

감염성 폐기물 관리를 위한 RFID 적용에 관한 연구

A Study on Management Method of Infectious Wastes Applying RFID

정 양 제*, 성 낙 창**, 강 현 찬***, 강 대 성*

Lyang-Jae Joung*, Nak-Chang Sung**, Hean-Chan Kang***, Dae-Seong Kang*

요 약

최근 감염성폐기물에 의한 감염성에 대한 위험을 인식함에 따라 감염성폐기물의 관리 및 처리에 관한 문제점들이 사회적으로 부각되고 있다. 이에 본 논문에서는 차세대 핵심 기술인 RFID 기술을 이용하여 감염성폐기물의 발생원에서부터 처리장까지 일련의 과정을 실시간으로 모니터링이 가능하게 함으로써 감염성 폐기물의 비효율적인 처리로 인한 2차 감염 등의 문제를 해결하고자 하였다. 본 논문에서 제안하는 연구를 통해 기존의 현장 관리담당자에 의한 서면작성이나 웹 어플리케이션을 통해 처리되는 전산입력과 같은 관리방식에서 나타나는 오 기재 및 입력오류 등에 대한 문제점은 RFID 태그에 각 절차적 업무사항 저장하도록 하여 모니터링 함으로써 실시간으로 관리 현황을 파악할 수 있다. 그리고 개인인증을 위한 생체정보는 PCA 알고리즘으로 계산된 특정 벡터를 인증용 태그 내에 저장하여 인증이 수행되도록 하였다. 이는 작업자가 폐기물을 취급 주의를 줌으로써 이전보다 체계적이면서 안전한 관리방안을 제안하였다고 하겠다.

Abstract

Recently, as recognizing the risk about the infection of an infectious wastes, the problems about the management and treatment of the infectious wastes stand out ,socially. In this paper, as being possible monitoring whole processing from the origin of the infectious waste to the processing plant, using the RFID which is the kernel technology of the next generation, we tried to solve the second infection problem by inefficient treatment of the infectious wastes. Through the research suggesting in this paper, as storing and monitoring the procedural business articles and the problem about miss-writing and input error being found in management system like documentary writing by the existing manager and computation input by the web application, we can understand the management state, immediately. And the Bio information for the personal authentication is carried out through storing the feature vector calculation by the PCA algorithm, into the tag. It suggested more systematic and safer management plan than previous thing, as giving attention about the wastes to manager.

Keywords : Infectious wastes, RFID, Bio information, Authentication, PCA, Waste management

I. 서 론

오늘날의 도시는 자원이나 에너지의 대량소비를 통해서 발전하여 왔다고 해도 과언이 아니며 지금의 활발한 사회·경제활동이나 풍부한 생활은 자원과 에너지를 사용함으로써 이루어지고 있다. 그러나 대량생산, 대량소비, 대량 폐기 형으로의 사회구조는 도시형 공해와 함께 지구온난화, 산성비, 열대림 감소 등 지구환경에 큰 영향을 주고 있으며 이는 인간 활동이나 경제활동이 생태계에 영향을 미치고 있고 나아가 지구의 미래를 위협할 수 있다는 것을 보여주고 있다. 이제 우리는 경제개발중심에서 환경중심의 경제·사회시스템으로 전환을 요구하는 시대를 맞이하고 있으며 우리나라가 앞으로 지속가능성을 확보하기 위해서는 인구와 자연이 공생하면서 사회·경제활동은 환경부하 저감을 목표로 하는 종합

적인 시책을 전개해 나가야 한다.

의료 활동에 수반되어 의료관계기관으로부터 발생하는 감염성폐기물은 감염성 있는 세균에 의해 오염되어 이로 인한 전염병 등의 잠재적인 위험이 크므로 2차 오염을 방지하기 위하여 보건 위생적으로 그리고 환경적으로 완벽한 처리가 요구된다. 즉 감염성 폐기물이 일반폐기물과 혼합되어 배출되는 사례가 늘어나고, 감염성폐기물을 부정적으로 처리할 경우 AIDS나 간염 등의 질병을 일으킬 수 있는 원인제공이 우려되므로 2차 감염 등의 문제가 발생할 우려가 크다. 그럼에도 불구하고 국내에서는 감염성폐기물을 발생원에서부터 최종처리까지 폐기물처리의 흐름이 원활하지 못하며 이로 인해 적절한 관리가 이루어지지 않고 있는 실정이다 [1]. 본 논문에서는 차세대 핵심 기술인 RFID 기술을 이용하여 사람에게 위해한 감염성 폐기물의 부정적 처리에 따른 2차 감염 문제점을 미연에 방지함은 물론, 발생하는 폐기물을 관리·처리함에 따르는 현실적인 문제점을 해결할 수 있도록 하였다. 먼저 폐기물 관리를 위한 각 절차에 대해서는 RFID 태그에 각 처리 과정에서 업무내용을 태그의 지정 섹터에 기록하여 이전 업무내

*동아대학교 전자공학과 **환경공학과 ***자원공학과

논문 번호 : 2006-4-20 접수 일자 : 2006. 12. 11

심사 완료 : 2007. 1. 23

※본 논문은 2005학년도 공모과제(연구소과제) 연구비지원으로 수행되었습니다.

용 파악 및 실시간 업무 처리 내용이 모니터링이 가능하도록 하였다. 다음으로 감염성 물질을 관리하는 작업자에게 인증카드를 이용하여 작업 시 인증을 받도록 함으로써 작업자의 불순한 의도를 미연에 방지하도록 한다. 작업자 인증카드를 감염성 폐기물을 관리하는 사업장에서의 입·출입 관리 및 인적자원 관리의 용도로도 사용되어 질 수 있다. 인증 카드 또한 제안하는 RFID 기술을 적용하여 통합 관리 시스템에 부가적인 한 부분이라 할 수 있다. 제안한 연구를 통해 이전까지의 비효율적으로 처리되었던 부분과 관리·감독에서의 한계와 업무처리에 소요되는 시간적인 측면, 전산 업무를 수행하기가 현실상 불가능한 작업자의 불편한 업무환경 또한 해결할 수 있다고 하겠다.

II. 관련 연구

1. 기존 폐기물 관리문제

감염성 폐기물은 오염 또는 유출 시 생물학전에 버금갈 만큼 인간과 주변 동·식물에 미치는 영향이 치명적이므로 발생 시점부터 보관, 처리까지의 전체적인 유통과정을 엄격히 관리·감독하여야 한다. 본 논문에서 제안하는 폐기물 관리 시스템은 현재까지의 문제시되었던 업무 과정의 한계와 문제점을 이후에 기술하여 본 논문에서 제시한 해결방안인 RFID 기술의 적용이 발생하는 문제점을 해결할 수 있음을 확인하고자 한다.

