

원자력 발전소 Jini 디지털 방사선 감시계통

이금용**

**영산대학교 정보통신공학부

e-mail : office@java-tech.com

Jini Digital Radiation Monitoring System for Nuclear Power Plants

Geum-Yong Lee**

**Dept. of Information and Communication, Young-San University

요 약

고리 및 영광 등 국내 원자력발전소의 디지털 방사선 감시계통(DRMS)은 이기종의 방사선 계측장치와 계측데이터 수집, 처리 장치의 혼합으로 구성되는 경우가 많아서 DRMS가 갖추어야 될 계통 구성의 신속성과 운영편리성을 위하여 개선점이 많은 것으로 판단된다. Java 프로그래밍 언어를 확장하는 Jini의 기술은 확장성(Scalability)과 견전성(Robustness), 이식성(Portability), 그리고 원자력 발전소 계통 설계요건에서 가장 중요시되는 고장 대처능력 (Failure-tolerance)을 갖춘 DRMS 구성을 가능하게 한다. 본 논문은 Jini 기술을 이용하여 초기 및 운영 비용을 절감하면서도 효율성과 안전성을 증대시킬 수 있는 새로운 DRMS 구축방안을 제시한다.

1. 서론

국내 정보통신 기술이 원자력발전소의 방사선 감시 설비를 자체 개발할 수 있는 수준에 이르렀음에도, 국내 원전의 DRMS는 외국산 하드웨어 및 소프트웨어 컴포넌트에 의존하고 있다. 한국형 표준원전이 개발, 건설되어 운영되고 있는 현 시점에서 원자력 발전소 시스템에 비해 상대적으로 국산화율이 미흡한 방사선 감시 계통의 국산화 뿐만 아니라, 이 기종의 혼재와 설비 노후화로 인한 과도한 유지보수 비용 발생을 방지하고, 운전원의 운전 편의성 증대, 안전성과 계통구성도의 신속성을 확보하기 위한 새로운 기술이 요구되고 있다.

2. 국내 원전 DRMS

2.1 대표적인 구성 및 운전 모드

국내 원전 DRMS의 대표적인 것으로 고리 원자력 발전소에 설치된 DRMS를 소개한다. 그림 1은 현재 가동중인 소내 방사선 감시계통의 구성도이다.[1].

LCU(Local Control Unit)는 보통 여러 개의 CPU로 구성되어, 매 1초 간격, 그리고 매 1분 간격으로 DB 업데이트를 수행하고, 해당 데이터를 Client에게

통보한다. LCU 설정사항 (settings)은 매 3분 간격으로 점검된다. Client는 LCU 채널을 원격 제어할 수 있다.

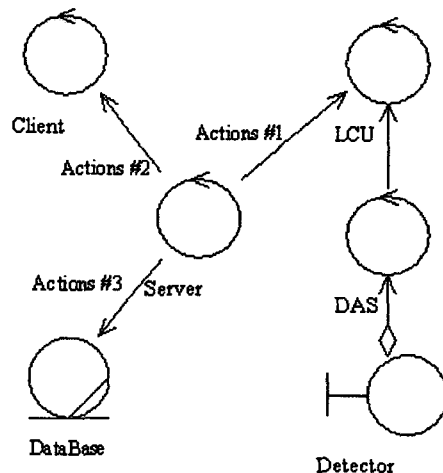


그림 1. 고리 원자력발전소 DRMS 구성

LCU는 대형 SS 케이스에 설치되어 있어 공간적 제약이 많다. 대당 가격은 약 3억원 정도로 알려져 있다. DAS(Data Acquisition System)는 방사선 계측기(Detector)와의 아날로그 입출력을 관리하며, 릴레이 패널을 제어한다.

그림 1에서 Actions #1은 주기적 혹은 Client 요청에 의해 방사선 계측 데이터를 스캔(=수집)하거나 설정치를 수정하는 작업이며, Actions #2는 서버와 클라이언트간 교신(Action #1 요청 등)과 정보가공 및 그에 따른 디스플레이 작업이다. Actions #3는 전송한 바대로 데이터베이스 업데이트 및 조회 관련 작업이다.

2.2 하드웨어 및 소프트웨어 구성과 운영

Server의 운영체제는 UNIX ODT 5.0이며, 저장매체에 FAST WIDE SCSI Interface를 강조하였다. 서버 어플리케이션의 개발언어는 Pro*C, ANSI C & C++를 사용하였다.

