

## 무인 원격 감시 시스템

UNARM (Unattended and Remote Monitoring) System

*KAERI*

# 제 출 문

한국원자력연구원장 귀하

본 보고서를 2009년도 “핵연료주기 시스템공학 기술개발”의 세부과제인 “핵물질 계량 안전조치 기술개발”의 “무인 원격 감시 시스템”에 대한 기술보고서로 제출합니다.



KAERI

2009년 9월

과 제 명 : 핵물질 계량 안전조치 기술개발

주 저 자 : 이 철 용

공 저 자 : 안 성 규  
신 희 성  
김 호 동

## 요 약 문

무인 원격 모니터링 (Unattended and Remote Monitoring; UNARM) 시스템에 대한 기본 개념과 현재 개발 중인 KAERI의 격납 감시 시스템, LANL 무인 원격 모니터링 시스템에 대한 기술 개발 현황 및 진행 사항을 기술하였다.

본 보고서에서 기술하는 UNARM 시스템은 하드웨어와 소프트웨어로 구분되며, UNARM 하드웨어에서는 중성자와 감마값을 측정하는 MiniGRAND, 감마 스펙트럼을 측정하여 정성적으로 우라늄과 세슘의 양을 측정할 수 있는 MiniADC와 중성자 값을 측정하는 ISR/AMSR 그리고 카메라 시스템에 대한 특징과 사용 방법에 대해 언급하였다. 또한 이들 장치를 서로 연결할 수 있는 통신장치인 ILON에 대해 기술하였다. UNARM 소프트웨어는 이들 하드웨어 장치를 제어하는 프로그램으로 LANL에서 개발한 MIC 프로그램은 계측기로부터 데이터를 취득하고 저장하며, 다른 컴퓨터에 데이터 파일과 영상 파일을 전송한다. 또한 저장된 데이터 파일로부터 데이터를 분석할 수 있는 Review 프로그램(Radiation Review, Digital Video Review, Operation Review, Integrated Review)에 대한 기술 현황을 파악하였다. 최종적으로 현재 LANL의 실험실에 설치되어 운용 중인 UNARM 시스템의 문제점을 파악하고 현실적으로 적용 가능한 시스템으로 Upgrade 하였다. 그리고 Upgrade 시스템에 맞추어 암호화 알고리즘이 적용된 새로운 Review 프로그램을 개발하였다.

## Summary

In the context of this report, the basic concept of Unattended and Remote Monitoring (UNARM) system was described and the development status and the process of KAERI's C/S (Containment & Surveillance) and LANL's UNARM was described. UNARM system divides into hardware and software at this report. At UNARM's hardware, MiniGRAND that measures neutron and gamma, MiniADC that measures energy spectrums of Uranium and Cesium, ISR/AMSR that measures neutron and camera system were described about features and use methods. And ILON that can be connected to instruments was described. MIC (Multi Instrument Collect) program that is designed for unattended collection and saving of data from multiple, distributed data acquisition instruments was explained at UNARM's software. Review programs (Radiation Review, Digital Video Review, Operation Review, Integrated Review) that can be analysis data from saved data file were verified. Finally, the analysis of LANL laboratory's UNARM in operation was performed and upgraded as the system that application is possible. And new review program that was included encryption algorithm had developed according to the upgrade system.

# CONTENTS

## I. Introduction

## II. General description of UNARM system

1. LANL UNARM
2. KAERI UNARM

## III. Hardware of UNARM system

1. MiniGRAND
2. MiniADC
3. ISR/AMSR
4. ILON
5. DCM

## IV. Software of UNARM system

1. Multi-Instrument Collect
2. Radiation Review
3. Digital Video Review
4. Operation Review
5. Integrated Review

## V. Upgrade of UNARM system

1. System Instruction
2. System Operation
3. System Upgrade
4. Encryption of Information

## VI. Conclusions

## Reference

# 목 차

## I. 서론

## II. UNARM 시스템 개요

1. LANL UNARM
2. KAERI UNARM

## III. UNARM 시스템 하드웨어

1. MiniGRAND
2. MiniADC
3. IRS/AMSR
4. ILON
5. DCM

## IV. UNARM 시스템 소프트웨어

1. Multi-Instrument Collect
2. Radiation Review
3. Digital Video Review
4. Operation Review
5. Integrated Review

## V. UNARM 시스템 Upgrade

1. 시스템 개요
2. 시스템 운용
3. 시스템 Upgrade
4. 정보의 암호화

## VI. 결론

참고 문헌

# 그림 목 차

그림 1. Mirror 시스템의 데이터 흐름	3
그림 2. Failover Box	5
그림 3. Mirror 시스템 구조	6
그림 4. DFDF 격납 감시 시스템	7
그림 5. DFDF Server PC	8
그림 6. ACPF 격납 감시 시스템	9
그림 7. ACPF 감시 시스템 프로그램 흐름도	10
그림 8. ACPF 감시 시스템 프로그램	11
그림 9. ACPF 감시 시스템 프로그램 구조	11
그림 10. ACPF 감시 시스템의 Motion detection	12
그림 11. AMSR 인터페이스	12
그림 12. ACPF 원격지 감시 시스템 모니터링	13
그림 13. ACPF 감시 시스템 데이터 저장	13
그림 14. ACPF Gate radiation monitor 동작	14
그림 15. ACPF 감시시스템 및 VPN	15
그림 16. MiniGRAND	16
그림 17. AMSR	21
그림 18. ILON	22
그림 19. ILON의 사용	23
그림 20. ILON Setup	24
그림 21. ALIS 카메라	25
그림 22. DCM Bolck Diagram	25
그림 23. ALIS 카메라 시스템	26
그림 24. MIC 프로그램 수행	28
그림 25. MIC 프로그램 동작 과정	29
그림 26. Radiation Review의 그래픽 표시	30
그림 27. Digital Video Review	31
그림 28. Operation Review	32
그림 29. Integrated Review	32
그림 30. Integrated Review 특징	33
그림 31. LANL C155 Demo 모니터링 시스템	35
그림 32. ICfg 프로그램에 의한 ILON 설정	35
그림 33. LANL UNARM 시스템 Upgrade	38
그림 34. Review 정보 표시	39

그림 35. Review 초기 화면	40
그림 36. Review에서 Operation 정보 표시	41
그림 37. Review의 Graph 표시 화면	42
그림 38. 상세 Graph Display	45
그림 39. 상세 Graph Display Print	46
그림 40. 암호화 및 복호화	47
그림 41. AES 적용 ReviewInformation.txt	48
그림 42. AES 알고리즘에 의한 ReviewInformation.txt	49
그림 43. XOR 적용 ReviewInformation.txt	49
그림 44. XOR 알고리즘에 의한 ReviewInformation.txt	50
그림 45. Operator.txt	50
그림 46. RAS 알고리즘에 의한 Operator.txt	51



# I. 서론

국제적 안전조치는 핵물질이 비평화적 목적으로 전용되지 않는다는 것을 보장할 수 있어야 한다. 이를 위해 IAEA와 LANL (Los Alamos National Laboratory) 가 공동으로 개발한 UNARM(Unattended and Remote Monitoring) 시스템은 특별한 핵물질을 감시하기 위해 방사능 모니터링과 격납감시를 통합한 감시 시스템이다. IAEA의 감시대상 시설이 점점 증가되고 시스템이 복잡하여짐에 따라 주요 핵시설에 대해 효율적으로 관리할 수 있는 무인 원격 감시시스템이 필요하게 되었다. 또한 IAEA 사찰관이 바뀌어도 지속적으로 사찰업무가 유지되어야 한다. 따라서 UNARM 시스템은 IAEA의 사찰관이 없더라도 대상 원자력 시설에 대한 정보를 수집하고 기록할 수 있는 기능을 갖고 있어야 한다. 그리고 시설 운용에 대한 투명성을 보장할 수 있으며, 자동화된 모니터링 시스템을 설치하여 사찰관의 업무에 대한 부담을 최소화시킬 수 있어야 한다. 한편 UNARM 시스템은 사찰관이 부재시에도 연속적으로 정보를 확보하고 기록하는데, 이 기능은 시설 운용자에게도 도움을 준다. UNARM 시스템은 시설에서부터의 방사선, 동작, 영상, 센서 데이터를 이용하며, 모든 데이터는 통합된 정보로 결합되는 특징을 갖고 있다. 기본적으로 UNARM 시스템에서 요구되는 특성은 방사선 데이터를 모니터링하고 구분할 수 있어야하며, 알람을 트리거하여 작업자에게 적절한 조치를 취할 수 있도록 하여야 한다. 또한 각 시설은 상업화된 장비를 사용함으로써, 정상 동작에서 요구되는 인력과 기타 요구사항을 최소화 하여야 한다. 현재 사용가능한 분야는 장비의 모니터링, 기차의 모니터링 및 교량에서의 모니터링과 수중 모니터링이 등이 활용가능하다. UNARM은 1997년 프로그램 개발을 시작으로 1998년 IAEA에서 채택됨에 따라 현재까지 카자흐스탄과 일본의 원자력 시설 등 세계 13개국에 설치되어 사용되고 있다.

본 기술보고서는 “핵연료주기 시스템공학 기술개발”의 세부과제인 “핵물질 계량 안전조치 기술개발”의 “무인 원격 감시시스템의 개발”에 대한 기술적인 내용을 담고 있다. LANL에서 개발된 UNARM 시스템의 하드웨어와 소프트웨어를 중심으로 각 장비에 설명과 시스템 구성에 대한 상세 설명을 정리하였으며 최종적 결과로 KAERI에 적용 가능한 시스템으로 upgrade된 내용을 기술하였다.

## II. UNARM 시스템 개요

### 1. LANL UNARM

LANL의 대표적인 UNARM 시스템으로 1998년 DOE 지원 아래 IAEA와 공동으로 Kazakhstan 의 Aktau BN-350 원자로에 사용후 핵연료와 블랭킷 집합체 콘디션잉 (blanket assembly conditioning) 및 canning activities 을 모니터링하기 위해 통합 멀티 측정 안전조치 시스템을 디자인하여 설치하였다. 이 시스템의 목적은 IAEA의 사찰 부담을 감소시키면서 효과적인 안전조치를 마련하는데 있다. BN-350 Mirror 시스템으로 알려진 UNARM은 다음과 같이 많은 측정 장치들이 통합 시스템으로 구성된다.

- 센서 : 카메라, 방사선, 물리적 보호
- 보조 전자장치 : DCM-14, MiniGRAND, ILON
- 중앙 정보 수집 시스템 : 네트워크 노드(notework node), collect PC

일반적으로 방사선 검출기와 카메라로부터 MiniGRAND와 DCM-14 까지 측정 데이터는 ILON과 ILON 네트워크를 거쳐 하드 드라이브가 있는 Collect PC 에 데이터가 저장된다. 그림1. 은 데이터 연결 방식의 일반적인 흐름도이다. 방사선을 측정하는 MiniGRAND 와 MiniADC는 검출기에 대한 전자 장비이다. 표시된 MiniGRAND와 검출기는 다른 장비의 도움없이 안전조치를 유지할 수 있는 가장 중요한 부분이다. ILON은 전체 시스템에 대한 통신기능을 갖게 한다. Collect PC는 failover box가 PC 전원을 공급하는 한 데이터를 추출하고 저장한다. 그리고 UNARM에 디지털 영상정보를 공급하는 DCM-14와 카메라가 위치한다. 각 구성부에 대한 상세 설명은 다음과 같다.

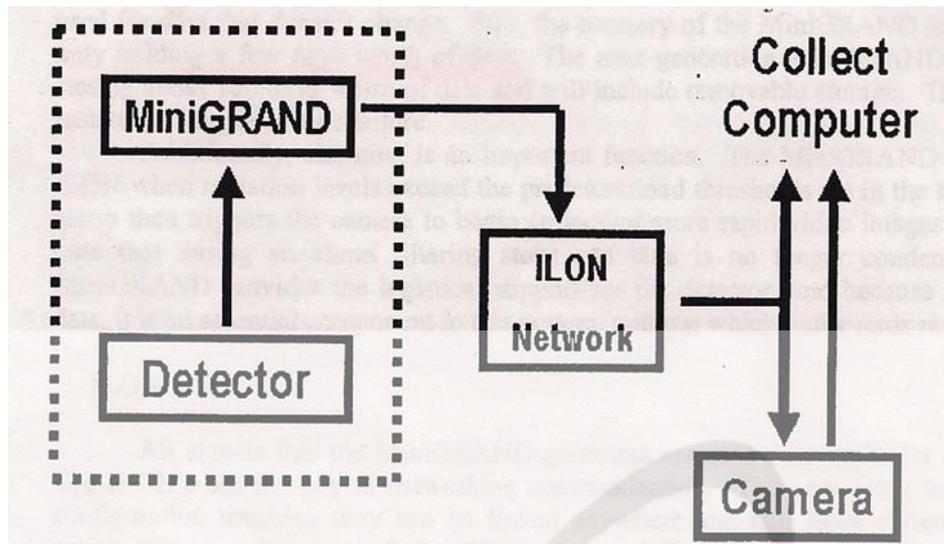


그림 1. Mirror 시스템의 데이터 흐름

- 방사선 검출기

Mirror 시스템에는 기본적으로 방사선 검출기의 종류는 3가지가 있다. He-3 튜브와 Ion Chamber는 MiniGRAND와 연결되며, 반면 NaI(Sodium Iodide) Scintillation 검출기는 MiniADC와 연결된다. He-3 튜브는 중성자를 검출하는데 사용되며, 중성자 검출은 사용 후 핵연료의 안전조치에 중요한 역할을 한다. 또한 Ion Chamber와 Sodium Iodide 검출기는 감마선을 측정하는데 사용된다. Ion Chamber는 전류 펄스를 발생하며 특히 고방사선 측정에 사용된다. NaI 검출기는 감마선을 측정하는 scintillation 검출기로 에너지들을 검출할 수 있기 때문에 NaI 검출기는 방사선 소스의 손쉬운 확인을 위해 감마 스펙트럼을 발생시킬 수 있다.

- MiniGRAND/MiniADC

MiniGRAND와 MiniADC는 검출기에 대한 전자장비라 부른다. MiniADC는 에너지 스펙트럼을 제공하고 MiniGRAND는 gross 감마 카운트를 제공하지만, 두 가지 기능은 같으므로 여기서는 MiniGRAND에 대해서만 언급하고자 한다. 이 시스템에서 MiniGRAND의 주요 기능들은 다음과 같다.

- \* 검출기에 바이어스와 같은 보조 전자 장치를 제공한다.
- \* 검출기로부터 방사선 데이터를 임시적으로 수집하고 기록한다.
- \* 데이터 취득을 제어한다.

검출기가 있는 MiniGRAND는 안전조치를 위해 자동 시스템 기능이 있다. 이것이 fail-safe 시스템으로 네트워크나 전원 이상 동안에도 데이터는 손실되지 않는다. 또한 MiniGRAND는 overload되어 데이터가 손실되지 않도록 정기적으로 검출기로부터의 데이터를 관리한다.

MiniGRAND의 다른 기능은 데이터를 필터한다. 이것은 MiniGRAND로 하여금 주어진 시간동안 모든 데이터를 가지게 하고, 통계적으로 대표 데이터 점으로 처리하여 저장하게 한다. 또한 변화가 없는 데이터에 대한 메모리 저장을 감소시키는 역할을 한다. 현재 MiniGRAND에 대한 데이터 메모리는 수일 동안 가능하며, 차후 100일 이상 저장 할 수 있는 기능이 있다면 PC 고장에 대한 영향을 최소화 시킬 수 있다. 부가적으로 알람 기능은 중요하다. MiniGRAND는 MiniGRAND내에서 설정된 방사선 값보다 클때 알람을 ILON을 통해서 송신한다. 이 알람은 카메라를 트리거하여 좀 더 빠른 영상 정보를 취득하게 한다. 알람 동안에는 필터링은 멈추고 데이터는 더 이상 압축하지 않는다.

#### - ILON

MiniGRAND가 발생하는 모든 신호는 ILON 네트워크를 통하여 PC에 보내진다. ILON은 네트워크 통신을 하기위한 주요 기기이다. ILON은 연결될 기기와의 설정으로 모든 시스템과 통신할 수 있다. 하나의 ILON은 여러 가지 목적으로 설정될 수 있지만, 이 시스템에 사용되는 용도로는 failover, collect, 측정, 마스터 타이머 노드로 사용된다. ILON이 특정 모드로 설정 되었을 때 데이터를 수집하고 전송하며 혹은 시스템 시간을 동기화하는 기능을 수행한다. ILON의 중요한 기능으로는 카메라를 트리거시킨다. ILON은 MiniGRAND에서 설정된 방사선 한계값보다 높을 때 카메라를 트리거하는 기능을 갖고 있다. 영상정보는 증가된 방사선의 원인을 결정하는데 큰 역할을 한다. ILON의 다른 주요한 기능으로는 네트워크를 통하여 전송되는 모든 통신 데이터를 인증한다. 지금까지는 이 기능은 조금 약하지만, 다음 단계에서는 현재의 32비트에서 128 비트로 크게 증가 될 것이다. 이것은 주요한 사항으로 하나 혹은 전체 ILON이 일시적으로 통신 불능이라도 안전조치는 계속 제어 되도록 유지되어야 한다. 이때 일어나는 문제는 Collect PC로 데이터 전송이 중지된다.

#### - Collect PC / Failover Box

Collect PC는 이 시스템에서 가장 단순한 구성원이지만 매우 필요하다. PC는

계측기로부터 데이터를 가져와 하드디스크에 저장하는 목적으로 사용된다. 만일 PC가 고장이라면 데이터는 더 이상 MiniGRAND로부터 가져올 수 없다. 그러면 MiniGRAND는 검출기로부터 수신된 데이터를 메모리에 스스로 저장한다. 메모리가 포화된 시간 후에는 수신되는 데이터는 손실된다. 이것은 안전조치 입장에서는 바람직하지 않다. PC는 이 시스템에서 가장 신뢰하지 못한 구성원이기 때문에 Failover Box가 사용된다. 따라서 Collect PC가 MiniGRAND에서 데이터를 수집기능은 보장되어 진다. 이러한 이유로 PC가 시스템으로부터 통신이 불가능하여 지면 그림 2. 와 같은 faillover box는 자동적으로 고장난 PC의 전원을 차단하고 백업 PC에 전원을 공급한다.

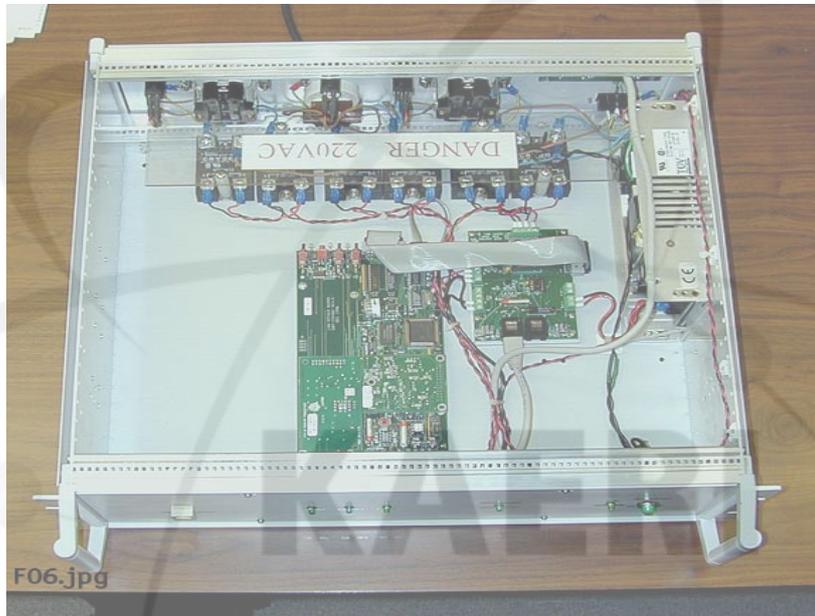


그림 2. Failover Box

- 카메라 시스템

카메라 시스템은 2개의 주 구성품 즉 디지털 카메라 모듈 혹은 DCM-14 와 카메라 주 구성으로 이루어진다. DCM-14는 검출기에 대한 MiniGRAND 처럼 카메라에 대해 같은 역할을 한다. 또한 DCM-14는 안전조치 기간 동안 모든 데이터를 저장한다.

