

# EPICS와 SNMP 통합

박미정\*

Rare Isotope Science Project  
Institute for Basic Science, Daejeon, South Korea

March 19, 2015

## Abstract

본 문서는 중이온가속기 제어의 기본 Framework이 되는 EPICS와 SNMP통합에 관한 문서이다. 가속기 제어 시스템에 사용되는 다양한 장비를 모니터링 및 제어하는 EPICS와 SNMP 통합 모니터링 시스템의 구현에 대해 논한다.

## 1 중이온가속기 제어 시스템

가속기 제어 시스템은 사용자가 원하는 빔을 사용자가 원하는 장소로 효율적으로 보낼 수 있도록 가속기를 구성하는 모든 요소를 감시하며 원격으로 제어하는 장치 조직망이다. EPICS는 실시간 분산 제어 시스템이자 중이온가속기 제어의 기본 Framework으로, 중이온가속기 제어 시스템 개발에 사용된다.

### 1.1 중이온가속기

한국의 기초과학연구원(Institute for Basic Science) 산하 중이온가속기구축사업단(Rare Isotope Science Project)은 빔에너지 200MeV/u, 빔출력 400KW급 희귀동위원소가속기 시설을 구축하고 있다. 중이온가속기구축사업단은 수소, 헬륨보다 무거운 지구상의 모든 원소의 이온을 빛의 속도에 가깝게 가속하는 가속기를 구축하는 연구시설로, 중이온가속기는 전기장을 이용해 중이온(탄소, 우라늄 등)을 빠른 속도로 가속하며, 이렇게 가속된 입자들은 표적 물질에 충돌시켜 자연 상태에 존재하지 않는 다양한 희귀동위원소 생성에 이용되거나, 원자핵 등의 관찰, 물질의 성질 연구에 이용된다[1][2].

---

\*mijoy0909@ibs.re.kr

## 1.2 SNMP

SNMP (Simple Network Management Protocol)<sup>1</sup>는 IP네트워크 상의 장치 및 장비들을 관리하고 모니터링하기 위한 인터넷 표준 프로토콜이다[3]. SNMP는 인증과 암호화 등의 차이로 v1/2c/3의 세 가지 버전으로 나뉘며, 그림 1과 같이 Manager/Agent 구조이다[4]. Manager는 Agent에게 원하는 장비의 정보를 요청하며, 장비의 설정을 변경한다. Agent는 Manager가 요청한 장비의 정보를 제공하고, 시스템 충돌이나 재부팅 등의 장비에 영향을 미치거나 발생한 Event를 비동기적으로 알리기 위해 Trap 메시지를 보낸다. OID (Object Identifiers) 객체로 구성된 MIB (Management Information Base)는 계층구조를 이루며, 장비의 정보를 내포하고있다. 일반적인 TCP/IP관리정보는 MIB-2(RFC 1213)에 포함돼있고, 특정 장비들의 정보는 장비제조업체에서 제공한다.

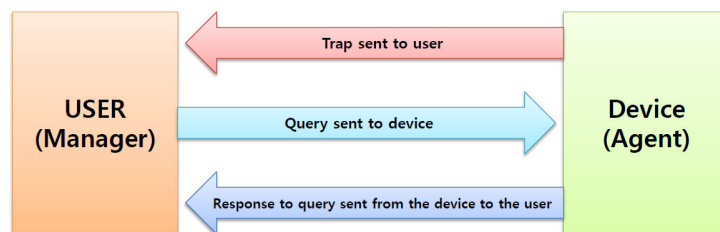


Figure 1 Manager와 Agent의 관계

## 1.3 EPICS

EPICS (Experimental Physics and Industrial Control System)는 Los Alamos국립 연구소와, Argonne국립 연구소에서 공동개발 되어 오픈 라이선스로 제공되는 실시간 분산 제어 시스템으로 네트워크로 연결된 다양한 장비들의 모니터링 및 제어를 위해 사용된다. EPICS는 현재 전 세계 과학시설의 개발자들에 의해 개발이 진행되고 있다. EPICS는 그림 2의 EPICS 로고와 같이 네트워크 기반의 클라이언트/서버 구조이며, TCP/UDP 프로토콜을 사용하는 CA (Channel Access) 통신 프로토콜을 사용하여 IOC (Input Output Controllers)를 통해 PV (Process Variable)를 주고 받는다. 클라이언트는 PV에 접근하며, 서버는 PV에 대한 접근을 제공한다. 특히, CA는 높은 대역폭, soft real-time networking 제어가 요구되는 응용프로그램들에 맞춰 설계되었고, 이는 엄청난 수의 컴퓨터와 장비들을 포함한 제어시스템 구축에 EPICS가 사용될 수 있는 이유이다. 또한 EPICS는 신뢰성 레벨을 제공하며, 이미 구축된 시스템의 유지보수가 용이하다는 장점이 있다[5].

<sup>1</sup>\* SNMP에 관한 자세한 설명은 SNMP 이해 및 응답시간 테스트 문서를 참조 바란다.

