

방사성폐기물 통합 관리 시스템

Radioactive Waste Integrated Management System

송덕용, 최성수, 한병섭
(주)액트

요 약

본 발명은 비 접촉방식으로 데이터 정보를 인식하는 RFID(Radio Frequency Identification) 시스템과, 위성으로부터 정확한 시간과 거리를 측정하여 현 위치를 정확히 계산하는 GPS와, 이동통신 분야에서 많이 사용되고 있는 대역확산 기술인 CDMA를 이용하여 원자력발전소 임시저장소로부터 방사성폐기물 처분장까지의 전 과정을 방사성폐기물 개별 드럼 단위로 원격 감시할 수 있는 방사성폐기물 통합 관리 시스템이다.

Abstract

In this paper, we present an integrated management system for radioactive waste, which can keep watch on the whole transporting process of each drum from nuclear power plant temporary storage house to radioactive waste storage house remotely. Our approach use RFID(Radio Frequency Identification) system, which can recognize the data information without touch, GSP system, which can calculate the current position precisely using the accurate time and distance measured from satellites, and the spread spectrum technology CDMA, which is widely used in the area of mobile communication.

1. 서 론

본 시스템은 비 접촉방식으로 데이터 정보를 인식하는 RFID(Radio Frequency Identification) 시스템과, 위성으로부터 정확한 시간과 거리를 측정하여 현 위치를 정확히 계산하는 GPS와, 이동통신 분야에서 많이 사용되고 있는 대역확산 기술인 CDMA를 이용하여 원자력발전소 임시저장소로부터 방사성폐기물 처분장까지의 전 과정을 방사성폐기물 개별 드럼 단위로 원격 감시할 수 있는 방사성폐기물 통합 관리 시스템이다. 또한 아래와 같은 바코드 기술의 제약성을 보완하고자 함이다.

첫째, 방사성폐기물 드럼에 대해 바코드를 이용한 드럼 관련 정보 판독의 경우, 바코드의 정보 저장능력 한계로 인해 서버(Server) 데이터베이스와 연결되어야만 정보 처리가 가능하기 때문에 지속적인 네트워크 안전성 유지의 부담이 있다.

둘째로, 바코드의 경우 내구성이 낮으며 인식률은 ~ 95% 수준으로 신뢰도가 높지 않은 편이며, 아울러 복수 개 바코드의 동시 인식이 불가능하고 인식 속도에도 수초가 소요되는 단점이 있다.

셋째로, 접촉식 또는 초단거리 비 접촉식 바코드 판독 방식에 의해 드럼 바코드 판독자의 방사선 피폭이 불가피하다. 이와 더불어 방사성폐기물 운송의 경우에도, 개별 방사성폐기물 드럼 단위의 감시가 아닌 운송수단의 위치 감시 수준에 머무르고 있어, 최신 IT 기술을 이용해 운송의 보안을 강화할 필요가 있다. 본 시스템은 상기한 제반 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 그 목적은 RFID시스템을 기반으로 정보기기(노트북, PDA 등)를 이용한 방사성폐기물의 일상 감시 지원 및 원자력발전소로부터 방사성폐기물 처분장까지의 개별 방사성폐기물 드럼의 반출/운송/인수 관리를 자동화하고, GPS와 CDMA를 이용해 방사성폐기물 운송 과정을 원격 감시할 수 있으며, 상기의 두 기술의 통합에 의해 원자력발전소 임시저장소로부터 방사성폐기물 처분장까지의 전 과정을 방사성폐기물 개별 드럼 단위로 원격 감시할 수 있는 방사성폐기물 통합 관리 시스템을 제공하여 대국민 안전 및 이해를 제고시키는데 있다.

