

ISBN 978-89-6211-258-0

미국 페르미 연구소 CDF 실험 원격제어실  
설치 및 관리 보고서

2008년 11월 15일

High Energy Physics Group  
Korea Institute of Science and Technology Information  
Daejeon Korea, 305-806



**한국과학기술정보연구원**  
Korea Institute of Science and Technology Information

# 머 리 말

본 기술 보고서는 미국 페르미 연구소 CDF 실험의 제어실 (Control Room)의 일부분인 CO (Consumer Operation)의 원격제어실을 KISTI에 설치하면서 습득한 기술에 대한 것이다. 본 보고서의 작성에 도움을 주신 모든 분들에게 감사드린다.

작 성 자 : 김 현 우 (KISTI)  
정 민 호 (KISTI)  
조 기 현 (KISTI)

# 목 차

I. 개 요 .....	4
1. KISTI e-HEP 연구환경 .....	4
2. 미국 페르미 연구소 소개 .....	10
3. 페르미 연구소 CDF 실험 소개 .....	11
II CDF 제어실(Control Room) 현황 .....	12
1. 미국 페르미 연구소 - CO Monitoring Shift .....	12
2. 이태리 피사 대학교 .....	14
3. 일본 쓰꾸바 대학교 .....	14
III. 원격제어실 구축 .....	15
1. 원격제어실 개요 .....	15
2. 원격제어실 하드웨어 및 소프트웨어 사양서 .....	15
3. 커버러스화 .....	16
4. Port forwarding for secure X channel .....	23
IV. Remote CO shift 수행 방법 .....	33
V. 결론 .....	43
참고문헌 .....	44

## I. 개 요

### 1. KISTI e-HEP 연구환경

KISTI 고에너지 물리(HEP: High Energy Physics) 그룹은 지금 현재 두 명의 입자물리전공자와 한 명의 software engineer로 이루어져 있다. KISTI 고에너지 물리그룹은 e-HEP 이라고 불리며 Data Production, Data Processing, Data Analysis의 세 가지의 목표를 가지고 있다.

본 기술 보고서에서는 Data Production과 관련된 KISTI e-HEP 그룹의 최근 활동을 기술한다.

#### 가. Data Production

페르미연구소와 같은 고에너지 가속기 연구소에서 Data Production은 가속기에서 가속되어지는 입자들의 충돌의 결과로 생성되어지는 물리적인 사건을 검출기를 이용해 전기전자적인 신호의 형태로 기록하는 것을 의미하며, 이런 과정은 제어실(Control Room)에서 교대 근무하는 물리학자들에 의해 완벽하고 철저히 제어된다. 페르미연구소 CDF 실험의 제어실과 같은 고에너지물리실험의 제어실은 여러 가지 기능의 부분으로 이루어져 있는데 그중의 하나는 검출되어지는 데이터의 quality를 모니터링하는 섹션이다. CDF 실험에서는 이 부분을 CO 즉 Consumer Operator 섹션이라고 부르는데 이 섹션의 특징은 데이터 검출 제어과정에 직접적으로 영향을 미치지 않기 때문에, 원격으로 수행하여도 큰 무리가 없다는 것이다.

지금 현재 이태리의 피사대학과 일본의 쓰꾸바대학의 고에너지 물리그룹에서는 이런 특징을 이용하여, 원격제어실 즉 Remote Control Room을 구축하여 이미 활동 중에 있다. 이에 KISTI HEP 그룹에서도 한국에 있는 CDF 연구자(KISTI 포함)들의 연구

활동 진작을 위하여 KISTI에 CDF RCR (Remote Control Room) 즉 원격제어실을 구축하게 되었다. 이러한 원격제어실은 현대 고에너지물리실험의 추세이며, 그 이유는 점점 거대화되어 가는 고에너지물리실험의 정상적인 수행을 위해서는 글로벌 협업의 형태가 필수 불가결하기 때문이다. 하나의 큰 예는 유럽의 입자물리연구소인 CERN에서 새로이 시작하는 LHC (Large Hadron Collider) 의 제어실(그림 1)의 일부분을 미국에 있는 페르미연구소에서 담당하는 것이며 이것은 CMS@FNAL(그림 2) 라는 고유명칭으로 불린다.



그림 2 CERN LHC Main Control Room



그림 3 Remote LHC at FNAL Wilson Hall

## 나. Data Processing

Data Processing은 현대 고에너지 물리실험의 세가지 구성성분, 즉 가속기, 검출기 그리고 컴퓨팅 중에서, 컴퓨팅부분을 실현하는 데이터 센터라는 개념에 바탕을 두고 있다.

### ATLAS Tiered Data Distribution

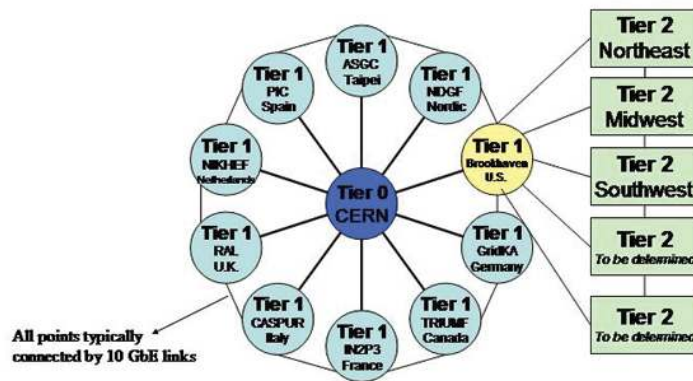


그림 4 CERN LHC Computing Grid S초들

현재 KISTI는 gLite 기반의 LCG 팜을 Linux 112 core processor 정도의 테스트베드에 설치하여 그것을 CERN ALICE Computing Model의 Tier-2 data center 로서 운용하고 있다. 이것은 CDF Computing Model의 세 번째 단계인 (CAF, dCAF 에 이은) grid CAF의 세 구성성분의 하나인 Pacific CAF의 일원으로 쓰이고 있다.



