

영상 및 방사선 신호를 이용한 핵물질 감시시스템

송대용, 이상윤, 하장호, 고원일, 김호동, 이태훈
한국원자력연구소, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지

핵물질을 취급하는 시설에서는 핵물질 안전조치 목적의 달성, 즉 핵물질의 군사적 전용 및 도난을 방지하기 위한 하나의 수단으로서 핵물질의 취급 및 이동을 감시하기 위한 감시시스템이 요구된다. 이 연구에서는 이러한 요구에 부응하기 위해 시설 내에서 핵물질이 이동 가능한 모든 경로에 중성자 모니터와 카메라 같은 감시 장비를 설치하고, 이들로부터 실시간으로 방사선 신호와 영상 데이터를 취득·분석하여 핵물질의 거동을 진단할 수 있는 핵물질 감시시스템을 개발하였다. 이 연구에서 제안하는 핵물질 감시 시스템은 한국원자력연구소의 경·중수로 연계 핵연료 제조 시설(DFDF: DUPIC Fuel Development Facility)을 대상으로 개발한 시스템이다. 이 시스템은 출입구 및 핵물질 운반용기의 움직임을 감시하기 위한 CCD 카메라, 핵물질의 이동을 인지하기 위한 중성자 모니터, 핵물질 계량관리를 위한 핵물질 측정 장치, 그리고 이들 장비로부터 영상 및 방사선 신호를 취득하기 위한 데이터 취득 장비(DAQ)로 구성되어 있다. 영상 및 방사선 신호는 PC를 기반으로 한 데이터 취득 장비에 의해 카메라와 중성자 모니터 및 핵물질 측정 장치로부터 실시간으로 동시에(time-synchronized) 취득되고, 취득된 데이터는 소프트웨어에 의해 처리되어 핵물질의 움직임을 자동으로 진단한다. 기능적인 관점에서의 핵물질 감시 시스템은 사용자 인터페이스, 데이터 취득, 데이터 처리, 판단 부분으로 구성되어 있다. 데이터 취득 부분은 DAQ 카드 및 영상보드를 제어해 방사선 데이터 및 영상 데이터를 취득한다. 데이터 처리 부분은 영상 데이터를 분석하여 움직임을 있는 영역을 찾아내고 방사선 데이터를 분석하여 방사능의 변화를 알아낸다. 판단 부분은 인공신경망 알고리즘에 의해 핵물질의 거동을 진단하여 데이터를 저장하고, 원격감시자에게 통보 여부 등의 판단을 한다. 이 연구에서 방사선 데이터를 이용한 핵물질의 거동진단은 핵물질의 양 또는 위치 변화만을 고려하였고, 영상 데이터를 이용한 핵물질 수송용기의 거동진단은 영상을 분석하여 핵물질 운반용기(cask)로 추측되는 객체(object)의 위치를 추출하여 운반용기의 이동상황을 진단하도록 하였다. 영상으로부터 운반용기를 직접 추출하기 위해 RGB 임계값을 이용하였다. 이 연구에서 제안한 감시 시스템은 수차례의 성능 시험을 거쳐, 현재 DFDF 시설에 설치하여 운영 중에 있으나, 조명이 흐리거나 상실될 경우 수송용기의 움직임을 감지하지 못하는 문제점을 가지고 있다. 또한, 원격감시 기능은 통신보안 문제로 인해 내부에서만 이용할 수 있다. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위한 추가적인 연구가 요구된다.