- 시스템 구조

그림 3.은 상세 시스템 구성을 보여준다. 앞서 설명한바와 같이 MiniGRAND

와 MiniADC에 신호선을 통하여 방사선 데이터를 보내는 3개의 검출기가 있다. 이들 검출기의 데이터는 MiniGRAND/MiniADC에서 부터 ILON까지 보내진다. 다음 Collect PC는 직렬연결에 의해 데이터를 수집하고 RAID(Redundant Array Independent Disk)에 저장한다. 이 구성도는 각 구성물이 어떻게 시스템을 통하여 통신하는지 보여준다.

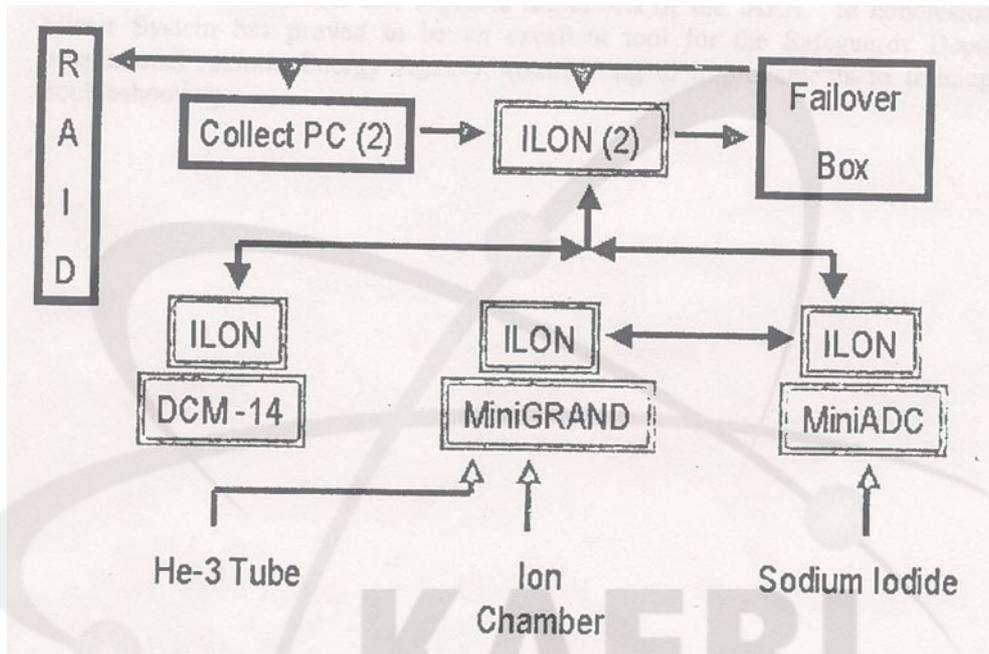


그림 3. Mirror 시스템 구조

## 2. KAERI UNARM

### (1) DUPIC 격납감시 시스템

#### 1) 시스템 구성

사용 후 핵연료를 취급하는 DFDF 핫셀을 대상으로 격납감시 시스템이 그림 4. 와 같이 개발되었다. 시스템 구성은 3대의 CCD 카메라와 2대의 중성자모니터(DSNM), 그리고 1대의 중성자 측정 장치(DSNC)와 데이터 취득 시스템으로 이루어 졌다. 핫셀내 설치된 중성자 측정 장치는 핵물질 계량과 감시 시스템에서 이용된다. 데이터 취득 보드가 장착된 PC에서는 DSNM 및 DSNC 로부터 입력

되는 방사선 신호를 처리하며, 또한 별도의 영상처리 보드가 장착되어 영상정보를 처리한다. 사용된 디지털 카운터 카드는 National Instrument 사의 NI PCI-662 counter/timers 이며, 펄스 형태의 방사선 신호를 카운트한다. 한편 측정 데이터는 VPN 시스템을 통하여 외부기관에 전송하는 기능을 갖고 있다.

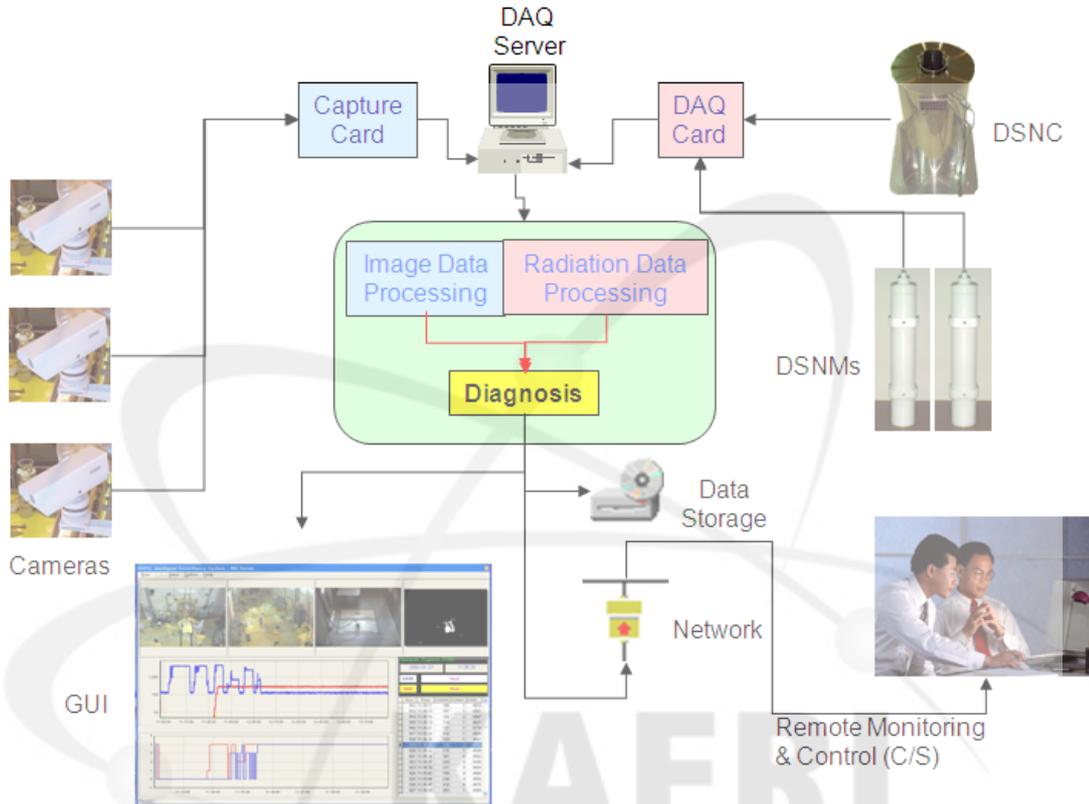


그림 4. DFDF 격납 감시 시스템

## 2) 감시 소프트웨어

감시 소프트웨어는 Microsoft Visual C++ 을 이용하여 개발하였으며, 영상처리를 위해 DirectX 9.0 SDK(32bit)를 이용하였다. 원격 감시 및 시스템 제어를 위해 별도의 프로그램은 개발하지 않고 Ultra VNC 라는 원격제어용 freeware를 사용하였다.

감시 장비로부터 취득 영상과 방사선 데이터는 실시간으로 PC 화면에 출력되고, motion detection 기능을 부가하였다. 측정 데이터는 Review 기능을 이용하여 일자별로 재검토할 수 있게 하고, JPEG 형식으로 저장되어 있는 영상 데이터는 MPEG 형식으로 변환할 수 있게 하여 영상 데이터의 재검토 시간을 단축하였다. 그림 5. 는 현재 운용되고 있는 서버 PC를 보여주고 있다.



그림 5. DFDF Server PC

## (2) ACPF 격납감시 시스템

### 1) 시스템 구성

파이로 공정시설의 대한 ACPF 핵물질 감시 시스템은 그림 6.과 같이 무인 및 원격 모니터링이 가능하도록 다음과 같은 시스템 구성으로 개발되었다.

- 감시 카메라 및 영상 취득 카드 : Side door 카메라 1대, Rear door 카메라 1대, Isolation room 카메라 1대, ER reactor 카메라 1대
- 8채널 카운터 카드 : Side door gate neutron monitor, Rear door gate neutron monitor, ASNC neutron counter
- 4채널 splitter : 1ch ASNC, 2ch 감시 시스템 PC
- 감시 시스템 PC : 영상카드 및 카운터 카드 탑재
- 원격 모니터링 PC : 원격지에서 감시 시스템을 모니터링하기 위한 프로그램 설치함. 또한 VPN을 통하여 데이터 파일을 공유함으로써 원격 모니터링을 할 수 있는 시스템 구성하였다.

현재 파이로 공정을 감시하기 위해 핫셀 내에 설치된 내방사선 카메라를 감시 시스템과 공동으로 사용하도록 하였다.

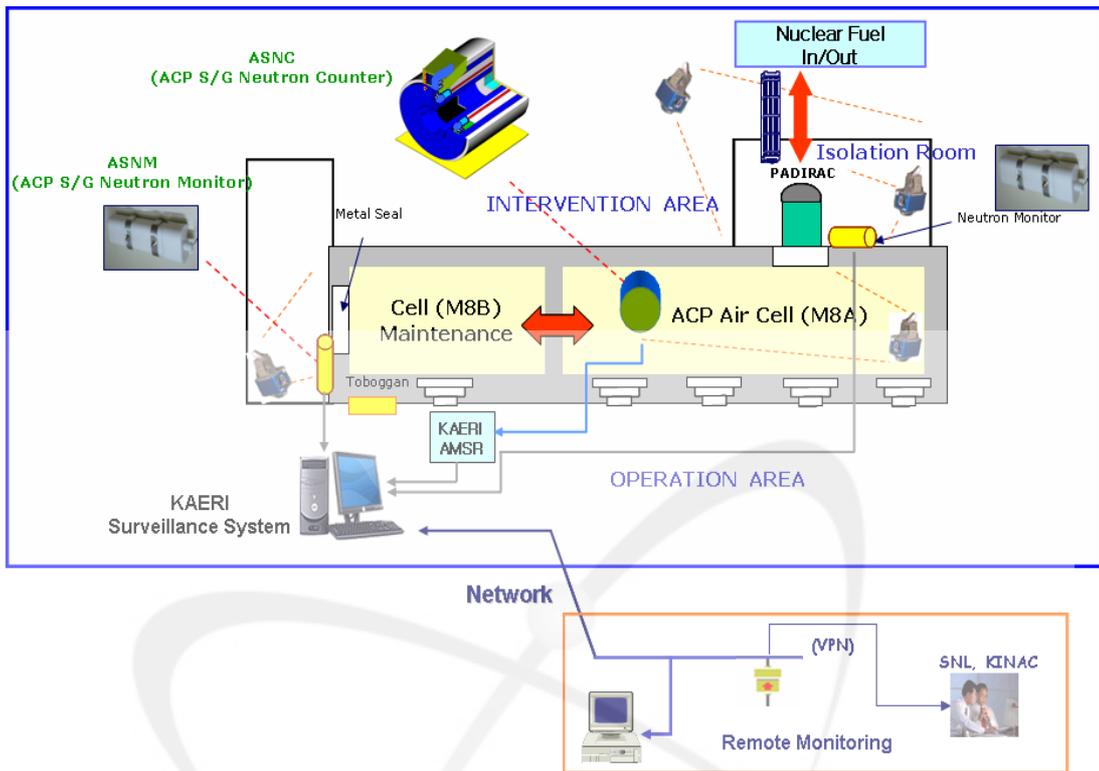


그림 6. ACPF 격납 감시 시스템

## 2) 감시 프로그램 개발

ACPF 핵물질 감시 프로그램은 무인, 연속, 통합된 감시 시스템을 목적으로 다음과 같은 선진화된 디지털 기술을 적용하였다. 그림 7,8 는 감시 프로그램에 대한 프로그램 흐름도와 메인 화면이며, 그림9는 주요 특징을 보여준다. 주요 특징에 대한 간략한 설명은 다음과 같다.

### - Counter 모듈

최대 80MHz 로 동작되는 counter 카드는 데이터 샘플링 시간을 3초로 설정하여 중성자 펄스 신호를 수신한다. 수신되는 중성자 값은 크기에 따라 스케일을 조정할 수 있게 프로그램 하였다. 또한 과거의 데이터도 편리하게 검색할 수 있도록 프로그램 하였다.

### - 영상 취득 프로그램

영상 취득방식은 DVR을 사용하는 하드웨어 방식과 소프트웨어 알고리즘에 의한 방식이 사용되고 있으며, ACPF 에서는 유지 보수가 편리한 소프트웨어 방식을 도입하였다. CCTV 카메라로 부터 연결되는 4개의 영상은 영상 취득카드에 의해 인터페이스 되고, 프로그램에 의해 실시간으로 모니터링 된다. 영상 모니터

링 중 설정된 픽셀 수의 변화를 감지하여 움직임을 감지하는 알고리즘을 프로그램 하였다. 그림 10은 Motion detection 에 의한 프로그램 동작을 보여 준다.

- 문자전송 프로그램

인터페이스에 의해 취득되는 3개의 중성자 카운트 값과 4개의 영상정보는 설정된 경보값을 기준으로 사용자에게 핸드폰 문자전송을 할 수 있도록 프로그램 하였다. 이러한 문자전송 프로그램으로 24시간 ACPF 상황을 모니터링 할 수 있게 하였다.

- AMSR 인터페이스 프로그램

AMSR 의 동작상황을 실시간으로 확인할 수 있도록 인터페이스 하였다. RS-232C 연결방식에 의한 인터페이스 정보는 측정시간, 카운트 시간, Singles, Doubles, High voltage 정보들이 감시 시스템에 입력된다. 그림 11은 AMSR의 인터페이스 과정을 보여준다.

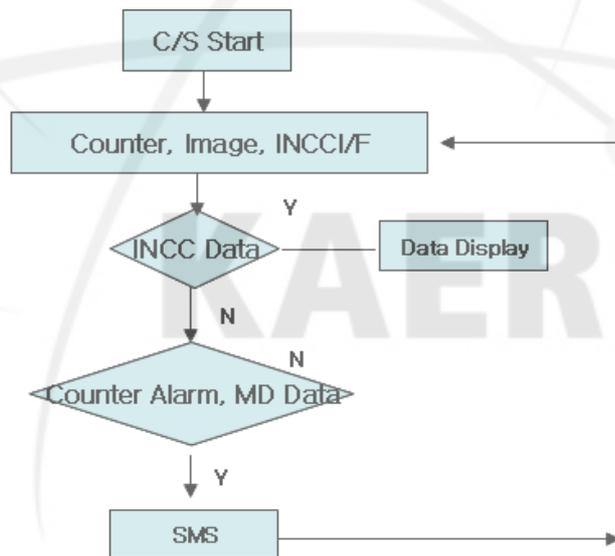


그림 7. ACPF 감시 시스템 프로그램 흐름도

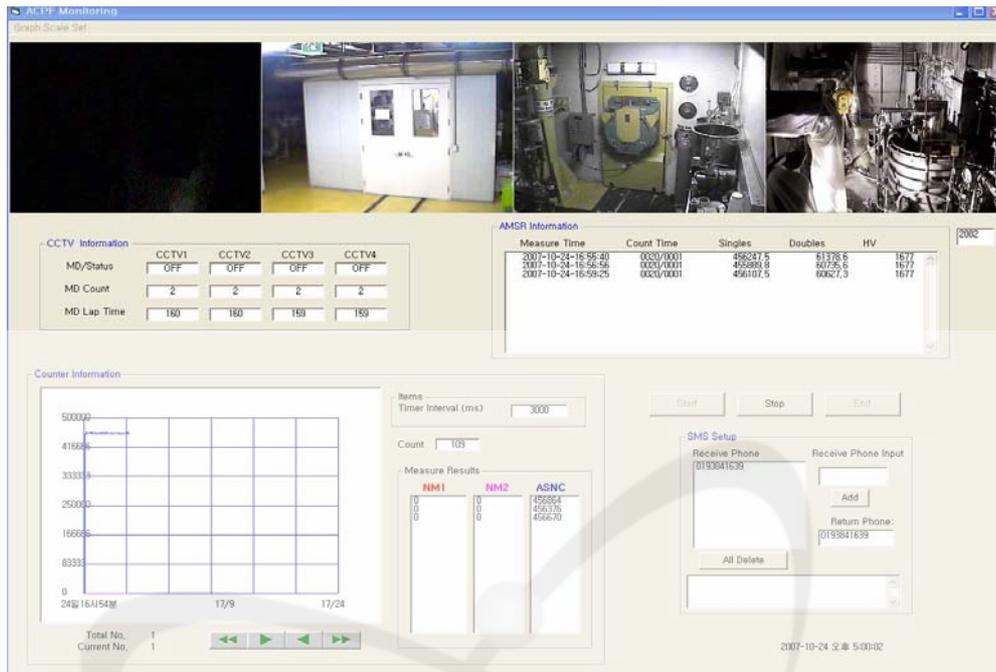
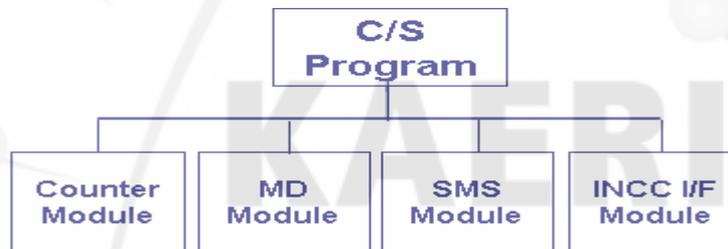


그림 8. ACPF 감시 시스템 프로그램



- ❑ **Counter Module : Neutron Count for ASNM1, ASNM2, ASNC**
- ❑ **MD Module : Motion Detection for 4 CCTV's**
- ❑ **SMS Module : Shot Message Service by Cellular Phone**
- ❑ **INCC I/F Module : Shift Register Interface**

그림 9. ACPF 감시 시스템 프로그램 구조

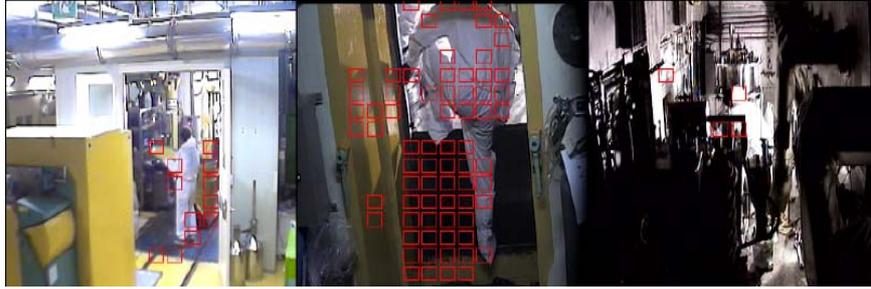


그림 10. ACPF 감시 시스템의 Motion detection

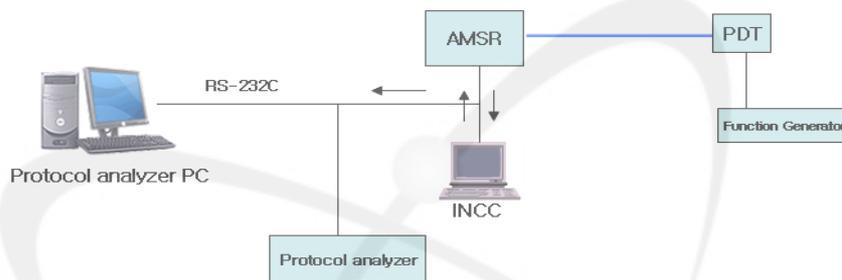


그림 11. AMSR 인터페이스

### 3) ACPF 원격지 감시 프로그램 개발

ACPF 서버에서 모니터링 되는 상황을 원격지에서 동시에 모니터링 할 수 있어야 한다. 데이터 통신은 RS-232C Serial to Ethernet Converter 를 사용하고, 원격지 PC에서 데이터 전송을 요구하면 ACPF 서버는 모니터링 데이터를 송신한다. RS-232C 통신 프로토콜은 9600bps, 8bit, 1stop bit, No parity 이며, 측정 시간 1초에서 Neutron monitor 1&2와 ASNC 측정값이 수신되어 모니터링 된다. 그림 12. 는 ACPF 원격지 감시 시스템으로 수신된 데이터는 그래픽으로 처리되어 모니터링 되는 결과 그림이다.