그림 5 프랑스 IN2P3의 Computing Center는 리옹에 위치하고 있다.

CDF Offline Computing Group은 한 단계 더 나아가서, 대형 computing center 세 군데와 FNAL GCC(Grid Computing Center)를 묶어서 CGCC, 즉 CDF Grid Computing Center를 구성하려고 추진 중이며, 그 세 곳의 대형 computing center는 KISTI와, 프랑스의 CNRS산하의 IN2P3 Computing Center(그림 4) 그리고 이태리 INFN의 computing center인 CNAF 등이다.

## 다. Data Analysis

생성되고 처리된 실험데이터를 가지고 최종적으로 해야 할 일은 그 데이터를 분석해서 해석하는 것이고, 이 과정에는 같은 실험에 공동연구를 하는 전 세계의 연구자들과의 의견교환이 필수적이다.

이런 측면을 고려하여 고안된 개념이 바로 Data Analysis이며 KISTI 고에너지 그룹에서는, 미국 칼텍 고에너지 그룹에서 개발하여 유지하고 있는 EVO system의 서버를 국내 최초로 유치(그림 5)하여 전체 EVO server network의 일부분으로서 EVO system에 참여를 하고 있으며, 이런 EVO 서버는 국내 고에너지 물리 연구자들과 그 외의 물리관련 연구자들의 활동에 큰 도움이 되고 있다. 지금까지 국내의 연구자들이 EVO에 접속하면, 국내가 아닌 다른 국가에 위치한 서버에 접속이 되었기 때문에 video-audio streams의 전송속도 측면에서 크게 불편을 겪었지만, KISTI EVO server 도입이후에는 한층 좋은 환경에서 EVO system을 쓸 수가 있게 되었다. 현재 KISTI EVO system을 가장 활발하게 이용하는 그룹은 한국 CDF 연구자들이며(그림 6) 그 다음은 KISTI의 수치상대론 그룹에서 주도 하고 있는 한국 수치상대론 연구회이다.





그림 6 KISTI EVO System:  
Panda Servers



그림 7 EVO를 이용해서 Data Analysis에  
참여하고 있는 KISTI HEP그룹 멤버들

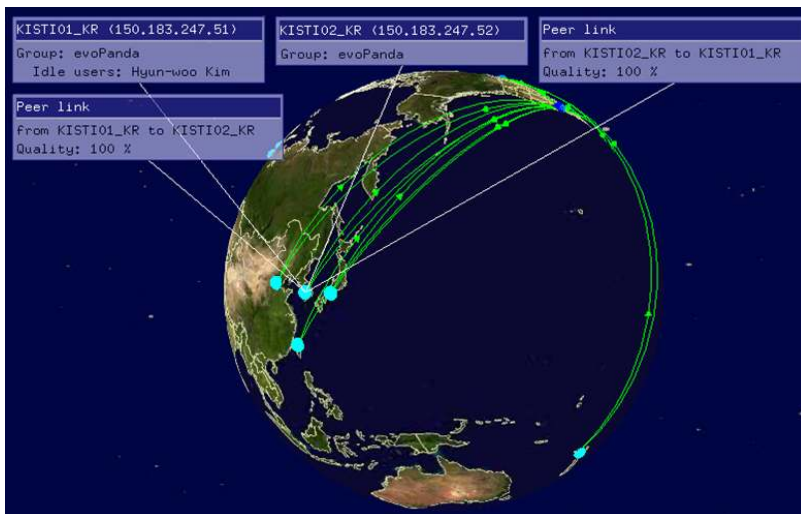


그림 8 KISTI Panda Servers monitored by Monalisa system

## 2. 미국 페르미 연구소

미국 페르미 연구소(Fermi National Accelerator Laboratory)는 미국립 가속기 연구소로서 입자 물리학의 실험 분야에서 세계 최고의 연구소중의 하나이다. 미국 에너지성 (Department of Energy) 소속의 기관이며 1967년에 설립되었다. 페르미 연구소의 가속기는 테바트론(Tevatron)이라고 불리며, 양성자와 반양성자를 각각 1 TeV의 에너지까지 가속한 후 질량중심 에너지 약 2 TeV에서 충돌시킨다. 테바트론에는 두 곳의 양성자-반양성자 충돌지점이 있고 CDF (Collider Detector at Fermilab) 와 D0 검출기가 각각 충돌지점에 위치되어 충돌의 결과를 기록하는 데에 쓰인다.



그림 9 미국 페르미 연구소의 전경

### 3. 페르미 연구소 CDF 실험

CDF실험은 CDF검출기를 통하여 이루어지는 실험을 말한다. CDF 검출기는 Tevatron 가속기에서 가속되어지는 양성자, 반양성자가 충돌되어지는 지점에 놓여 있고, 그 충돌의 결과를 검출하는 거대장치이다. 이런 충돌의 결과는 에너지와 운동량을 지닌 입자들과 CDF 검출기는 이런 결과 입자들의 특성을 검출하는 성질을 지닌 물질로 이루어져 있으며 이런 검출의 결과는 전자적인 신호로 변환되어 저장된다.



그림 10 CDF Detector at B0 point of Tevatron

## II. CDF 검출기 제어실(Control Room) 현황

CDF실험의 데이터 검출 제어실의 현황을, 페르미에 있는 주제어실, 그리고 원격제어실을 구축한 이태리와 일본의 경우의 순으로 살펴 본다.