2. 방사성폐기물 통합 관리 시스템의 구성

가. 방사성폐기물 통합 관리 시스템의 기술구성

1. RFID(Radio Frequency Identification : 무선인식)

RFID 기술은 바코드 시스템과 마그네틱 카드시스템이 우리 생활에 밀접하게 이용되고 있으나 생산방식의 변화, 소비자 의식의 변화, 문화 및 기술의 진보, 바코드와 마그네틱 카드의 단점 해소 요구에 의해 개발된 시스템이다. RFID카드는 비접촉식 카드(Noncontact Card)로서, 다른 접촉식 카드와는 달리 이용자가 카드를 리더(READER)에 삽입하는 시간이 필요치 않으며 기계적인 접촉이 없기 때문에 마찰이나 손상이 없고 오염이나 환경의 영향이 적은 것이 특징이다. 그림 1은 RFID의 데이터 송수신 방식을 도식화한 것으로 안테나에서 지속적으로 전파를 발산하고 있고 데이터가 저장된 카드(TAG)가 그 전파 범위 안에 들어가면 자신이 지니고 있는 ID와 데이터를 안테나로 전송한다. 이때 안테나는 카드에서 전송된 ID를 데이터 신호로 변환하여 PC에 전송하고 PC는 미리 저장된 데이터베이스와 비교하여 필요한 서비스를 제공한다. 전파는 10 KHz ~ 300 GHz가 사용되는데 주로 저주파(134.2KHz)가 사용되고 있고 카드는 일반적으로 메모리 반도체와 코일 및 선택적으로 배터리(Battery)로 구성되며 64bits ~ 8kbytes까지 다양하게 사용되고 있다.

2. GPS(Global Positioning System)

GPS는 GPS단말기에 연결된 안테나로 인공위성을 연결해서 정보를 이용하는 서비스로서, 비행기·선박·자동차뿐만 아니라 세계 어느 곳에서든지 인공위성을 이용하여 자신의 위치를 정확히 알 수 있는 시스템이다. 그림 2는 GPS의 운용방식을 도식화한 것으로 위치 정보는 GPS수신기로 3개 이상의 위성으로부터 정확한 시간과 거리를 측정하여 3개의 각각 다른 거리를 삼각 방법에 의하여 현 위치를 정확히 계산할 수 있다.

3. CDMA(Code Division Multiple Access)

CDMA 시스템은 이동국과 기지국간의 무선망 접속방식을 코드 분할을 통해 사용자 다중 접속하는 방식으로 CDMA 이론은 1950년대에 정립되었고 1960년대에 군사적 무선 통신에 이미 사용되고 있었던 기술이다 사용자 신호가 특정 코드에 의해 곱해져서 실제 무선 매체를 통한 전송에 필요한 대역폭보다 훨씬 더 넓은 대역폭을 차지하면서 더 낮은 전력으로 전송되는 것이 특징이다.

수신자는 송신 측에서 사용한 똑 같은 코드를 가지고 역환산을 할 경우 송신 신호를 정확하게 복원이 가능한 기술이다. 이동국은 가입자가 이동통신망을 이용하여 통신할 수 있도록 하는 단말장치이고, 기지국은 이동국과 무선구간으로 연결되어 이동국을 제어하고 통화채널을 연결시켜주는 시스템이다. 이동국과 기지국을 연결시켜주는 인터페이스부분에서 IS-95에 따라 부호를 분할하여 통화채널을 구분해 준다.

나. 방사성폐기물 통합 관리 시스템의 기술 구성

1. 현장감시단계를 위한 기술 구성

방사성폐기물 통합 관리 시스템을 구축하기 위해 우선, RFID카드를 방사성폐기물 드럼에 부착 후, RFID카드의 64 kbits까지의 저장용량을 이용해 방사성폐기물 드럼 관련 정보를 부호화한 RFID코드를 집적 저장하고, 상기 방사성폐기물 드럼에 일정 거리 이내로 접근하였을 경우 상기 RFID카드에 기억된 RFID코드를 수신하는 수신기를 내장한 휴대 및 이동 가능한 정보기기(노트북, PDA 등)를 구비하여, 정보기기(노트북, PDA 등)를 이용해 무선으로 방사성폐기물 드럼을 일상 감시를 수행하도록 한다.