가. 관리·감독 문제

전국의 폐기물 발생기관은 의료 업무에서 발생하는 감염성 폐기물에 대해서 종합병원, 병·의원, 동물병원 등 총 4만 5천여 개로 연간 3만 4천여 톤의 감염성폐기물을 배출한다. 전체 발생기관 중 도심지내 인구밀집 지역의 소규모 의원이 차지하는 비율은 84%이상으로 3만 8천여 개에 이른다. 따라서 행정기관에서 이들 업소에서 발생하는 폐기물의 배출에서 운반, 처리에 이르는 일련의 과정을 일일이 관리·감독하기에는 인력과 시간 등 현실적 한계가 존재한다. 결과적으로 이러한 현실적 한계는 일부 종합병원, 병·의원들에서 감염성폐기물의 관리가 형식적이고 허술하게 이루어지고 있다.

나. 전부한 시스템 문제

최근 종합적인 폐기물 관리체계 확보 및 폐기물 적정처리에 대한 효율적인 관리를 위하여 2001년부터 배출자, 운반자, 처리자가 해당 폐기물의 인계인수 내역을 Web을 통하여 직접 입력하는 폐기물적법처리 입증정보시스템을 구축·운영 중에 있다. 그 결과 수기로 작성된 폐기물 인계서를 우편으로 취합하고, 이 종이전표를 대조·확인하기 위하여 인력·시간·비용이 과다하게 소요되었던 문제점을 획기적으로 개선하였으나 모든 문제가 해결되진 않았다.

다. 보관 허용일 문제

감염성 폐기물의 경우 주변 온도의 상승 등으로 인하여 자연적인 오염원이 될 우려가 있으므로 배출·운반·처리자별, 폐기물

종류별 허용 보관일이 법으로 규정되어 있다. 그리고 이의 준수여부 파악이 중요한 점검 기준이 된다. 그러나 사용자의 데이터 입력력에 전적으로 의존하는 현행 시스템의 한계로 인해 실제 법정보관허용일의 준수 여부를 파악하기는 어려운 실정이다.

라. 업무시간 문제

폐기물 적법처리 입증정보시스템을 사용하고 있는 현행 전자인계제도에서는 의사나 간호사가 배출정보 입력 후 폐기물을 배출하는 절차를 따르고 있다. 본연의 업무와 폐기물 배출 업무의 병행으로 인해 폐기물의 인수·수집·운반을 위한 대기시간 및 배출시간이 증가하고, 결과적으로 운반자가 하루에 다수의 배출자로부터 폐기물을 수거하는데 소요되는 시간이 증가되어 폐기물의 적정기한 내 처리에 장애요인으로 대두되고 있다.

마. 업무방식 문제

배출자, 운반자, 처리자가 직접 시스템에 입력하는 인계정보는 다량의 오류정보를 내포하고 있다. 이러한 오류 인계정보의 발생 원인은 대부분 배출자, 운반자, 처리자 간 인계번호 오인식에 의한 오류, 단위 오기재 또는 입력기한 초과 등으로 시스템 효율 저하 및 오류정보에 대한 불필요한 사후 확인 업무 등 행정력 낭비의 원인이 되고 있다.

라. 전산미숙 문제

폐기물 분야에 종사하는 인력의 경우 현실적으로 타 사업 분야에 종사하는 일반 행정직 근로자에 비하여 상대적으로 연령이 높고 교육 수준이 열악하여 시스템에 접속하여 직접 인계 내역을 입력하기 위해 필요한 일정 수준의 PC 활용능력이 부족하다. 따라서 사용자에 대한 강화된 교육을 실시하고 있고, 담당자 변경 등의 사유에 대비하여 시스템 사용법 질의에 대비한 콜센터를 운영하고 있으나 전산입력의 미숙으로 인한 입력오류의 발생 빈도는 계속되고 있다. 위와 같은 문제점으로 의해 지금까지의 폐기물 처리를 위한 시스템에서 발생하는 문제점을 보완하고자, RFID(Radio Frequency Identification)기술을 적용하여 보다 효율적인 방안을 제시하고자 한다[3].

2. 폐기물의 배출특성 및 배출형태

가. 의료기관 현황

배출업소인 의료기관수는 '80년에 13,356개소에서 '95년에 33,377개로 증가율이 '80년 대비 150% 증가하였으나, 그 이후부터는 증가율이 완화되었으며, 2000년도에는 감염성폐기물 배출기관으로 새로 추가·편입된 동물병원, 동물검역기관, 시험·연구 등을 포함하여 감염성폐기물 배출기관 39,892개소로, 이는 전체 지정폐기물 배출업소(68,141개소)의 58.5%에 해당한다.

나. 감염성폐기물의 발생현황

'94년도 9,370톤이었으나, 매년 증가하여 '97년도에는 15,620톤이었고, '99년도에는 18,399톤이었는데, 이는 배출업소당 1일 발생량으로 환산하면 1.3kg에 해당한다. 그리고 2000년도에는 새로 추

가된 기관들에서 배출된 폐기물을 포함하면 전년도에 비해 21.5%가 증가하여 22,350톤으로 국민 1인당 0.48kg에 해당한다. 또한 이러한 폐기물의 종류별 발생량은 조직물류가 1,624톤(7.3%), 기타 폐합성수지류 등이 20,726톤으로 92.7%를 나타냈다.

다. 처리업체 및 처리시설 현황

환경부 집계자료(2001)에 의하면 처리업체는 총 113개이고 그 중 수집·운반업체가 98개, 중간처리업체가 15개였으며, 처리업체의 소각시설은 8개, 저가처리 소각시설은 12개이고, 멸균분쇄시설은 자가처리시설이 3개, 처리업체 시설이 12개였다.

라. 감염성폐기물의 처리현황

22,350톤의 43.3%는 소각처리, 51.3%는 멸균분쇄처리, 1.6%는 재활용, 2.7%는 화장장 소각, 기타처리가 0.7% 그리고 잔존량이 0.4%이었다. 종류별 처리현황은 조직물류(1,624톤)는 49.4%가 소각, 26.7%는 화장장 소각으로 전체의 76.1%가 소각되었고, 조직물류 중 358.9톤은 태반으로 의약품, 화장품 및 연구용으로 재사용되었으며, 폐합성수지류는 55.3%가 멸균분쇄, 42.8%가 소각, 0.8%가 화장장에서 처리되었다. 또한 감염성폐기물의 자가처리는 5.1%에 지나지 않고 대부분(94.9%)이 민간처리업체에 위탁처리하고 있는 실정이다[1][2].

3. RFID 시스템

가) RFID 개념과 동작방식

RFID 시스템은 세가지 구성요소가 조합되어야 제 기능을 발휘한다고 볼 수 있다. 리더(Reader or Interrogator)와 트랜스폰더(일반적으로 tag라고 부른다) 및 컴퓨터 혹은 기타 데이터를 가공할 수 있는 장비들이다. RFID 리더에는 tag를 향하여 전파를 주거나 받아들이는 전자회로 부분을 가지고 있다. 리더내의 마이크로프로세서는 tag로부터 들어오는 신호를 바꿔주거나 그 데이터의 신호를 검증하면서 기억 장치인 메모리에 저장하기도 하며 필요에 따라서는 나중에 송신하기도 한다. 리더에는 전파를 보내거나 받기 위한 안테나를 가지고 있다 안테나는 전파를 주고받을 수 있는 전자회로 부분과 같이 케이스에 포장되어 있거나 혹은 전자회로 부분과 떨어져서 안테나만 단독으로 케이스에 담겨 있는 경우가 있다 tag내에는 다양한 용도와 요구에 맞게 만들어진 IC Chip이 중요한 부분을 차지하고 리더와의 통신을 제어하고 있다. 그림 1에서는 RFID의 동작 방식을 보여주고 있다.