### 1. 미국 페르미연구소의 CDF CO Shift

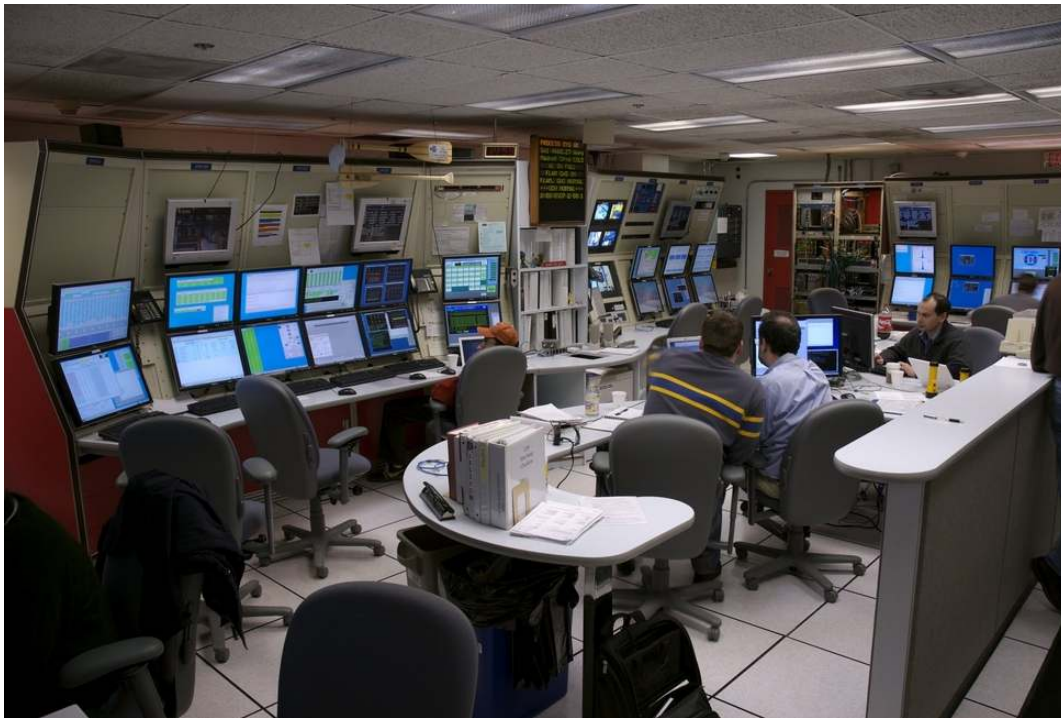


그림 11 미국 페르미 연구소의 CDF 실험 제어실

CDF 검출기를 통한 데이터 획득(data taking)은 CDF 실험의 참여 물리학자들에 의해 통제되어 지고, 그 장소를 CDF 실험제어실(control room)이라고 부른다. 24시간을 세 개의 8시간 단위로 나누어, day shift(8AM - 4PM), evening shift(4PM - Midnight) 그리고 owl shift(Midnight - 8AM) 라고 부른다. 하나의 shift는 다음과 같은 세 명의 인원으로 구성되어진다.

#### (1) SciCo

SciCo shift는 보통 경험이 많은 물리학자가 맡아서 shift의 중요한 결정을 내린다.

(2) ACE

ACE shift는 실질적으로 data taking을 하는 가장 중요한 shift이다. 고에너지 실험에서 data taking은 data acquisition(DAQ)이라고 불리고 CDF ACE shift는 DAQ shift라고도 불린다.

(3) CO (Consumer Operator)

CO shift는 Consumer Operation의 약자이며, data taking의 quality를 모니터하는 역할을 한다.

가. Consumer Operator의 구성성분



그림 12 CDF 주 제어실(main control)의 CO section

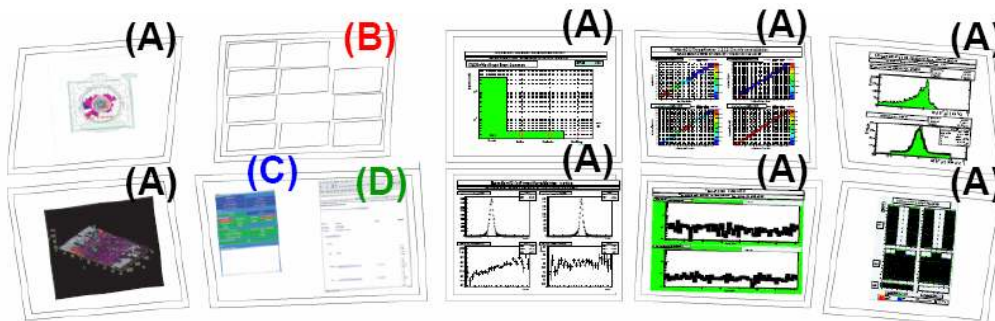


그림 13 CO section을 이루는 모니터들의 역할

그림 13에서 보여지듯이 CO의 구성성분은 다음과 같다.

- (A) Event displays and Consumer Slides by "Screen SnapShots through web
- (B) Status and logs of Consumer Monitors through web
- (C) Consumer Control (concon) that can be sent to the remote site
- (D) Detector Check Lists and e-logs through web browser

## 2. 이태리 피사 대학교 원격제어실 (Remote Control Room)

그림 14는 이태리 피사 대학교의 원격제어실을 보여준다.



그림 14 Italy Pisa Remote Control Room (RCR)

## 3. 일본 쓰쿠바 대학교 원격제어실(Remote Control Room)

그림 15는 일본 쓰쿠바 대학교의 원격제어실을 보여준다.



그림 15 Japan Tsukuba Remote Control Room

### III. KISTI CDF Remote Control Room(원격제어실) 구축

#### 1. 원격제어실 개요

KISTI의 CDF remote control room은 세 개의 서버와 열 개의 모니터로 이루어져 있다. 한 개의 리눅스와 두 개의 윈도 서버가 CDF Data의 원격 제어에 필요한 concon 어플리케이션과 많은 수의 웹 브라우저를 가동하는 데에 쓰인다.

#### 2. 하드웨어 및 소프트웨어 사양서

가. CPU : Intel quad-core 64 bit

나. Memory: 2 GB

다. Display : NVIDIA GeForce 8600 GT PCI Express with two DVI outputs

라. Operating System Issue

- Scientific Linux Fermi 4.5 LTS (=Long Term Support)  
x86\_64 version
- Windows XP

### 3. 서버 커버리츠화 (cdfroclnx1.kisti.re.kr)

여기서는 리눅스 서버를 커버리츠화하는 과정을 설명한다.

