

ACPF의 실시간 핵물질 거동 감시시스템

송대용, 고원일, 권은하, 김호동

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지

dysong@kaeri.re.kr

핵물질 안전조치는 평화적인 원자력 활동 이외의 목적을 위해 핵물질을 전용하지 않는다는 것을 국제사회에 보장하는 것이다. 사용후핵연료를 취급하는 ACPF와 같은 시설의 핵물질 안전조치는 매우 중요한 의미가 있다. 이러한 시설을 이용한 연구 분야에서 IAEA 안전조치를 철저히 이행함으로써 연구개발 활동에 대한 대외 신뢰도를 제고하게 되고, 나아가 우리나라의 제반 원자력 활동에 대한 국제적 제약 요인을 최소화할 수 있기 때문이다. 일반적으로 시설에 대한 기본적인 안전조치 접근방법은 핵물질 계량관리를 기본으로 하며, 보조적 수단으로 격납/감시 기법을 이용한다. 가장 바람직한 격납/감시 방법은 수용 가능한 비용으로 정상적인 시설 운전에 대한 방해를 최소화하면서 안전조치의 목적을 달성하는 것이다.

본 연구에서는 ACPF 시설의 안전조치를 위해 핵물질이 이동 가능한 주요 경로에 중성자 모니터와 카메라를 설치하고, 이들로부터 방사선 및 영상 데이터를 수집하고 분석하여 시설내의 핵물질 움직임을 실시간으로 감시할 수 있는 핵물질 감시시스템을 개발하였다.

- 시스템의 구성

ACPF 감시시스템은 그림 1과 같이 3대의 CCD 카메라와 2대의 중성자 모니터(ASNM), 온도계, 그리고 1대의 중성자 측정장치(ASNC)와 데이터 취득장치(DAQ)로 구성하였다. 핫셀 내에 설치한 중성자 측정장치(ASNC)는 핵물질 계량관리 장비이나 감시시스템에서도 이를 이용하고 있다. ACPF 시설에는 핵물질 이동이 가능한 2개의 주요 경로, 즉 핵물질 및 폐기물의 반출입이 이루어지는 주 출입구(rear door)와 장비의 유지보수를 위한 출입구(side door)가 있다. 본 연구에서는 시스템 구축을 위해 그림 2에 나타난 바와 같이 이들 출입구의 맞은편에 CCD 카메라를 설치하고, 출입구 위에 핵물질의 이동을 확인하기 위한 중성자 모니터를 설치하였다. 또한, 핫셀 내부의 온도를 감시하기 위해 시스템에 온도 측정 기능 추가하였으나, 시설 여건상 현재는 시설 외부에 설치되어 있다.

- 소프트웨어의 구성 및 기능

감시 소프트웨어는 Windows XP를 기반으로 Microsoft Visual C++를 이용하여 개발하였다. 시스템의 주 화면은 그림 3과 같이 영상을 보여주는 창, ASNM과 ASNC에서 취득한 방사선 신호(중성자의 수)의 변화를 그래프로 보여주는 창, 그리고 설정된 시간 간격으로 수집되는 중성자의 수 및 핫셀 내의 현재 온도를 보여주는 창 등으로 구성하였다.

감시 장비로부터 취득한 영상, 방사선, 온도 데이터는 실시간으로 컴퓨터 화면에 출력되고, 영상 신호는 움직임 감지(motion detection) 기능을 두어 이전에 저장된 영상과 비교 후, 변화된 영상만을 JPEG 형식으로 시간정보와 함께 저장하도록 하여 영상 데이터로 인한 기억장치의 소모를 최소화하였다. 방사선 신호와 온도 데이터는 시스템 운영자가 설정한 시간 간격으로 텍스트 파일 형식으로 저장되고, 시스템 운영자가 사전에 설정한 비정상적인 시설 상황이 발생할 경우 시설 운영자 및 유관 기관(IAEA 혹은 KINAC 등)에 자동으로 전자메일을 이용하여 통보하는 기능과 시설의 상황을 원격으로 감시하고 시스템을 제어할 수 있는 기능을 두었다. 시스템의 운영 환경설정, 즉 데이터의 저장 위치와 취득 간격, 영상비교 기준, 비정상 상황판단 기준 및 통보대상자의 메일 주소 설정 등은 그림 4와 같이 주 화면에서 "Configuration" 메뉴의 setup 대화상자를 이용하여 설정하도록 하였다.

