

2003 추계학술발표회 논문집  
한국원자력학회

## 휴대용 방사성폐기물 조회 및 검사 시스템

### Portable Radioactive Waste Tracking and Inspection System

배상민, 김태국, 이영희, 장덕규  
한국원자력연구소  
대전광역시 유성구 덕진동 150  
정창조  
(주)아이콘데이타시스템  
서울특별시 강남구 논현동 151-31

#### 요 약

호스트 컴퓨터, 휴대용 개인 정보 단말기, 바코드 스캐너, 디지털 카메라를 하드웨어로, 방사성 폐기물의 발생년도, 발생자, 용기의 종류, 내용물과 내용물의 이미지, 물리적 특성, 방사능량, 핵종의 정보를 수록하는 데이터베이스를 소프트웨어로 구성한다. 호스트 컴퓨터와 휴대용 개인 정보 단말기와의 웹 통신, 휴대용 개인 정보 단말기용 데이터베이스의 운용, 바코드와 이미지 처리의 프로그램이 요구된다. 검사원은 방사성폐기물의 발생, 임시 저장, 검사 및 처분 시 방사성 폐기물 용기에 부착된 2차원 바코드를 휴대용 개인 정보 단말기에 부착된 바코드 스캐너로 읽어 방사성 폐기물의 발생년도, 발생자, 용기의 종류, 방사능량, 내용물과 내용물의 이미지, 물리적 특성, 핵종의 정보를 조회, 검사 할 수 있다.

#### Abstract

Hardware has components such as host computer, personal digital assistant(PDA), bar code scanner, and digital camera. Software consists of database about radioactive waste which covers date, generator, container type, activity, images, physical characteristics, and nuclide. The portable radioactive waste tracking and inspection system needs programs such as web communication between the host computer and PDA, database application of PDA, processing of bar codes and images. The inspector can track, inspect, and modify information such as date, generator, container type, activity, images, physical characteristics, and nuclide by reading two dimensional bar code on container of radioactive waste with bar code scanner on PDA.

## 1. 서론

일반적으로 바코드 시스템은 주로 백화점 또는 대형 슈퍼마켓 등에서 물류를 효과적으로 관리하기 위하여 사용되어 왔다. 상품에 대한 고유 바코드 정보를 부여하고, 바코드 정보에 대응되는 상품의 재고량, 가격, 제조회사 등의 정보를 중앙 제어 장치의 데이터베이스에 저장 후, 바코드 리더(bar code reader)에 의하여 데이터베이스를 검색하여 거래하고 내역을 전송받아 데이터베이스를 업데이트시켜 물류의 상태를 파악하고 관리하는데 바코드 시스템을 사용하고 있다. 최근에 휴대용 개인 정보 단말기와 바코드를 의료분야에 적용하여 환자 개인 정보 바코드와 처방전의 1차원 바코드를 읽어 의사 진단 기록과 환자 병력 기록과 비교하여 약물 서비스의 오류를 방지하는 장치로 사용하고 있다. 소포 배달 분야에는 소포의 1차원 바코드를 읽어 배달하고 고객의 배달 확인 정보를 송신하여 소포를 편리하게 추적하는 시스템에 적용하고 있다. 일반적으로 1차원 바코드는 20-30 캐릭터 이상이 되면 바코드의 길이가 길어져 많은 면적을 차지하게 되며 암호화의 어려움이 있다. 종래의 방사성 폐기물 드럼의 관리는 방사성 폐기물 드럼에 가연성과 비가연성 여부, 발생연도, 일련번호를 부여하고 방사성 폐기물의 관리대장에 발생 부서, 내용물, 표 면 방사선량, 적재위치를 기록하는 것이다. 이러한 종래의 조회 및 검사 방법으로 방사성 폐기물 드럼을 식별하려면 관리대장을 하나하나 대조해야 하는 불편함이 있었다. 또한 재 포장, 적재위치 변경 등으로 인하여 정보의 수정이 필요하면 관리대장을 수기로 수정하므로 인적인 입력 오류가 발생할 가능성이 있다.

