

## ACPF 시설의 핵물질 이동 감시 시스템

송대용, 이태훈, 정정환, 고원일, 김호동  
한국원자력연구소, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지  
[dvsong@kaeri.re.kr](mailto:dvsong@kaeri.re.kr)

민감 핵물질인 사용후핵연료를 취급하는 ACPF와 같은 시설에서의 핵물질 안전조치는 매우 중요한 의미가 있다. 이러한 시설을 이용한 연구 분야에서 IAEA 안전조치를 철저히 이행함으로써 국가 차원의 원자력 연구개발 활동에 대한 대외 신뢰도를 제고하게 되어, 우리나라의 제반 원자력 활동에 대한 국제적 제약 요인을 최소화할 수 있기 때문이다. 핵물질 안전조치의 목적은 핵물질을 평화적인 원자력 활동 이외의 목적을 위해 전용하지 않는다는 것을 국제사회에 보장하는 것이다. 안전조치의 기본적인 접근 방안은 계량관리이며, 중요한 보조적 수단으로 격납/감시 기법을 이용한다. 격납/감시 기법은 핵물질 계량관리를 보완하고 시설의 운전에 관한 간섭을 최소화하여, 효율적이고 효과적인 방법으로 안전조치의 목적을 달성하기 위한 수단이다.

이 연구에서는 ACPF 시설의 핵물질 이동 감시 시스템을 구축하기 위해 시설의 격납 특성 분석 및 격납 경계를 설정하고, 격납 구역 내에서의 전용 경로를 설정하였다. 또한, 각 전용 경로에서의 전용 가능성 수준을 분석하고, 이를 바탕으로 감시 시스템을 설계하고 개발하였다.

### - 감시 시스템의 구성

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 이들 출입구로의 접근을 감시하기 위해 시설 외부에 CCD 카메라를 설치하고, 핵물질의 출입을 검증하기 위해 중성자 모니터를 설치하였다. 전체적인 하드웨어의 구성은 3대의 CCD 카메라와 2대의 중성자 모니터(ASNM) 및 1대의 중성자 측정 장치(ASNC), 그리고 데이터 취득 장비(DAQ)로 구성되어 있다. 핫셀 내의 설치되어 있는 중성자 측정 장치(ASNC)는 시설의 핵물질 계량관리에 사용되는 장비로서 감시 시스템에서도 이용하고 있다. 카메라와 중성자 모니터 및 중성자 측정 장치로부터 취득되는 영상 및 방사선 신호는 데이터 취득 장비(DAQ)에 의해 실시간으로 동시에(time-synchronized) 수집되어 소프트웨어에 의해 처리, 시스템에 저장된다. 영상 신호는 motion detection을 수행하여 이전 영상과 비교, 변환된 영상만을 JPEG 형식으로 시간정보와 함께 저장하며, 방사선 신호는 5초 간격으로 텍스트 형식으로 저장된다.

### - 소프트웨어의 구성

소프트웨어는 Windows XP를 기반으로 개발하였으며, 프로그램은 Microsoft Visual C++를 이용하여 개발하였다. 시스템의 주 화면은 <그림 1>과 같으며, 영상을 보여주는 창, 중성자 모니터에서 취득한 방사선 신호(중성자의 수)의 변화를 그래프로 그려 보여주는 창, 5초 간격으로 수집되는 중성자의 수를 보여주는 창 등으로 구성되어 있다.

### - 결론 및 향후 계획

핵물질 취급시설에서 감시 시스템의 역할은 시설 운영에 영향을 최소화하면서 효과적으로 안전조치 목적을 달성할 수 있도록 핵물질의 이동을 실시간으로 감시하는 것이다. 이러한 조건에서 핵물질의 종류를 알아내거나 성분을 분석하는 것은 매우 어려우므로, 이 연구에서는 핵물질의 위치의 변화만을 고려하여 시스템을 개발하였다. 개발된 시스템은 여러 차례의 성능 시험을 거쳐 ACPF시설에 설치하여 안정적으로 운영되고 있다. 그러나 영상을 이용한 핵물질 이동 감시기능은

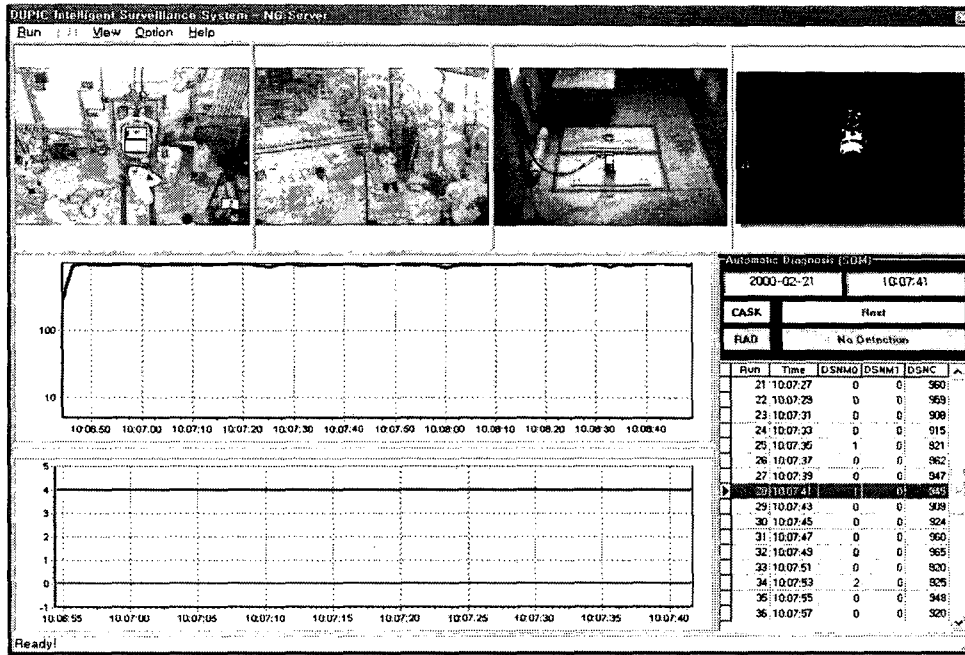


그림 1. 핵물질 감시 시스템의 주화면.

정상적인 조명 상태에 한해 적용이 가능하며, 조명이 흐리거나 상실될 경우 영상을 통한 핵물질의 움직임을 감시할 수 없는 문제점이 있다. 또한, 비정상적인 상황이 발생할 때에 시설운영자 및 유관 기관에 휴대전화나 전자메일을 통하여 자동으로 통보할 수 있는 비상대응 기능과 시설의 특성에 따른 감시 요소(온도, 전기적 신호 등)를 추가하여 감시기능을 보다 강화할 필요가 있다. 따라서 이러한 문제점 해결과 기능 보완을 위한 추가 연구가 필요하다.