#### 가. 개요(Overview)

세 개의 서버중의 하나인 리눅스 서버(cdfroclnx1.kisti.re.kr)는 커버리츠화가 되어야 한다. 그 이유는 다음과 같다. 페르미 연구소의 상위기관인 미국 에너지성(Department of Energy)은 다음과 같은 regulation를 가이드 라인으로 제시한다.

- All connections should be kerberized
- Offsite users cannot execute critical commands in remote connection.

#### Technical Requirement

- An environment to execute commands in the form of X-GUI should be sent from b0control to external machine
- A communication channel opened for X protocol is not secure
- An unsecure communication channel can be secured by way of ssh-port-forwarding feature
- ssh connection should be fortified by Kerberos

#### Conclusion

- Our machine must allow incoming Kerberos connections.
- Our machine cdfroclnx1.kisti.re.kr should be first Kerberized

#### 나. 시스템 관리자 등록

system administrators를 관리하는 database에 kisti 시스템의 관리자를 등록하여야 한다. 다음의 URL이 그것에 쓰인다.



[http://computing.fnal.gov/cd/forms/upd\\_registration.html](http://computing.fnal.gov/cd/forms/upd_registration.html)

다음은 등록의 결과로 받은 이메일 통보이다.

```
From root@cdevs0 fnal gov
The host cdfroclnx1.kisti.re.kr has been registered
for upd and ftp access on fnkits.fnal.gov.
the "addkits" script
```

다. Service Principal의 신청

커버리시화하는 과정에는 해당 리눅스서버에 대한 service principal을 신청하는 것이 포함되어 있고, host/cdfroclnx1.kisti.re.[kr@FNAL.GOV](mailto:kr@FNAL.GOV)의 형태를 가지고 있다.

host-specific service principal 과 그 password는 다음의 URL을 통해서 신청을 하였다.

[http://computing.fnal.gov/cd/forms/extra\\_kerb\\_req\\_form.html](http://computing.fnal.gov/cd/forms/extra_kerb_req_form.html)

다음은 그 신청에 관련된 이메일 통보이다.

```
A confirmation email from compdiv@fnal.gov
On Thursday, December 13, 2007 at 20:15:02
    you responded to our `Request Additional Kerberos Items`
form.
Requestor's Name: hyunwoo
Fermi ID #: 10992V
Kerberos principal: hyunwoo
Supervisor/Spokesperson: Robert Roser
Host and ftp Principals (FNAL.GOV)?: yes
Host name: cdfroclnx1.kisti.re.kr
The Computing Division has received your request for
additional Kerberos items.
We will notify you when each item is ready.
```

Following confirmation email from [compdiv@fnal.gov](mailto:compdiv@fnal.gov)

Subject New kerberos host/ftp principals for  
cdfroclnx1.kisti.re.kr

The following principals have been added in realm FNAL.GOV  
host/cdfroclnx1.kisti.re.kr  
ftp/cdfroclnx1.kisti.re.kr

You should receive your host and ftp keys in a separate email. These keys may be used only once.

Following confirmation email from [helpdesk@fnal.gov](mailto:helpdesk@fnal.gov)

Use this key(password) for both host/ftp for your node(s):

xxxxxxxxxx (blanked out because of security issue)

You can only use these keys once. If you have problems and need to reinstall you will need a new pair. If you need help, send email to [kerberos-users@fnal.gov](mailto:kerberos-users@fnal.gov); if you need key resets email [helpdesk@fnal.gov](mailto:helpdesk@fnal.gov). Please do not forward this email to anyone because of the password.

다음은 페르미 컴퓨팅 디비전에서 제공하는 보안 매뉴얼인 "strong auth"의 17.10 Installing Service Host Keys 에서 기술하는 대로 다음과 같이 진행하였다.

1. log in as root
2. run the /usr/krb5/config/makehostkeys script
3. how to confirm whether the script ran all right

```
[root@cdfroclnx1]/usr/krb5/sbin/ktutil
```

```
ktutil: rkt /etc/krb5.keytab
```

```
ktutil: list
```

```
slot KVNO Principal
```

```
-----  
1    2    host/cdfroclnx1.kisti.re.kr@FNAL.GOV  
2    2    ftp/cdfroclnx1.kisti.re.kr@FNAL.GOV
```

## 라. Secure Shell and DNS Registration

다음은 secure shell과 관련된 DNS 등록에 관련된 부분이다.

이 부분이 해결되지 않은 상태에서 secure shell로 커버리스화된 리눅스서버에 접근하려 했을 때 다음과 같은 에러 메시지를 얻었고, 그 해결책이 바로 DNS 등록이었던 것이다.

```
[hyunwoo@hep] ssh -vvv cdfroclnx1.kisti.re.kr
```

The error message :

```
debug1: An invalid name was supplied
Cannot determine realm for numeric host address
debug1: An invalid name was supplied
A parameter was malformed
Validation error
```

The solution :

```
[cdfroclnx1] host cdfroclnx1.kisti.re.kr should return
cdfroclnx1.kisti.re.kr has address 150.183.234.41
but it didn't
[cdfroclnx1] host 150.183.234.41 should return
41.234.183.150.in-addr.arpa domain name
pointer cdfroclnx1.kisti.re.kr
but it didn't
```

원내망에 DNS 신청양식을 다시보내어서, 인버스 도메인을 신청하였다.