## 2. 바코드

바코드는 하나의 태그로 식별하기 위한 수단이다. 나노 크기의 원자는 식별 수단으로 분자 내에 방사성 동위원소를 교환한다. DNA 배열은 생체의 유일한 식별 수단이다. 자연계에서 다양한 형태의 식별 수단이 있지만 인공세계에서 가장 많이 사용되는 식별수단은 바코드이다. 바코드는 문자나 숫자를 흑과 백의 막대모양 기호로 조합한 것으로, 컴퓨터가 판독하기 쉽고 데이터를 빠르게 입력하기 위하여 쓰인다. 이것은 광학식 마크판독장치로 자동 판독되어 입력된다. 크게 1차원 바코드와 2차원 바코드가 있으며 2차원 바코드는 정보의 저장량이 많고 위조와 변조가 불가능하여 보안을 요구하는 분야에 많이 사용하고 있다. 1차원 바코드의 코드는 세계상품코드(UPC), CODABAR, MSI, 코드39, 한국공통상품코드(KAN), 일본공통상품코드(JAN) 등이 있다.

2차원 바코드의 종류는 유럽의 PDF 417 코드와 일본의 QR 코드가 있다. PDF 417 코드는 1차원 바코드의 바를 변형시켰으나 형태는 1차원 바코드와 같아 스캐너의 크기가 간단하다. QR 코드는 바코드가 기하학적 구조의 정사각형 모양으로 코드의 특성은 PDF 417보다 우수하나 스캐너가 크고 고가이다. 따라서 2차원 바코드 세계 사용자의 90퍼센트는 PDF 417을 사용하고 있다. 일반적으로 1차원 바코드는 20-30 캐릭터 이상이 되면

바코드의 길이가 길어져 많은 면적을 차지하게 되며 암호화의 어려움이 있다. 이에 반하여 2차원 바코드는 수백 자에서 수천 자까지 표현이 가능하고 좁은 영역에 고밀 그림으로 표현할 수 있다. 따라서 표현에 필요한 데이터의 양에 구애 받지 않고 다국적 언어와 그래픽 데이터를 지원하므로 한국어의 표현은 물론 방사성 폐기물의 이미지의 입력이 가능하다. 뿐만 아니라 암호화의 기능이 있으므로 데이터를 변형시켜서 위조와 변조가 불가능하다. 왜냐하면 2차원 바코드는 정보내용이 중첩이 되도록 설계되어 있으므로 2차원 바코드 라벨이 훼손되어도 훼손되지 않은 부분에 훼손된 부분의 정보가 수록되어 있어 판독이 가능하기 때문이다. 2차원 바코드는 많은 양의 정보를 수용하여 이동성을 가지므로 포터블 데이터 파일의 개념을 지닌다. 따라서 방사성 폐기물 용기를 식별하기 위하여 정보를 보다 많이 저장 할 수 있는 2차원 바코드가 적합하며 2차원 바코드 중 PDF 417 코드가 적합하다.

### 3. 현황

휴대용 개인정보 단말 기술은 현재 시장 진입 단계에 있으며, 향후 고성장이 예상되는 신규사업분야로서 관심을 끌고 있다. 따라서 관련 제품의 수요가 성숙기에 진입하는 2000년대 초반에는 국외의 소수 기술선도 기업에 의한 시장 및 기술 주도 가능성이 매우 높아지므로, 국내에서 장치, 시스템, 응용 콘텐츠 등의 기술개발에 박차를 가하지 않으면 PC의 경우와 같이 기술사용에 따른 로열티 부담이 가중되어 결국 제품의 경쟁력을 상실하게 될 우려가 있다. 이러한 맥락에서 휴대용 개인 단말기의 응용 콘텐츠 분야에서 국외에 선점이 되지 않은 휴대용 방사성 폐기물 관리 시스템이 필요하다. 2007년 방사성 폐기물 영구 처분장 건설의 완료 전에 방사성폐기물의 정보화가 요구되므로 다량 정보의 보관과 암호화의 장점을 지닌 2차원 바코드를 방사성 폐기물 조회 및 검사에 적용하여 국외 기술의 선점을 사전에 예방할 수 있다.