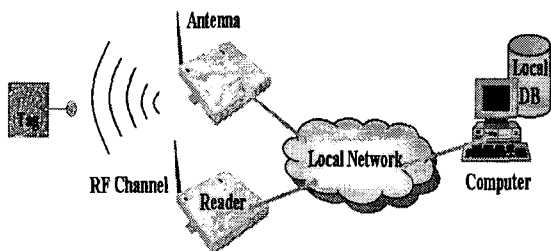


그림 1. RFID 동작 방식.
Fig. 1. RFID operation structure.

Chip내의 기억장치는 몇 개의 다른 구역으로 나뉘지는데 인증번호와 기타 데이터를 기억해두기 위한 자리와 리더로부터 tag의 작동을 위한 신호를 받아서 tag내의 자료를 보내기 위한 자료실이 있는 것이다. tag에도 Chip과 연결된 안테나와 전파동조를 위한 콘덴서가 내장되어 있다 tag내에는 일반적으로 데이터를 주소별로 지정할 수 있는 기억장치를 가지고 있으며 그 용량은 보통 8-bit에서 16-Kbit가 보편화 되어 있다 대부분의 RFID 시스템은 용도에 맞게 설계되고 원활한 작동을 위하여 정해진 주파수와 안테나 크기를 가지고 있으며 안테나를 통하여 리더로부터 방사되어 나오는 전자기장은 적당한 크기의 전자기장 대역폭을 가지고 있다 tag이 안테나의 전자기장 내를 지나가면 리더로부터 나오는 신호를 감지하게 되고 tag내의 저장되어 있던 자료를 리더에 보내기 시작한다.

리더로부터 나오는 전파신호는 통상적으로 타이밍 정보를 tag에 보내면서 tag이 작동하기 위한 전기적인 힘을 제공하게 된다. 리더로부터 나오는 타이밍 정보와 tag으로부터 나오는 데이터는 거의 동시에 일어나게 되고 이미 tag와 리더와 약속된 설계는 데이터를 단일화 되도록 한다. tag에 힘이 가해지고 있는 동안에는 메모리 내의 위치와 주소에 따라 정해진 순서대로 일의 과정을 밟게 된다[4].

나) 태그(tag)

RFID 태그 역시 다양한 유형이 있으므로, 프로젝트 수립 시 주파수 대역이나 활용 시나리오 및 가격 등을 고려하여 적합한 유형을 선정하는 작업을 반드시 거쳐야 한다. 산업표준 단체인 EPCglobal에서는 이를 보다 명확히 하기 위해, 유통 공급 망과 관련하여 6가지 유형으로 RFID 태그를 구분하고 있다.

생산 단계에서 이미 EPC 번호가 부여된 Class 0 태그부터 시작하여 저장 기능 및 배터리 장착 유무 등에 따라 Class 5까지 나누어지지만, 가격 등의 문제로 현재 국내외 주요 RFID 프로젝트들에서는 아직까지 Class 0 나 Class 1을 고려하는 것이 일반적이다[4]. 그림 2는 태그의 Class 구분을 나타내고 있다.

	Class 0	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4	Class 5
Pre-programmed	Factory programmed	User programmed	Read-write passive tag	Semi-passive tag	Active	Active autonomous
Passive / Active	read-only tag	read-only tag	tag	read-write tag	read-write tag	read-write tag
Power / Mode	Passive	Passive	Passive	Semi-passive	Active	Active
Read / Write	Read-only	Read-only	Read-write	Read-write	Read-write	Read-write
Transmission Method	Low	Low	Low	High	High	High
Batteries	No	No	No	Lithium / manganese	Lithium / manganese	Various types possible
Life Span	High	High	Short	High	High	High
Communication Range	Low	Low	High	Mid	High	High
Wireless Mesh Protocol	NO	NO	NO	NO	NO	Yes

그림 2. 태그 Class 구분.
Fig. 2. Tag class section.

리더의 요청에 응답하는 트랜스폰더 태그는 각각의 고유한 시리얼 번호(Serial number)를 저장하고 있다 본 논문에서 사용한 태그는 1Kbyte(1024×8)의 용량을 가지는 ISO 14443-A 형인 Phillips사의 Mifare 태그 IC를 사용하였다. 태그의 EEPROM은 16개의 섹터로 이루어져 있으며, 각 섹터는 16bytes 단위의 4개의

블록으로 구성되어 있다 색터 0번의 블록 0번은 IC 생산자 데이터가 포함되어 있다 각각의 색터는 16byte 단위의 블록 4개로 구성되며, 4번째 블록은 데이터 보호를 위한 키 값을 저장하게 된다 [5][6].

다) 리더(Reader)

RFID 리더(reader)는 일반적으로 미들웨어를 통해 ERP나 SCM 같은 기업용 애플리케이션과 연결된다. RFID 리더는 태그로부터 우선 EPC 코드를 읽어 들이며, 부가적인 정보의 존재 여부에 따라 제품 상세정보나 유통 기간 등도 함께 읽어 들이게 된다. 일단 이 데이터가 수집되면, 리더 내의 소프트웨어가 백엔드 시스템을 통해 EPC 코드를 검사할 수 있으며, 몇몇 비즈니스 시나리오 내에서 리더는 데이터 전송을 감소시키기 위해 복수 대상 물로부터 인식한 정보를 수집한다[6].

라) 미들웨어(Middleware)

RFID 응용소프트웨어는 성격상 분산처리 시스템이라 할 수 있고, 기업이나 산업 현장에 분산되어 설치된다고 볼 수 있을 것이다. 이러한 구성은 연동되는 장치들의 이질성과 복잡성으로 인해 시스템 구축에 있어 복잡도가 증가하게 되고, 이러한 복잡도를 효과적으로 관리할 수 있는 RFID 미들웨어의 필요성이 대두된다. RFID 미들웨어는 리더기 등의 장비를 관리하거나, 이기중 RFID 환경에서 발생하는 대량의 가공되지 않은 데이터를 수집, 필터링하여 의미 있는 정보로 변환하여 응용 소프트웨어 등에 필요한 정보를 제공하는 소프트웨어 플랫폼으로 정의 할 수 있다. 따라서 RFID 응용에서 미들웨어는 아주 중요한 역할을 담당한다고 할 수 있다. 미들웨어의 한쪽 끝은 리더등과 같은 하드웨어와 인터페이스하고, 다른 한쪽 끝은 기업용 솔루션과 같은 기업용 응용 소프트웨어와 연계된다고 할 수 있다. 몇몇 RFID 미들웨어는 데이터 수집 및 전달과 같은 단순한 라우터로서의 역할을 하며, 다른 RFID 미들웨어는 미들웨어의 가치를 향상 시키며, 또한 기업용 애플리케이션과 인터페이스를 제공해주는 보다 지능화된 기능을 포함하기도 한다. 표 1은 세계 RFID 미들웨어 시장 수입 예측치를 보여주고 있다[7][9].