데이터베이스는 Oracle 7 Workgroup을 채택하고 있다. CR(발전소 주 제어실)과 HP(보건물리실)에 동일한 서버를 동기화(Synchronization) 상태로 이중 설치하여, 상시운전은 HP 설치 서버에서, 이상운전은 CR 설치 서버에서 수행되도록 하고 있다.

Server에는 각종 로그 메시지, 운전원 조작내용, 경보내역 등 설정된 내용에 대한 실시간 인쇄를 지원하기 위해 Server Printer를 설치하고 있다. 그 밖에 타 시설의 방사선 감시 회로에 대한 공유 혹은 확장성을 고려한 MULTI SERIAL PORT가 장착되어 있다.

Client의 운영체제와 FAST WIDE SCSI Interface 방식의 하드웨어 특성은 Server와 동일하다. 정보 디스플레이는 DataView라는 GUI 모듈을 사용하여 계통제어 흐름을 표시하고 일정한 통제기능을 수행하며, 초보적 수준의 흑백 그래픽 디스플레이를 지원한다.

개발언어는 운영체제에 맞추어 ANSI C & C++를 사용하였다. 사용자에게 현장 상황의 정보를 전달하고, 사용자에게 의한 현장제어 요청을 서버에 전달하거나 DRMS의 전산설비를 실제 운전하기 위한 제어명령을 전달한다.

SCO UNIX ODT 5.0를 사용하고 3Com N/W Card를 채택한 LAN은 발전소 내 4개 지역, 즉, 고리 원전 1호기 및 2호기의 CR(주 제어실), HP(보건물리실)에 설치된 설비를 하나의 네트워크로 편성하고 있다. DAS는 제어계측의 국제 표준규격 VME Board(PEP VME BOARD & RACK)를 채택하여 현장신호를 처리하고 있다.

그림 1에는 표시되어 있지 않으나 Engineering Console을 두어 설비 초기화 작업(데이터 및 프로그램 설치), 프로그램 개선과 수정, 데이터베이스 관리, 각 노드의 그래픽 개발과 수정, 그리고 프로그램과 서버 내의 데이터를 백업하거나 복원하는 작업을 수행하고 있다.

현장의 실제 방사선 계측 데이터를 아날로그 신호로서 수집하는 Detector는 다양한 회사의 다양한 제품들이 사용되고 있다.

2.3 문제점과 개선 방향

전술한 국내 원자력 발전소의 현재 DRMS의 문제점을 요약하면 다음과 같다.

- 소프트웨어 이식성 및 하드웨어 확장성 문제 : 어플리케이션 개발언어를 운영체제에 종속되도록 선택한 결과, 고기능 신규 운영체제를 탑재한 최신 하드웨어를 설치하기 위해서는 설치 어플리케이션을 새로운 프로그래밍 언어로 다시 개발해야 하는 문제가 발생한다. 새로운 어플리케이션이 개발되었다 하여도 현재의 하드웨어에 적합하지 않으면 사용할 수 없다. 이러한 소프트웨어 어플리케이션의 이식성 결여는 발전하는 정보통신분야의 신기술을 신속히 채용하여 원자력 발전소의 안전성을 향상시키고, 운전원의 운영편의성을 제고하는데 현실적인 장애가 된다.
- 이기종 장치, 시스템간 통합 문제 : 원자력 발전소와 같은 대규모 시설에는 매우 다양한 제조회사에서 생산한 매우 다양한 장치(예: Detector)가 설치, 사용된다. 이들 모든 장치의 하드웨어나 소프트웨어를 원활하게 통합하는 것이 현실적으로 어렵기 때문에, 특정 목적을 위한 네트워크 시스템의 범위가 한정되는 것을 당연하게 받아들여 왔다. 앞서 소개한 DRMS의 경우에도 HP와 CR에 설치된 시스템으로 제한되는 것이다. DRMS를 원자력 발전소의 다른 시스템과 원활하게 통합할 경우 기대할 수 있는 원전의 안전성 향상과 편의성 제고효과를 현재 설치시스템으로는 얻을 수 없는 것이다.
- 유지보수 비용 문제 : 위에서 언급한 문제들로 인하여 시설의 하드웨어나 소프트웨어의 업그레이드와 최신 장치의 신규설치가 지연되거나 불가능하게 된 결과 시설의 노후화 진행되었는데, 이것은 현재 장치들의 Heterogeneity와 함께 운영 및 유지보수 비용의 과다한 증가로 이어진다.
- 시스템의 신뢰성 보장을 위한 중복시스템과 그 투자비용 문제 : 원자력 발전소의 안전성을 확률적으로 보장하기 위하여 중요한 시스템과 장치의 경우 중복적으로 설치하고 있다. DRMS의 경우 HP와 CR에 동일한 세트가 설치, 운영되고 있는 것이다.