2. 반출감시단계를 위한 기술 구성

현장 사업소와 인수기관에는 방사성폐기물 드럼에 부착된 RFID카드로부터 방사성폐기물 드럼에 대한 관련 정보를 읽어 반출 및 인수 관리를 자동화할 수 있도록 RF Reader/Writer를 설치하고, 현장 사업소와 감독기관 및 인수기관 사이에 데이터를 송수신할 수 있도록 커뮤니케이션 키트를 구성하여, 처분을 위해 방사성폐기물 처분장으로의 반출 시 RF Reader를 통해 방사성폐기물 관련 정보를 읽어 커뮤니케이션 키트(Communication Kit)를 이용해 감독기관에 보내며 반출 요청을 한 후, 감독기관의 반출승인을 받으면 반출 관련 정보를 RF Writer를 이용해 RFID카드에 기록하고, 또한 커뮤니케이션 키트를 이용해 현장 사업소의 데이터베이스에도 기록하는 구조로 반출 시스템을 구축한다.

3. 운송감시단계를 위한 기술 구성

운송감시단계를 수행하기 위한 기술구성을 그림 3과 그림 4에 도식화하였다. 방사성폐기물 드럼을 처분하기 위해 원자력발전소 현장에서 반출된 방사성폐기물 드럼(RFID카드 부착)을 방사성폐기물 처분장까지 운송할 운송수단에 GPS단말기와 CDMA단말기를 장착한다. 기본적으로는 GPS 단말기(모듈)를 이용해 인공위성으로부터 운송수단의 위치정보1을 전송 받고, 지형/기후 등의 제약조건으로 인해 인공위성으로부터 위치정보1을 전송 받지 못하는 경우를 대비해 병행해서 CDMA단말기(모듈)를 이용해 통신기지국으로부터 $\pm 300\text{m}$ 의 오차범위를 가지는 위치정보2를 전송 받아 대체 위치정보를 사용하도록 구성하고, 인공위성과 통신기지국으로부터 수신되는 신호의 감도에 따라 자동절체되도록 구성한다. 운송수단에 RF리더(READER)를 설치하여 방사성폐기물 드럼의 개별 정보를 무선으로 인식하도록 구성한다. GPS단말기와 CDMA단말기로부터 위치정보를, RF리더로부터 방사성폐기물 드럼의 개별 정보를 입력받아 상황실 즉, 감독기관 및 인수기관에 전송하도록 구성된 CDMA 송신기가 내장된 송신단말기를 운송수단에 설치하여(그림 3 및 그림 4 참조), 위치정보와 방사성폐기물 드럼의 개별 정보를 CDMA 방식을 이용해 통신기지국을 통해 무선으로 원격감시 상황실 즉, 감독기관 및 인수기관에 전송하는 구조로 운송 시스템을(그림 4 참조)을 구축한다.

4. 인수감시단계를 위한 기술 구성

방사성폐기물 드럼이 처분장(인수기관)에 도착하면 방사성폐기물 드럼 관련 정보를 RF Reader를 통해 RFID카드로부터 판독하고, 또한 인수 관련 정보를 RF Writer를 통해 RFID카드에 기록 및 커뮤니케이션 키트를 이용해 인수기관의 데이터베이스에도 기록하며, 또한 커뮤니케이션 키트를 이용해 감독기관에 인수완료 보고를 수행하도록 인수 시스템을 구축한다.

3. 방사성폐기물 통합 관리 시스템의 운용 방법

가. 현장감시단계에서의 운용 방법

현장감시단계는 방사성폐기물 드럼별로 RFID를 부착한 후, 정보기기(노트북, PDA 등)를 이용해 무선으로 일상 감시를 수행한다. 방사성폐기물 드럼별로 RFID카드를 부착한 후, 정보기기(노트북, PDA 등)를 이용해 무선으로 일상 감시를 수행하는 단계이다.

나. 반출감시단계에서의 운용 방법

반출감시단계는 방사성폐기물 처분을 위해 방사성폐기물 처분장으로서의 반출 시 RF Reader를 통해 방사성폐기물 관련 정보를 읽어 커뮤니케이션 키트(Communication Kit)를 이용해 감독기관에 보내며 반출 요청을 한 후, 감독기관의 반출승인을 받으면 반출 관련 정보를 RF Writer를 이용해 상기 RFID카드에 기록하고, 커뮤니케이션 키트를 이용해 현장 사업소의 데이터베이스에 기록하여 방사성폐기물 드럼을 개별적으로 감시하는 단계이다.

