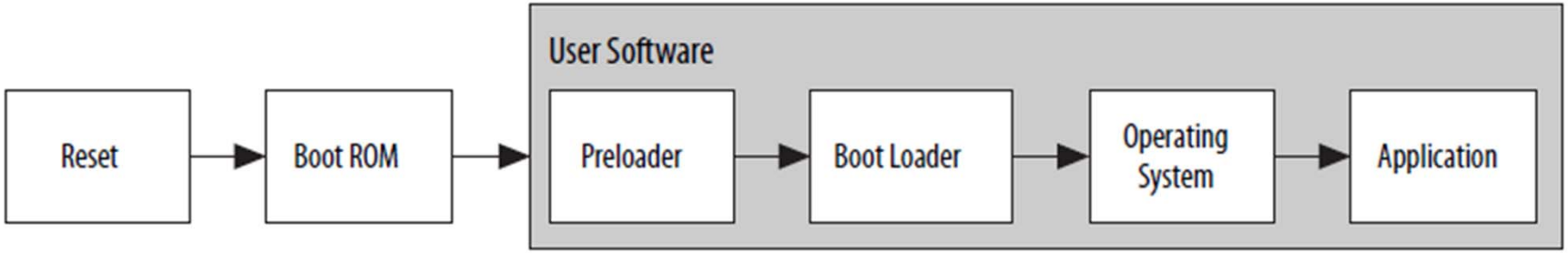
교차 개발 환경

교차 개발 환경

- 임베디드 시스템 플랫폼
  - 커널을 올리기 전엔 target 시스템에 아무 프로그램도 올라가 있지 않음
  - target 시스템은 일반적으로 메모리 용량이 적어서 compiler를 포함한 프로그램 개발환경을 올리기가 어려움

- 교차개발환경
  - target 시스템용 프로그램은 대개 별도의 host시스템에서 개발됨
  - host와 target에 사용되는 processor가 다른 경우, 컴파일러의 실행은 host에서 되지만 실행 코드는 target system에서 실행됨
  - cross compiler가 필요함
    - 다른 target system용 실행파일을 생성하는 컴파일러
      (intel-FPGA monitor program에서 사용)

Typical ARM Cortex-A9 Boot Sequence



- Boot ROM
  - Hard coded by Altera(Intel)
  - Determines the boot source by reading the boot select pins
- Preloader
  - In (1) **Flash/SD Card** or (2) **FPGA**
  - Typically initializes the DDR3 SDRAM and HPS I/O pins
- Boot loader
  - Loads and starts the operating system

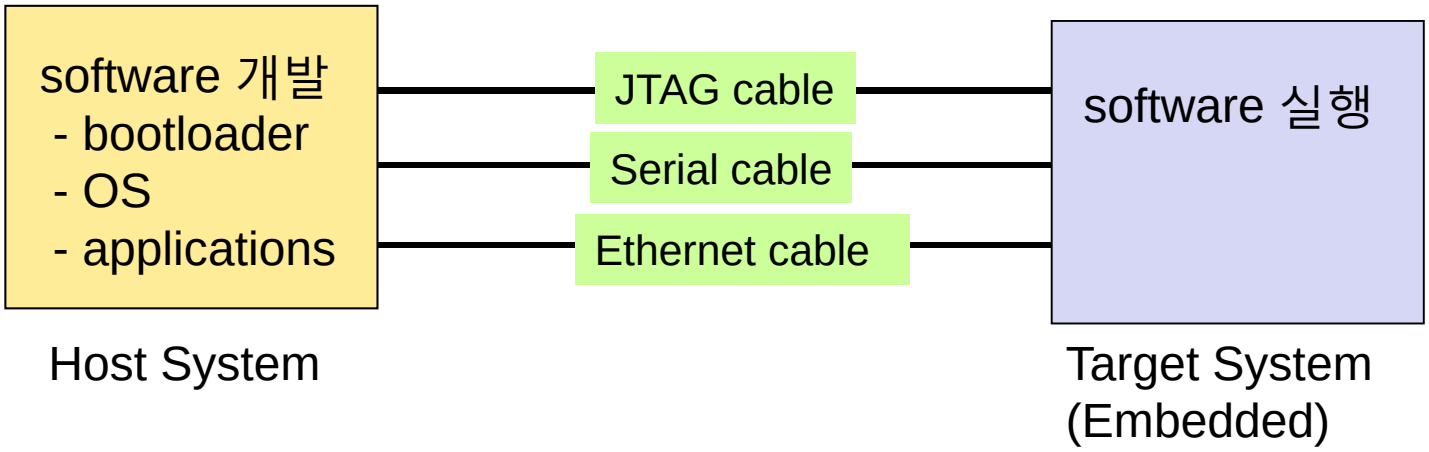
Boot Sequence with Altera Monitor Program