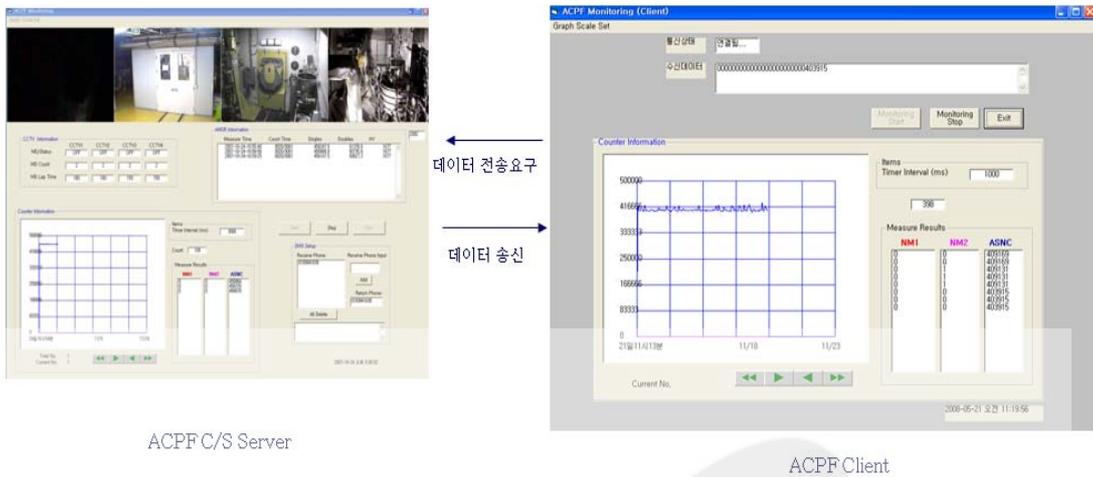


그림 12. ACPF 원격지 감시 시스템 모니터링

#### 4) 통합 감시 시스템 운용

24시간 운용되는 ACPF 감시 시스템은 감시 시스템의 PC 하드 디스크에 측정 일자별로 중성자 측정값과 모션 감지에 대한 영상파일이 그림 13과 같이 저장된다. 감시 시스템 개발 후 운용 결과 프로그램이 안정적으로 동작하였으며, 매일 측정값과 영상파일들이 하드디스크에 저장됨을 확인 할 수 있었다. 또한 ASNC의 사용 후 핵연료에 대한 성능평가 실험에서는 그림 14. 에서와 같이 rear door 에 설치 된 gate radiation monitor 가 잘 동작됨을 확인할 수 있었다.

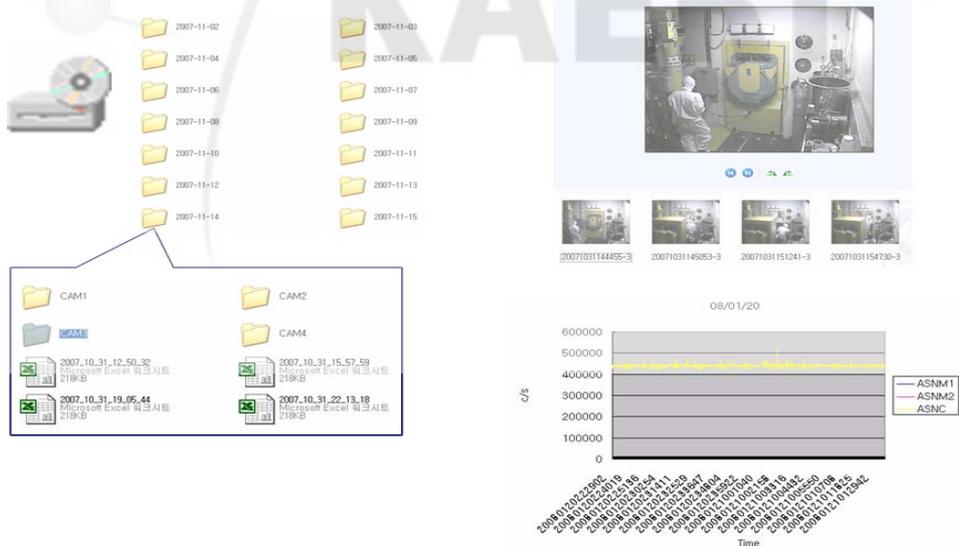


그림 13. ACPF 감시 시스템 데이터 저장

'07. 07. 11

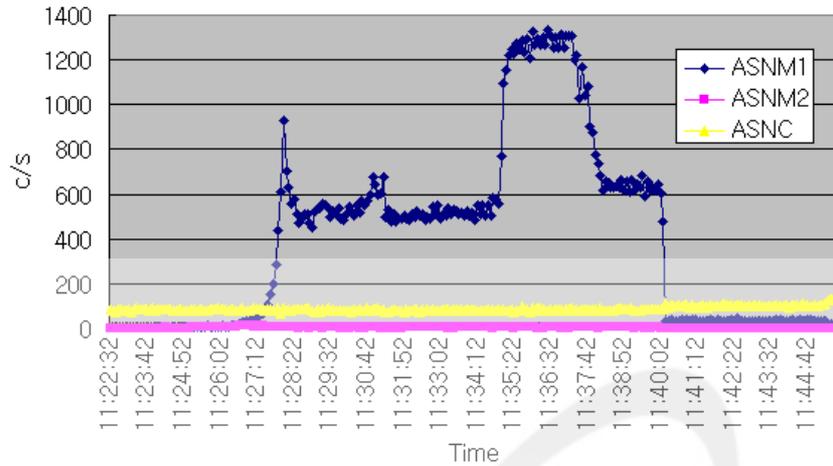


그림 14. ACPF Gate radiation monitor 동작

#### 5) ASNC 감시시스템 개선

ACPF 핵물질 감시 시스템은 무인 및 원격 모니터링이 가능한 시스템으로 그동안 운용결과 시스템의 유용함을 확인 할 수 있었다. 그러나 ACPF 투명성을 보여주기 위해 ACPF 측정 데이터를 외부기관(SNL, KINAC)에 자동 전송하는 VPN 시스템은 인터넷 보안 문제로 인해 본격적으로 운용되지 못하였으며, 이에 대한 해결방안으로 그림 15. 와 같이 Serial to Ethernet Converter를 사용하는 ACPF 감시 시스템 및 VPN 연결 시스템으로 개선하였다. 주요 시스템 구성은 다음과 같다.

##### - KAERI 감시시스템

설치된 카메라 및 영상 취득 카드와 중성자 측정 장치로 구성되며, 핸드폰 알람 시스템인 SMS 동시 작동되게 한다.

##### - VPN 시스템

VPN에 설정된 시간이 되면 ACPF 영상정보와 방사선 측정값은 ADSL과 한국통신 Domain 서버를 거쳐서 인터넷 통신망을 통해 외부기관 서버로 전송한다.

##### - 원격 모니터링 PC

외부 침입자가 VPN 시스템을 통해 연구원내 KAERI-NET 에 접속 할 수 있으나, 그림 15.와 같이 RS-232C Serial to Ethernet Converter 를 설치하면 VPN 서버에서 원격 모니터링 PC 사이에는 정해진 프로토콜로 데이터 송수신이 가능하다. 따라서 외부 침입자의 접속은 차단할 수 있다.

- 24시간 운용되는 ACPF 감시 시스템의 연속성을 위해 Back up PC를 구축하였다. 원격지에서 개발된 원격지 모니터링 프로그램으로 ACPF 서버의 동작상황을 주기적으로 점검하며, 만일 서버 PC 가 이상이 생기면 즉각 구축된 Back up PC 로 대치되도록 한다. Back up PC는 4port CCTV 보드와 Counter 보드 및 AMSR & RM 을 위한 RS-232C port가 준비되었다.

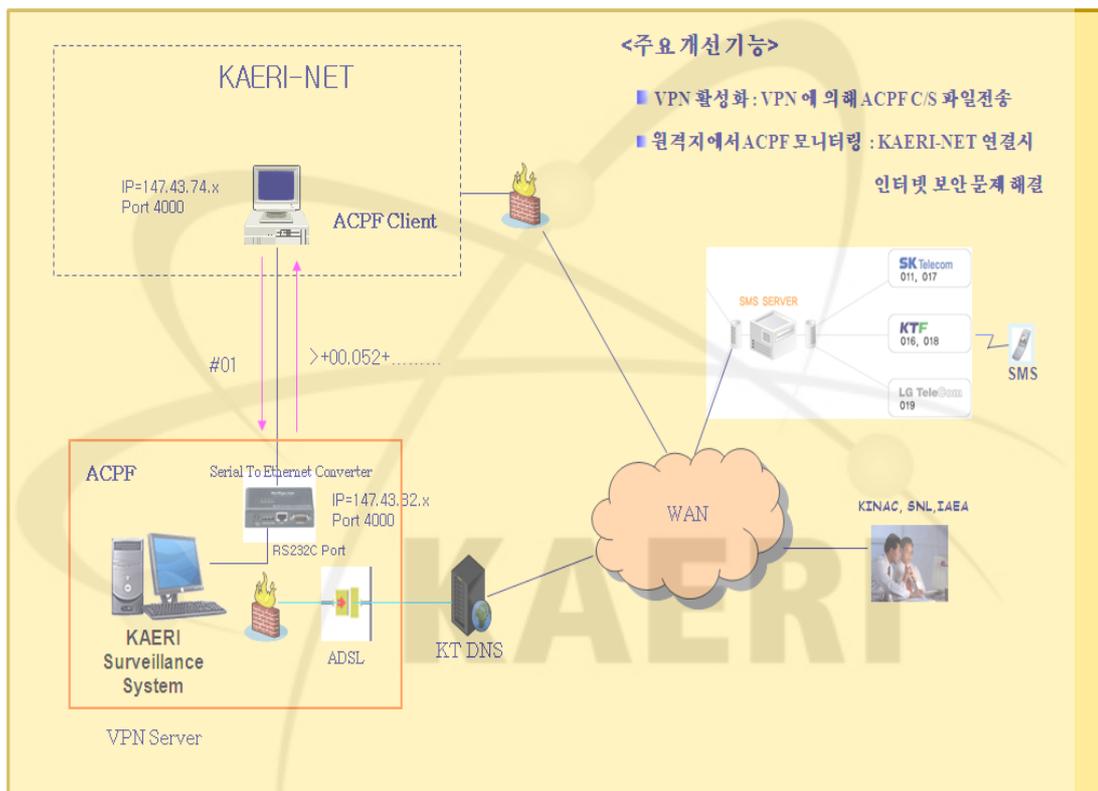


그림 15. ACPF 감시시스템 및 VPN

### III. UNARM 시스템 하드웨어

#### 1. MiniGRAND

MiniGRAND는 4 채널 펄스 카운팅과 2 전류 센칭 채널을 갖는 소형 방사선

검출장치이다. 3개의 중성자 검출과 2개의 이온 챔버로 구성되는 GRAND3를 기본 모델로 개발되었다.

### (1) 시리얼 통신 포트

계측기의 SCI 시리얼 포트 II 연결은 셋업 모드로 사용되며 attended 모드에서 계측기를 운영하는 용도이다. 또한 시리얼 포트 I을 통한 UART는 운용을 모니터링할 때 사용되며, 설정 모드와 attended 모드에서 계측기를 운용하는데 사용될 수 있다. UART 는 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 38400, 57600, 115200 bps 의 다양한 속도로 설정할 수 있다. 시리얼 포트 I 의 디폴트 속도는 9600 bps 이다.

### (2) 병렬 통신 포트

- 병렬 포트 출력 핀 9번(출력 데이터 비트 4)은 트리거 출력으로 어떤 신호 조건이 하나 이상 채널에서 발생하였을 때 0 볼트를 방출하도록 설정하는데 사용된다. 이들 조건은 변동하는 신호와 현재 배경 레벨을 비교하여 threshold 이상과 0 based threshold 이상 조건들을 포함한다.

- 병렬 포트 출력 핀 10번(출력 데이터 비트 5)은 알람 출력으로 어떤 신호 조건이 하나 이상 채널에서 발생하여 0 볼트 출력 신호를 발생하기 위해 사용된다.

- 외부 온도 측정을 위한 병렬 포트 핀 1번은 설정 모드와 운용 프로그램에서 온도값을 읽을 수 있다.

- 병렬 포트 입력 핀 13은 시간 동기를 위한 기능으로 연결된 ILON에서 입력되는 시간 동기 신호(time-synchronization signal)를 검출하는데 사용된다.

- 기타 기능은 Watchdog Reset, 보드 확인, FPGA 버전, MPB 온도 측정, 전압 설정과 읽음, 바이어스 공급전압 확인, 이온 챔버 오프셋 확인, 미세 게인 조정 기능 등이 있다.

### (3) 소프트웨어

MiniGRAND firmware는 설정 모드(Setup Mode)와 모니터 모드(Monitor Mode)로 구성된다.

## 1) 설정 모드

계측기가 설정 모드에 있을 때 configuration 과 attended 취득이 수행된다.

Configuration에 의한 설정은 여러 변수를 사용하여 각 채널의 데이터 취득을 제어한다. 제어 변수는 카운트 시간, HV setup, HV read 보조 출력 setup, 보조 출력 read, 보드 속도 등 여러 가지 변수를 설정할 수 있다.

Attended 취득 모드에서는 계측기에 부착된 검출기로부터 정보를 실시간으로 수집하는데 사용되며, 보통 설정 모드에서 설정된 값들을 확인하기 위해 유용하다.

## 2) 모니터 모드

모니터 모드에서는 사용자의 간섭없이 연결된 검출기로부터 측정값을 취득하기 위해 사용된다. 데이터는 PC로 전송된다. 따라서 계측기는 unattended mode로 동작되며, 검출기로부터 데이터는 초당 1번에서부터 65,535 초당 1번씩 설정된 값에 따라 읽을 수 있다. 또한 취득된 데이터는 병렬 포트를 트리거하거나 알람 출력을 설정하는데 사용될 수 있다. 계측기가 수집된 데이터는 수집 소프트웨어 (collect software)에 의해 인터페이스를 통하여 PC에 전달된다. 한편 수집 PC는 계측기의 상태와 메모리 정보 등을 함께 수집하며, 수신 정보를 계측기에 전송한다. 수집 PC에 성공적으로 데이터가 전송되면, 그 데이터는 메모리로부터 제거되어 다음 취득을 위한 메모리 공간을 확보하게 된다.

## (4) 설치

계측기를 설정하기 위해서는 terminal emulator 와 DB-9 to Telco 시리얼 케이블이 있어야 한다. 시리얼 포트 I을 통한 Terminal emulator 의 통신 파라미터는 9600,N,8,1 이다.

모니터 모드에서 설정 모드로 들어가기 위해서는 '1' 을 입력한 후 원하는 파라미터를 입력한다. 모든 설정이 끝나면 'END' 명령을 입력하여 다시 모니터 모드로 들어간다. MiniGRAND를 Reset 하여야 변경된 설정이 정상적으로 동작한다. 그림 16.은 Canberra에서 상품화된 MiniGRAND의 사진이다.



그림 16. MiniGRAND

## 2. MiniADC

### (1) MiniADC 개요

MiniADC는 무인 방사선 모니터와 기존 멀티 채널 분석기의 기능을 갖고 있다. MiniADC의 매뉴얼 모드에서는 사용자는 스펙트럼을 취득하고 분석할 수 있다. 그리고 무인 모니터로 사용될 때에는 사용자는 계측기의 설정을 정의하고 저장할 수 있다. MCA는 1,024 채널로 고정되고, 연속적인 취득과 분석과정을 수행하는 소프트웨어는 1초 동안 스펙트럼을 취득하도록 고정되어있다. 모니터 모드에서의 동작은 MIC 소프트웨어가 운용되는 PC와 통신할 수 있다. MIC 에서의 데이터 요구가 있으면 방사선 데이터와 State-Of Health(SOH) 및 방사선 레벨 알람 정보가 전송된다. MiniADC는 MINIADC 와 SETUP 의 2가지 응용 프로그램이 요구된다. 이 프로그램은 계측기의 플래시 메모리에 저장되어 있다. 모니터 모드에서는 MINIADC 응용 프로그램이 동작되며, SETUP 프로그램은 MINIADC 프로그램의 동작을 결정하는 파라미터를 정의한다.

MiniADC는 항상 한 개의 프로그램만 동작한다. 즉 MINIADC는 SETUP이 프로그램이 중지될 때 모니터 모드로 들어 갈 수 있다. 그리고 MINADC 동작은 시스템 EEPROM 메모리로부터 동작 파라미터를 읽는 과정이다. 한편 SETUP 프로그램은 EEPROM 파라미터를 변경할 수 있다. SETUP 이 완료되면 MINIADC가 읽을 수 있는 EEPROM 에 파라미터를 저장한다. MINIADC 응용 프로그램은 설정된 파라미터를 변경할 수 없다. 단지 SETUP 응용 프로그램만

과라미터를 변경할 수 있다.

## (2) MiniADC 동작

MiniADC의 주 목적은 무인 모니터로서 사용하기 위해서다. MINIADC 응용 프로그램은 다음과 같이 3가지 기본 모듈을 포함한다.

### - CRMS (Continuous Radiation Measurement System)

이 모듈은 연속적인 1초 스펙트럼 취득 과정과 ROI의 평가 및 전자 장비의 전반적인 제어를 수행한다. CRMS는 모니터에게 취득 데이터를 제공하며, MINIADC 프로그램의 한 부분이다.

### - HVC (High Voltage Control System)

MINIADC 프로그램 내의 이 모듈은 검출기 동작 환경에서의 온도에 따라 검출기의 고전압 바이어스를 제어한다.

### - Monitor

이 모듈은 MIC 와의 모든 통신을 수행하는데 사용한다. MIC에서부터 계측기로의 모든 명령어를 수신하고 분배한다. Monitor는 CRMS(Continuous Radiation Measurement System) 으로부터 모든 정보를 받는다.

MINIADC 프로그램의 중요 특징 하나는 설정된 알람과 트리거를 감지한다. 알람과 트리거 조건은 CRMS와 Monitor 에 의해 감지될 수 있다. CRMS는 1초 간격이기 때문에 이 모듈은 실시간으로 알람과 트리거를 감지하고 발생한다.

CRMS는 멀티 채널 분석을 동작하기 위해 'ping-pong' 기술을 사용한다. 이 방법을 사용하여 PC는 가장 최근에 취득된 스펙트럼을 처리하고 반면 MCA는 다음 스펙트럼을 취득한다. CRMS의 주 목적은 연속적으로 스펙트럼을 취득하고 ROI를 분석하는 것이다. CRMS의 출력은 spectra가 아니라 ROI sums 이다.

Monitor는 ROI의 수가 1초 동안 5가되는 CRMS를 기다린다. Monitor는 5 ROI 채널에서 카운트의 합을 하나의 데이터 포인트로 취급한다.

Monitor와 HVC 시스템은 CRMS에 비하여 우선권이 낮다. 이것은 CRMS가 시간이 관련된 중요한 작업이기 때문이다. CRMS는 MINIADC 처리 시간의 약

30% 를 소요하며 HVC 와 Monitor 는 인터럽트에 의해 처리된다. 트리거와 알람을 위해 각 5 ROI는 비교 한계 값으로 개별적 처리가 가능하다.

