Journal of Radiation Industry 15 (2) : 121 ~ 124 (2021) https://doi.org/10.23042/radin.2021.15.2.121

RFID 활용 방사성폐기물 반출감시시스템 개발

정교성[1,3] · 이상봉[1,4] · 이현진[1,4] · 최대성[1] · 이진우[1] · 김종일[2,*]

[1]한국원자력연구원 방사선방호실, [2]전북대학교 과학학과,
[3]전북대학교 방사선과학기술학과, [4]전북대학교 플라즈마 및 양자빔 응용공학과

Development of an Unauthorized Export Surveillance System of Radioactive Waste by RFID

Gyo-Seong Jeong[1,3], Sang-Bong Lee[1,4], Hyun-Jin Lee[1,4], Dea-Sung Choi[1], Jin-Woo Lee[1] and Chong-Yeal Kim[2,*]

[1]*Radiation Protection Team, Korea Atomic Energy Research Institute, 29, Geumgu-gil, Jeongeup-si, Jeollabuk-do 56212, Republic of Korea*
[2]*Department of Science Studies, Jeonbuk National University, 567 Baekje-daero, Deokjin-gu, Jeonju-si, Jeollabuk-do 54896, Republic of Korea*
[3]*Department of Radiation Science and Technoligy, Jeonbuk National University, 567 Baekje-daero, Deokjin-gu, Jeonju-si, Jeollabuk-do 54896, Republic of Korea*
[4]*Department of Quantum System Engineering, Jeonbuk National University, 567 Baekje-daero, Deokjin-gu, Jeonju-si, Jeollabuk-do 54896, Republic of Korea*

Abstract - The Advanced Radiation Technologu Institute (ARTI) has developed an integrated radioactive waste management system that manages a series of processes from production and purchase to use and treatment of radioactive waste. From the production and purchase of unopened radioisotopes, management numbers are assigned and barcodes and QR codes are attached. From use to disposal, and the resulting radioactive waste, all traces are managed. In recent years, RFID is used to automatically wirelessly identify items such as shipments in various industrial fields, especially logistics and distribution. Barcodes and QR codes are recognized only from a short distance, so the history of radioactive waste managed by the Advanced Radiation Research Center can be checked, but it was difficult to confirm the movement and unauthorized removal. Accordingly, an unauthorized export surveillance system of radioactive waste was developed to actively respond to the movement and unauthorized removal of radioactive waste by introducing RFID.

Key words : Surveillance system, RFID, Barcodes, QR codes

서 론

한국원자력연구원 첨단방사선연구소(이하 '첨단방사선연구소')는 한국원자력연구원 첨단방사선연구소(이하 '첨단방사선연구소')는 밀봉되지 않는 방사성동위원소(이하 '개봉선원')를 이용한 다양한 활용기술을 연구개발하여 우리 산업 전반에 방사선 이용 산업을 육성하고, 재료, 생물, 식품 등 다양한 방면의 기초연구를 하고 있다.

* Corresponding author: Chong-Yeal Kim, Tel. +82-63-270-3433, Fax. +82-63-270-3434, E-mail. kimbo@jbnu.ac.kr

첨단방사선연구소의 여러 시설 중 개봉선원을 사용하는 시설은 크게 사이클로트론 종합연구동 및 RI-Biomics 연구동 2곳이 있다.

사이클로트론 종합연구동은 사이클로트론을 이용하여 개봉선원을 생산하고, 그 생산된 동위원소를 사용 및 판매하고 있다. RI-Biomics 연구동은 생산된 혹은 구매한 개봉선원을 이용하여 동물 및 식물에 관한 연구를 하는 시설이다.

이와 같이 개봉선원을 이용하여 연구하는 시설은 부수적으로 방사성폐기물을 발생시킨다. 따라서 첨단방사선연구소는 방사성폐기물 통합관리시스템을 구축하여 개봉선원의 생산 및 구매 초기부터 최종 폐기물 수거, 처분까지 일원화하여 관리하고 있다. 이를 위해 시설별 및 핵종별로 분류되어 보관 중인 방사성폐기물에 바코드(Barcode) 및 QR (Quick Response) 코드를 부착하여 관리하고 있다(한국원자력연구원 2021).