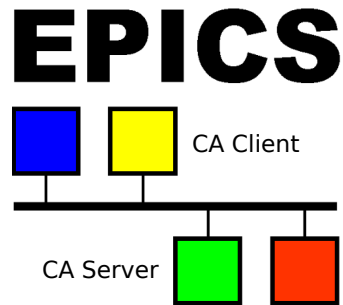


Figure 2 Channel Access 구조

## 1.4 EPICS와 SNMP의 통합

EPICS와 통합된 네트워크 기반의 제어 시스템 구축에 SNMP가 용이한 이유는 가속기 제어 시스템에 사용 될 장비와 장치들은 Ethernet환경을 통해 연결되며, 대부분 SNMP를 지원하기 때문이다. 따라서, EPICS와 SNMP의 통합은 중이온가속기 중앙 제어 시스템의 일관성, 유지관리의 용이성, 그리고 최적화 기술의 습득 및 축적의 관점에서 중요하다. 그림 3은 EPICS와 SNMP 통합 시스템의 구조로, 통합 시스템에서 모니터링 및 제어 될 장비는 SNMP MIB를 통해 EPICS와 연결되고, 이는 IOC로 개발되어 CA를 통한 PV와 장비의 통신을 가능하게 한다. PV는 MIB가 가진 장비의 정보로 모니터링 및 제어에 사용된다[6].

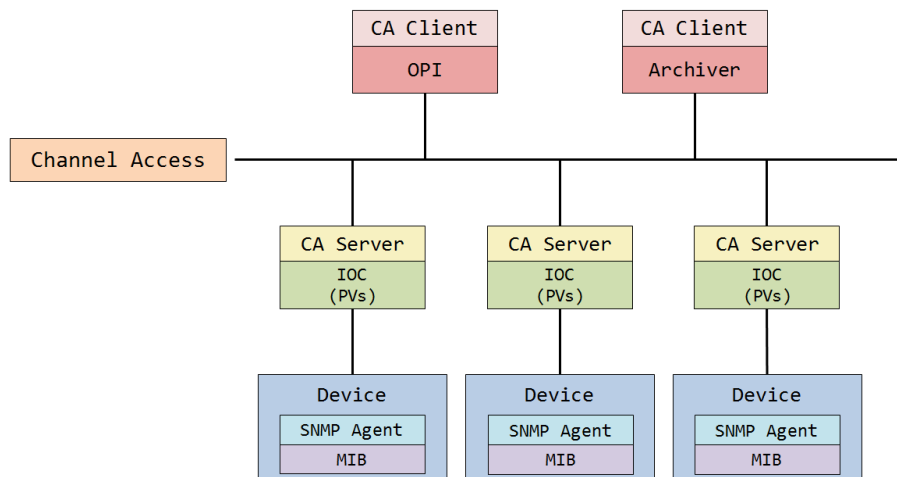


Figure 3 EPICS와 SNMP 통합 시스템 아키텍처

## 2 EPICS IOC Support Modules

EPICS IOC Support Module은 다른 종류의 인터페이스를 가진 하드웨어에 따라 새로운 타입의 레코드나 소프트웨어를 지원하는 Module인 Soft Support와 IOC내에서 사용 가능한 하드웨어를 지원하는 Module인 Hardware Support로 분류된다. SNMP Soft Support Module은 이미 다수의 개발자들에 의해 devSNMP와 이를 보완한 snmp-nsl 등이 존재한다. 본 연구에서는 NSCL/FRIB의 SNMP Device Support Module(snmp-nsl)을 사용하여 초기 버전의 모니터링 시스템을 구축한다[7].

### 2.1 NSCL/FRIB SNMP Device Support Module

NSCL/FRIB SNMP Device Support Module (이하 snmp-nsl)은 EPICS와 SNMP를 통한 하드웨어 장비와의 통신을 위해 2004년 LANL<sup>2</sup>의 Richard Dubney에 의해 최초 개발된 후 DESY<sup>3</sup>의 Albert Kagarmanov에 의해 개발된 devSNMP를 기반으로 NSCL/FRIB<sup>4</sup>의 John Priller에 의해 개발되었다. DESY의 devSNMP는 snmpv1/2c와 Read만을 지원했다. 이에 devSNMP 코드를 기반으로 snmpv1/2c/3과 Read/Write를 지원하는 snmp-nsl이 개발되었다. 이는 현재 Wiener/ISEG/MPOD power supply crates에 초점을 두고 RC9버전까지 개발되었으며, SNMPv2에 최적화 되어있다[8].

#### 사용 방법

snmp-nsl을 사용하여 SNMP를 통해 하드웨어와 EPICS가 통신하기 위해서는 Net-SNMP library와 SNMP를 지원하는 장비, 그리고 장비의 MIB파일이 필요하다. MIB는 보통 리눅스 시스템에서 아래의 경로에 있다.

```
/usr/local/share/snmp/mibs/  
/usr/share/mibs
```

하지만 일반적인 경로에 없을 경우, 아래와 같이 IOC st.cmd에 epics환경변수로 MIB의 경로를 추가할 수 있다.

```
epicsEnvSet("MIBDIRS", "+$(TOP)/mibs:/some/other/directory")
```

기본적인 설정을 끝낸 후, 장비를 모니터링 및 제어하기 위해서는 원하는 정보값 즉, MIB의 OID 객체를 Support Module의 DB파일에 record로 정의하여야한다. snmp-nsl은 SNMP Read/Write에 따라 Input(ai, longin, stringin, waveform(DBF\_STRING, DBF\_CHAR, DBF\_UCHAR))과 Output(ao, longout, stringout)의 record 타입을 지원한다. record는 설명, 디바이스 타입, 스캔시간, 초기화 등의 다양한 필드<sup>6</sup>를 가지며, 필드는 각 Record의 목적에 맞게 사용하면 된다. record의 포맷은 다음과 같다.