다. 운송감시단계에서의 운용 방법

운송감시단계에서는 운송수단을 이용해 방사성폐기물 드럼 운송 시 운송수단의 위치정보와 RFID로부터 판독된 방사성폐기물 드럼 관련 정보를 통신기지국을 통해 감독기관 및 인수기관에 전송한다. 운송수단을 이용해 방사성폐기물 드럼 운송 시 운송수단의 위치정보와 방사성폐기물 드럼에 부착된 RFID카드로부터 판독된 방사성폐기물 드럼 관련 정보를 통신기지국을 통해 감독기관 및 인수기관에 전송하여 원격감시 상황실(감독기관 및 인수기관)에서 방사성폐기물 드럼을 감시하는 운송감시단계이다. 운송감시단계에서는 GPS단말기(모듈)를 이용해 인공위성으로부터 운송수단의 위치정보를 전송 받는 단계와, 지형/기후 등의 제약조건으로 인해 인공위성으로부터 위치정보를 전송 받지 못하는 경우에 대비해 병행해서 CDMA단말기(모듈)를 이용해 통신기지국으로부터 ±300m의 오차범위를 가지는 대체 위치정보를 전송 받는다.

상기와 같은 시스템 구성을 이용하여 감독기관에서에서는 방사성폐기물 드럼의 반출, 운송 및 인수시의 모든 위치정보 및 방사성폐기물에 대한 관련 정보가 데이터베이스에 저장되어 상기 방사성폐기물 드럼을 통합 관리하게 된다.

라. 인수감시단계에서의 운용 방법

방사성폐기물 드럼이 처분장에 도착하면 방사성폐기물 드럼 관련 정보를 RFID로부터 판독하며 또한 인수 관련 정보를 RF Writer를 통해 RFID에 기록 및 커뮤니케이션 키트를 이용해 인수기관의 데이터베이스에도 기록한다. 또한 커뮤니케이션 키트를 이용해 감독기관에 인수완료 보고를 수

행한다.

인수완료 보고 후 상기 현장감시단계와 같이 정보기기(노트북, PDA 등)를 이용해 무선으로 일상 감시를 수행한다.

4. 결 론

이상에서 설명한 바와 같이 본 발명에 따른 RFID와 GPS/CDMA를 이용한 방사성폐기물 통합 관리 시스템에 의하면, RFID의 64 kbits까지의 정보 저장용량으로 인해 서버 데이터베이스와 연결 없이 방사성폐기물 드럼 관련 정보의 직접 저장이 가능하고, RFID를 이용하여 내구성이 높으며 인식률은 99.9% 이상의 높은 신뢰도를 가지며, 아울러 복수개 RFID의 동시 인식이 가능하며 인식에도 0.01 ~ 0.1초밖에 소요되지 않는 장점이 있고, RFID의 복제가 불가능하여 보안성이 크게 향상될 것으로 기대된다. 또한, 비접촉식 원거리(~ 10m 까지) 판독 기능에 의해 판독을 자동화할 수 있으므로 해서, 판독자의 피폭 가능성을 방지할 수 있으며, 방사성폐기물 반출/운송/인수 과정에서, 폐기물 개별 드럼 위치 및 관련 정보의 원격 확인에 의해 원활한 감시 및 작업 통제 수단을 확보할 수 있는 효과가 있다.