첨단방사선연구소 개봉선원 사용시설의 방사선관리구역은 여러 장치들과 절차에 의해 사람 및 물건의 출입이 관리되고 있다. 먼저 방사선관리구역은 출입관리시스템에 의해 출입이 허가된 사람만 출입할 수 있고, 방사선관리구역 내 방사성폐기물관리실은 별도의 시건장치가 설치되어 방사선방호실 및 그 외 허가된 사람만 출입할 수 있다.

그러나 이러한 조치에도 불구하고 불법침입으로 인해 방사성폐기물의 도난 또는 무단반출이 발생할 수 있다. 따라서 기존 연구소에 설치된 통합관리시스템과 RFID를 연동하고, 방사성폐기물관리실 출입문에 RFID Reader를 설치하여 방사성폐기물 반출을 확인할 수 있다(고 등 2011).

본 논문에서는 통합관리시스템의 여러 기능 중 방사성폐기물에 RFID를 부착시켜 신원미상자의 방사성폐기물 무단반출을 감시할 수 있는 시스템을 개발하고자 한다.

재료 및 방법

RFID는 시스템은 주파수를 이용해 ID를 식별하는 방식으로 일명 전자태그로 불린다. RFID 기술이란 전파를 이용해 먼 거리에서 정보를 인식하는 기술을 말하며, 전자기 유도 방식으로 통신한다. 여기에는 RFID Tag, RFID Reader 그리고 이런 시스템을 제어하고 수신된 데이터를 처리하는 서버가 필요하다. RFID Tag는 안테나와 집적 회로로 이루어지는데, 이 집적 회로 안에 정보를 기록하고 안테나를 통해 RFID Reader에 정보를 송신한다(이와 오 2004).

RFID Tag에서 RFID Reader로 송신된 정보는 태그가 부착된 대상을 식별하는 데 이용된다. 이는 바코드 또는 QR 코드와 유사한 기능을 하는 것이다. RFID가 바코드 및 QR 코드 시스템과 다른 점은 빛을 이용해 판독하는 대신 전파를 이용한다는 것이다. 따라서 바코드 리더기처럼 짧은 거리에서만 작동하지 않고 먼 거리에서도 RFID Tag를 읽을 수 있으며, 심지어 드럼통 안에 있는 물체를 드럼통을 통과해서 정보를 수신할 수도 있다[1)].

결 과

첨단방사선연구소는 기존 방사성폐기물을 체계적으로 관리하기 위해 방사성폐기물 통합관리시스템(이하 '통합관리시스템')을 구축하였다. 통합관리시스템은 방사성동위원소 취득 시부터 바코드 및 QR 코드의 관리번호를 부여하여 방사성폐기물 전주기(생산/구매~처리) 및 반출입 등을 추적, 관리하는 시스템이다. 이에 Fig. 1과 같이 통합관리시스템에 RFID

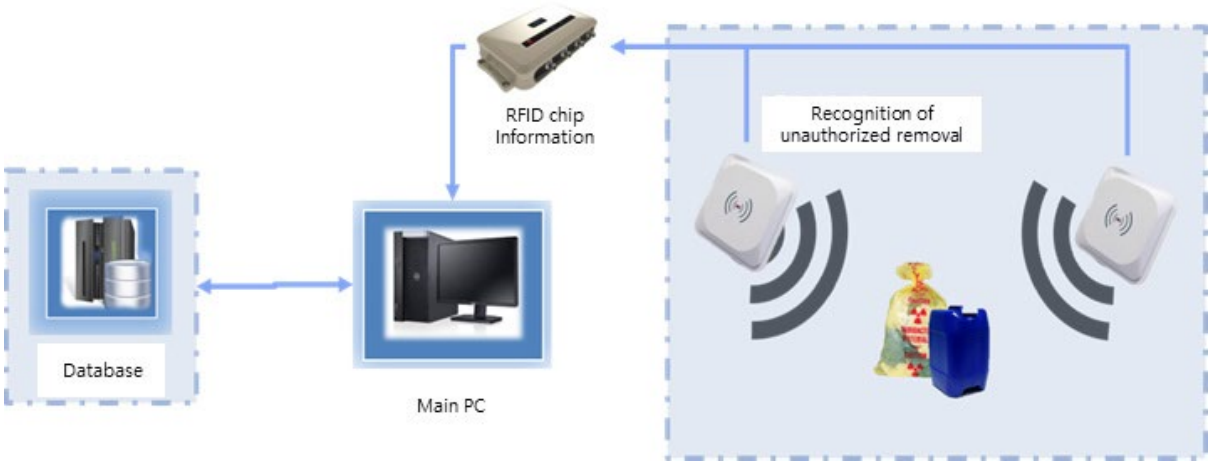

Fig. 1. Configuration of RFID system.