---

<sup>2</sup>\* Los Alamos National Laboratory

<sup>3</sup>\* Deutsches Elektronen-Synchrotron

<sup>4</sup>\* National Superconducting Cyclotron Laboratory

<sup>5</sup>\* Facility for Rare Isotope Beams

<sup>6</sup>\* 각 레코드 및 필드에 대한 정의는 EPICS Record Reference Manual[9]을 참조바란다.

```
record(record type, "PV Name") {
  field(DESC, "Description")
  field(DTYP, "Device Type")
  field(SCAN, "Scan rate")
  field(PREC, "Display Precision")
  field(INP/OUT, "@host community OIDname mask dataLength [set_type[special_flags]]")
  .
  .
}
```

snmp-nslc의 정의된 record에서 INP/OUT 필드는 장비의 hostname, community string, 객체의 이름 등의 형태가 snmpget 명령어와 유사하다는 것을 알 수 있다.

```
snmpget -v 2c -c public localhost RFC1213-MIB::sysName.0
```

또한, 데이터타입에 따라 정의되는 mask와 snmpset 명령어의 데이터타입과 유사하게 set\_type을 정의하여야 한다.<sup>7</sup> 예를들어, 장비의 Voltage를 모니터링 및 제어 시 record는 다음과 같다.

```
record(ai, "VoltageRead") {
  field(DESC, "SNMP channel")
  field(DTYP, "Snmp")
  field(SCAN, ".2 second")
  field(PREC, "3")
  field(INP, "@host community WIENER-CRATE-MIB::outputMeasurementSenseVoltage.u0 Float: 100")
}

record(ao, "VoltageSet") {
  field(DESC, "SNMP channel")
  field(DTYP, "Snmp")
  field(SCAN, "Passive")
  field(PREC, "3")
  field(OUT, "@host community WIENER-CRATE-MIB::outputVoltage.u0 Float: 100 F")
}
```

각 record는 객체의 Access권한과 데이터타입에 따라 VoltageRead, VoltageSet의 이름으로 DB파일에 정의되고, 이는 PV가 되어 CA를 통한 EPICS와 하드웨어의 통신이 가능해지므로, Voltage 값 변경 및 모니터링이 가능해진다.

## 장단점

나중에쓸꺼야  
 나중에쓸꺼야  
 나중에쓸꺼야  
 나중에쓸꺼야  
 나중에쓸꺼야  
 나중에쓸꺼야  
 나중에쓸꺼야  
 나중에쓸꺼야  
 나중에쓸꺼야  
 나중에쓸꺼야

<sup>7</sup>\* 각 정보에 대한 설명은 devSNMP Documentation[8]을 참조 바란다.

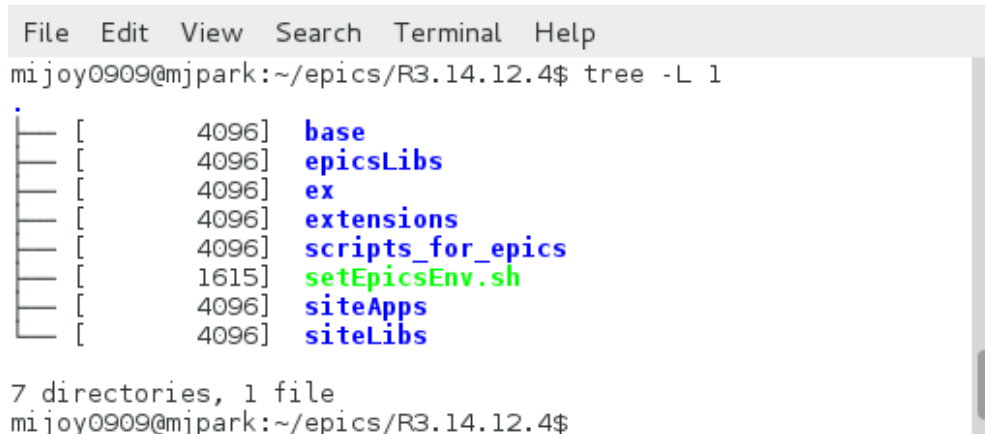
## 2.2 Device Support Module을 이용한 통합 시스템 구축

본 문서에서는 SNMPv1/2c를 지원하는 snmp-nslc RC8버전을 사용하여 종이온가속기 제어 시스템 개발 환경에 맞춘 통합 모니터링 시스템 초기버전을 구축하였다. 구축된 통합 시스템은 가속기 제어 시스템에 사용되는 다양한 장비 적용에 앞서 사무실 내의 프린터기에 적용되었다. 프린터 모니터링 시스템 구축에 사용된 소프트웨어와 하드웨어는 다음과 같다.

- Debian Linux 7 Wheezy
- NET-SNMP v5.4.3
- EPICS v3.14.12.4
- snmp-nslc (FRIB SNMP Device Support Module) RC8
- EPICS CSS (Control System Studio)
- Printers (XEROX ApeosPort-IV C3375, KYOCERA FS-9530DN)

### Customize 이유 및 수정 사항

종이온가속기 제어 시스템의 개발 환경은 각 시스템의 원활한 개발 및 개발자 간의 의사소통, 그리고 개발 되는 코드들의 단계별 형상관리를 위해 그림 4와 같이 표준화된 구조를 가지고 있다[10]. 따라서 snmp-nslc를 제어 개발 환경과 프린터 모니터링 환경에 최적화 하기 위해 아래 몇 가지 사항들을 수정하였다.



```
File Edit View Search Terminal Help
mijoy0909@mjpark:~/epics/R3.14.12.4$ tree -L 1
.
├── [ 4096] base
├── [ 4096] epicsLibs
├── [ 4096] ex
├── [ 4096] extensions
├── [ 4096] scripts_for_epics
├── [ 1615] setEpicsEnv.sh
├── [ 4096] siteApps
└── [ 4096] siteLibs

7 directories, 1 file
mijoy0909@mjpark:~/epics/R3.14.12.4$
```