5. 참고문헌

- [1] Adel S. Sedra, Kenneth C. Smith, "Micro-electronic circuits", Oxford university press, 1998
- [2] 박세현, "VHDL 기본과 활용", 도서출판 그린, 1998
- [3] "Microchip, microID 125kHz RFID System Design Guide", 1998
- [4] 김철수, 노영준, 홍연식, "전자회로", 음사, 1988
- [5] Albert Paul Malvino, "Electronic principles", McGraw-Hill, 1996
- [6] IEEE 802.11 standard, "Wireless LAN medium access control (MAC) and physical layers(PHY) specifications", 1997.
- [7] IEEE 802.15.3 draft standard, "Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for High Rate Wireless Personal Area Networks (WPAN)", Oct. 2002.
- [8] HomeRF, "Technical summary of the SWAP specification", February 1999.
- [9] T. H. Wu and E. Geraniotis, "CDMA with multiple chip rates for multi-media communications", in Proc. Information science and system, pp.992-997, 1994
- [10] 안호성, 류승문, 나성웅, "binary CDMA 소개", JCCI, VI-A.1.1-4, April 2002.
- [11] 조진웅, 주민철, 서경학, 류승문 "WPAN용 Binary CDMA기술", 한국통신학회지, May 2002.
- [12] 정영태, 김민호, 김명돈, 홍성일, 변건식, 정만영 "GPS 데이터 수신을 위한 하드웨어 설계", 전자공학회 논문지-A 32호 8-18페이지, Ooc. 1995.
- [13] 강성길, 유홍균 "GPS 수신기용 역확산 지연 동기 루프의 FPGA 회로 구현과 성능 분석", 한국통신학회 논문지 22호 506-514페이지 - 1997.03.발행
- [14] 홍성일, 이정호, 변건식, 정만영 "RF 수신부를 내장한 GPS 안테나 시스템의 설계 및 제작", 전자공학회 논문지 - A 33호 99-107페이지 - 1996.06.발행