- Resets the HPS
- Halts the code in the Boot ROM
- Loads a **preloader** into the HPS on-chip RAM
  - **Preloader** comes pre-compiled with the Monitor Program
  - Initializes the DDR3 SDRAM and HPS I/O pins
  - Enables the HPS-FPGA bridges
  - Disables the watchdog timers
  - Re-maps the DDR3 SDRAM to address 0x00000000
- Loads the **user's code** into the DDR3 SDRAM instead of OS
  - Pauses the processor at the first instruction

시스템 개발 환경 구성

- **JTAG cable**: flash메모리 저장용
- **Serial cable**: terminal용
- **Ethernet cable**: network용 (tftp, NFS)

직접 연결: cross cable
허브에 연결: direct cable



부트로더 설치

- 부트로더(Bootloader) 설치 방법
  - 부트로더가 설치되는 디바이스에 따라서 설치 방법이 다름
- ROM
  - EPROM 칩을 ROM 전용 writer(programmer)를 이용하여 프로그래밍 한 후에 시스템의 ROM용 소켓에 장착함
  - 예전에 사용되던 방식

부트로더 설치(2)

- 플래시 메모리 (보드에 영구히 장착된 것)
  - 기존에 설치된 부트로더가 있는 경우
    - target의 부트로더에서 host로 부터 new 부트로더를 다운로드
    - 부트로더의 플래시 메모리 프로그래밍 기능을 이용하여 프로그래밍

  프로그래밍(programming) = ROM이나 플래시 메모리에 내용을 기록하는 것

  - 기존에 설치된 부트로더가 없는 경우 (최초 또는 부트로더가 망가짐)
    - **JTAG, BDM, ICE**(in circuit emulator)장비 이용
- 플래시 메모리 (탈부착 가능한 것) – SD, microSD, CF card 등
  - 호스트 시스템에서 부트로더 등의 image를 플래시 메모리에 기록한 후에 target 시스템에 장착하여 사용
    (ex) DE1-SoC
  - 영구 장착된 것에 비해서 속도 제약이 있음

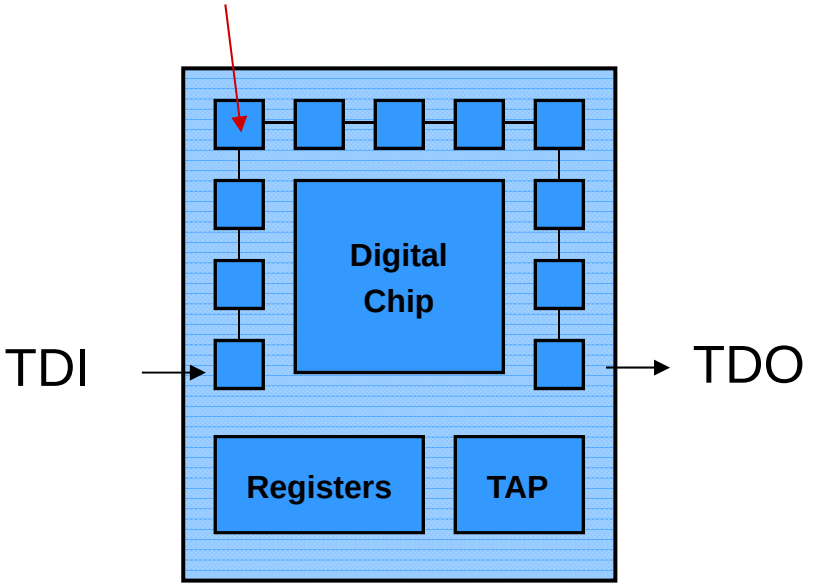
JTAG

- JTAG 이란
  - PCB와 IC를 테스트 하기 위한 목적으로 1985년 조직된 JTAG(Joint Test Action Group)에 의해 제정된 표준이다.
  - Boundary Scan Test 이용하여 외부의 핀을 조사하거나 제어할 수 있도록 함
  - 전체적인 인터페이스는 5개의 핀에 의해서 제어.
    - TDI, TMS, TCK, nTRST, TDO
- JTAG의 기능
  - 프로세서(CPU)의 상태와는 상관없이 디바이스의 모든 외부 핀을 구동시키거나 값을 읽어 들일 수 있는 기능을 제공
  - 회로의 배선과 소자의 전기적 연결상태 test
  - 디바이스간의 연결상태 test
  - **Flash memory programming(fusing)**