Figure 4 표준화된 종이온가속기 제어 환경의 구조

1. 표준화된 종이온가속기 제어 환경에 맞춰 Library (siteLibs)와 Application (siteApps)으로 분리
  - 종이온가속기 제어 환경은 소프트웨어의 재사용을 위해 Library와 IOC를 개발하는 Application을 분리시켰다. 따라서, 그림 5와 같이 Library와 Application이 통합된 구조를 가지고 있던 snmp-nsl을 그림 6(a), 6(b)의 Makefile 수정 및 파일 이동의 과정을 거쳐 표준화된 환경에 맞게 siteLibs(그림 6(c))과 siteApps(그림 6(d))로 분리시켰다.

```

File Edit View Search Terminal Help
mijoy0909@mjpark:~/fribsnmp/snmp$ tree -L 2
.
├── [ 4096] configure
│   ├── [ 507] CONFIG
│   ├── [ 579] CONFIG_APP
│   ├── [ 315] Makefile
│   ├── [ 895] RELEASE
│   ├── [ 133] RULES
│   ├── [ 0] RULES.Db
│   ├── [ 55] RULES_DIRS
│   ├── [ 53] RULES.ioc
│   └── [ 54] RULES_TOP
├── [ 4096] documentation
│   └── [ 24135] devSnmp.html
├── [ 4096] iocBoot
│   ├── [ 4096] iocsnmp
│   └── [ 135] Makefile
├── [ 391] Makefile
├── [ 4096] mibs
│   ├── [ 56987] BRIDGE-MIB-rfc4188.txt
│   ├── [ 61238] ENTITY-MIB-rfc4133.txt
│   ├── [ 686647] FOUNDRY-MIB.txt
│   ├── [ 53157] IEEE8021-PAE-MIB-bridge-03.txt
│   ├── [ 45959] IEEE8023-LAG-MIB.txt
│   ├── [ 87014] MAU-MIB-rfc2668.txt
│   ├── [ 41916] P-BRIDGE-MIB-rfc4363.txt
│   ├── [ 86098] Q-BRIDGE-MIB-rfc4363.txt
│   ├── [ 12876] RADIUS-AUTH-CLIENT-MIB-rfc2618.txt
│   ├── [ 225585] RMON2-MIB-rfc4502.txt
│   ├── [ 95167] TOKEN-RING-RMON-MIB-rmonmib-01.txt
│   └── [ 100507] WIENER-CRATE-MIB.txt
├── [ 4096] snmpApp
│   ├── [ 4096] Db
│   ├── [ 304] Makefile
│   └── [ 4096] src
└── [ 4096] wienerCrate
    ├── [ 4096] configure
    ├── [ 4096] iocBoot
    ├── [ 523] Makefile
    ├── [ 4096] mibs
    ├── [ 4096] opi
    ├── [ 437] README.txt
    ├── [ 4096] wienerCrateExampleApp
    └── [ 4096] wienerCrateSup

15 directories, 27 files
mijoy0909@mjpark:~/fribsnmp/snmp$

```

Figure 5 snmp-nsl의 기본 구조

(a) Labrary Makefile

(b) Application Makefile

(c) SiteLibs

(d) SiteApps

**Figure 6** 중이온가속기 제어 개발 환경에 맞춰 수정된 snmp-nsl

- 앞서 언급했듯 snmp-nsl은 SNMP Read/Write에 따라 사용할 수 있는 record를 제공한다. 하지만 본 통합 시스템에서는 기존의 record가 아닌 string타입의 데이터에서 사용될 snmpstrRecord와 그 외의 타입의 데이터에서 사용될 snmpRecord를 생성하여 사용한다.

8



```

7
8 recordtype(snmpp) {
9     #include "dbCommon.dbd"
10
11     field(NAME,DBF_STRING) {
12         prompt("Record Name")
13         special(SPC_NOMOD)
14         size(61)
15     }
16     field(DESC,DBF_STRING) {
17         prompt("Descriptor")
18         promptgroup(GUI_COMMON)
19         size(41)
20     }
21     field(MJP,DBF_MENU) {
22         prompt("Desired Output")
23         promptgroup(GUI_OUTPUT)
24         menu(menuCalc)
25         interest(1)
26     }
27 .
28 .
29 .
30 }
31
32 recordtype(snmppstr) {
33     field(NAME,DBF_STRING) {
34         prompt("Record Name")
35         special(SPC_NOMOD)
36         size(61)
37     }
38     field(DESC,DBF_STRING) {
39         prompt("Descriptor")
40         promptgroup(GUI_COMMON)
41         size(41)
42     }
43     field(SCAN,DBF_MENU) {
44         prompt("Scan Mechanism")
45         promptgroup(GUI_SCAN)
46         special(SPC_SCAN)
47         menu(menuScan)
48         interest(1)
49     }
50 .
51 .
52 .
53 }

```

Record 생성 후 dbd파일에 아래와 같이 추가한다.

```

device(snmpp,INST_I0,devSnmppSoft,"SoftChannel")
device(snmppstr,INST_I0,devSnmppstrSoft,"SoftChannel")