그 밖에도 원자력 발전소 외부 네트워크와의 인터페이스 문제, 소의 지역 방사선 감시계통과의 연동문제, 현장 실무 행정시스템과의 연동문제 등이 있을 수 있으나 여기에서는 전술한 4가지 문제점에 논의를 집중하고자 한다. 위와 같은 문제점을 반대 관점에서 관찰하면 그 개선방향을 유추할 수 있다. 즉,

- 이식성과 확장성에 대한 개선방향 : 기존 시스템과 완전하게 호환성을 유지하도록 정보통신 신기술 및 최신 기자재를 신속하게 채택하기 위해서는 운영체제와 무관한 소프트웨어 어플리케이션을 사용해야 한다.
- 이기종 장치 및 시스템간 통합에 대한 개선방향 : 모든 장치와 시스템은 단일한 인터페이스로서 통신

할 수 있는 프로토콜을 채택하여야 한다. 이 과정에서 엔지니어에 의한 Configuration 작업은 최소화되거나 완전 자동화되어야 한다. 이기종 장치는 Plug & Play 형식으로 통합될 수 있어야 하는 것이다.

- 유지보수 비용 개선방향 : 기술적 이유로 인해 시설의 노후화가 발생해서는 안된다.
- 안전 시스템의 중복에 따른 투자비용 개선방향 : 원전의 안전설계 지침과 법규상 중복시스템 설치하는 피할 수 없다. 다만, 물리적 중복시스템 뿐만 아니라, 논리적 중복시스템을 개발할 필요가 있고 중복시스템을 구성하는 각 장치의 단가를 최소화 해야 한다. 예를 들어, DRMS의 LCU의 기능은 개인용 컴퓨터로서 수행할 수 있으나 진술한 문제들로 인하여 고가의 대규모 장치형태를 유지하고 있는 것이다.

2.4 Jini에 의한 솔루션

Java 프로그래밍 언어에 기반한 Jini 기술[2],[3],[4]을 이용하여 DRMS를 구성할 경우 위에서 언급한 문제점에 대한 기술적인 솔루션을 얻을 수 있다. 그 논거는 다음과 같다.

- Java 어플리케이션은 운영체제에 무관하게 수정없이 실행할 수 있으므로 현재 DRMS에 있어서의 이식성과 시스템 확장성 문제를 해결할 수 있다. 기존의 어플리케이션도 그대로 사용할 수 있다.
- Jini는 단일한 Service 인터페이스로서 장치 상호간 식별과 통신을 가능하게 하므로, 이기종 장치와 시스템간 통합에 대한 솔루션을 제공한다. 또한, Jini Service는 하드웨어와 소프트웨어 모두를 표현할 수 있으며, 네트워크에 참여하는 즉시 다른 Jini Service에서 식별, 사용할 수 있으므로 Plug & Play 기능을 고유하게 확보하고 있다.
- LCU 같은 대규모 장치의 기능을 소프트웨어로서 대체할 수 있고, 더구나 논리적인 중복시스템을 형성하기 위한 가상적인 통합시스템 (Jini Federation ; Jini API에 기반한 Java 오브젝트, 즉 Jini Service로 구성되는 네트워크를 이르는 용어)을 네트워크에 추가 비용없이 소프트웨어적으로 설치할 수 있으며, 이기종 장치를 단일한 인터페이스를 가지는 소프트웨어 (즉, Jini Service)로 표현할 수 있어서 유지보수와 투자의 비용이 획기적으로 저감된다.

3. Jini DRMS

3.1 기본 장치들에 대한 Jini 네트워크 참여

Jini 기술을 이용한 DRMS의 구성은 그림 1의 Detector 혹은 DAS 로부터의 아날로그 신호와 이들 장치에 대한 제어신호를 처리할 소프트웨어를 Jini Service 오브젝트 (Service Proxy)로 표현하는 것에서 시작한다. 그런데, 이들 장치는 Jini API에 기반한 프로그램을 실행하기 위한 기본적인 요건 (즉, JVM을 탑재할 수 있는 프로세서, 일정한 메모리, 그리고 네트워크 카드)을 갖추지 못하고 있으므로, 이러한 요건을 갖춘 별도의 네트워크 매개체 (Network Intermediaries)에

해당 Jini Service 오브젝트의 네트워크 참여를 위임해야 한다. 그림 2는 네트워크 기능이 전혀 없고 단순한 케이블 연결만 가능한 장치를 Jini 네트워크에 참여시키는 방법을 도시하고 있다.