표 1. 세계 RFID 미들웨어 시장 수입 예측치(2003~2011).

Table 1. RFID middleware of import expectation(2003~2011).

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Revenues (\$Million)	25	30	34	48	54	79	120	165	224
Growth Rate	11	14	28	37	40	41	40	38	37

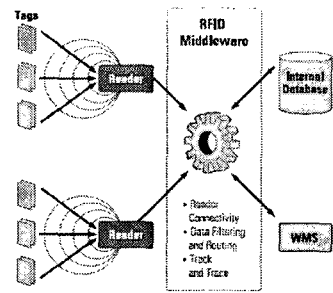
일반적으로 RFID 미들웨어는 다음과 같은 기능을 기본적으로 제공하여야 한다.

- 하드웨어 관리 : 미들웨어는 RFID 리더나 라벨 프린터 등과 같은 하드웨어 컴포넌트와의 환경 구성을 통해 손쉬운 통신을 지원하며, 이들 하드웨어를 관리하기 위한 사용자 인터페이스

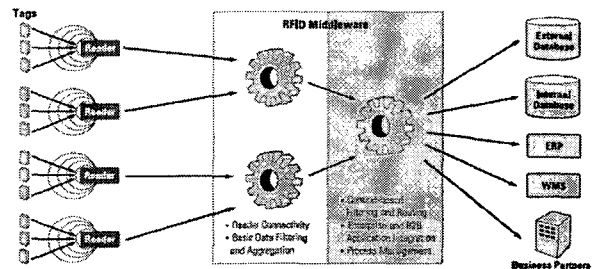
를 제공한다.

- 태그로부터 생성된 데이터 처리 : 태그로부터 RFID 리더에 의해 생성된 방대한 데이터, 즉 리더에 의해 동일 태그가 반복적으로 읽혀졌다거나 잘못 읽혀진 값들을 필터링기법을 통해 적절히 정제한 후 이를 적절한 기업용 애플리케이션 솔루션에 넘기는 역할을 수행한다.

- 아키텍처 제공 : 미들웨어는 사용자가 비즈니스의 필요에 따라 적합한 솔루션을 구축할 수 있도록 기업 환경에 적합한 소프트웨어 아키텍처를 제공해야 한다. 또, RFID 미들웨어는 그림 3과 같이 싱글티어 아키텍처와 멀티티어 아키텍처 2가지로 나뉘 볼 수도 있다.[8]



(A)



(B)

그림 3. (A)싱글티어,(B)멀티티어 RFID 미들웨어 아키텍처.

Fig. 3. (A) Single-tier, (B) Multi-tier RFID middleware architecture.

2. GCR680 시스템

본 논문에서 사용한 GCR680 리더의 모든 전송은 3개의 프로토콜 층에 의해 다루어진다. Command layer는 GCR680 명령들을 해석하고 처리한다. 이러한 명령들은 ROS680이나 OROS 명령이 될 수 있다. code, data, 그리고 parameter들로 구성되어 있다. Transport layer는 메시지 어드레싱, 전송타입 열거 그리고 각 전송의 확인하는 역할을 담당하고 있다. GCR680 transport layer는 TLP224 프로토콜과 GEMPLUS Block Protocol 중 하나를 사용할 수 있다. Physical layer에서는 데이터 전송을 담당하고 있다. GCR680 physical layer는 RS-232 커넥터를 사용한다[11].

가. Command Layer

GCR680 에서는 다음과 같은 형식으로 명령을 보낸다.

| CommCode | Parameters | Data |

CommCode는 명령코드, Parameters는 명령과 같이 보내지는 매개변수 그리고 Data는 명령을 수반하는 적당한 위치의 데이터를 말한다. GCR680은 다음과 같은 형식의 코드로 수신된 모든 명령에 대해 응답을 하게 된다.

| S | Data |

S는 코드의 위치를 식별하는 역할을 수행하고, Data는 적당한 위치에 코드와 데이터를 전송한다.

나. Transport layer

TLP 프로토콜은 다음의 두 단계로 구성된다.

Step 1 : <ACK><LN><MESSAGE><LRC>

ACK는 이전 명령이나 코드상태가 오류 없이 전송이 되면 60h으로 설정된다. LN은 명령이나 코드상태와 같은 메시지의 길이를 의미한다. MESSAGE는 명령이나 코드상태를 말한다. LRC는 ACK, LN 그리고 MESSAGE 코드들의 XOR 결과 값을 나타낸다.

전송도중 에러가 발생하게 되면 아래와 같은 형식으로 응답을 하게 된다.

Step 2 : <NACK><LN><LRC>

NACK은 메시지 전송에서 에러가 발생하면 E0h으로 설정된다. 메시지 길이를 의미하는 LN은 00이 된다. LRC 값은 E0으로 설정된다. 위 Step 2는 각 바이트를 두 개의 ASCII 코드로 보내지게 된다. 예를 들어 3Ah를 전송하면, 소스는 33h나 41h를 보내게 된다. 이것은 다른 장치들이 컨트롤 코드를 해석하는 것을 예방한다. 전송되는 코드의 마지막 부분에는 03h의 값을 가지는 EOT(End Of Transmission)가 더해지게 된다.

다. Physical Layer

RS-232 Protocol은 GCR 680 시리얼 DB9 메일 커넥터로 직접 전송될 수 있다. 그림 4는 DB9 커넥터의 핀 구성 다이어그램이다. DB9 핀은 Rx는 pin 3, Tx는 pin 2, GND는 pin 5로 할당된다.

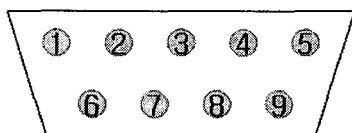


그림 4. DB9 connector pin 구성.
Fig. 4. Pin form of DB9 connector.

본 논문에서 제안한 감염성 폐기물 관리를 위한 RFID 시스템은 다음과 같은 단계로 구현된다. Step 2의 명령의 이동경로를 그림 5에서 보여주고 있다.

Step 1 : 장치 연결 초기화

OpenChannel() : 장치의 채널을 연다

OpenSession() : 장치의 세션을 연다.

Step 2 : GCR680 protocols

RESET : 안테나 필드 내의 모든 카드 초기화한다.

ATR(Answer to Reset)로 인해 전원 전압이 결정 및 프로토콜을 결정한다.

REQUEST (ALL) : 안테나 필드 내에 있는 휴지상태가 아닌 (활성화된) 카드에 카드 타입 리턴을 요구한다.