```

### 3. 소스코드 수정 및 새로운 필드 생성

- 프린터의 종이, 잉크의 잔량은 SNMP MIB의 객체에서 전체의 량과 남은 량의 정보를 계산하여 얻을 수 있다. 따라서, snmppRecord 내에 사칙연산 메뉴의 MJP 필드를 생성하였으며, siteLibs내 소스코드에 사칙연산을 위한 코드를 추가하였다. 이를 활용하면, 레코드 생성 시 MJP, SVAL, OVAL 필드 사용하여 잔량의 정보를 퍼센트로 나타낼 수 있다.

```

1 static long snmpSoftReadback(devSnmp_pv *pPV)
2 {
3     struct snmpRecord *psnmp = (struct snmpRecord *) pPV->record();
4     epicsStatus status = epicsError;
5     double new_val;
6     bool process_record = false;
7     .
8     .
9     .
10     psnmp->rval = new_val;
11     char oval[40];
12     char sval[40]; //percent
13     switch(psnmp->mjp)
14     {
15         case menu_Plus:
16             psnmp->val = ceil(psnmp->rval+psnmp->oval*psnmp->sval);
17             break;
18         case menu_Minus:
19             psnmp->val = ceil(psnmp->rval-psnmp->oval*psnmp->sval);
20             break;
21         case menu_Mul:
22             psnmp->val = ceil(psnmp->rval*psnmp->oval*psnmp->sval);
23             break;
24         case menu_Div:
25             psnmp->val = ceil(psnmp->rval/psnmp->oval*psnmp->sval);
26             break;
27     }
28
29     process_record = true;
30 }
31
32 // process record if needed
33 if (process_record) pPV->processRecord();
34
35 return(status);
36 }

```

## 프린터 모니터링 시스템 구축

그림 6과 같이 수정된 snmp-nscl을 사용하여 프린터 모니터링 시스템을 구축하기 위해서 몇 가지 절차만 수행하면 된다.

1. siteLibs에서 snmpMSULib을 컴파일한다.

```
mijoy0909@mjpark:~/epics/R3.14.12.4/siteLibs/snmpMSULib$ make
```

컴파일 후 그림 7과 같이 siteLibs에 dbd, lib, include 폴더가 생기게 되고, 각 폴더에는 아래 리스트의 파일들이 생성된다. 이 파일들은 siteApps에서 IOC 실행에 사용된다.

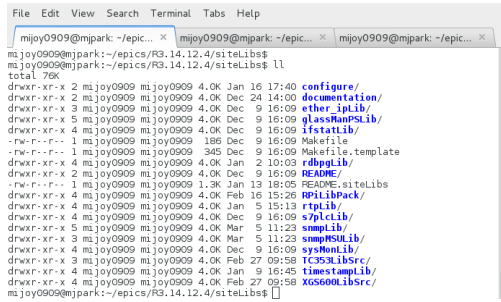
```

# include
mijoy0909@mjpark:~/epics/R3.14.12.4/siteLibs/include$ ls
menuCalc.h  snmpRecord.h

```

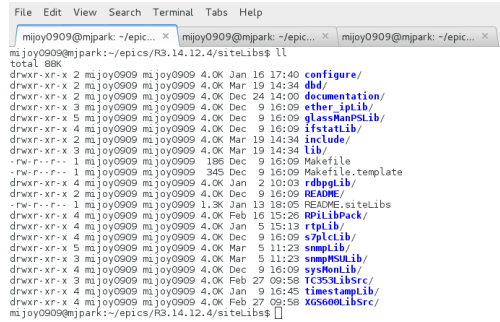
```
# lib
mjoy0909@mpark:~/epics/R3.14.12.4/siteLibs/lib/linux-x86_64$ ls
libdevSnmp.a libdevSnmp.so*

# dbd
mjoy0909@mpark:~/epics/R3.14.12.4/siteLibs/dbd$ ls
menuCalc.dbd snmpDevSoft.dbd snmpRecord.dbd
```



```
mjoy0909@mpark:~/epics/R3.14.12.4/siteLibs$ ll
total 79K
drwxr-xr-x 2 mjoy0909 mjoy0909 4.0K Jan 16 17:40 configure/
drwxr-xr-x 2 mjoy0909 mjoy0909 4.0K Dec 24 14:00 dbd/
drwxr-xr-x 3 mjoy0909 mjoy0909 4.0K Dec 9 16:09 documentation/
drwxr-xr-x 3 mjoy0909 mjoy0909 4.0K Dec 9 16:09 ether.igLib/
drwxr-xr-x 5 mjoy0909 mjoy0909 4.0K Dec 9 16:09 glassRanPSLib/
drwxr-xr-x 4 mjoy0909 mjoy0909 4.0K Dec 9 16:09 ifstatLib/
-rw-r--r-- 1 mjoy0909 mjoy0909 106 Dec 9 16:09 Makefile
-rw-r--r-- 1 mjoy0909 mjoy0909 345 Dec 9 16:09 Makefile.template
drwxr-xr-x 4 mjoy0909 mjoy0909 4.0K Jan 2 10:03 rdpgLib/
drwxr-xr-x 2 mjoy0909 mjoy0909 4.0K Dec 9 16:09 README/
-rw-r--r-- 1 mjoy0909 mjoy0909 1.3K Jan 13 18:05 README.siteLibs
drwxr-xr-x 4 mjoy0909 mjoy0909 4.0K Feb 16 15:26 RPILibPack/
drwxr-xr-x 4 mjoy0909 mjoy0909 4.0K Jan 5 15:13 rtplib/
drwxr-xr-x 4 mjoy0909 mjoy0909 4.0K Dec 9 16:09 s7clib/
drwxr-xr-x 5 mjoy0909 mjoy0909 4.0K Mar 5 11:23 snmpLib/
drwxr-xr-x 3 mjoy0909 mjoy0909 4.0K Mar 5 11:23 snmpPSLib/
drwxr-xr-x 4 mjoy0909 mjoy0909 4.0K Dec 9 16:09 sysModLib/
drwxr-xr-x 3 mjoy0909 mjoy0909 4.0K Feb 27 09:58 TC353LibSrc/
drwxr-xr-x 4 mjoy0909 mjoy0909 4.0K Jan 9 16:45 timesampLib/
drwxr-xr-x 4 mjoy0909 mjoy0909 4.0K Feb 27 09:58 XGS600LibSrc/
mjoy0909@mpark:~/epics/R3.14.12.4/siteLibs$
```