JTAG – Boundary Scan Test Interface

- Boundary Scan Test Interface
  - 디바이스 내에서 모든 외부와의 연결점을 가로챔. (즉 외부로 나가는 각각의 핀들과 일대 일로 연결)
  - 각각의 셀(BSC)은 시리얼 쉬프트 레지스터(BSR)를 형성하기 위해서 서로 연결

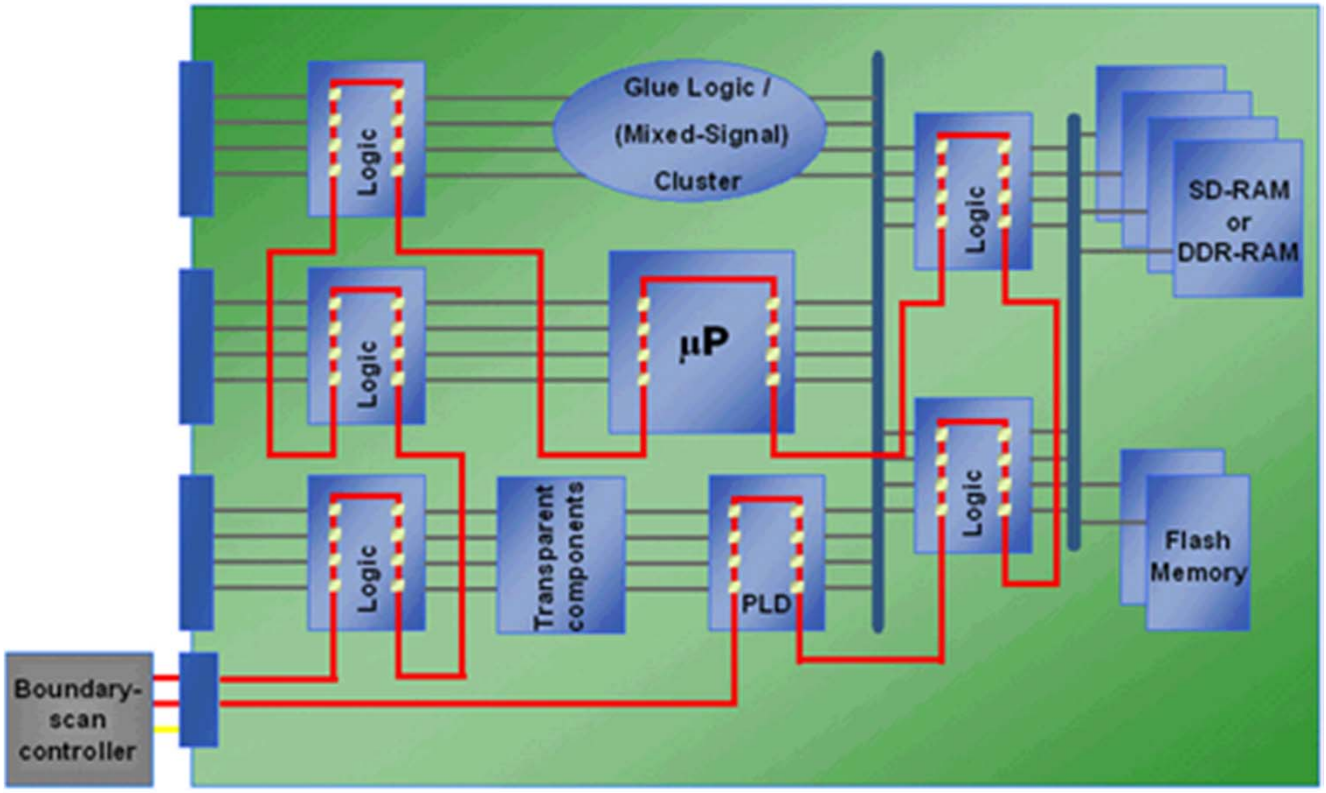
BSC(boundary scan cell) BSR(boundary scan register)