MiniADC는 데이터의 7채널을 처리한다. 채널중 5개는 특별한 ROI 이고, 알람을 발생시킬 수 있다. 채널대 ROI 는 다음과 같다.

채널 1 : ROI #1 (U235), 채널 2 : ROI #2 (Cs137), 채널 3: ROI #3 (U238),  
채널 4 : ROI #4 (Gross Counts), 채널 5 : Scaler, 채널 6 : Ratio #1(채널\_1/채널\_3),  
채널 7 : Ratio #2 (채널\_2/채널\_3)

Monitor는 데이터 처리에 가장 중 비중을 차지하지만, 다른 문제를 발생하지 않고 다른 작업에 의해 인터럽트 된다. 인터럽트는 MIC이 계측기의 BBM(Battery Backed-up Memory) 을 비우기 위해 발생시킨다.

### (3) MiniADC 설치

MiniADC는 5개의 보드(Master processor, ADC 보드, low/high voltage, power-supply 보드, Amp 보드)로 구성되어 있다. NaI 검출기는 MiniADC 프리엠프에 연결되며, 다른 검출기는 master processor 보드의 scaler input 에 연결한다. 한편 시리얼 포트 1은 입력 포트 혹은 ILON 과 연결된다. 경우에 따라서는 MIC과 직접 연결하기 위해 사용된다. 그리고 I/O 보드는 master processor 보드에 있는 AUXPORT와 연결된다.

MiniADC의 파라미터를 설정하기 위해서는 SETUP 프로그램을 사용하는데, 연결방식은 9600 baud, 8 data bit, 1 stop bit, flow None, parity none 이다. 처음 MiniADC에 접속하게 되면 Monitor 모드로 들어가게 되는데, 'END' 명령을 입력하면 Setup 모드로 전환되어 여러 파라미터를 변경할 수 있다. 설정완료 후 MiniGRAND와 같이 Reset 스위치를 눌러야 장치가 정상적으로 동작한다. 그리고 아쉽게도 MiniADC는 아직 상업화된 제품으로 판매가 되지 않고 있다.

## 3. ISR/AMSR

ISR(Intelligent Shift Register) 는 operation control을 지원하는 전면 판넬이 없다. 모든 제어는 시리얼 포트를 통하여 외부 컴퓨터에 의해 수행된다. 제어는 파라미터를 읽고 쓰고, 데이터 취득을 시작과 중지 그리고 데이터를 저장하기 위한 명령어를 사용한다. ISR의 지원되는 명령어 set는 operation mode에서 수행

되고, Monitor Mode, PSR Mode, JSR Mode 의 3가지 mode 로 운영된다.

- Monitor Mode

Monitor Mode에서 ISR Monitor 프로그램은 연속적으로 데이터를 취득하고, battery backed-up 메모리에 저장한다. 그리고 트리거 포트의 상태를 제어하고 시리얼 포트로부터 수신된 명령어들에 응답한다. Monitor Mode는 무인 운용을 위한 주요 모드이다.

- PSR Mode

PSR mode에서 ISR Monitor 프로그램은 PSR shift register의 동작을 수행한다. PSR Mode 는 attended operation, shift register 변수 설정 등을 할 수 있다. 또한 PSR Mode는 모니터와 시간 동기 변수를 설정하고, health 데이터 상태를 읽고 제어 모드 스위칭을 지원한다.

- JSR-12 Mode

JSR-12 mode에서 ISR Monitor 프로그램은 JSR-12 shift register 동작을 수행한다. JSR-12 mode는 기존 소프트웨어와의 양립성을 지원한다.

각 모드에 대한 명령어는 매뉴얼을 참고한다. 현재 상품화된 Shift Register는 Canberra의 JSR-14와 ORTEC의 AMSR-150 모델이 있으며 그림 17은 AMSR-150의 사진이다. 현재 LANL에서는 AMSR-150을 주요 사용하고 있다.



그림 17. AMSR

## 4. ILON

### (1) ILON 개요

ILON(Intelligent Local Node)는 방사선 모니터링 시스템에 사용되는 계측기를 연결하는 통신 장비이다. ILON을 사용하여 연결할 수 있는 장비는 PC를 포함하여 계측기, 센서, 카메라이다. 또한 ILON은 GPS와 같은 장치의 시간 신호를 이용하여 시스템 정치를 시간-동기화(time-synchronize) 할 수 있다. ILON은 원래 계측기와 PC 사이에 시리얼 데이터를 전송하는 확장 코드로 인식되었다. 또한 바이너리 데이터를 전달하며, 장치사이에 부가되는 선이 필요없어 다양한 장치들을 연결할 수 있다. 예를들어 MiniADC나 MiniGRAND의 시리얼 데이터를 MIC에 전송할 때 ILON을 거쳐서 통신이 이루어지며, 계측기의 신호 변화에 따른 병렬 포트 출력은 ILON을 통하여 카메라를 트리거 시킬 수 있다. 그림 18.은 LANL이 개발하여 사용중인 ILON 사진이다.



그림 18. ILON

### (2) ILON 사용

ILON은 시리얼 포트와 PC-ILON 시리얼 케이블을 이용하여 MIC 과 연결되며, ILON 간의 연결은 절연 twisted 신호 케이블을 사용한다. 그림 19. 에서와 같이 각 계측기는 ILON과 시리얼 포트로 직접 연결되며, 각 계측기는 ILON을 통하여 데이터를 송수신 할 수 있다. 그런데 ILON간 데이터의 송수신을 하기위해서는 ICfg 소프트웨어를 사용하여 ILON 인식 시스템으로 구성하여야 한다. 그

림 20. 은 ILON을 Node 번호로 구분하여 시스템 구성을 한 예이다. 각 ILON은 사용 목적에 따라 ICfg 프로그램에서 계측기, Collect, Master Timer Binary input, Binary output, Event Logger, Failover 등으로 설정할 수 있다.

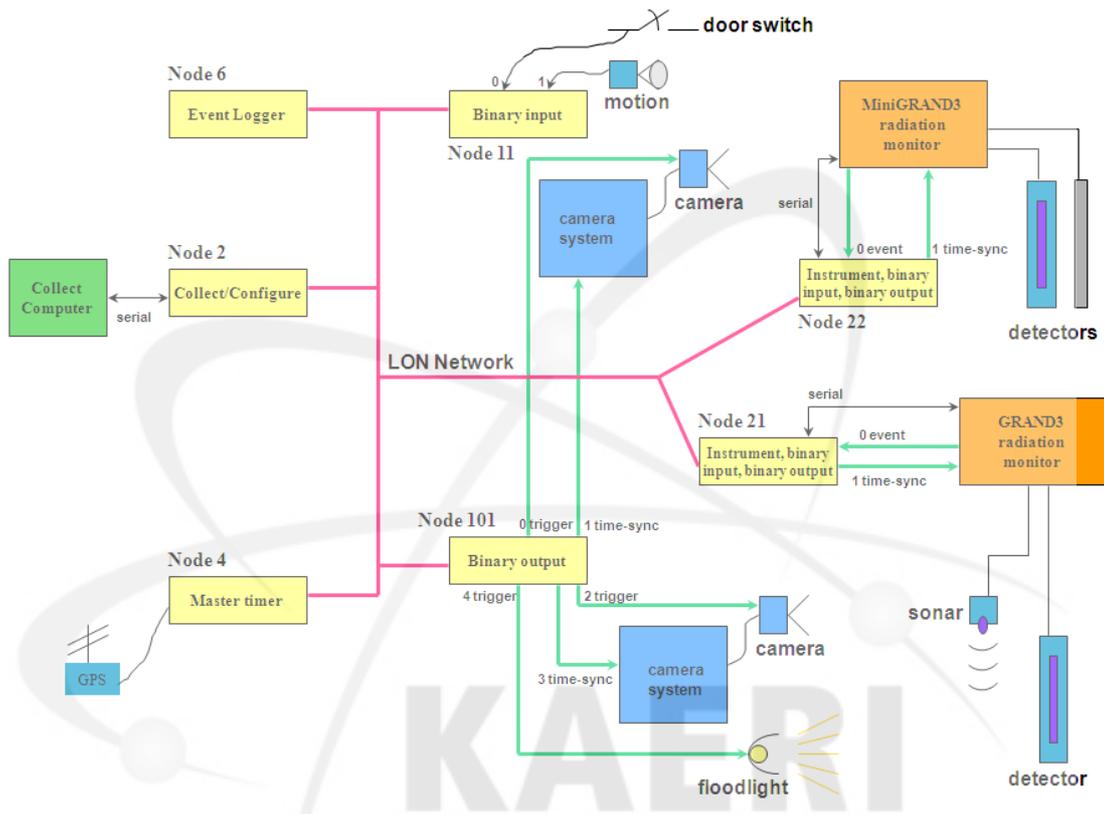


그림 19. ILON의 사용 예

The screenshot shows the '1k adc - node 39.iln - ILON Configurator' window. It features a menu bar (File, View, Node operations, Utility, Help) and a toolbar with icons for file operations and execution. The main area contains a table with the following columns: Node cfg file, Node #, Instrument, Collect, Binary In, Binary Out, Recorder, Timer, Failover, and Seal.

Node cfg file	Node #	Instrument	Collect	Binary In	Binary Out	Recorder	Timer	Failover	Seal
Multi-Collect - node 2	2		X						
GPS - node 4	4						X		
test node 5	5		X	X					
Control n9	9		X			X			
GRAND3 - node 11	11	X		X	X				
GRAND3 - node 12	12	X		X	X				
GRAND3 - node 13	13	X		X	X				
MiniGRAND3 - node 14	14	X		X	X				
MiniGRAND3 - node 15	15	X		X	X				
Agency BN-350 node 23	23	X		X	X				
1k adc - node 36	36	X		X	X				
1k adc - node 37	37	X		X	X				
1k adc - node 38	38	X		X	X				
1k adc - node 39	39	X		X	X				
1k adc - node 40	40	X			X				
camera A-1 - node 71	71				X				
camera J-2 - node 72	72				X				
camera E-3 - node 73	73				X				
camera H-4 - node 74	74				X				
camera G-5 - node 75	75				X				
camera C-6 - node 76	76				X				
camera B-7 - node 77	77				X				
camera K-8 - node 78	78				X				
camera F-9 - node 79	79				X				
camera D-10 - node 80	80				X				
camera L-11 - node 81	81				X				

그림 20. ILON Setup

## 5. DCM

Canberra에서 판매되는 그림21. 과 같은 ALIS(All One System) 카메라는 독일에서 개발하고 IAEA가 인증하여 안전조치 분야에 사용하고 있다. 시스템 구성은 Digital Camera Module DCM-14, PC-Card, CCD 카메라, Li-ion Battery 로 이루어진다. DCM-14는 PC-Card와 함께 영상 및 관련 데이터를 저장한다. DCM-14의 영상 압축 기술은 PC-Card의 MByte 당 60개 영상을 저장할 수 있다. 또한 영상은 암호화 과정을 거친다. 그림 22.는 DCM-14의 영상 처리에 대한 block diagram 과정을 보여 준다. DCM-14의 PC-Card로부터 저장된 영상을 PC로 전송하기 위한 소프트웨어가 DCMPoll Polling 프로그램이다. 이 DCMPoll Polling 프로그램은 PC의 시리얼 통신 포트를 사용하는데 그림23. 와 같이 DCM-14에 있는 party-line port가 있어야 한다. 그리고 RS-232 to RS-485 컨버터는 DCM-14 party-line 을 PC와 연결하기 위해 요구된다. DCM-14는 외부

의 트리거 신호를 받을 수 있으며, 이에 따라 트리거된 영상을 저장한다. 현재 ALIS카메라는 Canberra에서 영상 Review 소프트웨어와 함께 상당히 고가로 판매되고 있어 안전조치 분야에 일반적으로 사용하지는 않고 있다.



그림 21. ALIS 카메라

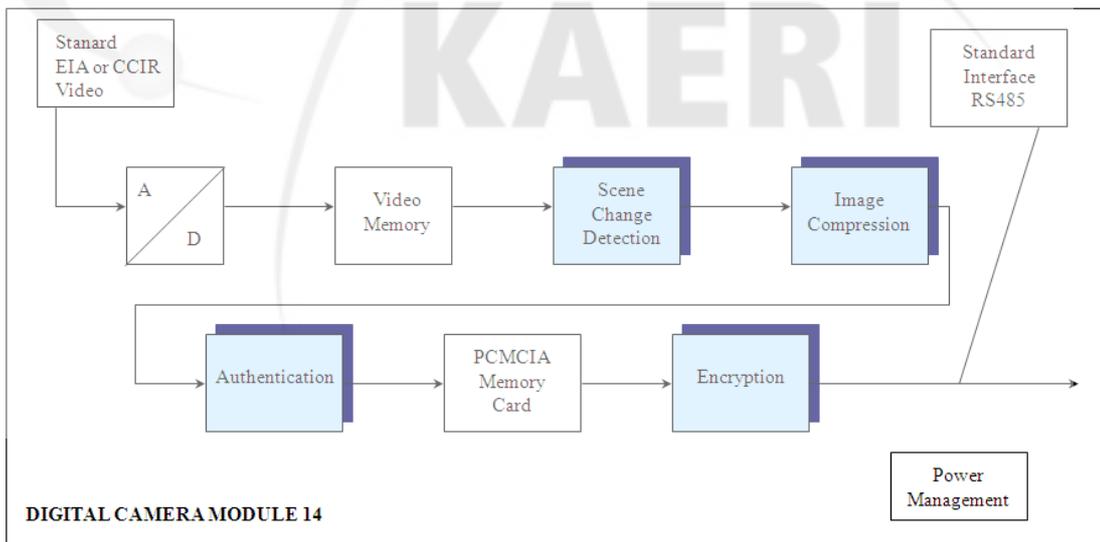


그림 22. DCM Block Diagram

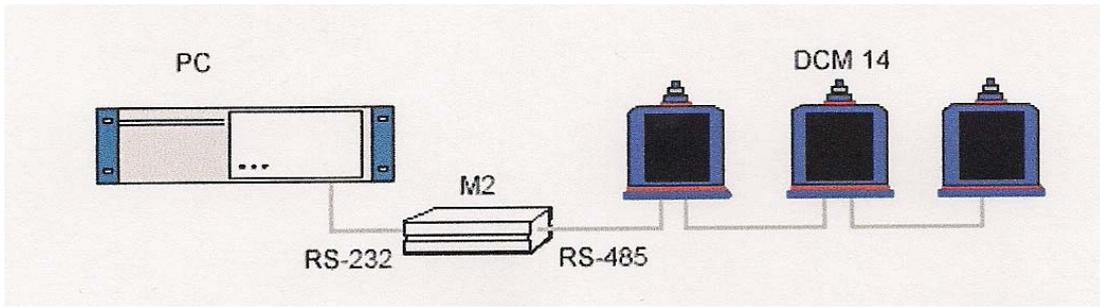


그림 23. ALIS 카메라 시스템

## IV. UNARM System Software

### 1. Multi-Instrument Collect

#### (1) MIC 개요

Multi-Instrument Collect (MIC) 는 여러 장치로부터 데이터를 무인으로 취득하여 저장하기 위해 개발되었다. 최대 30개 채널의 통신으로 50개 계측기를 연결할 수 있다. 또한 MIC는 수집된 데이터를 외부 저장 장치에 저장 할 수 있다. MIC은 윈도우 환경에서 무인 모드에서 복잡한 멀티 태스킹 (multi-tasking) 응용 기술로 운용된다. 프로그램은 1개 혹은 여러개의 ILON을 통하여 수집된 계측기의 데이터를 이용한다. 데이터 수집은 운용자의 중단이 있을 때까지 자동적이고 연속적으로 이루어진다. Multi-Program Startup Service (MPSS) 는 MIC 이 동작하지 않는 것을 감지하였을 때 자동적으로 MIC을 수행한다. 모든 측정 데이터는 계측기당 1일 단위로 하나의 파일로 하드 디스크에 저장된다. 주요 이벤트와 유지 파일도 같은 방식으로 저장된다. 또한 MIC은 UPS를 지원하여 전원 고장에 의한 데이터 손실을 제어할 수 있다. 보조 지원 프로그램 XicXfer 는 MIC이 생성한 파일을 다른 시스템에 자동적으로 전송하는 기능을 갖고 있다.

MIC의 기능을 증대시키는 여러 보조 프로그램이 있다. 이들의 각 프로그램은 MIC에서 동작하는 것이 아니라 개별적 프로그램으로 동작한다.

- Multi-Program Startup Service

윈도우 NT 서비스 응용으로, MIC 프로그램이 중단되었을 때 MPSS는 이를 자동적으로 감지하고, 로그인 없이 MIC 프로그램을 자동적으로 재 수행시킨다.

- MicXfer

윈도우 NT 응용의 하나로 미리 설정된 위치의 파일들을 자동적으로 다른 위치로 파일을 복사하는 기능이다. 파일이 복사되는 위치는 같은 시스템내 혹은 네트워크로 연결된 다른 PC 가 될 수 있다. 또한 설정 파일에 따라 여러 시스템내로 파일을 복사 할 수 있다.

- Tracker

MIC이 보내는 계측기의 상태 정보(state of health information; SOH) 를 모니터링 할 수 있는 윈도우 응용 프로그램이다. 보통 tracker는 네트워크로 연결된 원격 시스템에 대한 MIC 수행의 정보를 확인 할 수 있다.

- Dump

MIC은 이진 데이터 파일을 생성한다. 따라서 생성된 이진 데이터 파일을 Text 파일로 변환 할 수 있는 유틸리티 프로그램이다.

- DelFi

설정된 시간이 되었을 때 특정 디렉토리의 파일을 자동적으로 지우는 윈도우 응용 프로그램이다. 설정은 10일 혹은 30일과 같이 설정 할 수 있으며, 파일은 DelFi.ini 프로그램이다.

- EZ-Copy

하나 혹은 여러 소스 파일 디렉토리를 다른 특정 디렉토리로 파일을 복사할 때 사용되는 윈도우 응용 프로그램이다.

(2) MIC 운용

보통 MIC은 MPSS에 의해 자동적으로 수행된다. 처음 MIC 프로그램을 수행시키기 위해서는 계측기에 대한 설정 과정을 거쳐야한다. 설정은 먼저 통신 장치인 ILON 네트워크에 대해 통신 포트 및 프로토콜을 입력하고 각 계측기에 대한 대상을 설정한다. 설정이 끝나 프로그램을 수행시키면, 그림24. 와 같이 표시된

다. 각 계측기와 MIC과의 연결이 정상적이면 녹색으로 비정상이면 적색으로 표시된다. 그리고 각 계측기의 버튼을 누르면 대상 계측기에 대한 상세 정보를 알 수 있다.

각 계측기는 MIC에 의해 파일을 생성하는데, 주요 이벤트(CEV), 성능(PFM), 데이터의 3가지 종류 파일이 날짜를 기준으로 정해진 규칙에 따라 만들어 진다. MiniGRAND는 .BID, AMSR은 .ISR, MiniADC는 .MCA 확장자 파일을 만든다.

그림25. 는 MIC 프로그램의 동작과정과 보조 프로그램들과의 연계를 보여주는 그림으로 전체 프로그램 수행과정을 쉽게 확인 할 수 있다.