휴대용 개인 정보 단말기와 2차원 바코드를 방사성 폐기물 조회 및 검사에 적용한 국내외 특허는 없으나 휴대용 개인 정보 단말기와 1차원 바코드를 방사성 폐기물 관리 이외의 분야에 적용한 특허는 특허청에서 발간한 "2002 신기술동향조사 보고서 전기/전자 분야 제1권 휴대용 개인정보 단말 기술"에 의하면 다음과 같다. 미국 특허 4857713(1989.8.15 등록)은 휴대용 개인 정보 단말기와 바코드를 의료분야에 적용하여 환자 개인 정보 바코드와 처방전 1차원 바코드를 읽어 의사 진단 기록과 환자 병력 기록과 비교하여 약물 서비스의 오류를 방지하는 장치이다. 미국 특허 6285916(2001.9.4 등록)은 휴대용 개인 정보 단말기와 1차원 바코드를 소포 배달 분야에 적용하여 소포의 1차원 바코드를 읽어 올바로 배달한 다음 고객의 배달 확인 정보를 송신하여 소포를 편리하게 추적하는 시스템이다. 상기 미국 특허는 휴대용 개인 정보 단말기로 1차원 바코드를 읽어 의료분야와 소포 배달 분야에 응용하는 것이다.

미국은 방사성 폐기물 용기에 1차원 바코드 라벨이 붙어 있지 않으면 처분장의 인수기

준을 불만족 시킨다. 1차원 바코드 라벨은 핸드 터미널에 의하여 식별하나 바코드의 번호에 대응하는 정보는 핸드 터미널에 표시할 수 없다. 영국, 프랑스, 체코의 방사성 폐기물의 용기에 대하여도 바코드 라벨을 부착하여 조회 검사를 수행하고 있다. 특히 인적오류에 대하여 바코드를 도입할 경우 그 오차가 650년에 1회의 확률을 가짐을 보고하고 있다.