#### 마. Secure Shell and /etc/hosts file

그리고 cdfroclnx1에서 /etc/hosts file의 내용이 다음과 같아야 한다. 150.183.234.41 cdfroclnx1.kisti.re.kr cdfroclnx1

#### 바. Secure Shell and /etc/krb5.conf

```
[hyunwoo@hep] ssh -vvv cdfroclnx1.kisti.re.kr
The error message :
debug1:      Authentications      that      can      continue:
keyboard-interactive
debug1: Next authentication method: keyboard-interactive
debug1:      Authentications      that      can      continue:
keyboard-interactive
debug1: No more authentication methods to try.
Permission denied (keyboard-interactive).

/etc/krb5.conf on cdfroclnx1.kisti.re.kr should include
(.)kisti.re.kr = FNAL.GOV
wrong krb5.conf on cdfroclnx1.kisti.re.kr causes
the absence of gssapi handshaking

/etc/krb5.conf on hep.kisti.re.kr should include
(.)kisti.re.kr = FNAL.GOV
wrong krb5.conf on hep.kisti.re.kr causes
"Server not found in Kerberos database" error
```

## 사. Secure shell and sshd\_config file

Kerberized version of /etc/ssh/sshd\_config on cdfroclnx1.kisti.re.kr should look like (or include) the following;

- > RSAAuthentication no
- > PubkeyAuthentication no
- > PasswordAuthentication no
  
- < ChallengeResponseAuthentication no
- > KerberosAuthentication yes
- > KerberosOrLocalPasswd no
- > KerberosTicketCleanup yes
  
- > GSSAPIAuthentication yes
- > GSSAPICleanupCredentials yes
  
- > UsePAM no

After modifying this /etc/ssh/sshd\_config,

you have to do /etc/rc.d/init.d/ssh restart as root

이제 hep.kisti.re.kr (client machine)에서 cdfroclnx1 으로 kerberized ssh connection을 열 수 있다.

## 4. Port Forwarding for secure X channel

### 가. Overview

앞 3 절은 cdfroclnx1.kisti.re.kr 을 커버리시화 하는 과정을 보여주었다. 그 다음 단계는 b0control 으로부터 오는 port-forwarding을 cdfroclnx1에서 가능하게 하는 과정이다.

미국 DOE/FNAL 보안 정책 때문에, 외부에서 CDF online cluster로 로그인한 상태에서는 실행명령을 수행할 수 없다. 그러므로 CDF online cluster에서 remote control room (KISTI)로 concon이라는 X application을 kerberized secure channel을 통해서 보내야 한다. 이럴 때 쓰이는 것이 secure shell에서 제공하는 port forwarding이다.

## 나. Final and Successful State

어떠한 connection도 이루어지기 전에, 서버에서 열린 포트를 보면 다음과 같다.

```
[cdfroclnx1 ~]$ netstat -an --tcp
Proto RQ SQ Local Address    Foreign Address  State
tcp    0 0 0.0.0.0:6000    0.0.0.0:*       LISTEN
tcp    0 0 :::22          :::*            LISTEN
tcp    0 0 :::6000        :::*            LISTEN
ssh connection이 이루어 진다.

[hep] ssh -f -L6001:127.0.0.1:6000 cdfroclnx1 sleep 1h
[cdfroclnx1 ~]$ netstat -an --tcp
<< new lines >>
tcp    0 0 :::150.183.234.41:22  :::150.183.234.211:41 ESTAB
tcp    0 0 ::1:6010        :::*            LISTEN
tcp    0 0 127.0.0.1:6010  0.0.0.0:*       LISTEN

[cdfroclnx1]$ xhost + 127.0.0.1
[hep ~]$ xclock -display 127.0.0.1:1
[cdfroclnx1 ~]$ netstat -an --tcp
<< newer lines >>
tcp    0 0 127.0.0.1:6000  127.0.0.1:32800  ESTAB
```



## ㉔. Port Forwarding and The Ports 6000 and 6010

```
[hep]$ ssh -f -L6001:127.0.0.1:6000 cdfroclnx1 sleep 1h

[cdfroclnx1 ~]$ netstat -an --tcp
Proto R-Q S-Q Local Address  Foreign Address  State
tcp   0 0      :::22          :::*              LISTEN
tcp   0 0 :::150.183.234.41:22  :::150.183.234.211:41  EST
tcp   0 0 ::1:6010       :::*              LISTEN
tcp  0 0 127.0.0.1:6010   0.0.0.0:*         LISTEN
```

You can see port 6010 is opened  
even though port 6000 was requested.

```
[hep ~]$ xclock -display 127.0.0.1:1
X connection to 127.0.0.1:1.0 broken (explicit kill or
server shutdown)

[hep ~]$ in the other terminal, I see,
debug1: Connection to port 6001 forwarding to 127.0.0.1
port 6000 requested
channel 3 : open failed: connect failed: Connection refused
```

So I changed the command slightly (6000 -> 6010)

```
[hep]$ ssh -f -L6001:127.0.0.1:6010 cdfroclnx1 sleep h1

[cdfroclnx1]$ netstat -an --tcp
Proto RQ SQ Local          Foreign        State
tcp   0 0  :::22         :::*           LISTEN
tcp   0 0  :::150.183.234.41:22  :::131.225.240.65:51 ESTAB
tcp   0 0  ::1:6010      :::*           LISTEN
tcp   0 0  127.0.0.1:6010  0.0.0.0:*      LISTEN
```

Here 6010 is opened and waiting for the incoming connection but when I do

```
[hyunwoo@hep ~]$ xclock -display 127.0.0.1:1
X connection to 127.0.0.1:1.0 broken (explicit kill or
server shutdown)

[hyunwoo@hep ~]$ in the original terminal, I see,
debug1: Connection to 6001 forwarding to 127.0.0.1 6010
requested.
debug1: channel 3: new [direct-tcpip]
debug1: client_request_x11: request from 127.0.0.1 32769
debug1: channel 4: new [x11]
debug2: X11 connection uses different authentication
protocol.
X11 connection rejected because of wrong authentication.
==> There were several places to look at
```