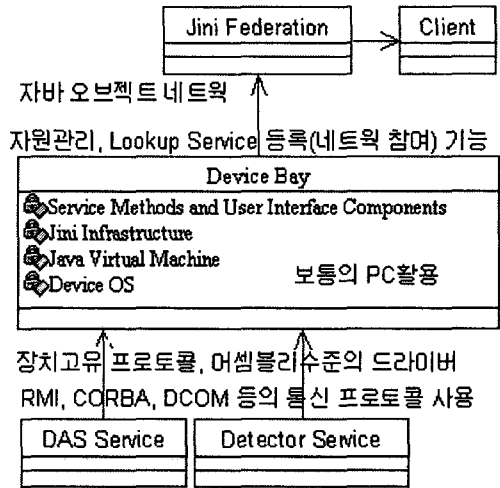


그림 2. 단순 장치의 Jini 네트워크 참여방법

그림 2에서 볼 수 있는 바와 같이, 프로세서와 메모리 없이 시그널 입출력 기능만을 가지는 단순장치라 할 지라도 보통의 PC(Device Bay로 활용)에 해당 장치에 대한 통신수단 (시리얼포트 등)만 확보한다면 Java 및 Jini 기반의 네트워크에 참여시킬 수 있다. 장치에 네트워크와 직접 통신할 수 있는 기능이 부여되어 있다면 그림 3과 같이 네트워크에 참여시킬 수 있다. 하드웨어 장치들의 Jini 네트워크 참여를 위한 일반적인 기술 (Surrogate Architecture)이 현재 개발중이다.

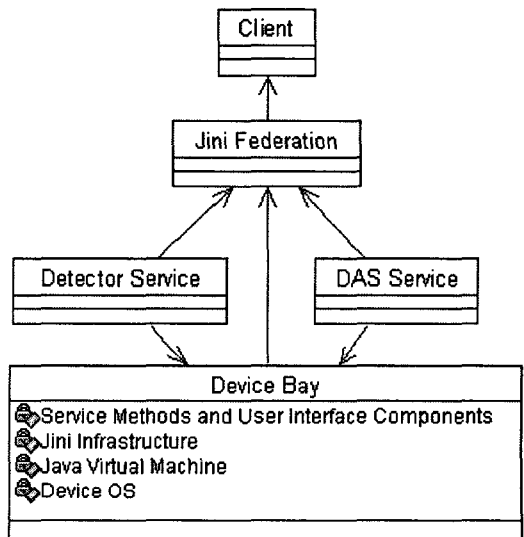


그림 3. 통신기능 장치의 Jini 네트워크 참여방법

3.2 Jini DRMS의 주요 설계 내용

Jini 네트워크 (Jini Federation)에 참여한 DRMS 터미널 장치 (Detector, DAS)는 Jini Service 로서 네트워크의 어떠한 장치나 클라이언트와 직접 통신할 수 있다. 그림 4는 Jini DRMS의 구성도를 보여준다.

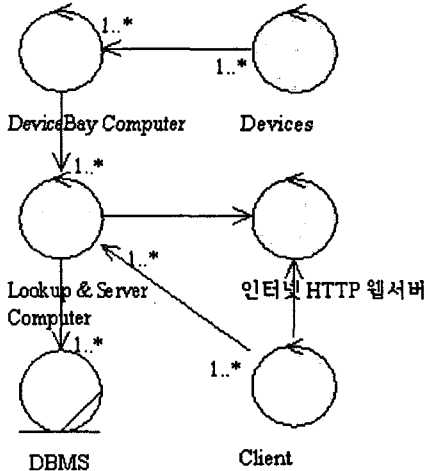


그림 4. Jini DRMS 구성도

그림 4에서 DeviceBay Computer는 Detector, DAS 등 장치들을 Jini 네트워크 (Jini Federation)에 참여시키는 네트워크 매개체 (Network Intermediaries)로 사용되는 PC급 컴퓨터이며 (그림 2, 3 참조), Lookup & Server Computer는 Jini Service 오브젝트 (= Jini Service Proxy)에 대한 레지스트리를 관리하고, 그림 1의 Server 역할을 수행하는 컴퓨터이다. 인터넷 HTTP 웹서버는 Jini Service Proxy를 저장하여 Client 및 Server의 요청시 다운로드해주는 통상적인 컴퓨터이다. Jini DRMS의 작동 알고리즘은 다음과 같다.