Anticollision : 안테나 필드 내에 있는 모든 카드로부터 시리얼 넘버 검색한다.

SELECT : read/write전에 반드시 이 명령을 수행. 카드의 메모리 사이즈를 리턴 한다.

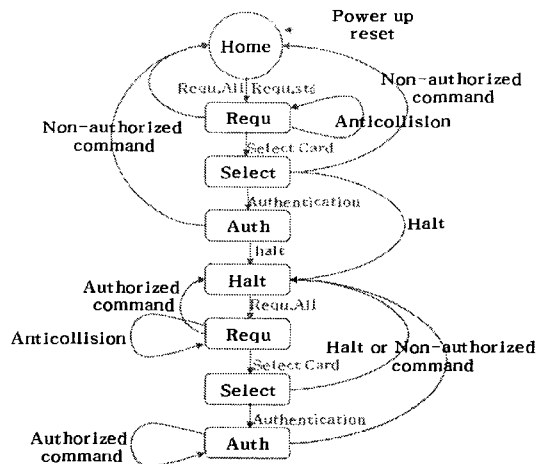


그림 5. 제어 명령 흐름도.
Fig. 5. Control command.

Step 3 Load Key

- 각 섹터로의 이동을 위한 키 값을 입력한다.

Step 4 인터페이스 명령

READ : 데이터를 읽어온다.

WRITE : 데이터를 쓴다.

Step 5 : 장치 연결 초기화

CloseSession() : 장치의 세션을 닫는다.

CloseChannel() : 장치의 채널을 닫는다.

III. 제안 시스템의 기술 구성

제안 시스템은 세부적으로 다음과 같이 구성된다. 첫 번째, 반입시스템 구성에서는 최초 발원지로부터 발생한 폐기물은 지정된 보관 창고에 반입하는데 필요한 정보 즉, 반입일자, 폐기물 종류 및 중량, 반입을 담당할 담당자의 이름이 자체 tag 프린터기에서 발행된다. 이러한 정보들은 tag에 write 되면서 동시에 해당기관의 통합시스템에서 관리되는 Database에 기록이 된다. 상급기관에서는 이러한 통합시스템을 통해서 입고되어 있는 폐기물을 필

요시 언제, 어디서든지 개인 인증과정을 통해서 관리, 감독이 가능하다. 두 번째, 반출시스템 구성은 지정창고에 보관 중이거나 발원지로부터 바로 반출되어지는 폐기물에 대해서 시스템에서의 고정형 RFID 리더를 통해서 많은 양의 폐기물을 신속히 처리할 수 있도록 한다. 지정창고 보관중인 폐기물을 반출할 때에는 반출업무를 담당하는 담당자의 정보와 반출일자, 기타 반출정보를 입력하여 이후의 처리절차로 넘겨지게 된다. 발원지에서 발생한 폐기물을 반입절차 없이 바로 반출할 경우에는 반출 시스템의 자체의 태그 프린터기를 사용하여 이전 반입시스템에서의 입력정보와 반출정보를 입력하여 다음의 절차로 이동하게 된다. 세 번째, 운반 시스템 구성은 반출되는 감염성폐기물을 인수하여 최종 처리장으로 운반하게 된다. 운반 시스템에서는 반출절차에서 인수되어 질 때의 인수일자와 인수하여 운반하게 될 차량번호와 운반 담당자, 운반하게 될 감염성폐기물의 양을 운반 담당자의 휴대용 리더기를 통해서 태그에 자동적으로 입력하게 된다. 마지막 네 번째, 처리 시스템 구성은, 모든 절차의 최종적인 단계로 운반되어진 감염성 폐기물을 최후처리(소각)를 하게 된다. 운반자는 처리장에 감염성 폐기물을 인계하여 해당 처리장의 담당자는 인계되어진 감염성 폐기물의 태그정보를 확인하여 이상 유무를 검토하여 폐기물을 처리한다. 각 절차에서 태그에 입력되는 정보는 상급기관의 통합시스템 DB에 동시에 전송되며 이러한 정보는 차후 기관 감사 시에 확인정보로 사용될 수 있다. 그림 6은 제안 시스템을 구성하고 있는 각 절차를 보이고 있다.

그림 2에 HM-Net 인식 시스템의 전체 구성을 나타내었다. 이하에 인식 시스템의 핵심인 인식 알고리즘에 대해 간략히 설명한다.

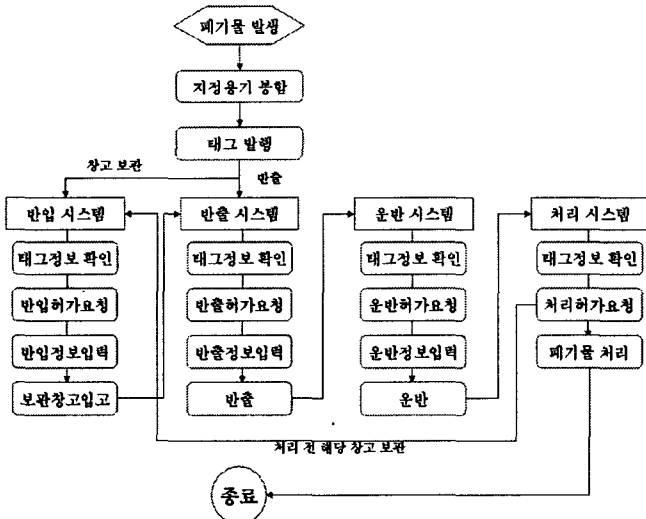


그림 6. 시스템 순서도.

Fig. 6. Management system procedure.

반입, 반출, 운반 그리고 처리까지의 모든 업무를 수행함에 있어서 해당 작업자는 개인인증 카드 등을 통해서 인증확인을 하여야 한다. 이는 해당 업무에서 예기치 못하게 발생하게 될 문제에 대해서 원활히 해결하기 위한 부가적인 제도라 할 수 있겠다. 제안하는 감염성 폐기물을 효율적으로 관리하기 위한 RFID 시스

템은 앞서 언급한 두 부분의 연동이 기존의 다른 시스템 보다 효율적일 뿐만 아니라 비용문제에서도 더 저렴하다고 예상된다. 아래의 그림 7에서 폐기물 관리와 개인인증 시스템을 Diagram으로 나타내고 있다.

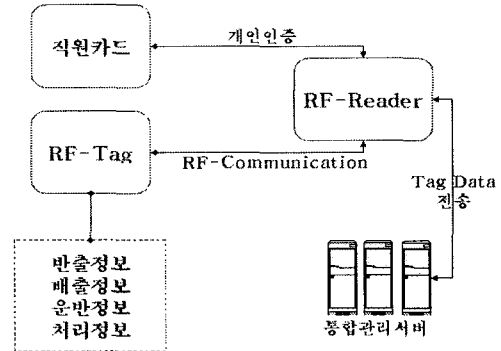


그림 7. 관리 및 인증 시스템.