## 라. X authentication 1 : xhost

Xsecurity와 관련된 unix man page에서 다음과 같은 정보를 얻을 수 있었다.

```
An X server can use several types of access control.
Mechanisms provided in Release 6 are:
Host Access          Simple host-based access control.
MIT-MAGIC-COOKIE-1  Shared plain-text "cookies".
XDM-AUTHORIZATION-1  Secure      DES      based
private-keys.
SUN-DES-1            Based on Sun's secure rpc system.
MIT-KERBEROS-5      Kerberos Version 5 user-to-user.

xhost krb:hyunwoo@FNAL.GOV
xhost: not compiled for Kerberos 5
xhost: bad hostname "krb:hyunwoo@FNAL.GOV"
I even tried to recompile xhost to enable krb: option for
xhost
```

마. X authentication 2 : xauth with .Xauthority  
: MIT-MAGIC-COOKIE-1 issue

xauth와 관련된 unix man page에서 다음과 같은 정보를 얻을 수 있었다.

```
==== Issues in /etc/ssh/sshd_config file ====
Then looked at /etc/ssh/sshd_config
in relation to X forwarding
> X11UseLocalhost yes                unnecessary
> XAuthLocation /usr/X11R6/bin/xauth unnecessary
> GssapiKeyExchange yes necessary??
```

Then tried to figure out why xclock -display 127.0.0.1:1  
does not work when I do xhost +127.0.0.1

Then tried to perform this connection within a single  
machine

```
[cdfroclnx1]$ ssh -f -L6001:127.0.0.1:6010 cdfroclnx1
sleep h1
[cdfroclnx1]$ netstat -an --tcp
Proto RQ SQ Local          Foreign         State
tcp 0 0 :::22          :::*            LISTEN
tcp 0 0 150.183.234.41:32 150.183.234.41:22 ESTAB
tcp 0 0 :::150.183.234.41:22 :::150.183.234.41:32 ESTAB

tcp 0 0 :::1:6001      :::*            LISTEN
tcp 0 0 :::1:6010      :::*            LISTEN
tcp 0 0 127.0.0.1:6001 0.0.0.0:*       LISTEN
tcp 0 0 127.0.0.1:6010 0.0.0.0:*       LISTEN
```

But when I do

```
[cdfroclnx1]$ xclock -display 127.0.0.1:1
X connection to 127.0.0.1:1.0 broken (explicit kill or
server shutdown)

[cdfroclnx1]$ in the other terminal, I see,
debug1: Connection to 6001 forwarding to 127.0.0.1 6010
requested.
debug2: X11 connection uses different authentication
protocol.
X11 connection rejected because of wrong authentication.
```

바. The display :0 issue in relation with xauth(중요)

이쯤해서 도달한 결론은 포트 6010으로는 도저히 안되는 것 같  
다는 것이다. 즉 어쨌든지 포트 6000으로 연결을 해야 한다는  
것이다. 지금까지는

```
[hep ]$ ssh -f -L6001:127.0.0.1:6000 server sleep 1h로는
connection도 이루어지지 않았다.
```

그래서 편법으로 -L6001:127.0.0.1:6010을 써왔다.

그 이유는 -L6001:127.0.0.1:6000을 해도 항상 cdfroclnx1에서  
포트 6010이 열렸기 때문이다. xauth command를 이용하여 dot  
Xauthority file 에 들어있는 mit-magic-cookie를 생성하여 보았  
다.

```
[cdfroclnx1 ]$ xauth generate :0 .(dot) works

[cdfroclnx1 ]$ xauth generate :1/2/10 .(dot)
xauth: (argv):1: unable to open display ":1/2/10".

[cdfroclnx1 ]$ xauth list
cdfroclnx1.kisti.re.kr/unix:0
MIT-MAGIC-COOKIE-1  7715521
```

왜 여기서 0만 생성되고, 1,2 또는 10은 안되는지 설명이 되는가?

```
[hep ]$ ssh -f -L6001:127.0.0.1:6000 cdfroclnx1 sleep 1h
[cdfroclnx1 ]$ xauth list
cdfroclnx1./unix:0  MIT-MAGIC-COOKIE-1  7715521
cdfroclnx1./unix:10 MIT-MAGIC-COOKIE-1  bfc4dd
```

여하튼, 포트 6000을 열어달라고 요청을 해도, 6010에 해당하는 매직 쿠키가 생성이 되고, 6000에 해당하는 쿠키는 생성이 원천 봉쇄되는 것 같다. 즉 display 0을 제외한 다른 display 또는 포트는 작동하지 않는다. 그래서 내린 결론은 display 0을 무조건 되게 하여야 한다는 것이다.

I noticed that X server has been started with `-nolisten tcp` option which means prohibiting incoming connection from connecting to the port 6000

```
[cdfroclnx1 ~]$ ps -deaf | grep X
root /usr/X11R6/bin/X :0 -audit 0 -auth /var/gdm/:0.Xauth
-nolisten tcp vt7
```

해결책은 the option `-nolisten tcp` 을 X 로부터 없애는 것이다.  
이렇게 하기 위해서는 `/etc/X11/gdm/gdm.conf` 파일에서  
`DisallowTCP` 를 `false`로 값을 가지게 하고 `reboot the machine`

```
In SLF, xinit is used to start X server instead of xdm
/etc/X11/xdm
/etc/X11/xinit
```

X server is started in SLF LTS by `/usr/X11R6/bin/startx`  
which invokes the following line  
`xinit xterm $clientargs -- X :0 $serverargs`  
`man xinit`

What matters is `$serverargs` which can be modified and  
controlled by the following file :

```
/etc/X11/gdm/gdm.conf
```

(`DisallowTCP` has to be set to `false`)

#### ㄱ}. Successful port-forwarding ssh tunnel in a kerberized connection

```
[hep]$ ssh -f -L6001:127.0.0.1:6000 cdfroclnx1 sleep 1h
```

a socket 127.0.0.1:6001 is created in hep(client) listening to the incoming connection

a ssh socket 150.183.234.211:12345

to sshd socket 150.183.234.41:22(sshd)

In [cdfroclnx1] another socket 127.0.0.1:6000 is created listening to the incoming connection 127.0.0.1:12345 which will be created by 150.183.234.41:22(sshd)

when `xclock -display 127.0.0.1:1` is executed

in hep.kisti.re.kr

`-display 127.0.0.1:1` is needed because 127.0.0.1:6001 is waiting for incoming X connection bound for :1

127.0.0.1 between 6001 and 6000 in ssh command means local machine in cdfroclnx1 the destination

in ssh `-f -L6001:127.0.0.1:6000`



## IV. Remote CO Shift 수행 방법

여기서는 Remote shift와 관련된 여러 가지 실무적인 사항을 설명한다. 관련된 사항은 스케줄, 선제 요구 사항 그리고 관련된 Training등이 있다.