(a) Before library Compile



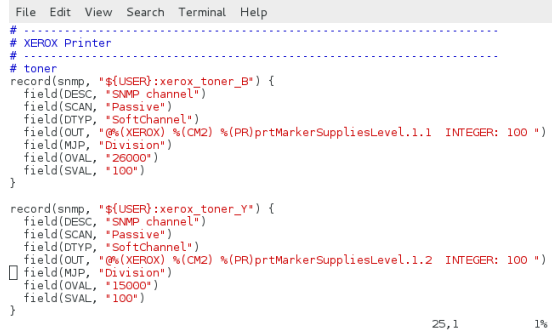
```
mjoy0909@mpark:~/epics/R3.14.12.4/siteLibs$ ll
total 88K
drwxr-xr-x 2 mjoy0909 mjoy0909 4.0K Jan 16 17:40 configure/
drwxr-xr-x 2 mjoy0909 mjoy0909 4.0K Mar 19 14:34 dbd/
drwxr-xr-x 2 mjoy0909 mjoy0909 4.0K Dec 24 14:00 documentation/
drwxr-xr-x 3 mjoy0909 mjoy0909 4.0K Dec 9 16:09 ether.igLib/
drwxr-xr-x 5 mjoy0909 mjoy0909 4.0K Dec 9 16:09 glassRanPSLib/
drwxr-xr-x 4 mjoy0909 mjoy0909 4.0K Dec 9 16:09 ifstatLib/
drwxr-xr-x 2 mjoy0909 mjoy0909 4.0K Mar 19 14:34 include/
drwxr-xr-x 3 mjoy0909 mjoy0909 4.0K Mar 19 14:34 lib/
-rw-r--r-- 1 mjoy0909 mjoy0909 186 Dec 9 16:09 Makefile
-rw-r--r-- 1 mjoy0909 mjoy0909 345 Dec 9 16:09 Makefile.template
drwxr-xr-x 4 mjoy0909 mjoy0909 4.0K Jan 2 10:03 rdpgLib/
drwxr-xr-x 2 mjoy0909 mjoy0909 4.0K Dec 9 16:09 README/
-rw-r--r-- 1 mjoy0909 mjoy0909 1.3K Jan 13 18:05 README.siteLibs
drwxr-xr-x 4 mjoy0909 mjoy0909 4.0K Feb 16 15:26 RPILibPack/
drwxr-xr-x 4 mjoy0909 mjoy0909 4.0K Jan 5 15:13 rtplib/
drwxr-xr-x 4 mjoy0909 mjoy0909 4.0K Dec 9 16:09 s7clib/
drwxr-xr-x 5 mjoy0909 mjoy0909 4.0K Mar 5 11:23 snmpLib/
drwxr-xr-x 3 mjoy0909 mjoy0909 4.0K Mar 5 11:23 snmpPSLib/
drwxr-xr-x 4 mjoy0909 mjoy0909 4.0K Dec 9 16:09 sysModLib/
drwxr-xr-x 3 mjoy0909 mjoy0909 4.0K Feb 27 09:58 TC353LibSrc/
drwxr-xr-x 4 mjoy0909 mjoy0909 4.0K Jan 9 16:45 timesampLib/
drwxr-xr-x 4 mjoy0909 mjoy0909 4.0K Feb 27 09:58 XGS600LibSrc/
mjoy0909@mpark:~/epics/R3.14.12.4/siteLibs$
```

(b) After library Compile

Figure 7 siteLibs 파일 리스트

## 2. siteApps의 snmpApp/Db에 db파일을 추가한다.

그림 8과 같이 모니터링을 원하는 MIB 객체정보를 record에 정의한 db파일을 만들고, Makefile에 추가한다.



```
File Edit View Search Terminal Help
# .....
# XEROX Printer
# .....
# toner
record(snmp, "${USER}:xerox_toner_B") {
    field(DESC, "SNMP channel")
    field(SCAN, "Passive")
    field(DTYP, "SoftChannel")
    field(OUT, "%(XEROX) %(CM2) %(PR)priMarkerSuppliesLevel.1.1 INTEGER: 100 ")
    field(RUP, "Division")
    field(OVAL, "26000")
    field(SVAL, "100")
}

record(snmp, "${USER}:xerox_toner_Y") {
    field(DESC, "SNMP channel")
    field(SCAN, "Passive")
    field(DTYP, "SoftChannel")
    field(OUT, "%(XEROX) %(CM2) %(PR)priMarkerSuppliesLevel.1.2 INTEGER: 100 ")
    field(RUP, "Division")
    field(OVAL, "15000")
    field(SVAL, "100")
}

25,1 1%
```

Figure 8 EPICS DB파일

```
1 TOP=../..
2 include $(TOP)/configure/CONFIG
3 #-----
4 # ADD MACRO DEFINITIONS AFTER THIS LINE
5
6 #-----
7 # Optimization of db files using dbst (DEFAULT: NO)
8 #DB_OPT = YES
9
```

```

10 #-----
11 # Create and install (or just install) into <top>/db
12 # databases, templates, substitutions like this
13 #DB += xxx.db
14 DB += printer.vdb
15
16 #-----
17 # If <anyname>.db template is not named <anyname>*.template add
18 # <anyname>_template = <templatename>
19
20 include $(TOP)/configure/RULES
21 #-----
22 # ADD RULES AFTER THIS LINE