[1)]https://ko.wikipedia.org/wiki/RFID

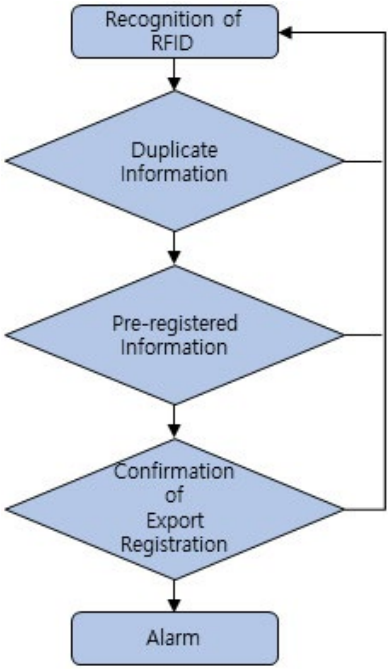

Fig. 2. Process of RFID chip recognitiom.

Fig. 3. Alarm in radioactive waste room.

의 기능을 연계하여 방사성폐기물 무단반출감시시스템(이하 '무단반출감시시스템') Agent 프로그램을 개발하였다.

무단반출감시시스템 Agent 프로그램은 Winform C#을 기반으로 디바이스(RFID 리더기)와의 통신은 ClouReaderAPI.dll을 이용하여 연결한다. ClouReaderAPI의 인터페이스 중 IAsynchronousMessage을 상속받아 public void OutPutTags (파라미터 중 tag.EPC가 고유 킷값) 함수를 정의하여 태그정보를 수신한다. 킷값을 이용하여 MSsql DBA의 데이터 중 보유 및 반출 리스트의 내용을 비교하여 무단반출 여부를 판별하여 통합관리시스템으로 전송한다(송 등 2006).

방사성폐기물에 RFID를 부착하기 전 작업으로는 통합관

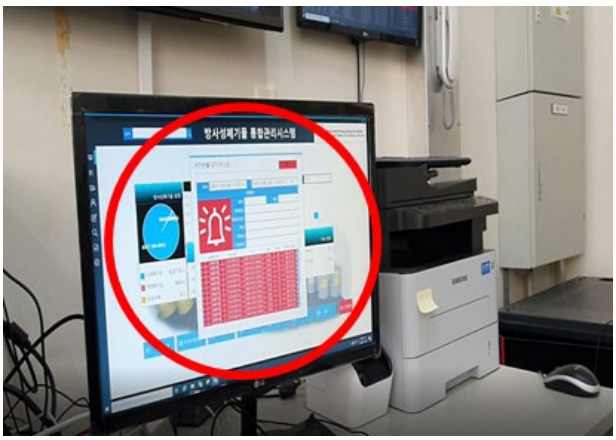

Fig. 4. Alarm in radiation safety management office.

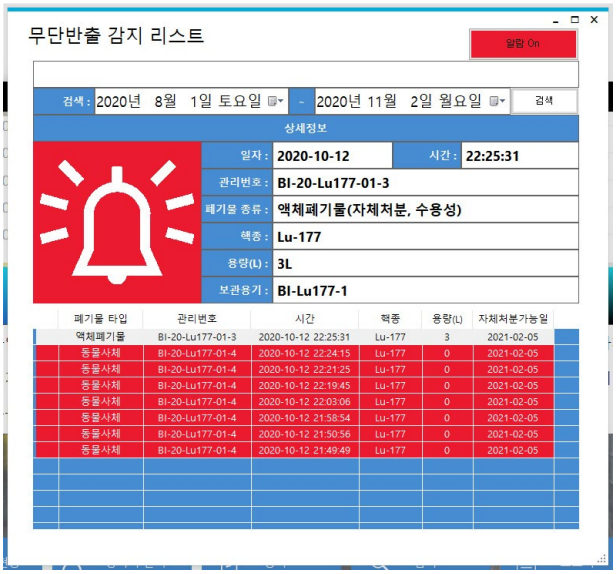

Fig. 5. Detection list of radioactive waste.

리시스템에 등록되어 있는 각 폐기물 정보를 RFID 칩에 등록한다. Fig. 2와 같이 방사성폐기물관리실에 설치된 RFID Reader는 초당 500여 개의 RFID 칩을 인식하며, 칩 인식 시 중복된 칩인지 확인할 수 있다.