#### 4. 휴대용 방사성 폐기물 조회 및 검사 시스템

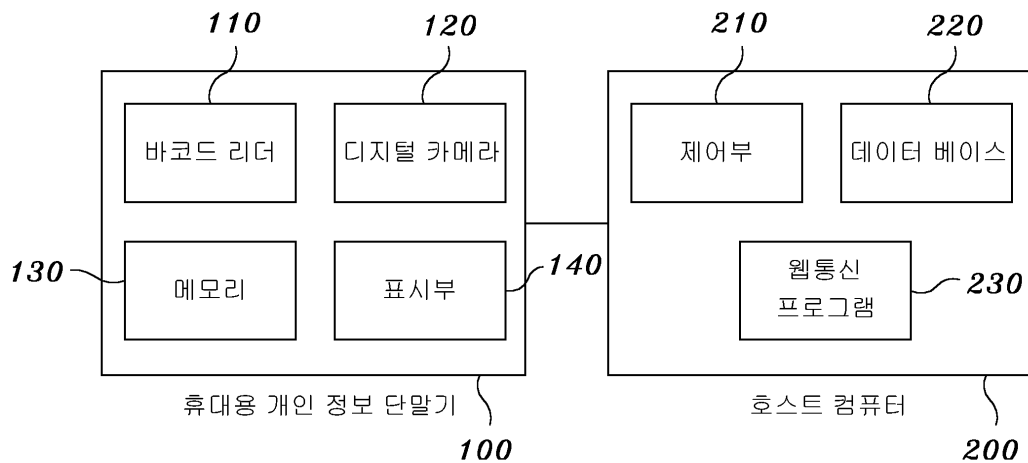


그림 1 휴대용 방사성 폐기물 조회 및 검사 시스템의 구성

그림 1은 휴대용 방사성 폐기물 조회 및 검사 시스템의 구성을 도시한 그림이다. 휴대용 방사성 폐기물 조회 및 검사 시스템은 휴대용 개인 정보 단말기(100)와 호스트 컴퓨터(200)를 포함한다. 휴대용 개인 정보 단말기(100)는 바코드 리더(110), 디지털 카메라(120), 메모리(130), 표시부(140)를 포함한다. 즉 방사성 폐기물에 관한 2차원 바코드 정보를 해석하는 바코드 리더, 방사성 폐기물 정보의 이미지를 정보화하는 디지털 카메라, 상기 2차원 바코드 정보와 이미지 정보를 저장하는 메모리, 상기 2차원 바코드 정보와 이미지 정보를 표시하는 표시부를 포함한다. 방사성 폐기물에 관한 정보는 방사성 폐기물의 발생년도, 발생자, 용기의 종류, 총 방사능량, 내용물과 내용물의 이미지, 물리적 특성, 방사능량, 핵종을 포함한다. 방사성 폐기물의 발생자는 바람직하게는 PDF 417형태이며 발생년도, 발생자, 용기의 종류, 방사능량, 내용물과 내용물의 이미지, 물리적 특성, 방사능량, 핵종의 정보가 기록된 2차원 바코드 라벨(110)을 방사성 폐기물 용기에 부착한다. 또한 방사성 폐기물의 발생자는 휴대용 개인 정보 단말기에 부착된 디지털 카메라(120)에 의하여 방사성 폐기물 용기 내의 내용물의 이미지를 정보화한다. 방사성 폐기물 영구 처분장으로 이동하기 전 또는 이동 후 인수 검사시설에서 검사자는 휴대용 개인 정보 단말기(100)에 부착된 바코드 리더(110)에 의하여 2차원 바코드를 읽어 방사성 폐기물의 발

생년도, 발생자, 용기의 종류, 총 방사능량, 내용물과 내용물의 이미지, 물리적 특성, 방사능량, 핵종의 정보를 조회한다. 인수 검사 시설의 검사자는 2차원 바코드에서 판독한 방사성 폐기물의 정보와 인수검사시설에서 검사한 정보와 일치하는가를 검사하고 일치하지 않으면 메모리(130) 내의 방사성 폐기물의 정보를 수정하고 호스트 컴퓨터(200)내의 데이터베이스(220)에 저장된 방사성 폐기물의 정보를 업데이트한다. 호스트 컴퓨터(200)는 제어부(210), 데이터베이스(220), 웹 통신 프로그램(230)을 포함한다. 상기 휴대용 개인 정보 단말기의 2차원 바코드 정보, 대상 정보의 이미지를 호스트 컴퓨터의 데이터베이스 정보와 비교하여 일치시키고, 대상 정보의 저장위치를 3차원 시뮬레이터로 표시하는 제어부(210), 상기 방사성 폐기물에 관한 정보, 이미지 정보 및 상기 방사성 폐기물 정보의 저장 위치를 포함하는 데이터베이스(220), 데이터베이스의 내용을 다른 컴퓨터로 인터넷을 통해 전달하는 웹 통신 프로그램(230)을 포함한다. 방사성 폐기물 처분장의 운영 책임자는 발생자의 정보와 인수검사의 정보가 일치하는 것을 확인한다. 확인 후 정보가 일치하면 방사성 폐기물 용기를 영구 처분하기 위한 위치에 저장하고 이 위치 정보는 3차원의 처분장 시뮬레이터에 표시하여 호스트 컴퓨터(200)의 데이터베이스(220)에 저장된다.

