
- Host Machine Environment Setting-User Guide(Linux)
- Host Machine Environment Setting-User Guide(Linux)
- Console Downloader Manual(WIFI)
- Console Downloader Manual(USB)
- Microprocessor Experiments Remote Debugging-User Guide
- Microprocessor Experiments-User Guide

*** 기타 자료**

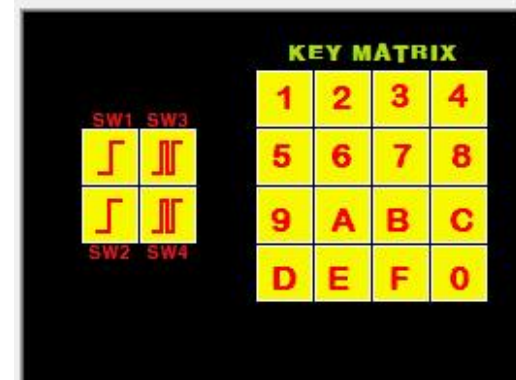
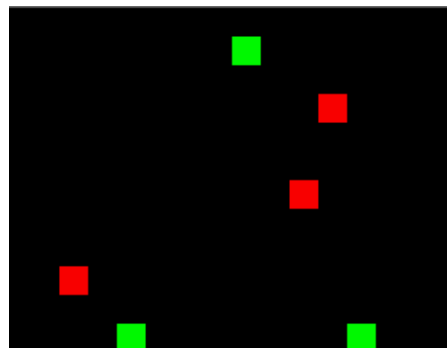
프로젝트 활용 방안 (2 / 3)

- 실험 수업 항목 (FreeRTOS)

- Simple I/O 1,2,3 - 난이도 별 FSM 기반 입출력
- Key Matrix - Scan에 의한 Key-Matrix 및 7 Segment 구동
- Key Queue - Queue에 의한 Multi-Tasking 입출력 처리
- Ball - LCD에 움직이는 Ball 그리기
- Ball Mutex - RTOS의 Mutex를 이용한 Ball 겹침 해결
- Ball Wall - Mutex를 이용한 Wall과 Ball 움직임
- Signal - 신호등, 보행자, 차량 움직임 제어
- ...
- OSEK 기반으로 변경 중.

- Term 프로젝트

- LCD, Touch, Sound, 가속센서를 이용한 게임 제작
- (Sound, 가속센서, 2D access sample 제공)



프로젝트 활용 방안 (3 / 3)

- 프로젝트 결과물을 통한 수업 활용 예 (수업 결과물)

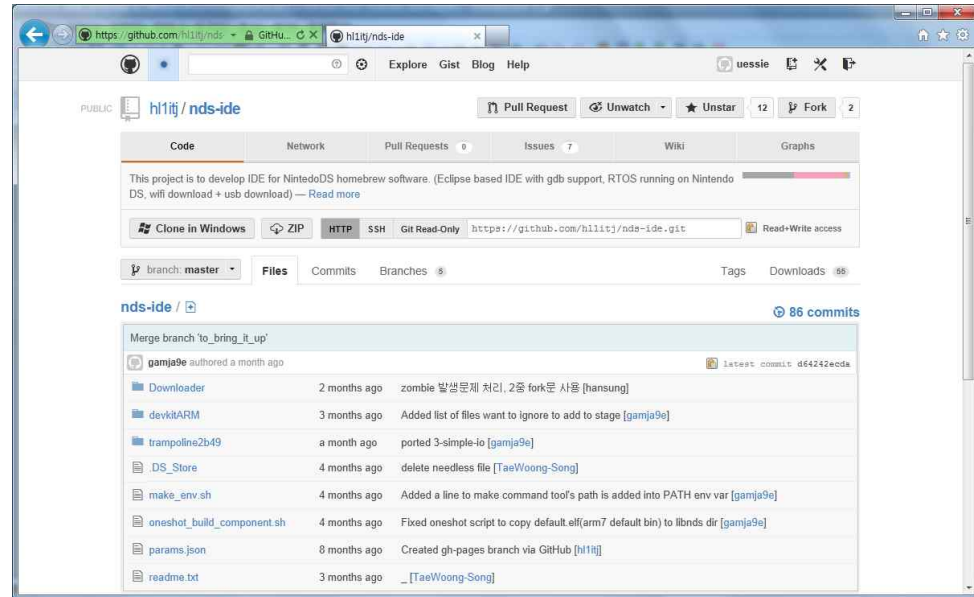


커뮤니티 / 수업 지원

- 버전 관리 및 배포 (github)
 - <http://hl1itj.github.com/nds-ide/>
 - 모든 소스
 - 실험에 필요한 문서, Template 소스 (FreeRTOS 기반)
 - Homebrew 게임 (Binary + Source)
 - 예전 사이트 : <http://sourceforge.net/projects/nintendo>
- Ubuntu, Windows에 대한 지원
 - Single Installation Package
 - Virtualbox, VMWare용 Preinstalled Virtual Machine 이미지

커뮤니티 활동 요약

- Github 통계
 - 1,100회 이상의 commit
 - 1,740회 Download
 - Collaborator 28명
 - 7명은 과제 참여자
 - 외부 공헌자 3명
 - Offline 모임 18회



- 10개 그룹이 새로운 (확장) 게임 제작 중
 - FreeRTOS 기반 (현재까지는 5개 등록)
- 논문 발표 활동
 - 정보과학회 (우수논문상 수상), 대한임베디드공학회

장기 발전 방안 (1 / 3)

- 발전 가능성 - 임베디드 시스템 교육 환경 적용
 - 현재 한성대학교 컴퓨터공학과 -
 - '마이크로 프로세서 응용 설계' 과목에 적용하여 수업 중 (2011년 15명, 2012년 25명 수강)
 - 프로젝트의 결과물로 제공되는 Virtual Device를 바탕으로
 - 교육 실습에 필요한 장치를 S/W로 추가 가능
 - 커뮤니티를 통해 실습용 교재를 공유함으로써,
 - 교육 콘텐츠 증대 및 개선 효과 기대
- ➔ 임베디드 SW 교육에 대한 흥미/성취도 향상 !

장기 발전 방안 (2 / 3)

- 발전 가능성 - 개인 개발자 참여 확대

- 현재 유사 사례 많음 (유럽, 미국을 중심으로)

- Homebrew Game 개발 : Nintendo DS, PSP, ...
- 아직은 개발 도구가 취약 (예, remote debugging 부재)

- 우리 결과물

- 프로젝트의 모든 결과물(SW, HW)은 소스가 공개
- Eclipse 기반으로 Edit, Build, Remote Debugging 까지 가능
- 같은 방식으로 다른 게임기 등에도 적용 가능

※ 개인 개발자들은 기존 고가의 교육용 개발 장비 대신

저렴한 상용 임베디드 시스템을 활용하여 기술을 배울 수 있는 기회 !

장기 발전 방안 (3 / 3)

- 발전 가능성 - H/W를 통한 기능 확장

- Serial, USB, GPIO 등으로 외부 장치/회로 연결 가능
- 프로젝트 기본 결과물의 회로 수정으로 하드웨어 추가 가능

(7 Segment LED, Step / DC Motor, Encoder, IR 센서, US 센서, AD/DA Converter 등)

※ 추가적인 하드웨어를 연결할 수 있도록 하고, 간단한 API를 제공함으로써, 기존 고가의 장비들의 기능을 최소한의 비용으로 구현 가능



감사합니다

Q & A