```

### 3. siteApps에서 snmp를 컴파일 한다.

```
mijoy0909@mpark:~/epics/R3.14.12.4/siteApps/snmp$ make
```

컴파일 후 그림 9와 같이 bin, db, dbd파일이 생성되고, 각각의 폴더에는 siteLibs과 마찬가지로 IOC실행에 사용될 파일이 생성된다.

```

mijoy0909@mpark:~/epics/R3.14.12.4/siteApps/snmp$ ll
total 24K
drwxr-xr-x 2 mijoy0909 mijoy0909 4.0K Mar 19 14:53 configure/
drwxr-xr-x 3 mijoy0909 mijoy0909 4.0K Mar 19 15:53 iocBoot/
-rw-r--r-- 1 mijoy0909 mijoy0909 467 Mar 19 15:53 Makefile
drwxr-xr-x 2 mijoy0909 mijoy0909 4.0K Mar 18 18:21 mibs/
drwxr-xr-x 3 mijoy0909 mijoy0909 4.0K Mar 19 15:53 api/
drwxr-xr-x 4 mijoy0909 mijoy0909 4.0K Mar 18 18:15 snmpApp/
mijoy0909@mpark:~/epics/R3.14.12.4/siteApps/snmp$

```

(a) Before Application Compile

```

mijoy0909@mpark:~/epics/R3.14.12.4/siteApps/snmp$ ll
total 36K
drwxr-xr-x 3 mijoy0909 mijoy0909 4.0K Mar 19 14:54 bin/
drwxr-xr-x 4 mijoy0909 mijoy0909 4.0K Mar 19 14:54 configure/
drwxr-xr-x 2 mijoy0909 mijoy0909 4.0K Mar 19 14:54 db/
drwxr-xr-x 2 mijoy0909 mijoy0909 4.0K Mar 19 14:54 dbd/
drwxr-xr-x 3 mijoy0909 mijoy0909 4.0K Mar 19 15:53 iocBoot/
-rw-r--r-- 1 mijoy0909 mijoy0909 467 Mar 19 15:53 Makefile
drwxr-xr-x 2 mijoy0909 mijoy0909 4.0K Mar 18 18:21 mibs/
drwxr-xr-x 3 mijoy0909 mijoy0909 4.0K Mar 19 15:53 api/
drwxr-xr-x 4 mijoy0909 mijoy0909 4.0K Mar 18 18:15 snmpApp/
mijoy0909@mpark:~/epics/R3.14.12.4/siteApps/snmp$

```

(b) After Application Compile

Figure 9 siteApps/snmp 파일 리스트

### 4. IOC실행 전 st.cmd파일을 수정 및 실행권한을 부여한다.

/iocBoot/iocsnmp로 이동 후 st.cmd 파일에 앞서 생성한 db파일을 추가해준다. 이 때, MIB파일의 경로, 사용하고자하는 SNMP의 버전, 사용한 매크로 값에 대한 정보도 추가해준다.

```

1 #!../bin/linux-x86_64/snmp
2
3 ## You may have to change snmp to something else
4 ## everywhere it appears in this file
5
6 < envPaths
7
8 cd ${TOP}
9
10 epicsEnvSet("MIBDIRS", "+$(TOP)/mibs")
11 devSnpSetSnpVersion("10.1.4.184", "SNMP_VERSION_1")
12 devSnpSetSnpVersion("10.1.4.182", "SNMP_VERSION_2c")
13
14 epicsEnvSet("PR", "Printer-MIB::")
15 epicsEnvSet("JM", "Job-Monitoring-MIB::")
16 epicsEnvSet("SMI", "SNMPv2-SMI::")

```

```

17 epicsEnvSet("XM", "XEROX-SERVICE-MONITORING-MIB::")
18 epicsEnvSet("CM1", "admin")
19 epicsEnvSet("CM2", "public")
20 epicsEnvSet("XEROX", "10.1.4.182")
21 epicsEnvSet("KYOCERA", "10.1.4.184")
22
23 ## Register all support components
24 dbLoadDatabase "dbd/snmp.dbd"
25 snmp_registerRecordDeviceDriver pdbbase
26
27 ## Load record instances
28 dbLoadRecords("db/printer.vdb", "USER=mijoy0909Host")
29
30 cd ${TOP}/iocBoot/${IOC}
31 iocInit
32
33 ## Start any sequence programs
34 #seq snxxxx,"user=mijoy0909Host"

```

```
mijoy0909@mjpark:~/epics/R3.14.12.4/siteApps/snmp/iocBoot/iocsnmp$ chmod 755 st.cmd
```

