EPICS 를 이용한 BPM시스템 개발 (1)

이 은희, 윤 종철, 이 진원, 최 진혁, 황 정연, 남 상훈
포항가속기연구소

Development of BPM System using EPICS (1)

Eun H. Lee, Jong C. Yun, Jin W. Lee, Jin H. Choi, Jung Y. Hwang, Sang H. Nam
Pohang Accelerator Labotatory

Abstract - 포항 가속기연구소(PAL)에서는 포항방사광가속기(PLS)가 가동을 시작한 1994년 이후 현재까지 사용되어 온 기존의 제어 시스템을 새로운 환경인 EPICS(Experimental Physics and Industrial Control System) 시스템으로 개발하고 있다.
EPICS 시스템의 구성은 IOC(Input/Ouput Controller)와 OPI(Operator Interface)의 2-Layer로 구성되며 이는 MIU(Machine Interfacse Unit), SCC(Subsystem Computer Control System) 그리고 HMI(Human Machine Interface)로 이어지는 기존의 3-Layer의 단계 중 SCC단계를 줄여 2-Layer로 구성된다.
이들 두 계층간의 통신은 Client(OPI)/Server(IOC) 구조의 Channel Access를 통해서 이루어진다.
개발중인 EPICS 시스템은 Open Architecture 구조로 IOC와 OPI 각 부분에서 개발시에 사용된 운영체제나 Hardware 를 사용하지 않고 다른 운영체제나 Hardware를 사용하더라도 하나의 공통부분 즉, Channel Access만 있으면 이를 통해 서로 다른 Subsystem IOC의 데이터를 Access할 수 있다.
전체 EPICS 제어시스템 중 저장링 운전의 핵심이 되는 BPM(Beam Position Monitoring) 및 MPS(Magnet Power Supply) 시스템은 IOC부분에 MVME5100(Target Machine) 보드와 vxWorks(Operating System)를 이용하고 OPI부분에는 SUN Workstation(Host Machine)와 Solaris(Operationg System)을 사용하여 개발하고 있다.
본 논문에서는 IOC 및 OPI의 설치 절차와 설치 방법에 대해 기술하였다.

1. 서 론

가속기 제어 시스템은 실시간 하드웨어 제어와 데이터 감시 및 여러 입출력 자원에서 정보를 수집하는 data acquiation system로 구성되어 진다. Data acquiation system에서 수집된 데이터는 high-level 프로그래밍 언어를 이용하여 operator에게 이해되기 쉬운 형태로 제공되어진다. [3] 하드웨어 제어에서부터 operator에게 보여지는 서로 다른 응용프로그램들은 각각의 기능에 맞는 요구 조건들을 가지며 일반적으로 single system에서는 이러한 요구 조건들을 모두 충족시킬 수 있다. 이러한 single system으로서 국내외 많은 연구기관 및 산업기관의 제어 그룹에서는 EPICS을 선택하여 사용하고 있다. [2]
EPICS는 위에서 언급한 모든 요구조건을 충족할 수 있는 software development tool의 모음이며 크게 IOC, OPI, LAN(Local Area Network) 세 개의 부분으로 구성되어 있다. PAL에서 현재 개발중인 EPICS hardware-software platform은 OPI부분은 solaris 2.7이 운영되고 있는 SUN Ultra 80 workstation이고 IOC부분은 vxWorks 5.4가 운영되고 있는 MVME5100보드이다. LAN부분에서는 socket 통신이 가능한 TCP/IP protocol을 사용하고 있다. [2,4]