또한 사전에 등록된 RFID 칩이 있는지 동시에 확인한다. 그 후 인식한 폐기물의 반출 허가 여부를 확인하여 알람 여부를 판단하고 방사성폐기물관리실 또는 방사선관리실의 컴퓨터로 시각 및 청각 정보를 전송하여 알람을 발생시킨다. 또한 RFID 정보를 일정시간 동안 받지 못하였을 경우 시스템 장애 정보를 전송하여 방사성폐기물 무단반출시스템의 정상 작동 여부를 고지한다(한국원자력연구원 2020).

신원미상자가 방사성폐기물을 무단으로 반출하여 RFID Reader 인식범위 내로 접근을 하면 Fig. 3과 같이 출입문 외부에 부착된 경광등의 알람이 경보되고, 이와 동시에 Fig. 4와

Fig. 6. Drums in radioactive waste room.

같이 방사성폐기물관리실뿐만 아니라 방사선관리실의 경보를 통해 방사선안전관리부서원이 무단반출을 감지할 수 있다(최 등 2006).

뿐만 아니라 Fig. 5의 예시와 같이 무단 반출된 방사성폐기물의 핵종, 초기 방사능량, 방사선작업자 등의 정보창이 활성화되어, 반출물의 상세 이력정보를 같이 확인할 수 있다.

또한 RFID의 기능을 이용하여 방사성폐기물의 수색 및 회수 시 반출물의 위치 파악 등에 활용할 수 있다.

고 찰

본 개발은 방사성폐기물관리실의 운영에 있어, 단순 관리 차원을 넘어 방사성폐기물의 무단반출 가능성을 사전에 차단하고, 방사선안전관리부서원이 실시간으로 파악하여 즉각적으로 대응할 수 있는 시스템을 갖추었다.

그러나 Fig. 3을 보면 신원미상자가 방사성폐기물을 가지고 방사성폐기물관리실 외부로 나가는 것을 볼 수 있다. 물론 방사선관리구역 출입관리시스템에 의해 신원미상자가 수월하게 무단반출할 수 있는 가능성은 적다. 그러나 방사성폐기물관리실 출입문에 신원미상자를 가두는 기능의 자동 잠금장치를 설치하여 방사성폐기물의 반출을 완전히 차단할 예정이다.

또한 무단반출감시시스템을 한층 더 업드레이드하여 방사성폐기물의 실시간 보관 현황과 Fig. 6에서처럼 폐기물 보관 드럼을 상시 감시하고, 드럼으로부터 방사성폐기물이 이탈될 경우 바로 경보를 발생시켜 신속한 대응을 할 수 있게 개선할 예정이다.

결 론

현재 첨단방사선연구소 방사선관리구역은 출입관리시스템과 시건장치 설치 등으로 신원미상자의 출입은 사실상 불가능하다. 그러나 본 개발은 발생 가능한 방사선안전관리의 취약점을 시스템화하여 보완하였고, 방사성폐기물 무단반출 등에 대해 수동적 대응에서 능동적 대응으로 전환하였다는 점에 큰 의의를 둘 수 있겠다.

참 고 문 헌

고한석, 이병두, 박호준, 이성호, 김현숙. 2011. 연구원 핵물질 계량관리시스템과 RFID 및 핵연료가공시설 시스템간 연계 체제 개발. 한국방사선폐기물학회 논문요약집. **9**(2): 475-476.

송우석, 이재빈, 장안진, 유기윤, 김용일. 2007. RFID를 이용한 이동체의 속도계측 기술에 관한 연구. 한국측량학회지. **25**(3):216.

이용준, 오세원. 2004. 우정사업의 RFID 기술도입 방안. 우정정보 **56**.

최성수, 이경호, 한병섭, 문철웅, 김병태, 임관석. 2006. RFID를 이용한 방사성물질 통합관리시스템 개발. 한국방사성폐기물학회 논문요약집. **4**(1):249-250.

한국원자력연구원. 2020. 첨단방사선연구소 방사성폐기물 통합관리시스템 구축 완료 보고서. 11-15.

한국원자력연구원. 2021. 첨단방사선연구소 방사선안전관리 운영보고서. 57.

Received: 21 May 2021
Revised: 30 May 2021
Revision accepted: 5 June 2021