### 1 Practical Issues

#### 가. Schedule

remote CO shift를 서기 위해서는, 적어도 15일 전에 페르미언 구소 CDF의 Dee Hahn에게 연락을 하여, 이 shift가 remote임을 알려야 한다.

Dee Hahn은 shifter가 요구조건과 training을 모두 마친 것을 확인하여 remote shift 수행 가능여부를 본인에게 알려준다

#### 나. Remote CO shift prerequisites

- (1) shifter must know DAQ operation of CDF control room
- (2) shifter must have done the regular FNAL training at least once shifter must have done at least one CO,ACE or SciCO in last 2 years

#### 다. Specific training for Remote CO shift

일반적인 CO shift를 위해서는

CO Home Training Slides by Charles Plager를 참조한다

And furthermore, read carefully the following sections please

## 2. Duties for FNAL & KISTI 책임자

### 가. KISTI 측 책임자

- KISTI RCR의 모든 하드웨어와 소프트웨어가 제대로 작동하는 것 확인.
- Shift를 서러 오는 remote shifter가 prerequisites와 training을 모두 마친 것을 확인한다.
- 대전이외의 지역에서 오는 한국 CDF 참여자를 위한 KISTI출입을 보장
- 각각의 remote shift를 보고 할 것.

### 나. FNAL 측 책임자

Pisa: L. Ristori

Tsukuba: M. Kurata

Kisti: Yuchul YANG

- Dee Hahn에게 KISTI remote shifter가 누구인지를 알리고 필요한 training(radiation worker, controlled access and supervised access)을 받았음을 알린다.
- FNAL 측 책임자는 FNAL 지역에 상주하여야 하며, remote CO shift 중에 발생하는 문제에 대응하기 위해 전화를 받을 준비가 되어 있어야 한다.

### 3. KISTI Remote Control Room을 시작하는 절차

가. Always remember, if you can not start RCOS in time  
dial 1-630-840-2080

나. Be at the KC2R2 at least half an hour before the shift  
Make sure you know the location of KISTI and RCR  
Contact KC2R2 Contacts(조기현, 김현우)  
for location and passphrase of KISTI and kc2r2

다. How to turn on all three servers  
- cdfroclnx1.kisti.re.kr : Kerberized machine  
- cdfroclnx2.kisti.re.kr cdfroclnx3.kisti.re.kr

라. Start Polycom PVX and connect to CDF control room  
If the CDF control room doesn't answer, phone it  
- IP address of CDF Polycom : 131.225.232.34

마. If anything goes wrong in the startup procedure,  
follow the emergency procedure.

### 4. KISTI Remote Control Room을 마무리 하는 절차

가. Close concon and the PVX application, then log off PCs.

나. Lock the KISTI RCR if necessary.

## 5. KISTI Remote Control Room 시작시 FNAL측에서의 시작절차

가. Make sure that the names and the phone numbers of the remote site and of the local backup shifter are available on the SciCo desktop

나. About 30 minutes before the shift begins, the outgoing SciCo must make sure that Polycom system is on to allow the video-connection from KISTI RCR.

다. Once the video-connection is established and the remote shifter confirms everything is OK, SciCo must launch the concon for KISTI under the name of **cdfdaq** account on **b0control22 .fnal. gov**

```
b0control:> ~cdfdaq/consumer_scripts/startStartConCon.tcsh  
kisti
```

라. If no video-connection is established within 11:55 PM Chicago time, nor a call from remote site (KISTI) is received, outgoing SciCo should contact the backup shifter.

마. If anything else goes wrong in the startup procedure, follow the emergency procedure

## 6. KISTI Remote Control Room 마무리시 FNAL측에서의 마무리절차

가. SciCo or the incoming CO must check the remote shifter closes concon before leaving the shift.

In case, SciCo must kill it from cdfdaq account

나. SciCo or the incoming CO shifter must hung-up the video connection

## 7. Main Differences between regular CO and remote CO

가. Almost all CO operations are now web-based.

It's slow.

나. Monitor and Display control by concon

다. High Voltage Check for the check list

현재로서는, remote site에서 HV를 check할 유일한 방법은 CDF control room의 SciCo나 ACE에게 부탁하는 것이다.

라. HistoDisplayMain

현재로서는, HistoDisplayMain은 remote site로부터 제어가 안된다.

마. DBANA

All calibration and reference plots can be accessed from Web.

If DBANA needs to be launched, SciCo or ACE must do it at the CDF control room

바. Calibration check results on the CDF control room white board.

Ask Scico or ACE to write the results.

## 8. Specific Instructions for Remote CO 수행 방법

### - KISTI Side

가. Acquire the username and password for the following machines

- cdfroclnx{1,2,3}.kisti.re.kr
- username = hepkesti
- password = hepkesti

나. How to initiate video connection to FNAL via Polycom

- FNAL Polycom IP address 131.225.232.34
- In abnormal situation, dial 1-630-840-2080
- how to manipulate the KISTI polycom machine..