핵물질 안전조치 목적의 감시시스템에서 가장 중요한 주요기능 중 하나인 데이터의 재검토 기능은 주 메뉴에 있는 "Review" 기능을 이용하여 일자별로 재검토할 수 있게 하고, JPEG 형식의

로 저장되어 있는 영상 데이터를 MPEG 형식으로 변환할 수 있는 기능을 두어 영상 데이터의 재검토 시간을 단축할 수 있도록 하였다.

- 결론 및 향후 계획

ACPF 시설의 핵물질 안전조치를 위해, 본 연구에서는 영상 및 방사선 신호 등을 이용하여 핵물질의 거동을 실시간으로 감시할 수 있는 시스템을 개발하였다. 개발된 시스템은 핵물질의 움직임을 실시간으로 원격 감시하는 기능, 효율적으로 영상자료를 재검토할 수 있는 기능, 그리고 비정상적인 상황 발생 시 자동으로 유관기관 및 시설운영자에게 전자메일을 보내는 비상 통보기능 등을 가지고 있다.

동 시스템은 현재 시설에 설치되어 운영 중에 있으나, 영상을 이용한 핵물질 이동 감시 기능은 정상적인 조명 상태에 한해 적용이 가능하며, 조명이 상실될 경우 핵물질의 움직임을 감시할 수 없는 문제점이 있다. IP 주소를 이용한 원격 감시 및 제어 기능은 통신보안 문제로 연구원 내부에서만 가능하고 외부에서는 통신보안 문제로 불가하다. 따라서 향후에는 영상 감시 기능의 향상, 통신 기능의 보완, 그리고 시설 특성에 따른 감시 요소(전류, 전압, 습도 등)의 추가 및 휴대폰을 이용한 문자서비스 기능 등 시스템의 성능을 향상하기 위한 연구를 지속적으로 수행할 계획이다.

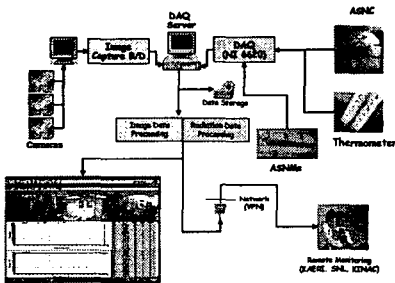


그림 1. ACPF 감시시스템의 구성도.

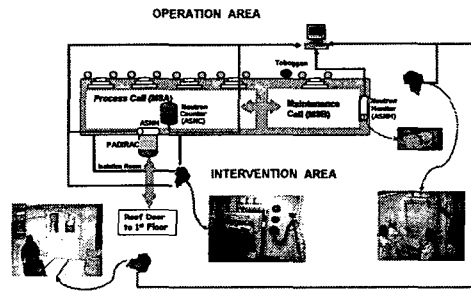


그림 2. ACPF 시설의 감시장비의 배치도.

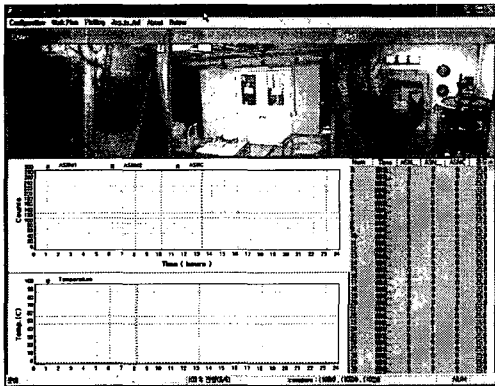


그림 3. 감시시스템의 주화면.

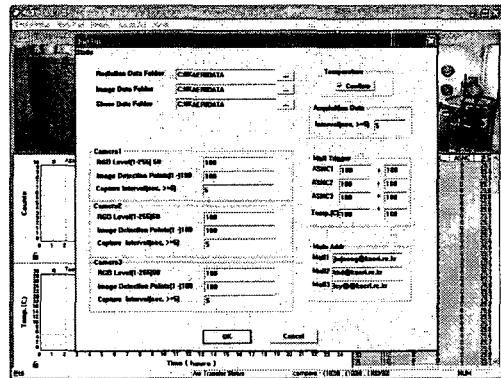


그림 4. 감시시스템의 setup 화면.