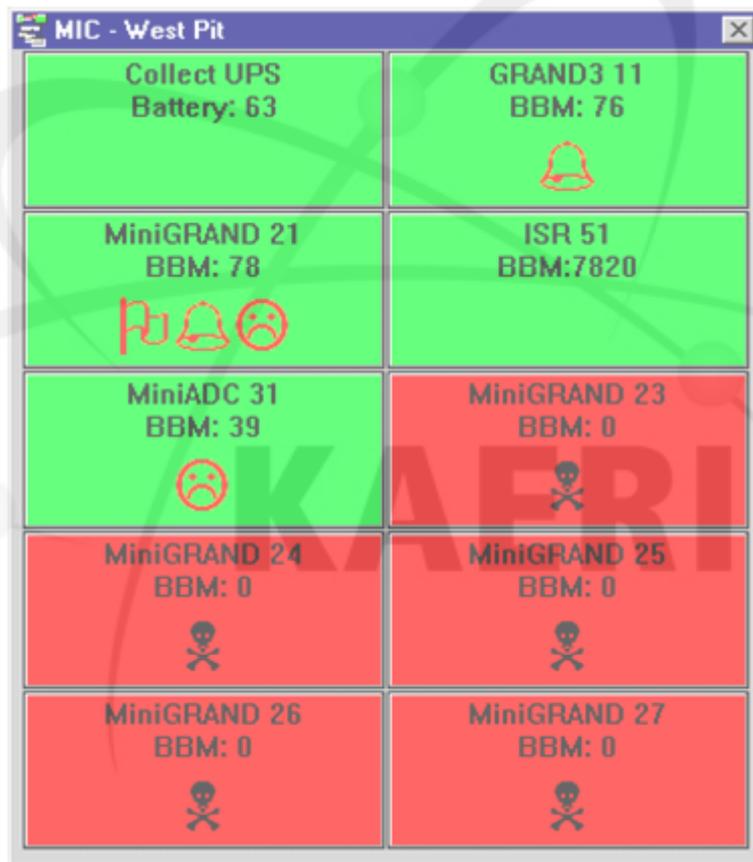


그림 24. MIC 프로그램 수행

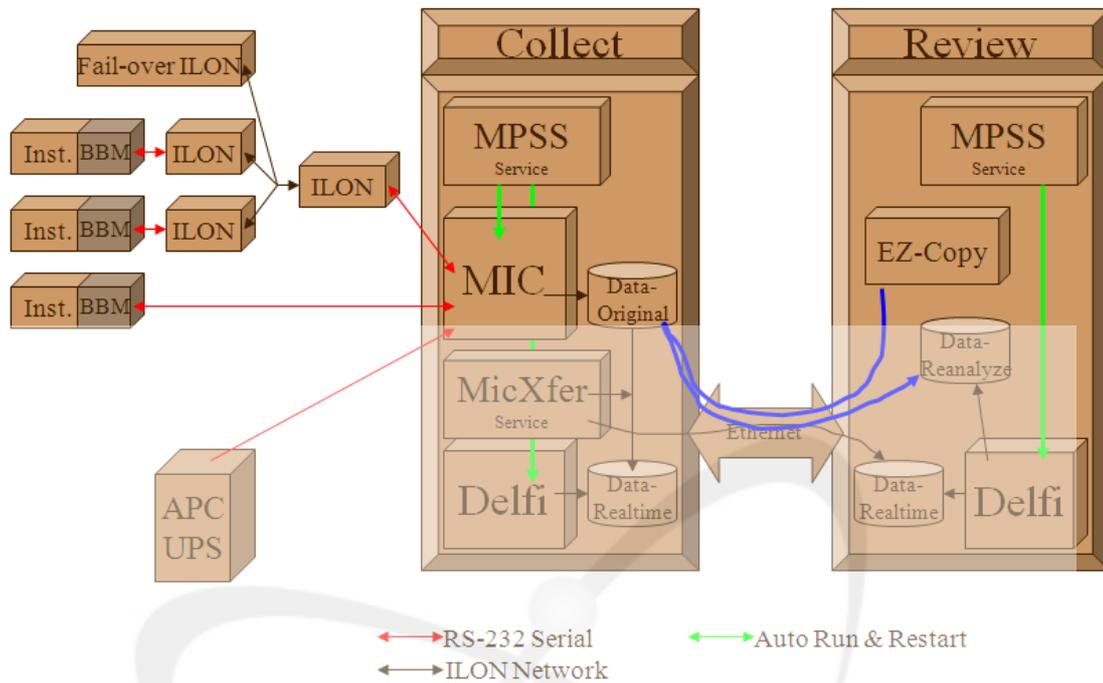


그림 25. MIC 프로그램 동작 과정

## 2. Radiation Review

Radiation Review 프로그램은 MIC 프로그램에서 생성한 MiniGRAND의 .BID, MiniADC의 .MAC, AMSR의 .BSR 파일을 사용한다. 프로그램을 수행하면 해당 파일을 읽어 각 채널에서의 피크값을 찾고 또한 그래프적으로 데이터를 표시한다. 그림26. 는 Radiation Review에서 사용된 그래픽 선택으로 데이터 베이스에 있는 데이터를 보여준다. 기타 다른 특징으로는 여러 계측기의 방사선 데이터를 하나의 데이터 베이스로 가져오게 하고, 가져온 데이터의 특성 (missing data, out of order data, AC power가 취득된 데이터 등) 을 검사할 수 있으며, 그리고 최대 10개 채널 그래픽 표시와 방사선 움직임의 방향 결정 및 데이터의 요약 등의 기능들이 있다.

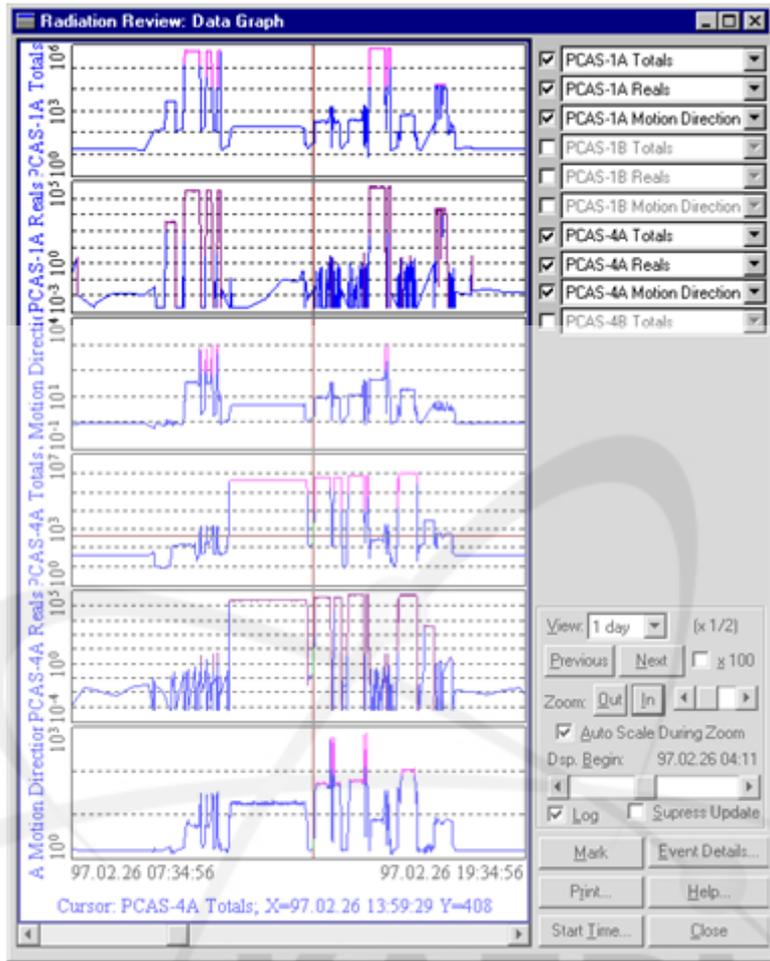


그림 26. Radiation Review의 그래픽 표시

### 3. Digital Video Review

Digital Video Review(DVR)은 ALIS 디지털 카메라에 의해 취득된 디지털 비디오 영상 파일을 빠르고 용이하게 review 하기 위한 프로그램이다. 따라서 사용자는 DVR 프로그램을 사용하여 원하는 영상을 손쉽게 검색할 수 있고, DVR에서 다른 Review 데이터 프로그램으로 전환 할 수도 있다. 비디오 제어 판넬은 VCR의 여러 기능 play forward, play reverse, stop, 등과 비슷한 동작을 제공한다. 그리고 특정 영상을 즉각적으로 표시하고 영상 특성을 조정할 수 있으며, 반복적으로 영상을 review 할 수 있다. 프로그램 디자인은 그림 27.과 같이 비디오 제어 판넬과 비디오 표시 판넬을 분리하였다.

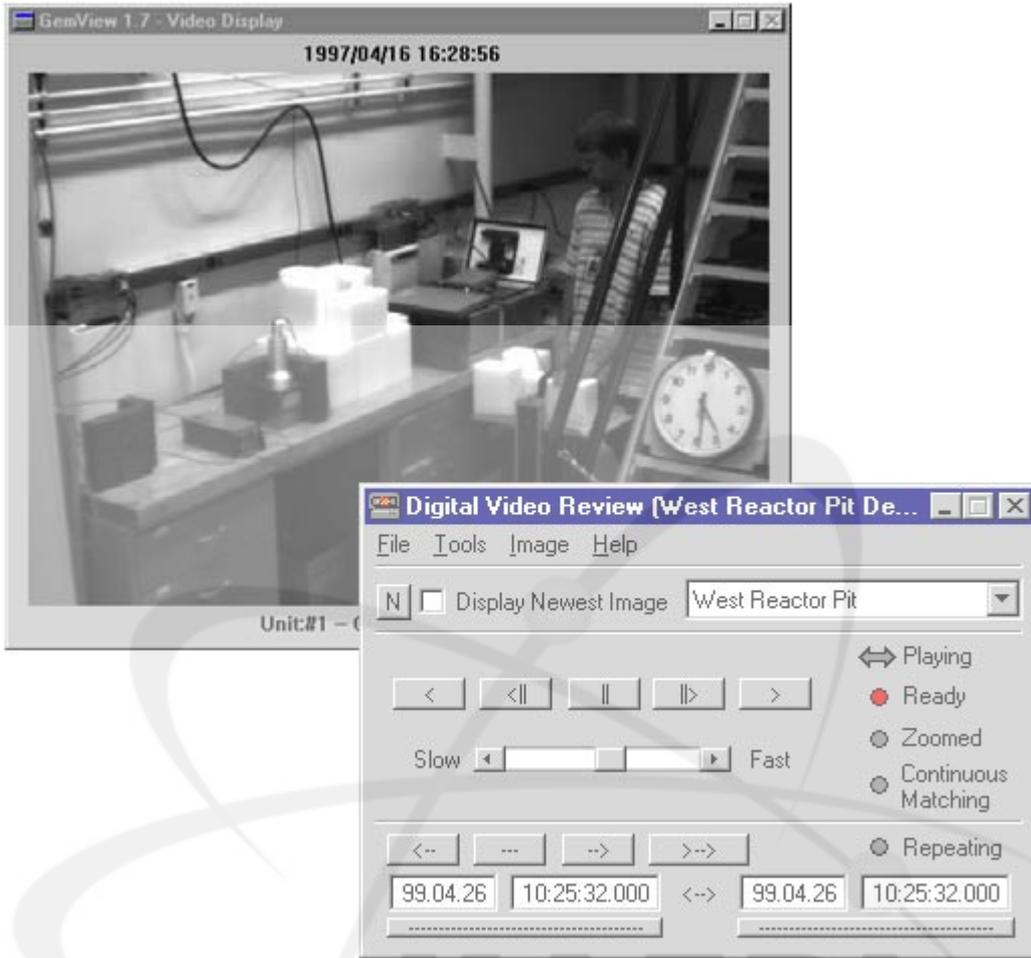


그림 27. Digital Video Review

#### 4. Operation Review

Operation Review는 테이블 형태로 그림 28과 같이 운전자에 대한 이벤트 정보를 표시하는 프로그램이다. 표시되는 정보의 데이터는 해당 디렉토리내 text 파일을 읽는다. 프로그램 사용자는 특정 부분을 강조할 수 있고, 테이블 내 주석을 입력할 수 있다. 한편 특정 부분을 누르면 DVR 프로그램으로 전환되어 해당 영상 파일을 보여준다. 표시되는 내용은 사용 목적에 맞게 수정하여야 한다.

Index #	Location From	Location To	Direction	Start Date/Time	End Date/Time	Assembly ID	Assembly Typ	Flow KMP	#3 Isotopic Weight	#3 Isotopic Code	Comments
0001	UNLOADING PIT A	STORAGE A	In	1997.01.05 - 11:30:00.000	1997.01.05 - 11:32:00.000	ABC0000	BWR				None
0002	UNLOADING PIT A	STORAGE A	In	1997.01.05 - 11:32:00.000	1997.01.05 - 11:36:00.000	ABC0001	BWR				None
0003	UNLOADING PIT A	STORAGE A	In	1997.01.05 - 11:37:00.000	1997.01.05 - 11:38:00.000	ABC0002	BWR				Unusual Time - OK
0004	UNLOADING PIT A	STORAGE A	In	1997.01.05 - 11:38:00.000	1997.01.05 - 11:41:00.000	ABC0003	BWR	1			None
0005	UNLOADING PIT A	STORAGE A	In	1997.01.05 - 11:41:00.000	1997.01.05 - 11:45:00.000	ABC0004	BWR				None
0006	UNLOADING PIT A	STORAGE A	In	1997.01.05 - 11:45:00.000	1997.01.05 - 11:47:00.000	ABC0005	BWR				None
0007	UNLOADING PIT A	STORAGE A	In	1997.01.05 - 11:47:00.000	1997.01.05 - 11:51:00.000	ABC0006	BWR	1	12345678.123	G	None
0008	UNLOADING PIT A	STORAGE A	In	1997.01.05 - 11:51:00.000	1997.01.05 - 11:53:00.000	ABC0007	BWR	1			None
0009	UNLOADING PIT A	STORAGE A	In	1997.01.05 - 11:53:00.000	1997.01.05 - 11:56:00.000	ABC0008	BWR		12345678.123	G	None
0010	UNLOADING PIT A	STORAGE A	In	1997.01.05 - 11:56:00.000	1997.01.05 - 12:01:00.000	ABC0009	BWR				None
0011	UNLOADING PIT A	STORAGE A	In	1997.01.05 - 12:01:00.000	1997.01.05 - 12:02:00.000	ABC0010	BWR	1	12345678.123	G	None
0012	UNLOADING PIT B	STORAGE B	In	1997.01.05 - 12:02:00.000	1997.01.05 - 12:07:00.000	ABC0011	BWR		12345678.123	G	Incorrect Location
0013	UNLOADING PIT A	STORAGE A	In	1997.01.05 - 12:07:00.000	1997.01.05 - 12:08:00.000	ABC0012	BWR		12345678.123	G	None
0014	UNLOADING PIT A	STORAGE A	In	1997.01.05 - 12:08:00.000	1997.01.05 - 12:11:00.000	ABC0013	BWR				None
0015	UNLOADING PIT A	STORAGE A	In	1997.01.05 - 12:11:00.000	1997.01.05 - 12:16:00.000	ABC0014	BWR				None

그림 28. Operation Review

## 5. Integrated Review

IR(Integrated Review) 프로그램은 여러 형태의 데이터(방사선, 비디오, operation 등)를 그림 29에서와 같이 통합하여 하나의 화면으로 보여 주는 프로그램이다. 따라서 여러 형태의 데이터는 요약되어 표시되어 서로 비교하기가 용이하다. 그림 30. 에서와 같이 통합되는 데이터는 다른 Review 프로그램 (Radiation Review, Operation Review, TLR Review, Digital Video Review 등) 을 통하여 상세하게 확인 할 수 있다.

Index #	R	O	T	RAD Start Date/Time	RAD Direction	RAD N/G Ratio	OP Start Date/Time	OP Direction	TLR Start Date/Time	Comments
0001	R	R	R	1997.01.06 - 00:14:39	In	23.1	1997.01.06 - 00:14:00	In	1997.01.06 - 00:14:48.20	None
0002	R	R	R	1997.01.06 - 00:29:54	In	23.4	1997.01.06 - 00:30:00	In	1997.01.06 - 00:30:04.07	None
0003	IP		IP	1997.01.06 - 00:45:08	In	23.3			1997.01.06 - 00:45:18.09	Inspector Reconciled.
0004		IR					1997.01.07 - 00:45:00	In		Incorrect Date Recorded.
0005	R	R	R	1997.01.06 - 01:00:23	In	23.2	1997.01.06 - 01:00:00	In	1997.01.06 - 01:00:32.19	None
0006	R	R	R	1997.01.06 - 01:15:37	In	22.9	1997.01.06 - 01:15:00	In	1997.01.06 - 01:15:47.07	None
0007	R	R	R	1997.01.06 - 01:30:52	In	23.4	1997.01.06 - 01:31:00	In	1997.01.06 - 01:31:01.19	None
0008	P		P	1997.01.06 - 01:46:06	In	22.2			1997.01.06 - 01:46:15.28	Missing Operator Data?
0009	R	R	R	1997.01.06 - 02:01:21	In	23.2	1997.01.06 - 02:01:00	In	1997.01.06 - 02:01:31.14	None
0010	R	R	R	1997.01.06 - 02:16:36	In	23.1	1997.01.06 - 02:16:00	In	1997.01.06 - 02:16:45.19	None
0011	R	R	R	1997.01.06 - 02:31:50	In	23.4	1997.01.06 - 02:32:00	In	1997.01.06 - 02:31:59.29	None
0012	U			1997.01.06 - 02:47:05	In	23.1				Only Radiation Detected!
0013	R	R	R	1997.01.06 - 03:02:18	In	22.8	1997.01.06 - 03:02:00	In	1997.01.06 - 03:02:28.26	None
0014	R	R	R	1997.01.06 - 03:17:33	In	23.2	1997.01.06 - 03:17:00	In	1997.01.06 - 03:17:41.26	None
0015	R	R	R	1997.01.06 - 03:32:47	In	23.3	1997.01.06 - 03:33:00	In	1997.01.06 - 03:32:57.02	None
0016	R	R	R	1997.01.06 - 03:48:09	In	23.4	1997.01.06 - 03:48:00	In	1997.01.06 - 03:48:11.03	None

그림 29. Integrated Review

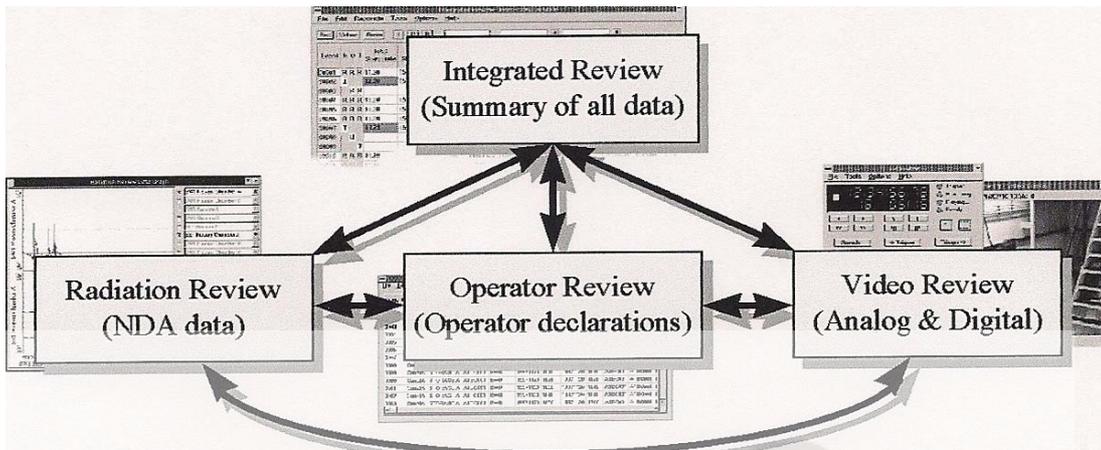


그림 30. Integrated Review 특징

## V. UNARM 시스템 Upgrade

### 1. 시스템 개요

LANL은 2006년에 안전금고에 보관하고 있는 핵물질과 동위원소의 반입과 출입을 모니터링하기 위해 C155 실험실에 데모 시스템을 설치하였다. 설치된 계측기의 블럭 다이어그램은 그림 31. 과 같으며, 사용된 시스템 장치들의 특징은 다음과 같다.

- miniMCA

반입과 반출되는 핵물질 U235, U238, Cs137 값을 측정한다. 검출기는 BICRON CORP의 Sodium Iodide Scintillation 을 사용하였다.

- AMSR

처음에는 핵물질로부터 나오는 중성자를 측정하기 위해 AMSR을 사용하였으나 현재에는 MiniGRAND로 대체하였다. 검출기는 He-3 튜브를 사용하였다.