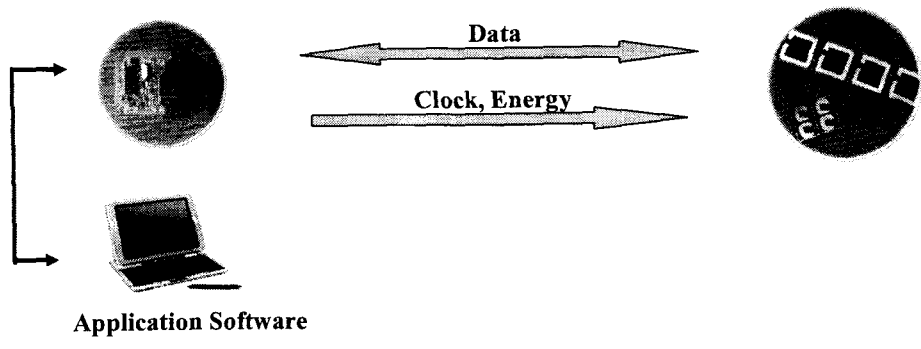


그림 1. RFID의 구성



그림 2. GPS의 응용

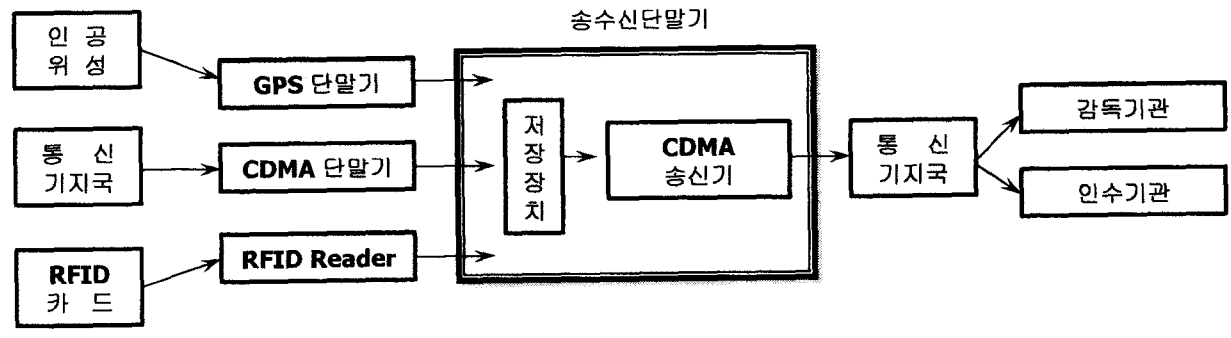


그림 3. 방사성폐기물 운송 시스템 블록도

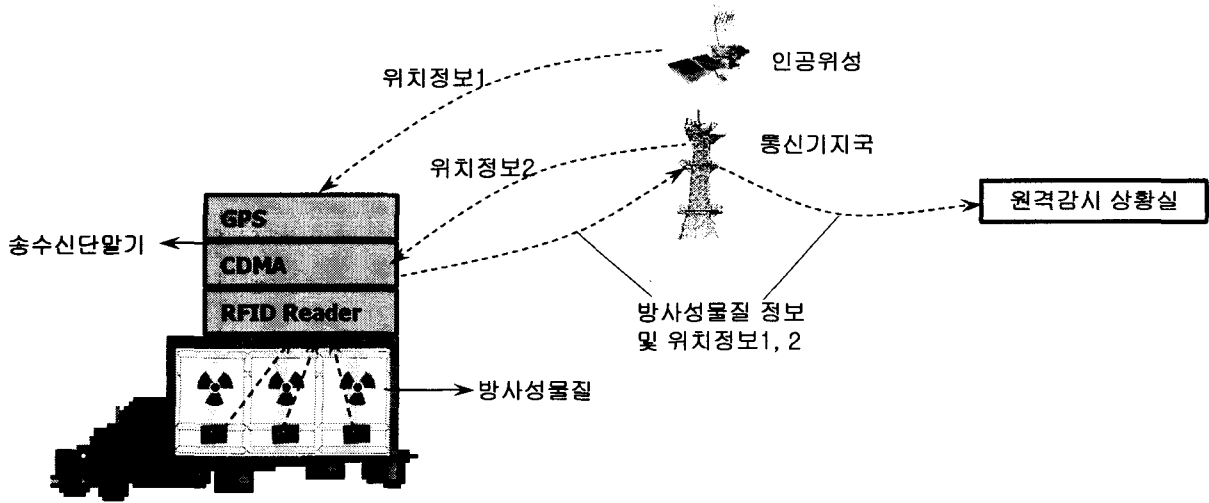


그림 4 방사성폐기물 트럭의 운송 과정

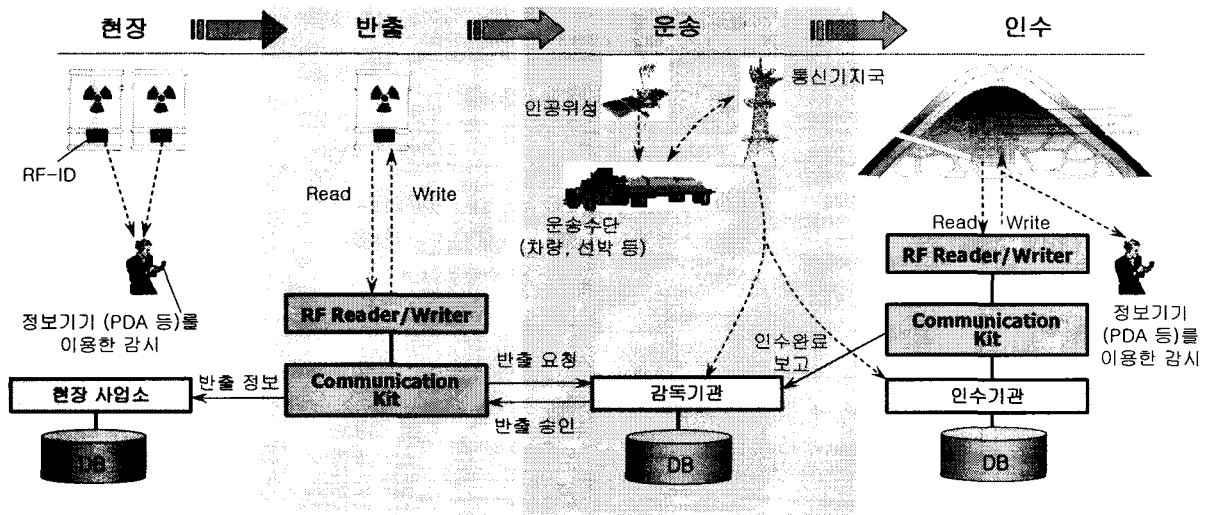


그림 5. 방사성폐기물 통합 관리도