Fig. 7. Management and authentication system.

3. 개인 인증

감염성 폐기물을 효과적인 관리를 위해서 폐기물을 보관, 운반 등의 업무를 담당하는 해당 직원의 개인 인증을 정확히 함으로써 차후 발생하는 사고 상황을 신속히 파악하여 사고대처를 원활히 해결할 수 있다. 본 논문에서는 제안하는 개인 인증 시스템은 감염성 폐기물 관리를 위해 제안한 RFID 시스템을 개인 인증 시스템에도 적용하여 시스템 구축이 좀 더 용이하게 할 수 있다. 본 논문에서 제안하는 개인 인증 시스템은 개인 직원 카드를 이용하여 개인의 생체정보를 태그에 저장하여 인증 받을 수 있는 시스템을 제안한다. 그림 8에서 제안 하는 개인 인증에 대한 전반적인 구성을 보여주고 있다.

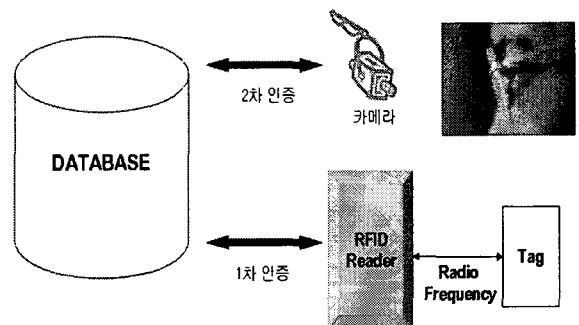


그림 8. 직원 개인 인증.

Fig. 8. Personal authentication.

본 논문에서는 PCA 알고리즘[13]을 이용한 얼굴의 특징을 추출과 추출된 얼굴 영상의 특징 벡터들을 고속 학습하고, 각 영상의 최적의 특징을 구성할 수 있는 해마 신경망 모델링 알고리즘을 이용한 RFID 얼굴인식 시스템을 제안하고자 한다. 이 시스템은 추출된 얼굴 영상의 특징 벡터들을 각각의 사용자의 태그에 저장하고 개인 인증 시 얼굴 영상의 입력과 비교 및 판독에 사용

하도록 한다. 태그의 생체정보와 입력 얼굴영상에서 추출한 특징 벡터가 일치하여야만 Database에 접근이 가능하며, 만약 하나라도 만족하지 못하면 인증은 실패한다. 얼굴영상에 대한 특징 [128]개의 특징데이터를 태그에 입력 가능한 코드(Hex Code)로 변환하여 태그 인증을 수행하게 된다. 그림 9는 얼굴의 특징벡터를 추출하여 태그에 입력하기 위한 데이터 포맷으로 변환한 것이다.[17]



그림 9. 특징 데이터 변환.
Fig. 9. Feature date transform.

태그의 입력을 받은 후 얼굴영상을 입력받아 제안하는 개인 인증 과정을 거치는 동작흐름을 그림 10에서 나타내었다.

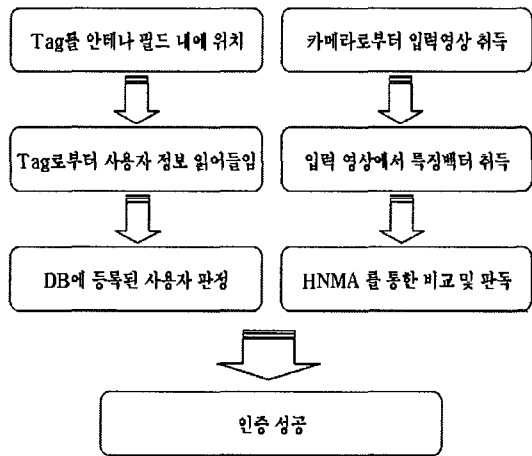


그림 10. 인증 과정.
Fig. 10. Authentication process.

그림 10과 같이 사용자는 tag를 통한 인증 절차와 작업장에 설치된 카메라를 통한 인증절차 이 두 절차에서 인증되어야 한다. 첫 번째로 tag를 통한 인증 절차는 리더의 안테나 필드 내에 직원 카드를 위치시키면 리더는 tag로부터 직원 개인의 정보를 읽어 들이게 된다. 이후 DB에 등록된 직원임을 판별하여 승인에 합당한 직원에 대해서 1차적인 인증을 거치게 된다. 두 번째로는 작업장에 설치된 카메라를 통해서 사용자는 자신의 얼굴영상을

입력하게 된다. 카메라로 입력된 영상에서 특징벡터를 추출하고 이후 신경망 구조를 통해 DB에 등록된 데이터와 비교·판독 후 인증수행을 마치게 된다[17][18].

IV. 실험 및 실험결과

본 논문에서는 1356Mhz 대역을 사용하는 GEMPLUS 사의 GemEasyLink 680SP 를 사용하였다. 태그는 1Kbyte(1024 × 8)의 용량을 가지는 ISO 14443-A 형인 Phillips사의 Mifare 태그 IC를 사용하였다. 태그의 EEPROM은 16개의 섹터로 이루어져 있으며, 각 섹터는 16bytes 단위의 4개의 블록으로 구성되어 있다. 섹터 0번의 블록 0번은 IC 생산자 데이터가 포함되어 있다. 각각의 섹터는 16byte 단위의 블록 3개로 구성되며, 4번째 블록은 데이터 보호를 위한 키값을 저장하게 된다. 카드의 어떤 섹터의 접근명령을 얻기 위한 인증이 수행되어지기 전에, 응답키는 리더안의 ASIC 에 로드되어야 한다. 여기서 ASIC메모리는 각각 카드의 섹터에 부합하는 16섹터로 나뉘지는데, 만약 전달코드가 섹터에 로드되어진 키와 함께 주어진다면 ASIC 섹터들의 쓰기 명령이 허용된다. 리더는 표 5와 같이 섹터의 의해 다양화 되어진 전달코드를 가진다. 표 2의 전달코드들은 표 3의 Format으로 리더의 Read / Write와 같은 명령들을 수행하게 된다.

표 2. 각 섹터별 전달코드.

Table 2. The Sector transport codes.

Sector 0	BD DE 6F 37 83 83
Sector 1	14 8A C5 E2 28 28
Sector 2	7D 3E 9F 4F 95 95
Sector 3	AD D6 6B 35 C8 C8
Sector 4	DF EF 77 BB E4 E4
Sector 5	09 84 42 21 BC BC
Sector 6	5F AF D7 EB A5 A5
Sector 7	29 14 8A C5 9F 9F
Sector 8	FA FD FE 7F FF FF
Sector 9	73 39 9C CE BE BE
Sector 10	FC 7E BF DF BF BF
Sector 11	CF E7 73 39 51 51
Sector 12	F7 FB 7D 3E 5A 5A
Sector 13	F2 79 3C 1E 8D 8D
Sector 14	CF E7 73 39 45 45
Sector 15	B7 DB 6D B6 7D 7D

표 3. Interface 명령어.