- Video Camera/Video DataBrick

영상 카메라는 DCM-4 모듈 시스템을 사용하였으며, 영상 정보는 RS-485 to RS-232C 컨버터를 거쳐 Video Databrick으로 전송된다.

- Collect Computer

MIC 프로그램이 운용되는 Collect Computer는 네트워크를 통하여 MiniADC와 MiniGRAND로 부터 핵물질의 측정 데이터를 수신하고, Video Databrick 으로부터 영상 파일을 받는다. 또한 이벤트 발생시 바코드 입력기(Barcode Reader)를 통한 사용자의 정보도 네트워크를 통하여 수신한다.

- Review Computer

Collect Computer의 MIC은 계측기의 데이터와 operation 데이터 및 영상 파일들을 Review Computer에 전송한다. Review Computer 사용자는 UNARM 시스템 소프트웨어를 사용하여 이들 정보를 Review 한다.

- ILON

각 계측기와 비디오 카메라 및 Collect Computer을 연결하기위해 ILON을 사용하였다. 각 ILON 은 twisted cable로 연결하며, ICfg 프로그램 설정에 의해서 ILON을 인식하기 위한 Node 번호는 다음과 같이 설정하였다.

- \* ILON 35 : MiniADC 연결
- \* ILON 24 : MiniGRAND 연결
- \* ILON 102 : Video Camera 연결
- \* ILON 9 : Door 스위치 연결
- \* ILON 3 : Collect Computer 연결
- \* ILON 10 : Collect Computer 연결

ILON 10은 Collect Computer의 시스템 시간을 모니터링 시스템의 시간으로 동기하기위해 사용되었다. ILON에 대한 설정은 ICfg 프로그램을 사용하며, 각 기능에 따라 그림 32 와 같이 설정되었다.

- 네트워크

외부망으로 연결되는 라우터를 사용하지 않고, 독립적으로 운용되는 close 네트워크 시스템을 사용하였다. 따라서 Collect Computer 는 192.168.1.3 address, Video Databrick 은 192.168.1.4 address, 그리고 Review Computer 는 192.168.1.5 address 로 설정하였다. 사용된 장비는 NETGEAR 의 Fast Ethernet Switch (FS308) 이다.

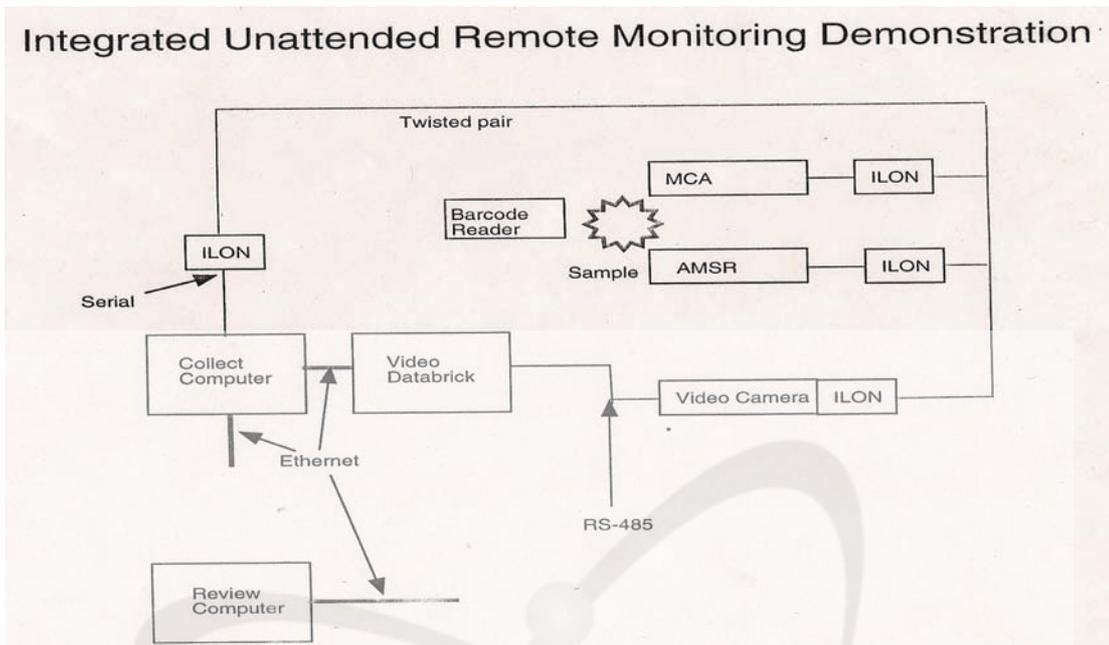


그림 31. LANL C155 Demo 모니터링 시스템

ICfg - 1.55.1.0 (disconnected)

File View Node operations Utility Help

Node cfg file	Node #	Instrument	Collect	Binary In	Binary Out	Logger	Timer	Fallover	Seal
adc35	35	X		X	X				
binary9	9			X	X				
collect3	3		X	X	X	X			
dcm102	102			X	X				
mg24	24	X		X	X				
mt10	10						X		

그림 32. ICfg 프로그램에 의한 ILOn 설정

## 2. 시스템 운용

핵물질 사용자가 실험 목적을 위해 안전 금고에 보관된 핵물질을 반출하기 위해 안전 금고를 열면, 설치된 마그네트 스위치는 연결된 ILOn을 거쳐서 비디오 카메라를 트리거시킨다. 트리거에 의한 영상파일은 Video Databrick을 거쳐 Collect Computer의 하드 디스크 디렉토리 c:\DataOriginal\Image\Camera2 에 저장된다. 또한 주기적으로 취득한 영상파일도 같은 방식으로 저장된다.

각 계측기가 취득한 데이터는 Collect Computer의 하드 디스크 디렉토리 c:\DataOriginal\RadData 에 각 계측기별로 구분하여 날짜별로 저장된다. 한편

이들의 데이터는 Mic.ini에서 설정한 바와 같이 EZ-COPY 모듈에 의해 D:\DataRealtime\Images\Achive\Camera2 와 \raddata 디렉토리로 복사된다. 그리고 이 디렉토리의 데이터는 MicXfer에 의해 Review Computer로 전송된다. 트리거 신호가 발생하여 Collect Computer에서 저장된 파일이 Review Computer까지 전송되는 시간은 약 2분 이내 이다.

Collect Computer에 저장된 데이터는 날짜별로 압축되어 저장된다. Review Computer 로 전송된 데이터는 일정 시간이 지나면 파일을 DELFI 에 의해 삭제하도록 하여 하드 디스크의 부담을 완화하였다. 현재 Collect Computer 의 파일을 수신하는 디렉토리는 다음과 같다.

```
D:\DataRealtime\Images\Archive\Camera2
    \op
    \raddata\ADC32
    \Event3
    \Mg24
```

### 3. 시스템 Upgrade

#### (1) 시스템 Upgrade 개요

그림 31. 에서와 같이 LANL의 UNARM 데모 시스템은 Canberra 의 ALIS 카메라를 사용하였다. 그러나 시스템의 현실적 문제는 카메라 가격이 너무 고가이며, Collect Computer로 영상파일을 보내기 위해서는 별도의 소프트웨어가 필요하고 또한 Computer 역할을 하는 Video Databric 이 필요하다. 즉 시스템도 복잡하여 진다. 이런 문제를 해결하기 위해 AXIS IP 카메라(AXIS 2420)을 사용하여 시스템을 단순화 하고 Upgrade 하였다.

AXIP IP 카메라는 네트워크를 통하여 영상파일을 수신할 수 있고, I/O 포트를 통하면 외부 트리거 신호를 받을 수 있으므로 기존 시스템에 같은 기능으로 사용될 수가 있다. 그림 33.은 개선된 Upgrade 시스템의 블록 다이어이다.

기존 시스템과의 차이점은 ALIS 카메라 대신 IP 카메라를 사용하고, 도어 스위치의 트리거 신호는 ILON node3 의 Binary out 0번을 통해서 수신되도록 수정하였다. 또한 이때 도어 스위치의 입력신호를 수신하기 위한 Binary input 도 ICfg 프로그램에서 설정하였다.

IP 카메라가 취득한 영상 파일은 네트워크를 통하여 Collect Computer의 하드 디스크에 jpg 파일로 저장되고, Review Computer에 전송되어야 한다. 이를 위해 Collect Computer의 하드 디스크에는 별도의 C:\CSData 디렉토리를 만들

고, Review Computer의 하드 디스크에는 D:\Images 디렉토리를 만들었다. 그리고 MicXfer.ini 의 jpg 내용을 다음과 같이 수정하였다.

```
[JPG]
CONTROL=SECOND
DATEYEAR=2000
DATEMONTH=6
DATEDAY=1
TIMEHOURS=6
TIMEMINUTES=30
TIMESECONDS=30
DAYOFWEEK=0
FILESPEC=*.JPG
DOSUB=Y
DOZIP=YN
PREVIOUS=18 Mar 2009 09:10:48
NEXT=18 Mar 2009 09:11:18
SOURCEDIR1=c:\dataoriginal\images
DESTINDIR1=c:\datarealtime\images\Archive\
SOURCEDIR2=C:\CSData
DESTINDIR2=\\192.168.1.5\images
```

## Integrated Unattended Remote Monitoring Demonstration

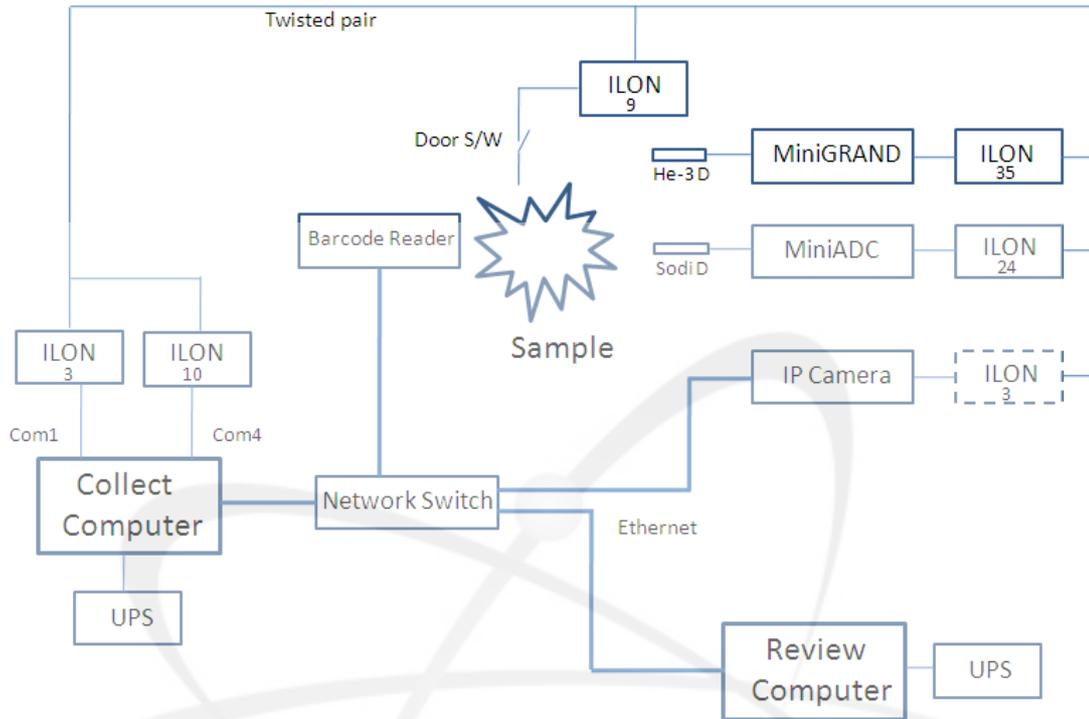


그림 33. LANL UNARM 시스템 Upgrade

### (2) 시스템 Upgrade 소프트웨어

#### - IP 카메라 영상 파일

Collect Computer의 영상 캡처 프로그램은 IP 카메라를 네트워크를 통해 접속하고, 영상 버퍼에 있는 메모리를 가져와 파일로 저장하여야 한다. 어떠한 이벤트가 발생하지 않을 때는 영상 캡처 프로그램은 5분마다 영상을 캡처하여 Collect Computer의 C:\CSData 디렉토리에 파일로 저장한다. 저장되는 영상 파일은 캡처한 날짜와 시간을 기준으로 만들어 진다. 예를 들어 2009년 02월 17일 09시 46분 10초에 캡처하였다면, "2009\_02\_17\_09\_46\_10N.jpg" 파일이 만들어져 저장된다. 여기서 파일 이름 중 "N" 의 의미는 트리거에 의한 파일 예를 들어 "2009\_02\_17\_12\_56\_50T.jpg" 파일과 구분하기 위해서다.

영상 캡처 프로그램은 ILON node3 로부터 트리거 신호를 받는데, 프로그램 수행 중 항상 카메라의 Digital Input status를 읽고 만일 트리거 신호가 있다면 즉각 영상을 캡처하여 저장하여야 한다. 카메라의 Digital Input status를 읽기 위해 Internet Transfer Control 6.0 을 사용하였다. 그리고 트리거 신호시 파일 저

장은 5초마다 트리거 신호가 종료될 때까지 수행된다.

- Review 프로그램

Collect Computer에서 운용되는 MIC 프로그램은 각 계측기의 데이터 송수신을 모니터링하고, Review Computer에 데이터 파일과 영상 파일을 보내준다. Review Computer는 수신된 파일을 Review 프로그램(Radiation Review, Operation Review, Video Review, Integrated Review)으로 Review 한다. 그런데 IP 카메라가 생성한 jpg 영상파일은 기존 Review 프로그램에서는 Format이 틀려서 읽을 수가 없다. 따라서 영상 파일을 읽고 데이터 파일을 읽어 보여줄 수 있는 새로운 Review 프로그램이 필요하다.

새로운 Review 프로그램은 기존의 Review 프로그램의 주요 기능들을 포함하고 부족한 부분을 보완하도록 Visual Basic 6.0을 사용하여 개발하였다.

사용자가 Review 프로그램을 실행하면 먼저 그림 34. 와 같이 전에 Review 한 정보들과 함께 새롭게 Review 할 파일에 대한 정보가 화면에 보여 진다. 그리고 사용자가 Review를 진행하면 그림35. 와 같이 기본적인 Review 프로그램이 Display 이 된다. Review 할 파일의 디렉토리는 설정한 바와 같이 D:\Images 이며, 디렉토리의 영상파일들이 리스트 화면에 표시된다. 디폴트로 리스트 화면의 최상위 파일에 대한 영상이 Preview Area 화면에 표시되도록 하였다. 영상 표시 부분은 LANL의 시설 보안 때문에 흰색으로 처리하였다. 그림의 Review 화면의 주요 특징은 다음과 같다.



그림 34. Review 정보 표시

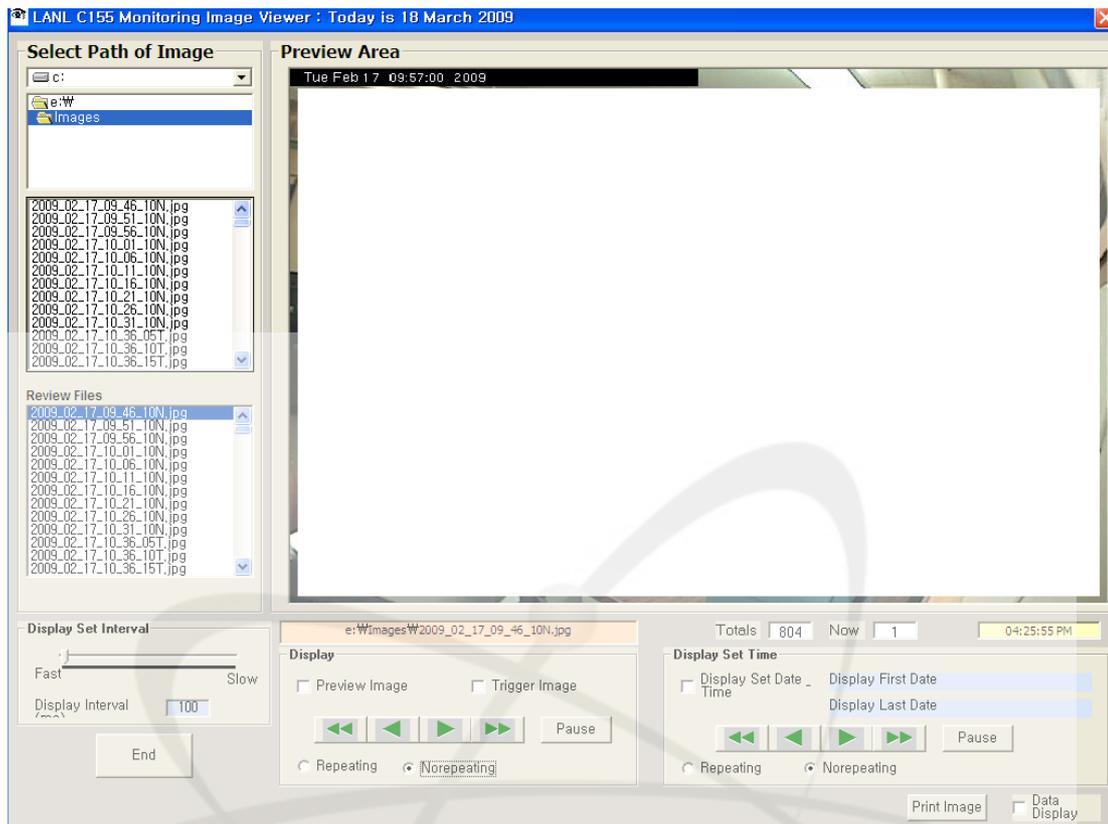


그림 35. Review 초기 화면

\* Select Path Image

사용자가 Review 할 여러 파일들에 대한 내용을 쉽게 확인 할 수 있으며, 원하는 영상 파일을 클릭하면 Preview Area에서 바로 확인 할 수 있다.

\* Display Set Interval

연속으로 영상 파일을 Review 할 때 파일 사이의 시간을 설정한다.

\* Display

Display 화면에는 'Preview Image' 와 'Trigger Image' 2가지 Display 선택이 있다. Preview Image를 선택하면 Review List 에 있는 파일들의 시간 간격을 검사한다. Event 가 없는 Normal 파일은 파일 저장 간격이 5분이며, Event 가 있는 Trigger 파일은 5초이므로 이들 파일 사이의 저장 시간을 검사하여 비어 있는 파일을 확인 할 수가 있다. 그리고 Trigger Image 를 선택하면 Event가 발생한 트리거 영상 파일만을 Review 할 수 있다. 이들 2가지 기능은 기존 Review 프로그램에서는 없는 기능으로 편리하게 사용할 수 있다.

Step Forward, 연속 Forward, Reverse Step Forward, Reverse 연속 Forward 표시와 반복(Repeating) 기능 등은 기존 Review 프로그램과 동일하다.

\* Preview Area

파일 리스트 화면에서 선택된 파일의 영상을 보여준다. 파일이 Event 가 없는 Normal 파일 경우에는 단지 선택된 영상만 Preview Area에 Display 되지만, 트리거 파일일 경우에는 D:\DataRealTime\op 에 있는 operator.txt 파일을 읽어 해당 영상 파일의 정보를 그림 36. 에서와 같이 영상 상단에 표시되도록 하였다.