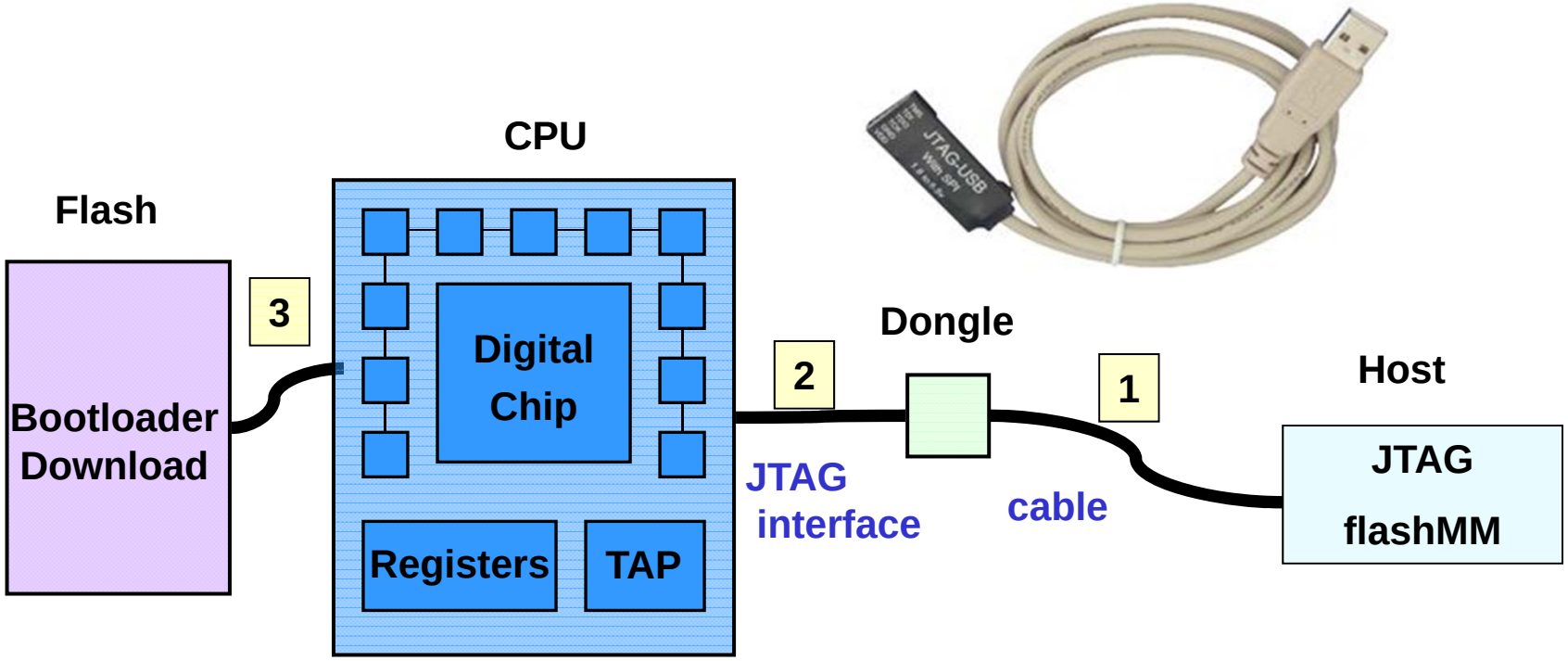
TDI (test data input)
TDO (test data output)
TMS (test mode select)
TCK (test clock)
nTRST (test reset)