5. IOC 실행 및 통신 확인 과정을 거친다.  
IOC가 실행 후 PV 리스트를 확인한 결과는 그림 10과 같다.

```

File Edit View Search Terminal Tabs Help
mijoy0909@mjpark: ~/epic... x mijoy0909@mjpark: ~/epic... x mijoy0909@mjpark: ~/epic... x
dbLoadDatabase "dbd/snmp.dbd"
snmp_registerRecordDeviceDriver pdbbase
## Load record instances
dbLoadRecords("db/printer.vdb", "USER=mijoy0909Host")
cd /home/mijoy0909/epics/R3.14.12.4/siteApps/snmp/iocBoot/iocsnmp
iocInit
Starting iocInit
#####
## EPICS R3.14.12.4 $Date: Mon 2013-12-16 15:51:45 -0600$
## EPICS Base built Aug 29 2014
#####
iocRun: All initialization complete
## Start any sequence programs
#seq snxxxx,"user=mijoy0909Host"
epics>
epics> dbI
mijoy0909Host:kyocera_TR1
mijoy0909Host:kyocera_TR2
mijoy0909Host:kyocera_TR3
mijoy0909Host:kyocera_TR4
mijoy0909Host:kyocera_TR5
mijoy0909Host:kyocera_active
mijoy0909Host:kyocera_length1
mijoy0909Host:kyocera_length2
mijoy0909Host:kyocera_length3
mijoy0909Host:kyocera_length4
mijoy0909Host:kyocera_length5
mijoy0909Host:kyocera_power
mijoy0909Host:kyocera_toner
mijoy0909Host:kyocera_width1
mijoy0909Host:kyocera_width2
mijoy0909Host:kyocera_width3
mijoy0909Host:kyocera_width4
mijoy0909Host:kyocera_width5
mijoy0909Host:xerox_TR1
mijoy0909Host:xerox_TR2
mijoy0909Host:xerox_TR3
mijoy0909Host:xerox_TR4
mijoy0909Host:xerox_TR5
mijoy0909Host:xerox_length1
mijoy0909Host:xerox_length2
mijoy0909Host:xerox_length3
mijoy0909Host:xerox_length4
mijoy0909Host:xerox_length5
mijoy0909Host:xerox_power
mijoy0909Host:xerox_toner_B
mijoy0909Host:xerox_toner_C
mijoy0909Host:xerox_toner_M
mijoy0909Host:xerox_toner_Y
mijoy0909Host:xerox_toner_drum_B
mijoy0909Host:xerox_toner_drum_C
mijoy0909Host:xerox_toner_drum_M
mijoy0909Host:xerox_toner_drum_Y
mijoy0909Host:xerox_waste
mijoy0909Host:xerox_width1
mijoy0909Host:xerox_width2
mijoy0909Host:xerox_width3
mijoy0909Host:xerox_width4
mijoy0909Host:xerox_width5
mijoy0909Host:kyocera_state
mijoy0909Host:xerox_print
mijoy0909Host:xerox_state
mijoy0909Host:xerox_state_sub
epics>

```

Figure 10 EPICS IOC 실행 및 PV 리스트

PV가 장비와 통신되고 있는지 확인하기 위해 EPICS의 Command, CA monitor, snmpget을 값을 확인 한 결과, 동일한 값을 보이므로 EPICS로 프린터기가 모니터링 됨을 확인할 수 있다.

# EPICS Command

```
epics> dbpr mijoy0909Host:xerox_state
```

```
ASG:          DESC: SNMP channel  DISA: 0          DISP: 0
DISV: 1       NAME: mijoy0909Host:xerox_state      SEVR: NO_ALARM
STAT: NO_ALARM TPRO: 0          VAL: Printing...
```

# CA monitor

```
mijoy0909@mjpark:~$ camonitor mijoy0909Host:xerox_state
```

```
mijoy0909Host:xerox_state      2015-03-19 15:23:32.007583 Printing...
```

# snmpget

```
mijoy0909@mjpark:~$ snmpget -v 2c -c public 10.1.4.182 prtConsoleDisplayBufferText.1.1
Printer-MIB::prtConsoleDisplayBufferText.1.1 = STRING: "Printing..."
```

## OPI 구현

IOC가 실행되어 각각의 PV들이 CA통신으로 프린터기의 정보를 모니터링하면, EPICS의 UI (User Interface) 프로그램인 CSS (Control System Studio)를 사용하여 프린터 모니터링 시스템의 OPI (Operator Interface)를 구현한다. 그림 11은 프린터의 상태, 소모품의 잔량 등의 정보 확인 및 종이 걸림, 소모품 부족 등의 알림을 알 수 있도록 구현되었다.



Figure 11 프린터 모니터링 시스템 OPI

## **3 Legacy SNMP Code**

### **3.1 Net-snmp tutorial**

## Bibliography

- [1] Rare Isotope Science Project, 2013. Y.K.Kwon et al, “Status of Rare Isotope Science Project in Korea”, Few Body Syst. 54, 961.
- [2] Rare Isotope Science Project, 2006.  
<http://www.risp.re.kr/index.jsp>.
- [3] Official Internet Standards Protocol, 2002.  
<http://www.rfc-editor.org/search/standards.php>.
- [4] Relationship between an Manager and an Agent, 2005. Douglas R. Mauro, Kevin J. Schmidt, “Essential SNMP. O’Reilly”, 2nd ed.
- [5] Experimental Physics and Industrial Control System, 2011.  
<http://www.aps.anl.gov/epics/about.php>.
- [6] Integrate SNMP into EPICS, 2006.  
[http://www-mks2.desy.de/content/e4/e40/e41/e12212/index\\_ger.html](http://www-mks2.desy.de/content/e4/e40/e41/e12212/index_ger.html).
- [7] EPICS IOC Support Modules, 2014.  
<http://aps.anl.gov/epics/modules/index.php>.
- [8] EPICS SNMP Device Support Module (NSCL/FRIB), 2014.  
<https://groups.nscl.msu.edu/controls/files/devSnmp.html>.
- [9] EPICS Record Reference Manual. Philip Stanley, Janet Anderson, Marty Kraimer, “EPICS Record Reference Manual”.
- [10] EPICS Environment Tree, 2015. 4th report....