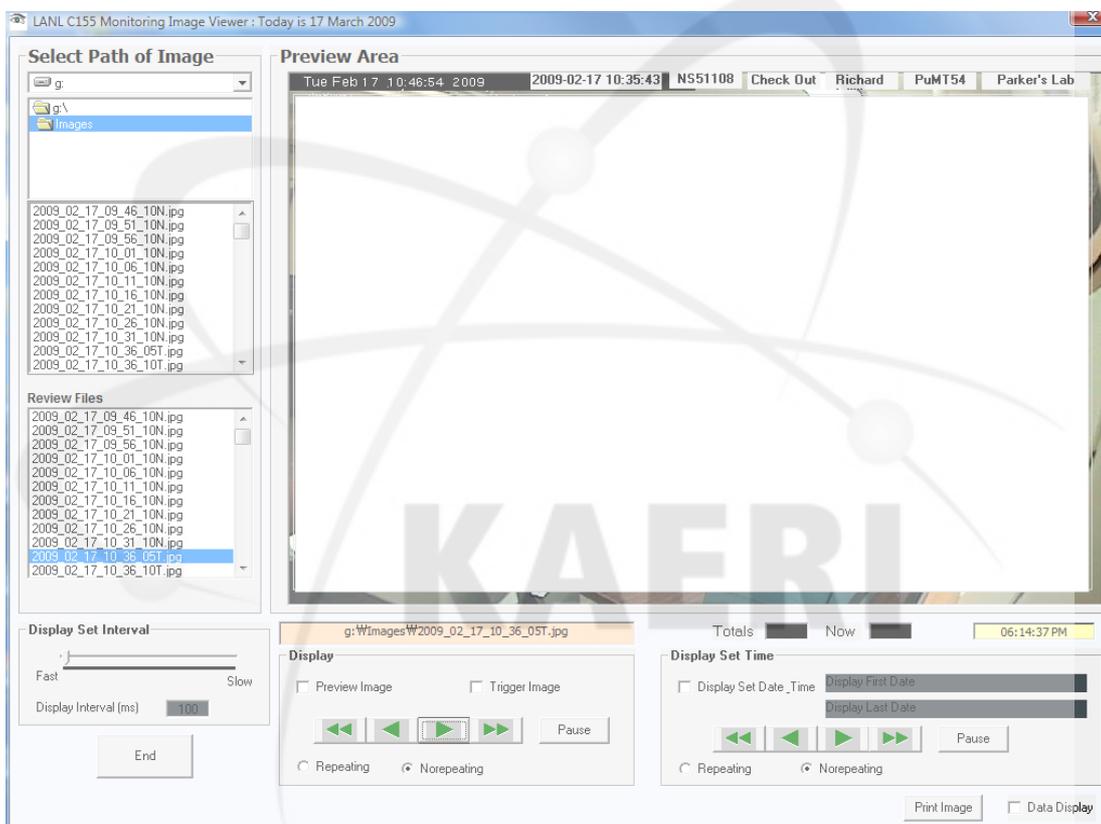


그림 36. Review에서 Operation 정보 표시

Operator.txt 파일은 아래와 같이 Event 날짜/시간, 시료명, 바코드 명, Action, 사용자 이름, 시료 종류, 위치, 반출입 상태 순으로 저장된다.

23/10/2008 16:48:46, "Q2-40", "NS51458", "Check In", "No One", "U", "SNM Safe", "SUCCESS"

24/10/2008 13:37:23, "Q2-40", "NS51458", "Check Out", "John Claassen", "U", "Bldg. 2

Parking Lot" ,"SUCCESS"

이때 발생하는 데이터 파일은 하나의 파일로 Event 가 일어날 때 마다 기록된다.

\* Display Set Time

Display 화면과 차별적으로 원하는 시간의 파일들을 리스트 파일 화면에서 선택하여 볼 수 있다. 기타 표시 기능은 Display 화면과 같다.

\* Data Display

Review 전체 화면 중 우측 하단에 있는 Data Display 를 체크하면 그림 37. 과 같이 Review 화면 상단 우측에 측정 데이터 값과 그래프가 Display 된다.

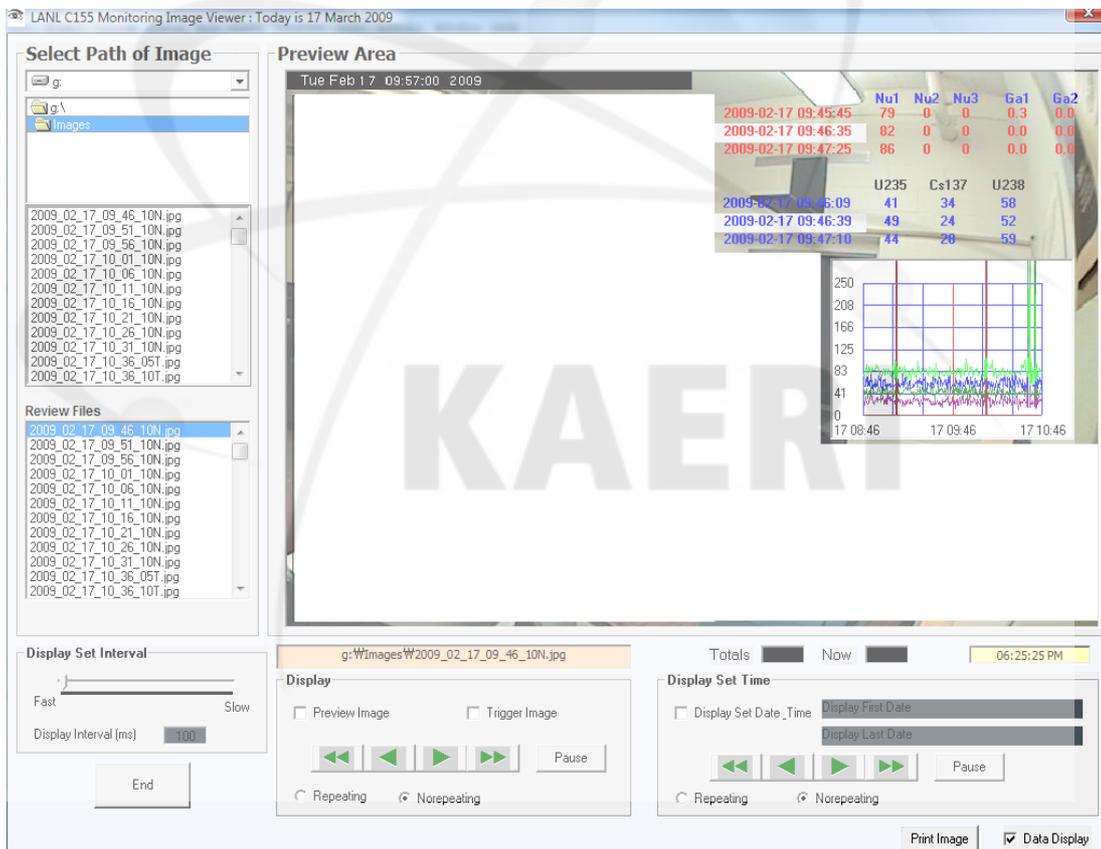


그림 37. Review의 Graph 표시 화면

측정 데이터를 읽기 위해서는 MiniGRAND에 의한 .BID 파일과 MiniADC에 의한 .MAC 및 Event 발생에 의한 .BNY 파일을 읽어야 한다. 먼저 .BID 파일의 내용을 살펴보면 다음과 같다. 파일의 Record1에 Header size, Version, Station

ID, Year, Month, Day 이 표시되고, Record2 에는 측정일을 기준으로 3개 채널의 Neutron 값과 2채널의 Gamma 값과 Sigma 값을 읽을 수 있다. 측정일은 1952년 1월 1일을 기준으로 Julian time으로 변환되어 있다.

File Name: 24J2GA00.BID

Header

Size of Header: 69  
Version: 2004  
Station ID: 24  
Year: 9  
Month: 2  
Day: 16  
unused2: 2009

1802822421	02	95.000000	0.000000	0.000000	0.000000	88.300003	1.019000	95.000000	50
1802822471	02	89.000000	0.000000	0.000000	0.000000	88.500000	0.000000	88.300003	50
1802822521	02	78.000000	0.000000	0.000000	0.000000	88.400002	0.000000	88.400002	50
1802822571	02	94.000000	0.000000	0.000000	0.000000	88.300003	0.000000	88.300003	50

본 Review 프로그램에서는 3개의 Neutron과 Gamma 값이 데이터 파일내 측정 데이터를 검색에 하여 영상 파일이 생성된 시간에 일치하는 값을 찾은 후 전후의 측정 데이터가 함께 Display 되도록 하였다.

MiniADC에 의한 .MAC binary 데이터 파일은 다음과 같이 2개의 Record 로 이루어져 있다. Record1 은 Header 로 Heder size, Mic Version number, Station ID, Year, Month, Day 가 기록되고, Record2는 Julian time seconds 로의 측정일, Status Byte 1, Status Byte 2, Alarm, U235, Cs137, U238, Unknow, Scalar, U235 Ratio, Cs137 Ratio, 경과 시간이 기록되어 있다.

File Name: 35J1QA00.MCA

Header

Size of Header: 69  
Version: 2004  
Station ID: 35  
Year: 9  
Month: 1  
Day: 26  
unused2: 2009

1801008030 00 00 00	43	23	58	509	0	0.000000	1.000000	30
1801008060 00 00 08	54	25	76	536	0	0.000000	1.000000	30
1801008090 00 00 08	44	28	66	490	0	0.000000	1.000000	30

Review 프로그램에서는 U235, Cs137, U238의 값들이 검색에 의해 측정일 전  
후의 데이터가 함께 Display 되도록 하였다.

끝으로 Event 데이터가 기록되는 .BNY은 Record 1은 Header로 내용은 앞에  
서와 같고, Record 2에는 Event가 발생한 State 내용이 기록된다. 만일 State 가  
1이라면 Door 스위치가 오프(Off)된 상태이고, State가 0 이라면 다시 도어 스위  
치가 온(On) 상태를 나타낸다. 따라서 BNY 파일을 읽으면 Event 가 발생한 시  
간과 Door 스위치가 열린 상황을 할 수 있다.

File Name: 09IASA00.BNY

File Type: Binary Events

>>> HEADER

Size of Header: 69  
 unused1:  
 MIC Version: 2004  
 Station ID: 9  
 Year: 8  
 Month: 10  
 Day: 28  
 Full Year: 2008  
 unused2:

>>> BINARY EVENT RECORD 1

Event record type: 32  
 Time: 2008.10.28 07:11:03  
 Status: 0x00  
 Node number: 9  
 State: 0x01  
 Mask: 0x01  
 Reserved: 0x00

Checksum: 0x34

Event 발생 시간과 State 정보는 Review 프로그램에서 그래프로 표시된다.

\* Graph Display

그림 37. 에서 보면 영상파일의 시간 기준으로 2시간의 MiniGRAND와 MiniADC의 측정 데이터가 Display 된다. 또한 Graph Display 영역을 클릭하면 그림 38. 과 같이 상세 Graph Display 를 볼 수 있다. 상세 Graph Display 화면에서는 5개의 항목에 대해 개별적으로 Trend를 확인 할 수 있다. 만일 각 Trend의 항목을 변경하고 싶다면 우측의 Combo 메뉴를 사용한다. 그리고 측정일을 기준으로 전후의 데이터를 변경하려면 View Combo를 사용한다. 그러나 View Combo의 최대 Display 시간은 2주까지로 설정된다. View Display 시간이 길면 데이터 파일로부터 측정 시간을 읽는 시간이 길어져 Trend 화면 Display 시간 간격이 오래 걸린다. 마찬가지로 상세 Graph Display의 우측 영상 Display도 LANL 시설 보안 때문에 흰색으로 처리하였다.

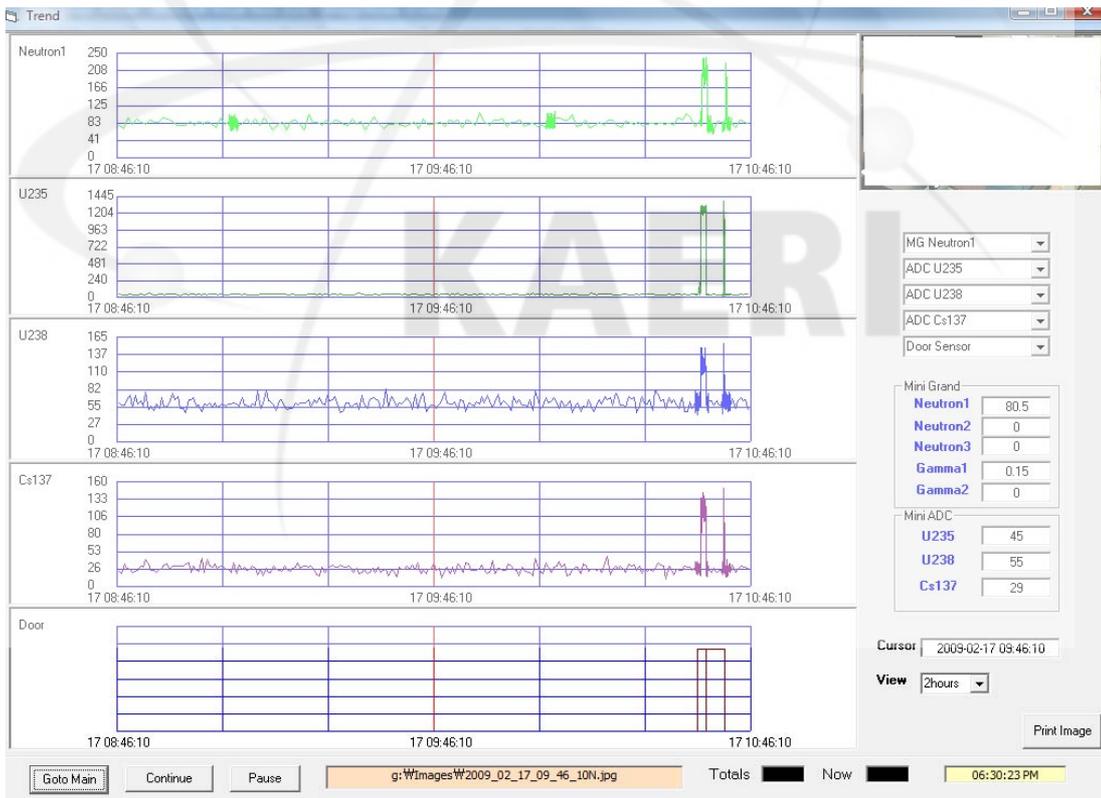


그림 38. 상세 Graph Display

\* Print Image

Review 메인 화면과 상세 Graph Display 화면 하단에 Print Image 명령은 Review 영상 파일과 Trend 를 프린트 할 수 있다. 그림 39. 는 Graph Display 화면을 프린트한 자료이다.

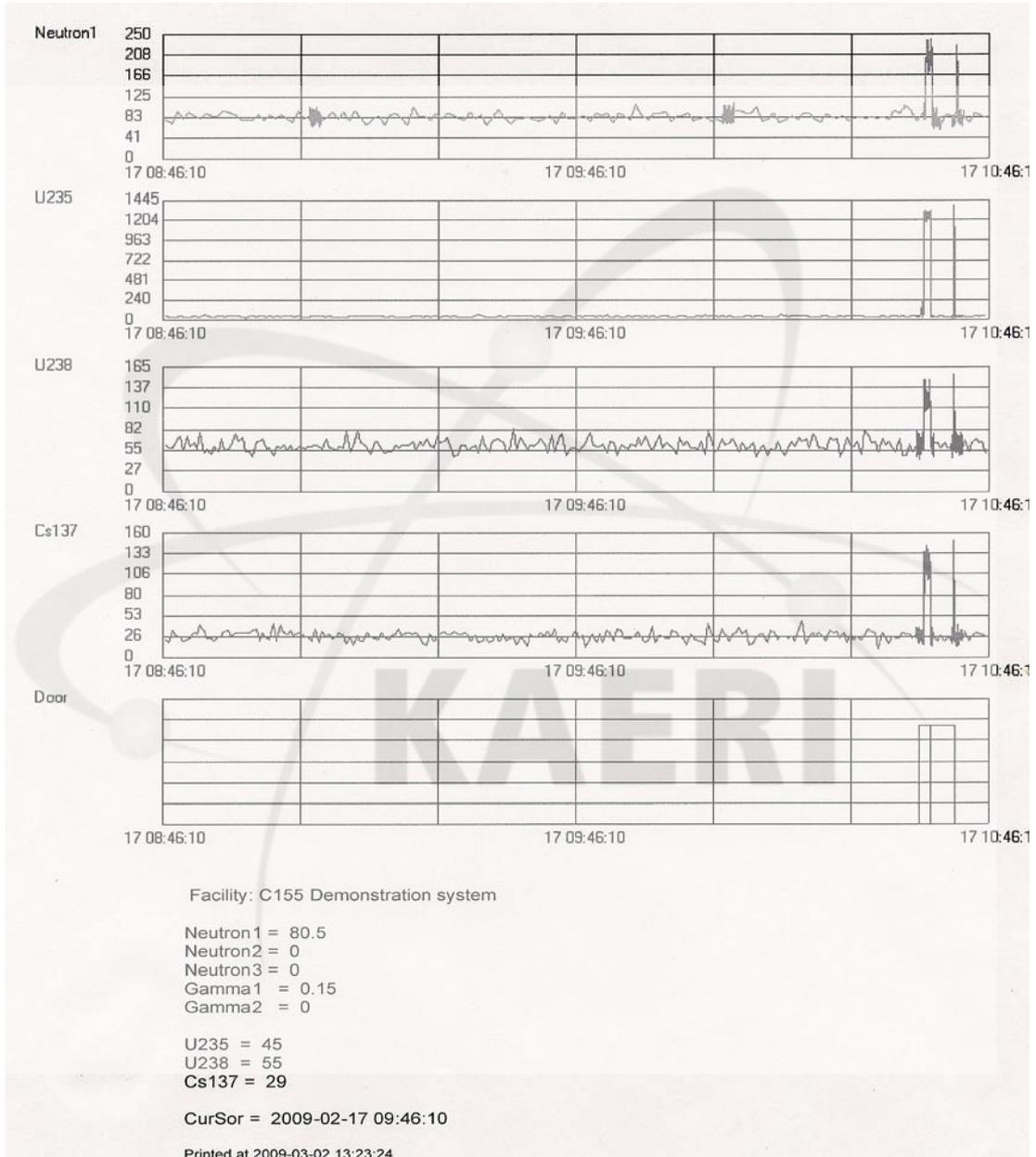


그림 39. 상세 Graph Display Print

## 4. 정보의 암호화

안전조치의 신뢰성 향상을 위해 모든 데이터는 암호화되어야 하며, 데이터 통신은 암호화된 데이터를 사용하여야 한다. DES(Data Encryption Standard)는 NIST(National Institute of Standards Technology)에 의해 국제 표준화되어 오랫동안 사용되었으며, DES의 강화된 알고리즘인 TDES(Triple Data Encryption Standard)가 이용되기도 하였다. 그러나 국제 표준화 기간 만료와 강화된 데이터 암호화 알고리즘의 요구로 인해 새로운 국제 표준화 알고리즘이 필요하게 되었다. 이에 NIST는 새로운 국제 표준화 암호 알고리즘을 공개적으로 공모하였으며, 2001년에 비로소 AES(Advanced applied Standard) 알고리즘을 승인하였다. 본 보고서에는 AES 알고리즘을 UNARM 시스템의 데이터에 적용하고 다른 암호화 알고리즘을 비교하였다.

### (1) AES 암호화 알고리즘의 적용

AES 암호화 알고리즘은 공개된 프로그램으로 소스를 인터넷상에서 확인할 수 있다. 여기서는 Rijndael의 AES block 암호화 알고리즘인 VB calss를 프로그램에 사용하였다. Collect 컴퓨터의 암호화 알고리즘 적용과정은 다음과 같다. 영상 정보는 임시 디렉토리에 파일로 저장되고 이 파일은 AES\_ENC 모듈에 의해 암호화 된 파일로 새롭게 저장된다. 암호화된 영상 파일은 XicXfer 프로그램에 의해 Review 컴퓨터로 전송되며, 이때 전송 후 원래의 영상 파일은 삭제된다. 이때 원래의 영상파일의 크기는 45 kbyte 였지만, 암호화된 파일의 크기는 거의 2배인 87 kbyte가 된다. Review 프로그램에서는 Collect 컴퓨터에서 수신된 암호화 파일을 원래 파일로 복원하여야 한다. Review 프로그램의 AES 복호화 모듈은 reviewinformation.txtD와 2009\_07\_08\_10\_12\_25.jpgD와 같이 파일 이름 뒤에 'D' 문자가 첨가되어 파일을 만든다. 한편 이들 파일들은 review 종료 후 원래의 파일과 함께 삭제된다.