JTAG – PCB boundary scan test

- PCB boundary scan test



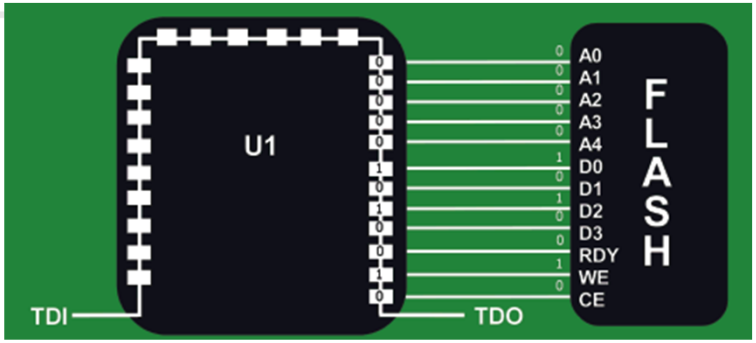
JTAG을 이용한 Flash Memory fusing

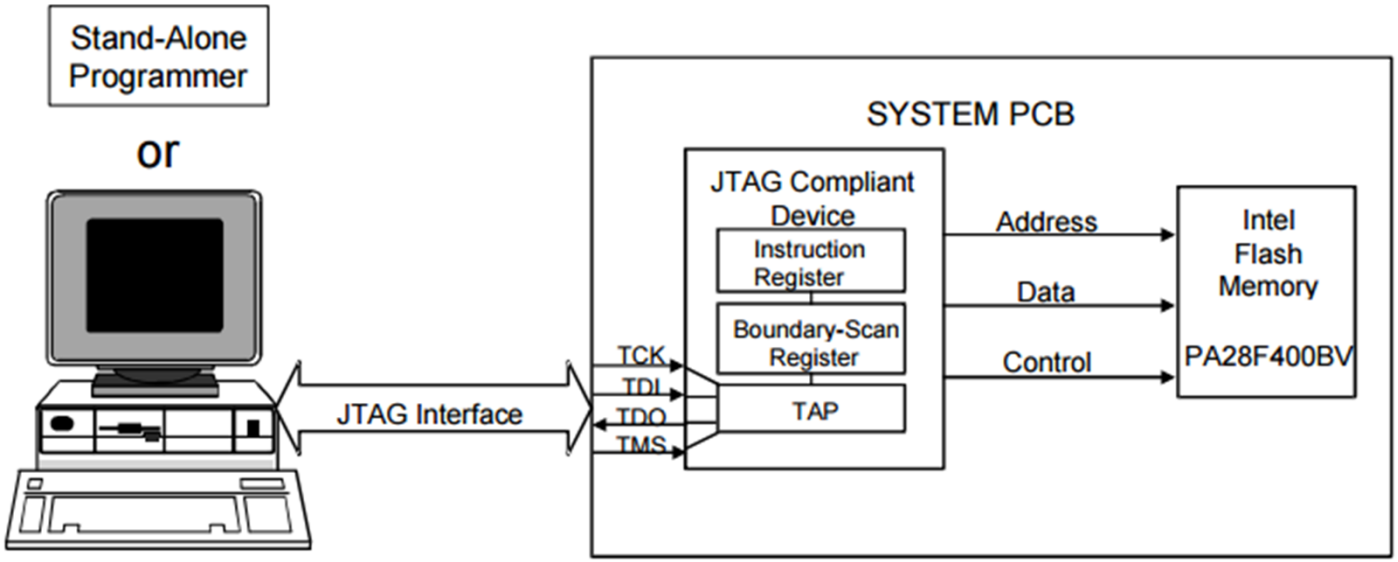


1. Parallel/USB Port ⇔ JTAG
2. 전압 변환 : 5V ⇔ 3V
3. CPU 핀에서 메모리 인터페이스 Emulation

JTAG Fusing 프로그램

- JTAG compliant device를 통하여 Flash memory의 fusing 수행





- bootloader 프로그램을 최초로 flash 메모리에 저장할 때에 사용
- 그 이후에는 bootloader의 명령어를 사용하여 flash 내용을 변경함

Tool Chain

- Tool chain 이란?
  - software의 개발에 사용되는 프로그래밍 도구의 집합
  - 대개 target 시스템의 software의 개발에 사용되는 host 시스템의 cross compile 환경을 말함
- Tool chain의 구성:
  - source code 을 compile하고 build하여 binary 실행 파일을 생성하는데 필요한 각종 Utility 및 Library들로 구성됨
- GNU Tool Chain
  - GNU GCC (compiler collection)
    - a set of programming language compilers: gcc, g++
  - GNU binary utilities: binutils
    - assembler, loader, 기타 tools
  - GNU C library: glibc
    - cross compiler 구축을 위한 library 및 일반 library

GNU Toolchain 명령어

- **gcc, g++** – C,C++ compiler
- as – portable GNU assembler
- ld – GNU linker
- ar – create, modify, extract from archives
- ranlib – generate index to archive (= ar -s)
- nm – list symbols from object files
- strip – discard symbols from object files
- objdump – display information from object files
- objcopy - copy and translate object files
- size – list section sizes and total size
- strings – display the sequences of printable characters
- readelf – display information about ELF files

ld - GNU linker

- ld - GNU linker
  - combines a number of object and archive files, relocates their data and ties up symbol references.
  - Usually the last step in compiling a program is to run **ld**