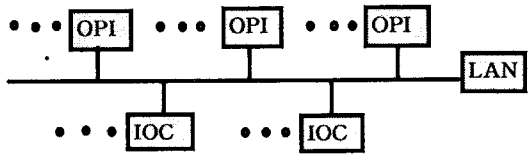

Figure 1 EPICS based control system

2. 본 론

2.1 IOC 설치

EPICS는 여러 tool의 모음이므로 EPICS IOC와 OPI를 설치하기 위해서는 여러 종류의 컴파일러와 tool을 필요로 한다. Perl, GNU Make, C compiler, C++ compiler, tck/tk과 XRT graph가 그것인데 IOC를 설치하기 전에 미리 설치되어 있어야 IOC 설치시 에러가 발생하지 않는다. IOC 설치는 크게 vxWorks가 탑재된 tornado 설치와 EPICS base 설치 두 부분으로 이루어진다. [1] PAL에서 사용하고 있는 설치 버전은 tornado 2.0과 EPICS base release 3.13.5이다. IOC software platform에서 사용하고 있는 vxWorks 5.4(real-time kernel)는 embedded development platform인 tornado 2.0의 기본적인 run-time component로서 실제적인 IOC software이며 IOC 하드웨어에 설치되어 운영되는 운영체제이다. EPICS base는 vxWorks 하드웨어 운영체제 위에 동작하는 IOC 응용 프로그램들의 모음이다. Tornado와 EPICS base를 설치하기 전에 먼저 웍스테이션의 환경변수를 설정해주어야 한다.

```
# for Tornado
WIND_BASE          : tornado 디렉토리
WIND_HOST_TYPE     : Host Machine의 OS
WIND_REGISTRY      : License Host의
                     IP Address
LD_LIBRARY_PATH    : tornado library
                     디렉토리
PATH

# for EPICS
HOST_ARCH  : HOST의 OS
EPICS BASE : EPICS Base 디렉토리
```

2.1.1 Tornado 설치

Hardware인 MVME5100 보드에 맞는 BSP(Board Support Package)를 선택하고 Tornado 2.0을 설치한다. EPICS base와 extension이 설치될 Sun ultra80 workstation에 tornado 2.0 CD를 넣고 나오는 메시지에 따라 순서대로 설치를 하도록 한다. 이때 workstation의 운영체제는 solaris이고 CDE (Common Desktop Environment)환경에서 설치를 해야 한다. Tornado의 설치가 모두 끝나면 tornado에서 제공하는 project 프로그램을 이용하여 다운로드 가능한 vxWorks real-time kernel을 생성하고 launch 프로그램을 이용하여 vxWorks shell tool을 띄워 하드웨어에 직접 접속된 터미널과 같이 동작하도록 구성할 수 있다. 하드웨어에 vxWorks 이미지를 다운로드하는 방법은 하드웨어 부팅 후 나타나는 vxWorks boot parameter를 조정하여 웍스테이션으로부터 ftp(File Transfer Protocol) 방식을 이용하여 이미지 파일을 가져가도록 하는 것이다. [5]

```
# vxWorks boot parameters
boot device          : xxx
processor number     : 0
host name            : xxx
file name            : <full path to board
                       support>/vxWorks
inet on ethernet (e) : xxx.xxx.xxx.xxx
host inet (h)        : xxx.xxx.xxx.xxx
user (u)             : xxx
ftp passwd (pw)      : xxx
flags (f)            : 0x0
target name (tn)     : <hostname for this
                       inet address>
startup script (s)   : <top>/iocBoot/
                       iocexample/st.cmd
```

2.1.2 EPICS base 설치

EPICS base는 IOC 응용 프로그램들의 모음으로서 IOC 하드웨어를 직접 제어하고 데이터를 수집한다. 제어시스템을 개발하기 위해서는 프로그램 개발자가 개발하려는 시스템의 특성에 맞게 device를 직접 핸들링하고 record와 database를 생성하고 OPI에서 channel access를 통해 데이터를 가져갈 수 있도록 모든 프로그래밍 작업을 해줘야 한다. EPICS software 구조는 독립적으로 데이터를 저장할 수 있는 client/server based 구조이다. 이 구조에서 channel access server는 IOC가 되고 channel access client는 OPI가 된다. IOC software 컴포넌트로는 database, database access, scanners, record support, device support, device drivers, channel access, monitors, sequencer 등이 있다. [4] EPICS base 설치 시 압축파일을 풀어보면 source 디렉토리와 config 디렉토리가 생긴다. 여기서 설치 전 각자의 개발 시스템 환경에 맞도록 수정해주어야 하는 부분은 config 디렉토리내의 CONFIG_SITE 파일로서 자신의 hardware 및 software 사양에 맞게 적절하게 수정하면 된다. 또한 IOC hardware에 맞는 CONFIG.Vx.<IOC-하드웨어> 파일이 있는가 보고 만일 없으면 현재 EPICS base에서 지원하지 않는 하드웨어이므로 다른 파일을 참조하여 해당파일의 내용을 만들어주도록 한다.

```
# config_site file
CROSS_COMPILER_TARGET_ARCHS =
                    IOC hardware (mv5100)
CROSS_COMPILER_HOST_ARCHS   =
                    OPI software (solaris)
VX DIR YES = tornado 설치 디렉토리
```