- ① DeviceBay Computer는 DRMS 구성장치의 기능을 소프트웨어적으로 표현하는 자바 오브젝트, 즉, Jini Service Proxy를 Jini 네트워크에 등록한다. Jini Service Proxy는 해당 장치와의 통신을 위한 적절한 프로토콜을 사용하며, Lookup & Server Computer에 저장된다.
- ② Lookup & Server Computer는 Jini의 Lookup Service를 제공하며, Client가 요청하는 지정 장치에 대한 Service Proxy를 Client에 전송한다. 동시에, 그림 1의 통상적인 Server가 수행하는 DRMS의 핵심적인 기능을 수행한다.
- ③ Client는 그림 1의 그것과 동일한 기능을 수행한다. Lookup & Server Computer에 대하여 데이터 수집 혹은 제어가 필요한 장치에 대한 접근을 요청할 수 있으며, 이 경우 Lookup & Server Computer로부터 다운로드되는 Jini Service Proxy를 통하여 해당 장치와 직접 통신한다.
- ④ DBMS는 수집된 방사선 계측데이터 및 DRMS 관리를 위한 데이터를 관리한다.

3.3 기존 DRMS에 대한 개선요과

Lookup & Server Computer는 보통의 컴퓨터로서 네트워크에 여러 대를 설치할 수 있고, 각각에 각 Devices의 Service Proxy를 등록할 경우 부분적인 네트워크 문제가 발생하는 경우라도 DRMS의 기능을 그대로 유지할 수 있다. 이는 원자력발전소의 안전성을 위해 요구되는 시스템의 중복설치 (Safety Redundancy)를 기능 및 논리적인 면에서 구현하는 것이다 (Functional & Logical Redundancy).

Java 오브젝트로서 네트워크에 등록되는 각 Devices의 Service Proxy는 "Detector"와 같이 동일한 표준 이름을 가지는 자바 인터페이스 (Java interface)를 구현하고 장치에 종속되는 내용은 지정된 메서드 혹은 서비스 속성에서 차별화할 수 있게 함으로써 장치의 제작 회사 혹은 버전과 관계없이 네트워크에 등록되는 즉시 기능할 수 있는 Plug & Play가 가능하다. Service Proxy의 작성 사례는 다음과 같다.

```
public class RadTechDetector implements
Detector, Serializable { ... }
```

그림 1에서의 LCU 기능을 보통의 PC (DeviceBay Computer)로 대체할 수 있음으로써 비용 절감과 공간 절약 효과를 기대할 수 있다. 또한, 전술한 바와 같이 DRMS에 설치되는 모든 장치들이 단일한 Java Interface 명을 가짐으로써 Client는 공통 명칭 (예; Detector)에 의해 모든 장치들을 접근할 수 있어서 기존 DRMS에서 문제시되는 Heterogeneity 문제를 해결할 수 있다.

모든 어플리케이션을 Java API로 작성하여 컴퓨터의 운영체제가 달라지더라도 프로그램 수정없이 즉시 설치, 실행할 수 있어서 이식성과 확장성 문제도 해결할 수 있을 것으로 기대된다. 이미 사용중인 C 및 C++ 어플리케이션은 CORBA를 이용하여 Jini 네트워크에 참여시킬 수 있다.

4. 결론

순수 Java로 작성한 새로운 개념의 원자력 발전소 디지털 방사선 감시계통, Jini DRMS의 설계에 대한 연구내용을 소개하였다. 시스템의 이식성과 확장성, 비용절감, 계통 안전성의 유지를 위한 검증된 Jini 기술을 채택함으로써 DRMS의 국산화에 기여할 수 있을 것으로 기대된다. 본 논문에서 지면 관계상 소개하지 못한 Jini에 대한 사항은 문헌 [2],[3],[4]를 참고하자.

참고문헌

[1] CharmTech, "고리원자력발전소 DRMS 사용자 매뉴얼", 한국전력공사.
 [2] W. Keith Edwards, "Core Jini", 2nd Ed., Prentice Hall, 2001
 [3] Sing Li, et al., "Professional Jini", Wrox Press, 2000
 [4] Robert Flenner, "Jini and JavaSpaces Application Development", Sams Publishing, 2002