    # ld -o *outfile* /usr/lib/crt1.o hello.o -lc

  - linker script 파일을 지정하면 default linker script를 대신하여 사용

    -T *scriptfile*
  - link map 파일을 출력함

    -Map *mapfile*

objdump

- displays information about one or more object files
  - 일반적인 dump

    # objdump -s *objfile*
  - ELF binary file의 특정 section dump

    # objdump -s -j .interp *objfile*
  - binary로 dump

    # objdump -s -b binary *objfile*
  - **disassembly**

    # objdump -d *objfile* # objdump –S *objfile* (소스코드포함)
  - file header 출력

    # objdump -f *objfile*
  - -b, -m으로 지정 가능한 모든 object format 출력

    # objdump -i *objfile*

objcopy

- copy and translate object files
- It can write the destination object file in a format different from that of the source object file

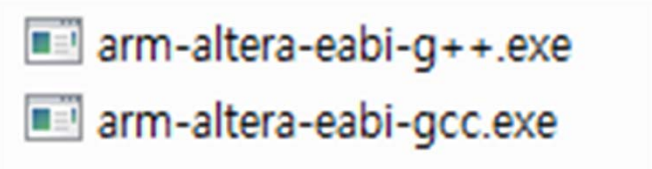
```
# objcopy hello hello.new                          원본과 같음

# objcopy -O binary hello hello.new                ELF 헤더가 없는 binary
                                                   bootloader 생성에 사용

# objcopy -S hello hello.new                       strip(심볼,재배치정보삭제)
# objcopy –R .note –R .comment hello hello.new
                                                   .note와  .comment 섹션 제거
```

ABI와 EABI

- ABI (Application Binary Interface)
  - 응용 프로그램과 운영체제 또는 라이브러리와의 표준화된 인터페이스 제공
  - 실행 파일 형식, 자료형, 레지스터 사용방법, 스택 사용방법, 변수 사용방법 등이 정의됨
  - 서로 다른 컴파일러가 만든 object 파일을 연결하여 사용할 수 있게 함
- EABI (Embedded ABI)
  - ARM이나 PPC와 같은 임베디드 시스템에 적합하도록 개정된 ABI 표준
  - EABI를 지원하기 위해서는 cross-compile을 할 때에 EABI 표준을 지원하는 교차 컴파일러를 사용해야 함

(예) intelFPGA Monitor Program에서 사용하는 교차개발환경

- 위치 - C: \intelFPGA\16.1\University_Program\Monitor_Program\arm_tools \baremetal\bin



사용 예

- Altera monitor program에서의 cross compile (assembly)

$ **rm-altera-eabi-as** -mfloat-abi=soft -march=armv7-a -mcpu=cortex-a9 --gstabs -I "$GNU_ARM_TOOL_ROOTDIR/arm-altera-eabi/include"
… part1.s" -o part1.s.o

$ **arm-altera-eabi-ld -e** _start -u _start --defsym arm_program_mem=0x40 --defsym arm_available_mem_size=0x3fffffc0 --section-start **.vectors=0x0 -T**"C:/intelFPGA/16.1/University_Program/Monitor_Program/build**/altera-socfpga-unhosted-as.ld**" -g
-o "C:/prog/altera_monitor/Exercise5/part1/part1.axf" …

$ **arm-altera-eabi-objcopy -O srec** part1.axf part1.srec
// 실행파일을 S-record 형식으로 변환

Altera monitor program에서의 cross compile (C program)

$ **arm-altera-eabi-gcc** -g -O1 -mfloat-abi=soft -march=armv7-a -mtune=cortex-a9 -mcpu=cortex-a9 -Wall -Wl,--defsym -Wl,arm_program_mem=0x40 -Wl,--defsym -Wl,arm_available_mem_size=0x3fffffbc -Wl,--defsym -Wl,__cs3_stack=0x3ffffffc -Wl,--section-start -Wl,.vectors=0x0 **-T**"C:/intelFPGA/16.1/University_Program/Monitor_Program/build**/altera-socfpga-hosted-with-vectors.ld**" -o "C:/prog/altera_monitor/Exercise7/part1/part1.axf"

- -Wl,option linker용 옵션 지정
- -T script linker script 파일 지정