다. ConCon account at cdfroclnx1.kisti.re.kr

- new account at cdfroclnx1.kisti.re.kr = kokrreco  
(korea kerberos remote co)

라. In case of network or phone problems, call x0707

## 9. Specific Instructions for Remote CO 수행 방법

### - FNAL Side

#### (가) SciCo

- Check that the polycom V500 standalone system is properly operation and communicate with the remote CO shifter in video-connection
- Manage the emergency conditions when connection with the remote site breaks,

#### (나) SciCo and or Aces

- Help the remote CO shifter about the checklist infos which cannot remotely accessed (High Voltage status, run mode and what not..)
- Start the script on b0control22 node

```
~cdfdaq/consumer_scripts/startStartConCon.tcsh kisti
```

- Manage Consumer/Monitors with prompt commands if button actions on the ConCon remote window do not work



## 10. Emergency Procedures

가. If the remote shifter realizes that he/she will not be able to connect 5 minutes before the shift begins, he or she must immediately call the CDF control room.

나. If the remote shifter doesn't show up by 11:55 PM and he or she doesn't answer the phone leaving SciCo must call the backup shifter.

(Backup shifter must be within 15 minutes from the CDF control room)

다. Network problem (This could be serious)

(1) In case of network outage longer than 10 minutes, remote CO and SciCo must communicate by telephone and decide how to monitor situation.

(2) If the network breakdown exceeds half an hour, SciCo must call the backup shifter. According to the available information, SciCo decides which CO must continue operation.

라. Video-connection specific problems (Keep the remote CO shift)

(1) Remote CO and SciCo must communicate via e-log or telephone.

(2) Restart PVX application.

(3) Restart the machines hosting the video-conferencing tools and restart PVX.

## 10.5 Failures of HW components specific for remote CO shift

(1) Unless all the desktops in the remote shift fail at the same time, keep the remote shift

(2) In case of failure of Ploycom, SciCo must continue using ACE1 laptop system or communicate via e-log and telephone.

(3) In case of failure of remote linux systems, remote shifter must use Windows to open all the required browsers. SciCo and ACE will be asked to control concon.

## V. 결 론

2008년 7월 22일에 본격적인 가동식을 가지고 2008년 8월 1일부터 7일동안 실제 한국 CDF실험 연구자인 전남대 주경광교수가 원격제어 shift를 성공적으로 수행하였다.

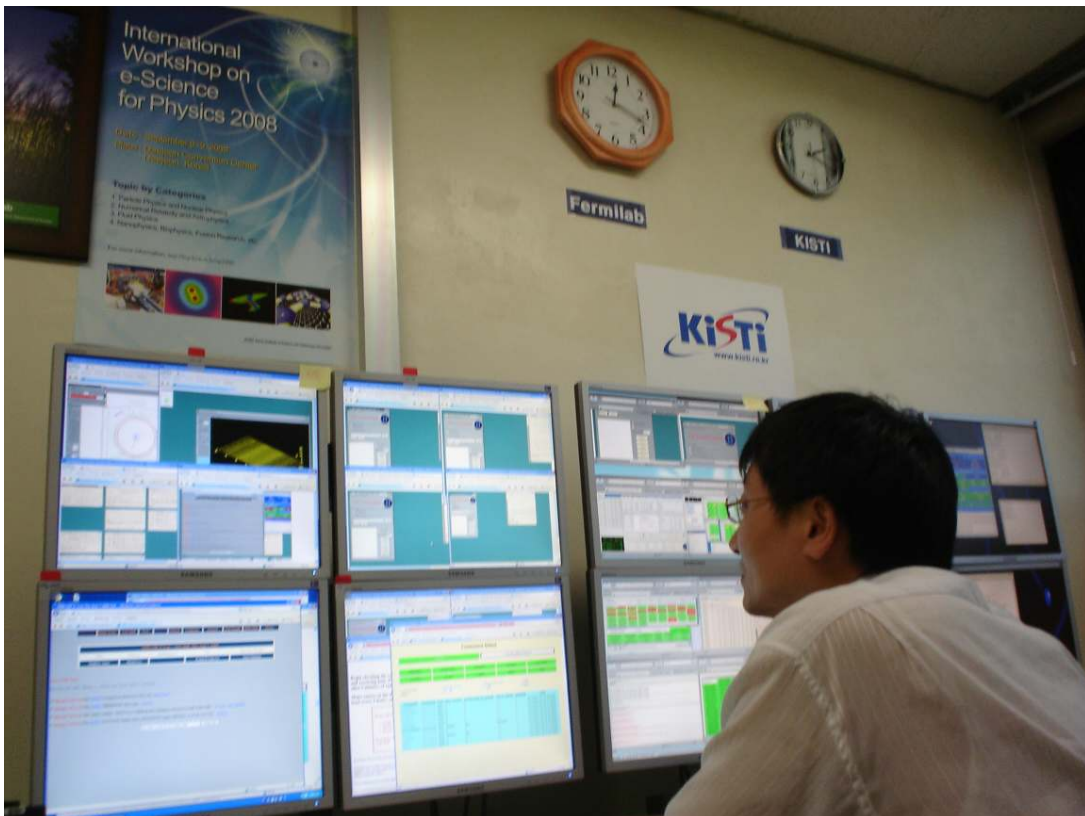


그림 16 전남대 주경광교수의 실제 원격제어 장면

KISTI 고에너지 물리 그룹에서 추진한 미국 페르미연구소 CDF실험의 원격제어실은 성공적으로 구축되었고 실제 한국 CDF 참여자들에게 실제적인 도움을 주고 있다. 앞으로 더 많은 수의 한국 CDF 실험 참여자들이 KISTI에서 성공적인 원격 제어 임무를 수행할 것으로 예상된다.

- 참고 문헌 -

<http://www-cdfonline.fnal.gov/ops/cohelp/cohelp.html>

<http://www-cdfonline.fnal.gov/ops/scicohelp/scicohelp.html>

<http://www-cdfonline.fnal.gov/ops/ace2help/soloacehelp.html>

Consumer Operator Home Training by Charles Plager

[http://www-cdfonline.fnal.gov/ops/opshelp/Personnel\\_Shifts.html](http://www-cdfonline.fnal.gov/ops/opshelp/Personnel_Shifts.html)