Table 3. Interface command.

Read command				
Format	CLA	INS	P1 P2	Lc (dec)
	0x94	0xB8	P1 P2	16
Response	Data			SW1, SW2
Write command				
Format	CLA	INS	P1 P2	Lc parameters/data
	0x94	0xD8	P1 P2	16 data
Response	-			SW1, SW2
Transfer command				
Format	CLA INS P1 P2			
	0x94 0xDA P1 P2			
Response	-			SW1, SW2

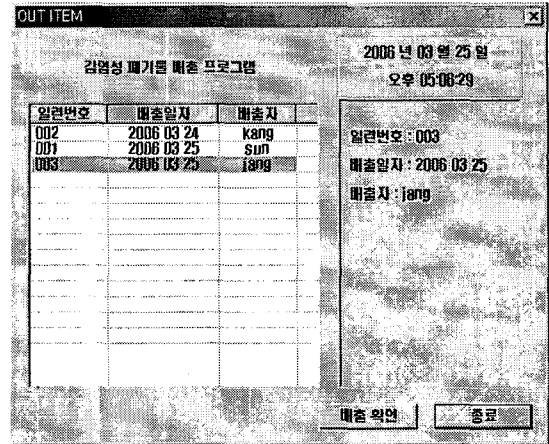


그림 12. 폐기물 배출 처리.
Fig. 12. Exhaust process.

본 실험에서 제안하는 감염성 폐기물 관리 시스템은 크게 4부분으로 구분될 수 있다. 첫 번째로 폐기물이 발생하여 지정용기 봉하여 보관창고로 입고되는 반입부, 두 번째로 폐기물을 보관창고에서 반출하는 배출부, 폐기물을 수집하고 운반하는 운반부, 운반된 폐기물을 소각 처리하는 처리부로 처음 반입부에서부터 마지막 처리부까지 모든 절차에 대한 정보는 네트워크를 통해 모니터링이 가능하다. 실험을 위해 구현된 프로그램은 Pentium 4 윈도우 XP 운영체제에서 Visual C++로 구현되었다. 최초 수거된 폐기물을 지정 용기에 봉합하여 분류별로 태그를 발행하게 된다. 태그에는 폐기물의 종류와 수거일자, 그리고 중량이 저장되어 보관 창고에 입고된다. 아래의 그림 11에서 폐기물 보관창고 입고 시에 운영되는 프로그램 동작화면이다.

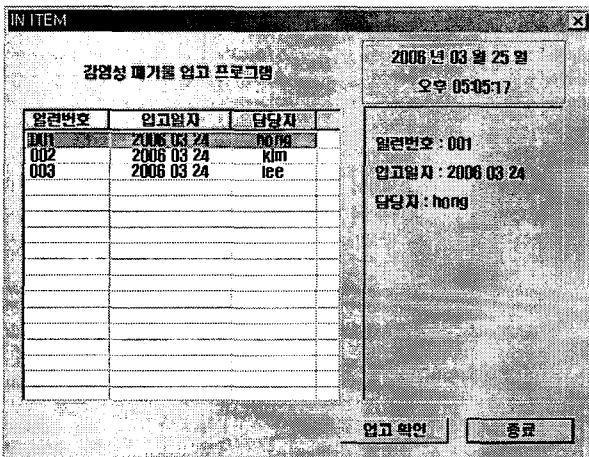


그림 11. 폐기물 입고 처리.
Fig. 11. Storage process.

배출부에서는 감염성 폐기물의 입고 및 운반자에게 인계시의 배출정보 등을 관리하게 된다. 입고된 감염성폐기물은 운반자를 통해 소각 처리장으로 운반된다. 이때 보관 창고에 설치된 고정형 리더기를 통해 배출일자, 운반수량, 차량번호 및 운전자 등이 태그에 저장된다. 본 실험에서는 그림 13에서 운반부에서 처리되는 데이터를 확인할 수 있다. 운반부로부터 인수한 폐기물을 처리장 입구에 설치된 고정형 리더기를 통해 태그 정보를 읽어 들이고, 배출시점으로부터의 모든 정보를 비교하여 정보의 일치여부를 확인하게 된다. 그림 14를 통해 처리부에 관리되는 데이터를 확인할 수 있다.

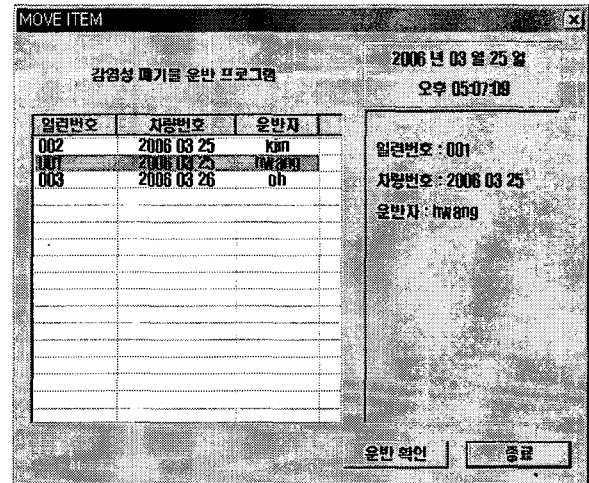


그림 13. 폐기물 운반 처리.
Fig. 13. Transport process.

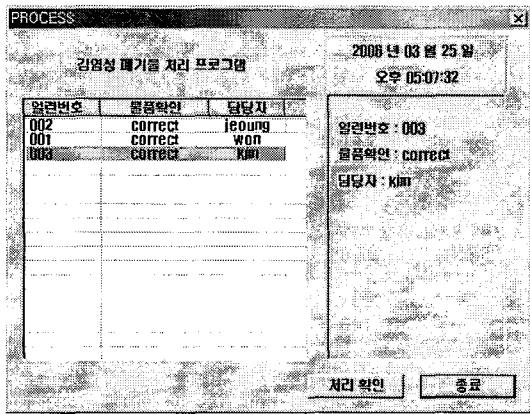


그림 14. 폐기물 처리확인.

Fig. 14. Final process.

본 논문에서는 입력 얼굴 영상 및 학습을 위한 얼굴 영상은 영상 내의 얼굴의 크기와 위치를 맞추는 전처리 과정을 통하여 얼굴 인식이 제대로 수행되게 하였다. 얼굴 인식에서 가장 중요한 특징이라 할 수 있는 눈의 위치를 맞추도록 하였다. 얼굴 영상의 각 눈의 가운데 두 점을 영상 내 지정 위치에 오도록 2D 유사 변환(affine transformation)을 수행하였다. 그 뒤 배경의 영상을 없애기 위하여 윈도우 영역을 정의하여 얼굴을 잘라내었다. 영상을 축소하는 down sampling 과정에서 경계선들의 정보를 유지하기 위해 잘라낸 얼굴 영상에 번짐 효과(blurring)를 주고 64x64 픽셀 크기로 down sampling을 수행하였다. 그 후 각 영상을 gray level로 변환하였다.

