

ACPF 핵물질 감시시스템의 성능 개선

송대용, 안성규, 정정환, 신희성, 김호동
한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045
dysong@kaeri.re.kr

1. 서론

핵물질 취급시설에 대한 기본적인 안전조치 접근방법은 핵물질 계량관리를 기본으로 하며, 보조적 수단으로 격납/감시와 모니터링 방법을 이용한다. 가장 바람직한 격납/감시 방법은 수용 가능한 비용으로 정상적인 시설 운전에 대한 방해를 최소화하면서 안전조치의 목적을 달성하는 것이다[1]. ACPF (Advanced spent fuel Conditioning Process Facility)와 같은 핵물질 취급시설의 안전조치를 위해 적용되는 연속 무인 감시시스템은 많은 양의 영상 및 방사선 감시 데이터를 생산하게 되며, 이러한 자료로부터 핵물질의 전용 여부를 분석하기 위해서는 상당한 시간과 인력이 소요된다. 따라서 핵물질 감시시스템은 시설로부터 취득한 감시 데이터를 자동으로 분석하여 비정상적인 상황(또는 핵물질 전용 또는 신고 되지 않은 활동 등)을 적시에 추출해 낼 수 있는 기능을 가지고 있어야 한다.

본 연구에서는 이러한 조건에 부응하는 ACPF 시설의 감시시스템을 개발하기 위해 시설의 특성과 시설 내에서 핵물질이 이동 가능한 경로를 분석하여 주요 경로에 중성자 모니터와 카메라를 설치하고, 이들로부터 방사선 및 영상 데이터를 수집하여 시설 내의 핵물질 움직임을 실시간으로 감시할 수 있는 핵물질 감시시스템을 개발하였으며[2], 지속적으로 감시시스템의 성능 개선을 위한 연구를 진행하고 있다.

2. ACPF 감시시스템의 구축 결과

ACPF의 감시 장비는 Fig. 1과 같이 4대의 카메라와 2대의 중성자 모니터, 그리고 1대의 중성자 측정장치와 데이터 취득장치로 구성하였다. 핫셀 내에 설치한 핵물질 측정장치는 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 그림에서 볼 수 있는 바와 같이 이들 출입구의 맞은편과 핫셀 내부에 카메라를 설치하고, 출입문 위에 핵물질의 이동을 확인하기 위한 중성자 모니터를 설치하였다.

감시 소프트웨어는 Windows XP를 기반으로 Microsoft Visual C++를 이용하여 개발하였으며, 프로그램의 흐름도는 Fig. 2와 같다. 시스템의 주 화면은 Fig. 3과 같이 영상을 보여주는 창, 중성자 모니터와 핵물질 측정장치에서 취득한 방사선 신호(중성자의 수)의 변화를 그래프로 보여주는 창, 그리고 설정된 시간 간격으로 수집되는 중성자의 수를 보여주는 창 등으로 구성하였다.

감시 장비로부터 취득한 영상과 방사선 데이터는 실시간으로 컴퓨터 화면에 출력되고, 기억장치에 저장된다. 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. 또한, 시스템 관리자가 사전에 설정한 비정상적인 상황이 발생할 경우 시스템 관리자에게 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 메일주소 설정 등을 주 화면에서 "Configuration" 메뉴의 setup 대화창자를 이용하여 설정하도록 하였다.

한편 핵물질 안전조치의 목적으로 이용하는 감시시스템에서 가장 중요한 주요기능 중 하나인 감시 자료의 재검토 기능("Review" 메뉴 이용)으로는 일자별로 순차 검색할 수 있는 기본적인 자료검색 기능과 관리자가 시스템으로부터 수신한 전자메일을 이용하여 비정상적인 상황이 발생한 날짜의 자료들만 선택적으로 검색할 수 있는 기능을 두었다. 그리고 JPEG 형식으로 저장되어 있는 영상 데이터를 동영상으로 변환하는 기능("Jpg to AVI" 메뉴 이용)을 두어 영상 감시 데이터의 재검토에 소요되는 시간을 최소화할 수 있도록 하였다.