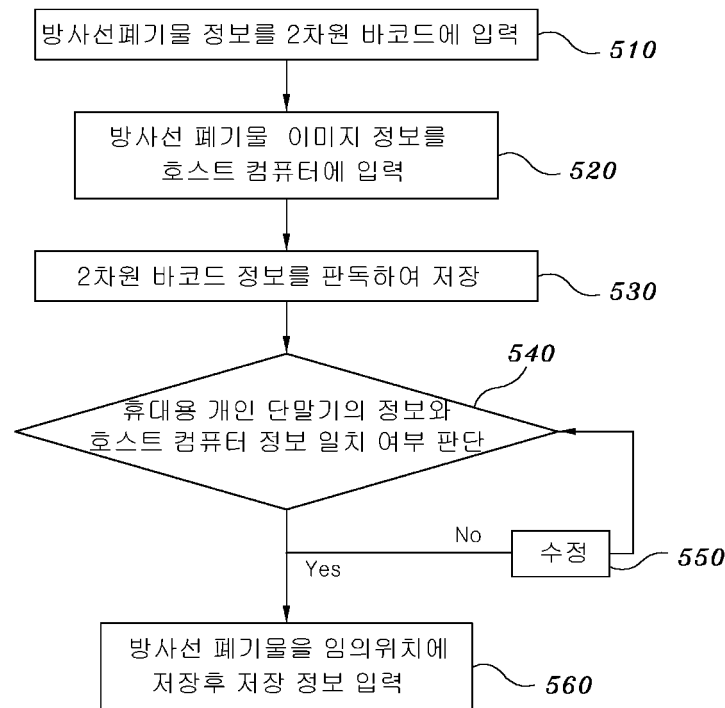


그림 2 휴대용 방사성 폐기물 조회 및 검사 방법

그림 2는 휴대용 방사성 폐기물 조회 및 검사 방법을 도시한 도면이다. 휴대용 방사

성 폐기물 조회 및 검사 방법을 단계별로 설명하면 다음과 같다. 510단계에서는 방사성 폐기물에 관한 정보를 2차원 바코드에 입력하여 소정의 물품에 부착한다. 520단계에서는 방사성 폐기물에 관한 정보, 방사성 폐기물에 관한 이미지 정보를 호스트 컴퓨터에 입력한다. 530단계에서는 상기 2차원 바코드 정보를 판독하여 저장한다. 540단계에서는 상기 저장된 정보를 호스트 컴퓨터의 정보와 비교한다. 550단계에서는 상기 비교된 정보가 일치하는 경우에는 상기 방사성 폐기물을 적정 위치에 저장하여 그 위치 정보를 호스트 컴퓨터의 데이터베이스에 저장하고, 일치하지 않는 경우에는 휴대용 개인 정보 단말기에 저장된 정보를 수정한 후 상기 방사성 폐기물 정보를 임의의 위치에 저장하여 그 위치 정보를 호스트 컴퓨터의 데이터베이스에 저장한다.

#### 4. 결 론

휴대용 방사성 폐기물 조회 및 검사 시스템은 첫째, 위조와 변조가 불가능하고 그래픽 정보와 캐릭터 정보를 수록하는 장점이 있다. 또한 방사성 폐기물의 발생년도, 발생자, 용기의 종류, 총 방사능량, 내용물과 내용물의 이미지, 물리적 특성, 방사능량, 핵종 등의 정보를 수록할 수 있다. 둘째, 2차원 바코드 자체만으로 방사성 폐기물의 모든 정보의 수록이 가능하므로 전산 장치가 훼손되어도 정보 손실의 우려가 없다. 2차원 바코드 라벨은 50%가 훼손되어도 복구가 가능하므로 위험 부담이 적으며 위조와 변조가 불가능하므로 테러의 위험에도 안전하다. 셋째, 2차원 바코드의 정보를 휴대가 편리한 휴대용 개인 정보 단말기에 부착된 바코드 리더로 해독하여 방사성 폐기물 용기를 자동 조회할 수 있으므로 방사성 폐기물 처분장의 방사성 폐기물의 인수 검사에 편리하게 사용할 수 있다. 뿐만 아니라 방사성 폐기물 처분장내 방사성 폐기물의 인수 검사 중 정보의 변경이 필요하면 휴대용 개인 정보 단말기에 의하여 즉시 수정이 가능하다. 또한 발생자의 정보와 인수 검사의 정보를 종합하여 영구 처분장내에서의 방사성 폐기물의 적재위치를 결정하고 적재위치를 3차원으로 표현하는 것이 가능하다.

## 참고문헌

1. 신기술동향조사 보고서 전기/전자 분야, 제1권 휴대용 개인정보 단말 기술, 특허청, 2002
2. 바코드 인식을 갖는 피디에이(KR 2000-63978A)
3. PDA 및 휴대용 컴퓨터를 이용한 바코드 인식 건강진단 처리방식(KR 2002-23814)
4. 처방 전 정보처리 방식(JP 2002-132962A2)
5. 방사성 폐기물 용기 수송방식(JP 2287297A2)
6. Using bar codes to manage radwaste in a nuclear power facility, CONF-880201, 1988
7. Bar-code automated tracking system, KCP-613-5425, 25p, 1994
8. Labelling of the spent fuel waste package. CONF-920430, 1992
9. Ray Want., Ubiquitous Electronic Tagging, IEEE Concurrency, 1999.