추출된 특징벡터는 학습되어 데이터베이스에 저장하였다. 이는 인증과정일 때 태그에 저장되어 들어올 특징벡터와 얼굴영상에서 입력될 특징벡터들과 비교되어 진다. PCA와 LDA를 혼합하여 구한 특징벡터의 크기는 512byte 정도이다. 이를 태그에 저장한 후 영상입력을 제외한 인증 동작을 확인 하였다. 그림 15와 표 4에서 인증결과를 확인할 수 있다.



그림 15. 태그 인증결과.

Fig. 15. RFID biometric authentication system demo.

표 4. 인증 시도 결과.

Table 4. Authentication test result.

인증 시도 횟수	인증 성공	인증률(%)
200	192	96.00

태그에 저장된 정보를 비롯한 모든 정보는 중앙통제를 위한 웹 서버에 실시간으로 전송되어 중앙에서 관리감독이 가능하다. 그림 16은 본 논문에서 제안하는 시스템의 전체 구성도를 보여주고 있다.

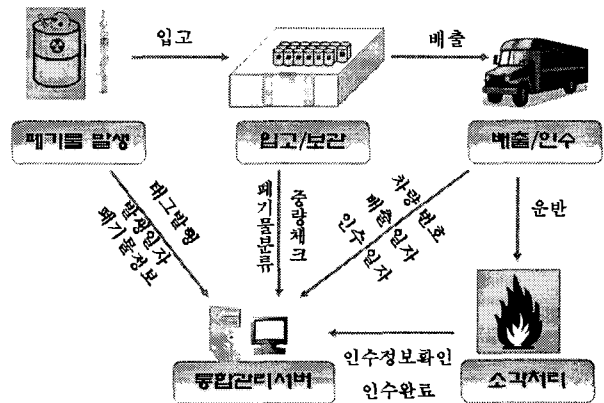


그림 16. 시스템 구성도.

Fig. 16. System architecture by stage.

V. 결론

본 논문에서는 감염성 폐기물을 관리되는 현 실태와 그 문제점에 해결하기 위한 방안으로 RFID 기술을 적용하여 감염성 폐기물을 관리하는데 보다 효과적인 방안을 제안하였다. 기존의 관리담당자에 의한 서면작성이나 웹 어플리케이션을 통해 직접 입력하는 방식에서 오는 인력 및 경제문제를 효과적으로 해결하는 한편, 바코드를 이용한 시스템 또한 바코드에 담을 수 있는 정보가 RFID 태그와 비교하여 볼 때 그 정보양이 충분하지 못하다. 본 논문에서 제안한 연구를 통해 이전까지의 비효율적으로 처리되었던 부분과 관리·감독에서의 한계를 해결할 수 있다고 하겠다. 본 실험에서는 각 절차에 대한 RFID 동작을 구현된 프로그램을 통해 확인하였다. 또한 직원 인증위한 직원카드 내에 생체정보를 입력하여 폐기물관리의 철저한 관리체계를 구축하였다고 하겠다. 논문의 실험에 사용된 GEMPLUS사의 GemEasyLink 680SP 리더와 Phillips사의 Mifare 태그 IC로 실제 구상된 시스템보다 축소된 규모로 실험을 하여 본 연구가 실제 현장에 구축 시에 어떠한 문제점이 발생할지에 대해서는 향후 과제로 남아 있다고 볼 수 있다. 향후에는 본 연구를 통해 나타날 수 있는 실제 현장에서의 문제를 파악하고 해결하여 현장에 적용하여 보아야 할 것이다.

참 고 문 헌

[1] 환경부 산업폐기물과, 감염성폐기물 관리요령. 2005. 1
 [2] 환경부, 제2차 국가폐기물관리종합계획(2002~2011). 2002
 [3] 조수준, 사업장 지정폐기물 효율적 관리방안에 관한 연구. 2002. 2
 [4] Klaus Finkenzeller, RFID Handbook. Wiley&Sons LTD, 1999.
 [5] 표철식, 채종석, RFID 기술 및 표준화 동향. TTA 저널 제95호,
 [6] 정민화, RFID 기술 및 표준화 동향. 기술표준동향, 2004. 12
 [7] 김완석, RFID 응용과 분류 IITA ITFIND 주간기술동향. 통권 1177호, 2004. 12
 [8] 최윤석, 세상을 바꾸는 RFID Technology. 한국오라클, 2005. 10
 [9] 한국 RFID/USN 협회, RFID 미들웨어 도입지침. 2005. 9.
 [10] 김창환, RFID 응용 및 추진동향. 전자정보센터 IT 리포터, 2005. 2
 [11] Gemplus, "GCR680 Reference manual" 1995
 [12] 송덕용 최성수 한병섭, "방사성폐기물 통합 관리 시스템", 한국방사성폐기물학회 가을 학술논문집, 572-578, 2003.
 [13] Kandel, E.R. et al., Principles of Neural Science, 4th edition. McGraw-Hill
 [14] Witter M.P., Groenewegen H.J., Lopes de Silva F.H., Lohman A.H.M.(1989) "Functional organization of the extrinsic and intrinsic circuitry of the para hippocampal region", Prog Neurobiol 33, 161-253.
 [15] 이케가야 유지, 이토이 시게사토, 해마. 은행나무, 2003.
 [16] 민병경, 민병경의 재미있는 뇌 과학 이야기. <http://mind21.net/scienceall-7.htm>.
 [17] 오선문, 강대성, "얼굴인식을 위한 해마의 뇌모델링 학습 알고리즘 개발", 대한전자공학회, 42권, SP편, 5호, pp. 55-62, 2005. 9
 [18] 이재용, 정양재, 김장희, 강대성 "RFID와 생체인식기반 다중보안 시스템 구현", 한국신호처리시스템학회 하계 학술논문집, 2006. 6



정 양 재(Lyang-Jae Joung)
 2004년 동명정보대학교 컴퓨터공학 (공학사)
 2007년 동아대 전자공학과(공학석사)

관심분야 : 영상처리, 패턴인식. RFID



성 낙 창(Nak-Chang Sung)
 1984년 동아대학교 환경공학과(공학석사)
 1992년 동아대학교 환경공학과(공학박사)
 ~ 현재 동아대학교 환경공학과 교수

관심분야 : 수질처리, 유기성폐기물처리, 상하수도



강 현 찬(Hean-Chan Kang)
 1981년 동아대학교 금속공학과(공학석사)
 1986년 동아대학교 금속공학과(공학박사)
 ~ 현재 동아대학교 자원공학과 교수

관심분야 : 자원소재, 폐기물 자원화, 자원재활용



강 대 성(Dae-Seong Kang)
 1984년 경북대 전자공학과(공학사)
 1991년 Texas A&M 대학교 전자공학과 (공학석사)
 1991년 Texas A&M 대학교 전자공학과 (공학박사)

1995년~현재 동아대학교 전자공학과 교수.
 관심분야 : 영상처리, 비디오 색인·검색, 영상압축