2.2 OPI 설치

EPICS 는 OPI based tool을 제공한다. OPI는 크게 두 개의 group으로 나뉘어지며 channel access를 하는 channel access tool group과 channel access를 하지 않는 group이 그것이다. Channel access tool은 IOC를 실시간 감시하고 제어하는 real-time tool로서 이러한 channel access tool로는 사용자를 위한 디스플레이 매니저인 medm과 dm, alarm handler인 alh와 그 외 tool인 ar, sequencer 등이 있다. [4] Channel access를 하지 않고 데이터베이스를 설정하고 디스플레이 화면을 에디트하는 tool로는 dct와 edd 등이 있으며 그 외 EPICS OPI tool로는 snc와 여러 가지 build tool등이 제공되고 있다. OPI 파일은 extension 파일이라 부르며 extension 파일을 설치하기 위해서는 extension source 파일(extensionsUnbuilt_04_01.tar.gz)과 configuration source 파일(extensionsConfig.tar.gz)을 다운로드받아 해당 디렉토리에서 압축을 푼다. Config 파일은 extension 설치 시 필요한 config파일들을 가지고 있으나 OPI 하드웨어와 소프트웨어 사양에 따라 서로 약간씩 다르므로 CONFIG_SITE.Host.<opi-software>파일을 수정하여 주어야 한다.

```
#CONFIG_SITE.Host.<opi-software>
XRTGRAPH    = /usr/local
TK_LIB      = /usr/local/lib
TK_INC      = /usr/local/include
TCL_LIB     = /usr/local/lib
TCL_INC     = /usr/local/include
```

2.3 ExampleApp 생성

위에서 언급한 EPICS 관련 프로그램이 모두 정확히 설치되었으면 makeBaseApp.pl 이라는 perl 프로그램이 target 하드웨어의 실행파일 디렉토리에 생길 것이다. makeBaseApp.pl 프로그램의 옵션에서 -t을 사용하면 데이터베이스 및 해당 레코드를 포함한 응용프로그램들이 생성되며 -i와 -t 옵션을 사용하면 IOC boot 관련 파일을 가지는 디렉토리가 생성된다. IOC boot 파일을 만들 때 IOC hardware 종류를 입력하도록 되어 있는데 개발환경에 맞는 하드웨어 타입을 입력하면 된다. 여기서 만들 수 있는 App의 타입은 example와 simple의 두 종류가 있다. makeBaseApp.pl 프로그램으로 만들어진 파일들은 vxWorks boot parameter의 start script command를 이용하여 부팅 후 자동으로 실행할 수 있다. MakeBaseApp.pl의 사용 방법은 다음과 같다.

```
makeBaseApp.pl -t type [options] app ...
            create application directories
makeBaseApp.pl -i -t type [options] ioc ...
            create ioc boot directories
type : example or simple
```

3. 결 론

EPICS 시스템을 개발하기 위한 기본적인 설치 작업이 완료됨에 따라 IOC 하드웨어에 각 IO를 연결하여 device support 프로그램과 device driver 프로그램을 작성하여 직접 제어하도록 한다. 이러한 device 관련 프로그램이 정상적으로 동작을 한다면 데이터베이스와 channel access 부분에서 정의한 레코드명으로 데이터를 제어하고 수집할 수 있다. 또한 이렇게 제어하고 수집한 데이터는 사용자가 이해하기 쉬운 형태의 화면으로 제공하여줄 수 있다. 하드웨어 제어에서 사용자 프로그램까지 이러한 모든 일련의 작업들을 EPICS에서는 개발자가 쉽게 조작할 수 있는 tool로 지원해줌으로서 쉬우면서도 빠르게 제어 시스템을 구성할 수 있다. 이렇게 개발되는 EPICS 제어시스템은 데이터 접근속도도 빨라 일초동안에도 많은 양의 데이터를 수집할 수 있으며 많은 하드웨어 입출력 포인트도 처리할 수 있다. 향후 점차적으로 이러한 device driver 프로그램을 포함하여 사용자 인터페이스 프로그램까지 개발할 예정이다.

[참 고 문 헌]

[1] Martin R. Kraimer, "EPICS Input/output Controller Application Developer's Guide", EPICS Release 3.13.5, 2001

[2] M. Botlo, M. Jagielski, and A. Romero, "EPICS Performance Evaluation", SSCL-644, septumber, 1993

[3] S.C.Won, Jae W. Lee and Juno Kim, "Computer control system for PLS", proc. of the 4th Asia Pacific Physics conference, Seoul, Korea, pp. 1114-1117, 1990

[4] Bob Dalesio, "Experimental Physics and Industrial Control System (EPICS) Overview", 1999

[5] WindRiver System, "Tornado Getting Started Guide (unix version) 2.0", Edition 1