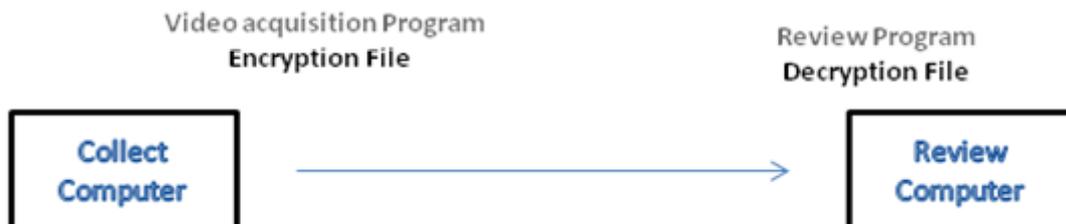


그림 40. 암호화 및 복호화

그림 41은 원래의 ReviewInformation.txt 파일의 내용이다. 이 텍스트 파일을 AES 알고리즘으로 암호화하면 그림 42와 같이 변환된다. 원래의 파일은 이진 파일로 읽어 Block 단위로 암호화되며, 마찬가지로 암호화 후에는 이진 파일로 저장된다. Review 프로그램을 수행시키면 암호화된 영상파일은 자동적으로 복호화되어 메인 화면의 preview 영역에 표시된다. 암호화 과정을 거치지 않은 Review 프로그램과 비교하면 review 속도면에서 차이가 있다. 이것은 앞에서 밝힌바와 같이 거의 2배로 암호화된 파일을 복호화하는 과정으로 생기는 당연한 결과이다.

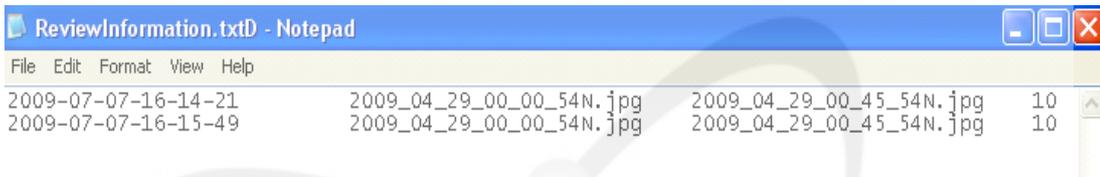


그림 41. AES 적용 ReviewInformation.txt



그림 42. AES 알고리즘에 의한 ReviewInformation.txt

## (2) XOR 암호화 알고리즘의 적용

AES 알고리즘은 암호화와 복호화시 약간의 시간이 소요된다. 따라서 암호화와 복호화시 실시간으로 동작되는 알고리즘이 필요하다. XOR 알고리즘은 간단하고 유용하다. 원래 XOR 은 “exclusive OR” 이라는 의미로 정보값 중 하나의 true가 있으면 결과값이 true로 된다. XOR 알고리즘의 예는 다음과 같다.

For example,

10110110

XOR

01010101(key)

Result:

11100011 (XOR 로 암호화된 정보값)

만일 XOR 알고리즘을 다시한번 적용하면,

11100011(old result)

XOR

01010101(key)

Result:

10110110 (원래의 정보값을 얻음)

XOR 알고리즘은 위에서와 같이 매우 간단하지만 암호화한 후 파일 크기의 변화가 없다. 따라서 암호화된 파일을 원래의 파일로 복원화하는데 매우 유리하다. 그림 43는 2 kbyte의 ReviewInformation.txt 파일이다. 이 파일을 16bit XOR 알고리즘으로 암호화하면 그림 44와 같이 같은 파일 크기로 암호화 된다.

1977년 Riverst, Shamir, Adleman 세 사람의 수학학자에 의해 제안된 RAS 알고리즘을 XOR 알고리즘과 비교하여 보았다. 그림 45와 같이 파일 크기가 큰 Operator.txt 파일을 RSA 알고리즘으로 암호화하면 그림 46과 같이 변환된다. 이때 XOR 알고리즘은 암호화하는데 약 4초가 걸리며, RAS 알고리즘은 약 11초의 시간이 걸렸다. 또한 암호화 후 XOR 알고리즘의 파일 크기는 변화가 없지만, RSA 알고리즘에 의한 파일은 원래 파일보다 크게 변환된다.

IP 카메라는 매 5분 내지는 5초마다 영상파일을 만들어 낸다. ALIS 카메라는 생성되는 영상 파일에 대해 자체 암호화 알고리즘을 갖고 있다. 따라서 UNARM 시스템도 암호화 및 복호화 알고리즘이 적용되어야하며, 앞에서 검토한 바와 같이 실제적인 측면에서 XOR 알고리즘이 가장 적합한 것으로 사려된다.

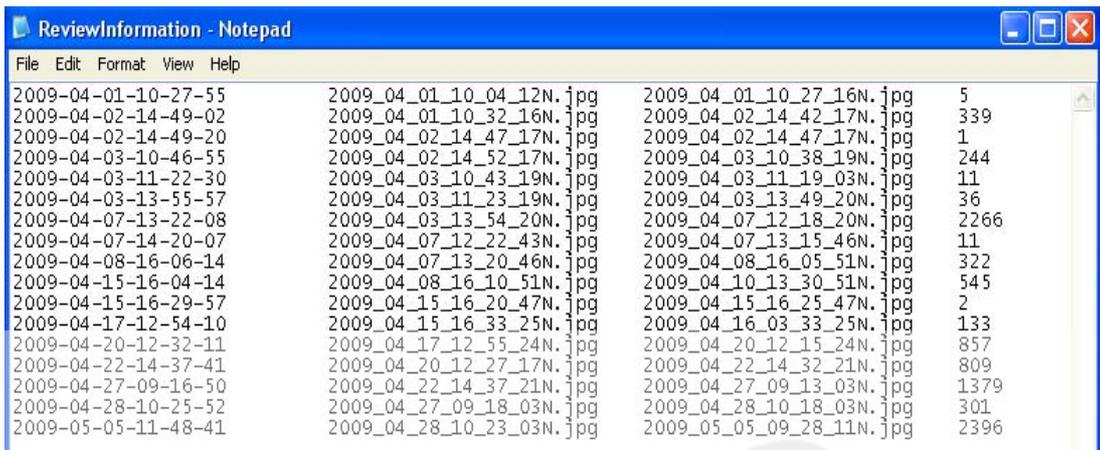


그림 43. XOR 적용 ReviewInformation.txt



그림 44. XOR 알고리즘으로 암호화된 ReviewInformation

```

Operator - Notepad
File Edit Format View Help
02/11/2006 15:17:12, "CBNM-PU93-JLP", "NS51099", "Check In", "No one", "PuMT52", "SNM Safe", "SUCCESS"
02/11/2006 15:22:02, "?", "?", "Reassign", "No one", "?", "", "FAIL"
06/11/2006 15:23:45, "NBS071-072", "NS53198", "Check out", "Manuel Gonzales", "U238", "High Bay", "SUCCESS"
06/11/2006 15:29:10, "NBS071-072", "NS53198", "Check In", "No one", "U238", "SNM safe", "SUCCESS"
06/11/2006 15:33:25, "C60-3AA-3", "NS51437", "Check Out", "James West", "U", "", "FAIL"
06/11/2006 15:33:45, "C60-3AA-3", "NS51437", "Check Out", "James West", "U", "High Bay", "SUCCESS"
06/11/2006 15:51:34, "C60-3AA-3", "NS51437", "Check In", "No One", "U", "SNM Safe", "SUCCESS"
06/11/2006 15:53:24, "PIDIE6-1", "NS51024", "Check out", "Manuel Gonzales", "PuMT52", "High Bay", "SUCCESS"
06/11/2006 15:57:48, "PIDIE6-1", "NS51024", "Check In", "No One", "PuMT52", "SNM Safe", "SUCCESS"
06/11/2006 15:59:31, "PIDIE6-7", "NS51030", "Check out", "Manuel Gonzales", "PuMT57", "High Bay", "SUCCESS"
06/11/2006 16:03:00, "PIDIE6-7", "NS51030", "Check In", "No One", "PuMT57", "SNM Safe", "SUCCESS"
06/11/2006 16:04:11, "?", "?", "Check out", "No One", "?", "", "FAIL"
06/11/2006 16:05:00, "CBNM-PU70-JLP", "NS51111", "Check out", "Manuel Gonzales", "PuMT56", "High Bay", "FAIL"
07/11/2006 14:51:29, "PIDIE6-1", "NS51024", "Check out", "David Bracken", "PuMT52", "Sampson's Lab", "SUCCESS"
07/11/2006 15:10:09, "PIDIE6-1", "NS51024", "Check In", "No One", "PuMT52", "SNM Safe", "SUCCESS"
09/11/2006 08:51:42, "GVB24-0.1WB", "NS51276", "Check out", "Bill Geist", "PuMT83",

```

그림 45. Operator.txt

```

operator - Notepad
File Edit Format View Help
Encryption File
27947877+30759419+11896820+967137+967137+11896820+30759419+27947877+27947877+16959734+2237756
2+967137+12974980+18755279+967137+7980993+18755279+967137+30759419+20913821+22377562+25531122
+25426385+15982445+27977070+7943592+21170640+27161596+10557101+17767632+13391816+21170640+232
68236+162114+27161596+25531122+20913821+22377562+25531122+27977070+26687671+12974980+967137+2
7947877+17767632+17767632+25531122+20913821+22377562+25531122+25426385+29316823+16593694+3523
575+3421465+22377562+29871172+24184517+25531122+20913821+22377562+25531122+27977070+19002667+
22377562+20249617+24184517+16593694+25531122+20913821+22377562+25531122+27161596+28476456+794
3592+17485197+12974980+30759419+25531122+20913821+22377562+25531122+26687671+27977070+7943592
+22377562+26687671+8933364+18700436+16593694+25531122+22377562+20913821+25531122+26687671+105
57101+25426385+25426385+6709074+26687671+26687671+25531122+
27947877+30759419+11896820+967137+967137+11896820+30759419+27947877+27947877+16959734+2237756
2+967137+12974980+18755279+30759419+30759419+18755279+27947877+30759419+20913821+22377562+255
31122+20930849+25531122+20913821+22377562+25531122+20930849+25531122+20913821+22377562+255311
22+16873708+16593694+8933364+10167002+10167002+1852534+1790857+24184517+25531122+20913821+223
77562+25531122+27977070+19002667+22377562+20249617+24184517+16593694+25531122+20913821+223775
62+25531122+20930849+25531122+20913821+22377562+25531122+25531122+22377562+20913821+25531122+
17315562+17779820+29871172+162114+25531122+
27947877+16959734+11896820+967137+967137+11896820+30759419+27947877+27947877+16959734+2237756
2+967137+12974980+18755279+30759419+13391816+18755279+1047348+12974980+20913821+22377562+2553
1122+27977070+15982445+26687671+27947877+7980993+967137+21170640+27947877+7980993+30759419+25
531122+20913821+22377562+25531122+27977070+26687671+12974980+13391816+967137+17767632+3072151
0+25531122+20913821+22377562+25531122+25426385+29316823+16593694+3523575+3421465+22377562+202
49617+28476456+1459917+25531122+20913821+22377562+25531122+7943592+8933364+24184517+28476456+
16593694+12344052+22377562+19498953+19002667+24184517+31118524+8933364+12344052+16593694+1016
7002+25531122+20913821+22377562+25531122+10557101+30759419+13391816+30721510+25531122+2091382
1+22377562+25531122+20913821+25531122+20913821+22377562+25531122+20913821+22377562+25531122+

```

그림 46. RAS 알고리즘으로 암호화된 Operator.txt

## VI. 결론

무인 원격 모니터링 시스템은 시설 운용에 필수적인 시스템이다. 한국원자력 연구원 핵물질계량안전조치 기술개발과제에서는 사용 후 핵연료 취급 핫셀을 대상으로 DFDF 격납 감시 시스템을 LANL과 공동으로 개발하여 운영한 경험이 있으며, 파이로 프로세스 시험 핫셀에 적용할 수 있는 ACPF 격납 감시 시스템에 대해 지속적으로 연구·개발해오고 있다. 본 보고서에서 LANL에서 개발하여 사용 중인 UNARMS에 대해 하드웨어와 소프트웨어로 구분하여 특징과 사용 방법에 대해 기술하였다. UNARM 하드웨어에서는 중성자와 감마값을 측정하는 MiniGRAND, 감마 스펙트럼을 측정하여 정성적으로 우라늄과 세슘의 양을 측정할 수 있는 MiniADC 와 중성자 값을 측정하는 ISR/AMSR 그리고 카메라 시스템에 대해 특징과 사용 방법에 대해 언급하였다. 또한 이들 장치를 서로 연결할 수 있는 통신장치인 ILON에 대해 기술하였다. UNARM 소프트웨어는 이들 하드웨어 장치를 제어하는 프로그램으로 LANL에서 개발한 MIC 프로그램은 계측기로부터 데이터를 취득하고 저장하며, 다른 컴퓨터에 데이터 파일과 영상 파일을 전송한다. 또한 저장된 데이터 파일로부터 데이터를 분석할 수 있는 Review 프로그램(Radiation Review, Digital Video Review, Operation REview, Integrated Review)에 대한 기술 현황을 파악하였다. LANL의 UNARM 시스템은 안전성과 성능이 입증된 시스템이지만, 지금도 부분적 기술 개발이 진행되고 있다.

최종적으로 KAERI에 적용 가능한 시스템으로 개선하기 위해 현재 LANL의 실험실에 설치되어 운용중인 UNARM 시스템의 특성을 파악하였다. 또한 현재 UNARM 시스템의 문제점을 분석하고 현실적으로 적용 가능한 최적화 시스템으로 Upgrade 하였다. 그리고 Upgrade 시스템에 맞추어 암호화 및 복호화 모듈로 AES 알고리즘과 XOR 알고리즘이 적용된 새로운 Review 프로그램을 개발하였다.

## 참 고 문 헌

1. James K.Halbig, "Overview of an Unattended Monitoring System", LA-UR-01-4547, 2001.
2. D.G.Pelowitz, "An International Standardized Utility to Collect Data, MIC", LA-UR-04-4360, 2004.
3. K.Alvar, "UNARM(Unattended and Remote Monitoring) an Overview of Los Alamos Activities", LA=UR-01-3609, 2001.
4. A.L.Tornton, J.K.Halbig, "BN-350 Mirror System", LA-UR-04-4402, 2004.
5. R.Parker, "NDA Instrumentation Cable Specification", LA-UR-99-4404, 1999.
6. MiniGRAND User Manual, LA-UR-99-4400, 2000.
7. MiniADC User Manual, LA-UR-00-2255, 2000.
8. ISR Monitor User Manual, LA-UR-99-2570, 2000.
9. Intelligent Local Node User Manual, LA-UR-99-1857, 2000
10. Multi-Instrument Collect User's Manual, LA-UR-99-4267, 2000
11. Radiation Review User Manual, LA-UR-99-1655, 1999.
12. Digital Video Review User Manual, LA-UR-99-2206, 2000.
13. Integrated Review User Manual, LA-UR-99-1290, 1999.
14. R.F.Parker, "Intelligent Local Node(ILON) Functionality", LA-UR-00-3823, 2000.
15. H.Abhold, K.D.Mochel, "Facility Monitoring Technologies and Applications", LA-UR-03-2414, 2003.
16. K.AsaKura, "Development of Remote Monitoring System for The Unattended Mode NDA in PFPF", UA-UR-99-2635, 1999.
17. K.D.Mochel, "Unattended and Remote Monitoring(UNARM) System", LA-UR-04-1014, 2004.
18. K.V.Dyke, "Documenting Unattended and Remote Monitoring Systems", LA-UR-06-4558, 2006.

서 지 정 보 양 식

서 지 정 보 양 식							
<b>수행기관보고서번호</b>		위탁기관보고서번호		표준보고서번호		INIS 주제코드	
KAERI/TR-3833/2009							
<b>제목 / 부제</b>		무인 원격 감시 시스템					
<b>연구책임자 및 부서명 (AR,TR 등의 경우 주저자)</b>		이철용 (핵주기시스템공학기술개발부)					
<b>연구자 및 부서명</b>		안성규, 신희성, 김호동 (핵주기시스템공학기술개발부)					
<b>출판지</b>	대전	<b>발행기관</b>	한국원자력연구원		<b>발행년</b>	2009	
<b>페이지</b>	55 p.	<b>도표</b>	있음( ● ), 없음( )		<b>크기</b>	26 Cm.	
<b>참고사항</b>							
<b>공개여부</b>	공개( ● ), 비공개( )		<b>보고서종류</b>		<b>기술보고서</b>		
<b>비밀여부</b>	대외비( ), __ 급비밀						
<b>연구위탁기관</b>				<b>계약번호</b>			
<b>초록 (15-20줄내외)</b>		<p>본 보고서에는 UNARM 시스템에 대한 기본개념을 기술하고, KAERI의 격납감시와 LANL의 UNARM의 개발 현황 및 진행에 대해 언급하였다. UNARM 하드웨어에서는 중성자와 감마값을 측정하는 MiniGRAND, 감마 스펙트럼을 측정 할 수 있는 MiniADC와 중성자 값을 측정하는 ISR/AMSR 등에 대해 특징과 사용 방법에 대해 언급하였다. UNARM 소프트웨어 MIC은 계측기로부터 데이터를 취득하고 저장하며, 다른 컴퓨터에 데이터 파일과 영상 파일을 전송한다. 또한 데이터를 분석할 수 있는 Review 프로그램에 대한 기술 현황을 파악하였다. 최종적으로 KAERI에 적용 가능한 시스템으로 개선하기 위해 현재 LANL의 실험실에 설치되어 운용중인 UNARM의 특성을 파악하였다. 또한 현 UNARM의 시스템 문제점을 분석하고 현실적으로 적용 가능한 최적화 시스템으로 Upgrade 하였다.</p>					
<b>주제명키워드 (10단어내외)</b>		UNARM, MiniADC, MiniGRAND, ILON, MIC					
<b>Review, C/S system, DVR</b>							

BIBLIOGRAPHIC INFORMATION SHEET					
Performing Org. Report No.		Sponsoring Org. Report No.		Standard Report No.	
KAERI/TR-3833/2009					
Title / Subtitle		UNARM (Unattended and Remote Monitoring) System			
Project Manager and Department (or Main Author)		Chul Yong Lee (Nuclear Fuel Cycle Development Strategy Reserch Division)			
Researcher and Department		Hee Sung Shin, Seong Kyu Ahn Ho Dong Kim (Nuclear Fuel Cycle Development Strategy Reserch Division)			
Publication Place	Taejon	Publisher	KAERI	Publication Date	2009
Page	55 p	Ill. & Tab.	Yes( ● ), No ( )	Size	26 Cm.
Note					
Open	Open( ● ), Closed( )		Report Type	Technical Report	
Classified	Restricted( ), ___Class Document				
Sponsoring Org.		Contract No.			
Abstract (15-20 Lines)		<p>In the context of this report, the basic concept of UNARMS was described and the development status and the process of KAERI's C/S and LANL's UNARM was described. UNARM system was divided into hardware and software at this report. At UNARM's hardware, MiniGRAND that measures neutron and gamma, MiniADC that measures energy spectrums of Uranium and Cesium, ISR/AMSR that measures neutron and camera system were described about features and use methods. And ILO that can be connected to instruments was described. MIC program that is designed for unattended collection and saving of data from multiple, distributed data acquisition instruments was explained at UNARM's software. Review programs that can be analysis data from saved data file were verified. Finally, the analysis of LANL laboratory's UNARM in operation was performed and upgraded as system that application is possible. And new review program was developed according to the upgrade system.</p>			
Subject Keywords (About 10 words)		UNARM, MiniADC, MiniGRAND, ILO, MIC			
Review, C/S system, DVR					