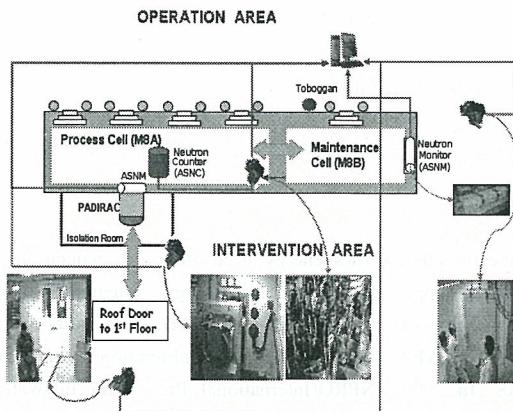


Fig. 1. Layout of Containment/Surveillance Equipment for ACPF

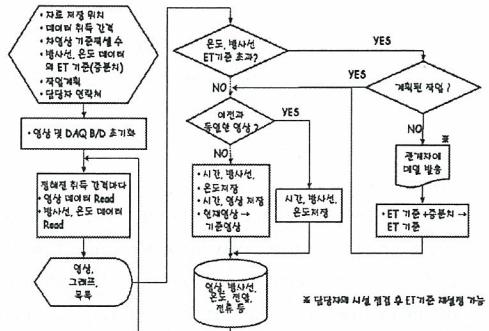


Fig. 2. Flowchart of Surveillance system for ACPF

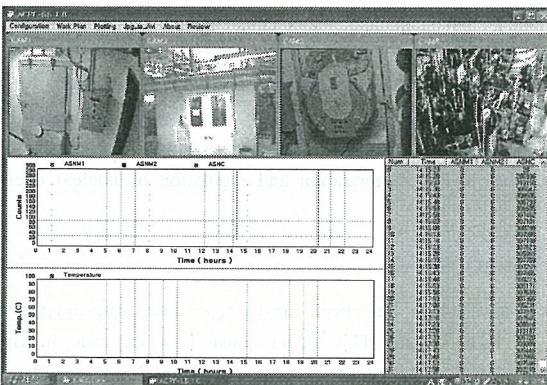


Fig. 3. Main Form of Surveillance System for ACPF.

3. 결론

본 연구에서는 ACPF 시설의 핵물질 안전조치를 위해 영상 및 방사선 신호를 이용하여 핵물질의 움직임을 실시간으로 감시할 수 있는 시스템을 개발하였다. 이 시스템은 핵물질의 움직임을 실시간으로 감시하는 기능, 비정상적인 상황 발생 시 자동으로 유관기관 및 시설운영자에게 전자메일을 보내는 비상 통보기능, 그리고 효율적으로 영상자료를 재검토할 수 있는 기능 등을 가지고 있다. 그러나 영상을 이용한 핵물질 이동 감시 기능은 정상적인 조명 상태에 한해 적용이 가능하며, 조명이 상실될 경우 핵물질의 움직임을 감시할 수 없는 문제점이 있다. IP(Internet protocol) 주소를 이용한 원격 감시 및 시스템 제어는 통신보안 문제로 연구원 내부에서만 가능하고 외부에서는 불가하다. 따라서 향후에는 영상 감시 기능의 향상, 통신 기능의 보완, 그리고 시설 특성에 따른 감시 요소(전류, 전압, 온도 등)의 추가 등 시스템 성능을 향상시키기 위한 연구를 지속적으로 수행하여 다른 핵물질 취급시설에서도 이 시스템을 활용할 수 있도록 시스템 개선을 위한 연구를 지속적으로 수행할 계획이다.

사사

본 연구는 교육과학기술부의 원자력연구개발사업의 일환으로 수행되었다.

참고문헌

- [1] IAEA, "IAEA Safeguards Glossary 2001 Edition - International Nuclear Verification Series No. 3, (2001).
- [2] 김호동 외, 사용후핵연료 특성계량화 기술개발, KAERI/RR-2772/2006, 한국원자력연구소 (2007).