
RFID와 연계한 인체자원관리 시스템 설계

김기봉*

The Design of Intelligent Human Cell Management System with RFID

Ki-Bong Kim *

요 약 극저온 환경에서 인체자원 관리의 효율성을 극대화하기 위해 센서네트워크 장비들과 의료정보를 공유할 수 있는 지능형 시료케이스의 RFID 태그를 다중으로 감지하는 기능을 위한 미들웨어와 최적화된 사용자 인터페이스를 설계하고, 유전자원업무 프로세스에서 나타나는 특정 업무를 복합기에서 수행 할 수 있도록 설계하였다.

주제어 : 인체자원, 인체자원은행, 극저온 RFID, RFID 미들웨어, 소켓 클라이언트, 시료케이스,

Abstract In order to maximize an efficient management of human cell resource under the cryogenic environments, in this paper, a middleware is introduced to support the function for multiple-perceiving RFID tags of intelligent sample case which can share medical information between sensor network devices. Optimized user interface is also designed for that. On based of the designing, special tasks required of a genetic resource working process can be processed on Complex Machine.

Key Words : Human Cell, Bank of Human Cell, cryogenic temperature RFID, RFID Middleware, Socket Client, Sample case

1. 서론

인체자원(Human Cell)은 의료분야에서 신약개발과 의학연구의 리서치 단계, 임상/생산 공정 개발단계, 임상을 마친 후보물질에 대한 승인과 인증단계, 승인 신약의 생산에 효과와 신뢰성을 입증하는 중요한 시험매체이다. 보통 신약 1개에 대한 개발은 대략 1조의 경제력이 필요하며 기간도 10~15년 정도가 소요되며, 비용의 75%가 임상시험 및 시판 후 조사에 사용되고 있다. 특히, 의료용 연구와 임상시험을 위한 맞춤형 인체자원(세포)의 확보는 기간과 비용에 막대한 영향을 주는 요인으로 인식되고 있다[1][5][7].

인체자원은 의사가 환자를 진료하면서 검사용 검체를 추출하고 나머지를 인체자원으로 선별하며 채집된 인체자원을 특정 용기에 담아 냉동보관하게 된다. 이에 사용

되는 극저온 냉동고는 영하 -80℃에서 -200℃로 하나의 냉동고에 약 35,000개의 인체시료를 보관할 수 있으며, 현재 수작업과 바코드에 의해 위치표시 및 검체정보를 관리하고 있는 실정이다[1][10][11].

우리나라는 현재 중앙인체자원은행 1곳과 각 인체자원은행지부 20곳을 지정하여 극저온냉동장치 및 시설과 인력을 지속적으로 투자하여 운영 중에 있다. 이들 대부분의 자원은행들은 현재 수작업과 바코드에 의해 위치표시 및 검체정보를 관리하고 있는 실정이다[5].

또한 개별 인체자원은행별로 비 표준화된 자원관리시스템을 활용하고 있어 확정성이 미흡하고, 은행별 소프트웨어 유지보수 비용이 지속적으로 소모되고 있으며, 개별 병원의 운영 공간, 비용 및 전산요원을 운영하고 있는 실정이다.

이는 임상·진단·역학·정보 등의 자원 특성 정보가 자

*본 논문은 2012년 대전보건대학교 교내연구비 지원에 의한 논문임

*대전보건대학교 컴퓨터정보통신과 교수

논문접수: 2013년 2월 26일, 1차 수정을 거쳐, 심사완료: 2013년 3월 20일, 확정일: 2013년 3월 20일

원관리시스템과의 이원화된 병원전산관리 시스템의 관리에 따른 인체자원 활용이 제한되는 한계점이 있다. 또한 인체자원의 채취, 보존, 분양, 활용 등 일련과정에서 사용자 간섭 과정이 많아 잠재적 오류가 높다.

따라서 전문성과 표준성을 포함하는 인체자원은행 관리 환경의 지능화, 자동화, 고 효율화에 대한 필요성이 나타나고 있는 실정이다.

본 논문은 기존의 업무 흐름을 참조하여 출고 목록, 바스 구성, 시료케이스 정보, 시료 정보 등 다양한 정보를 사용자 편의성을 높이고 업무를 효과적으로 처리할 수 있는 사용자 인터페이스를 설계하고, RFID 태그가 부착된 지능형 시료케이스 101개를 동시에 처리할 수 있도록 맞춤형 RFID 미들웨어를 설계하고, RFID 시스템에서 병원관리시스템의 기능을 대체하는 인체자원관리 시스템과 인체자원은행의 특정업무 일부의 연동을 하는 시스템을 설계하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련연구로써 기존연구를 분석하고, 3장에서는 분석된 연구를 기반으로 RFID와 연계한 인체자원관리 시스템 설계를 위해 인체자원 은행 복합기 미들웨어, 인체자원 맞춤형 UI, 인체자원 맞춤형 소켓 클라이언트에 대해 설계를 하고, 4장에서 결론을 맺었다.

2. 본론

2.1 인체자원

차세대 성장 동력으로 인정받고 있는 의료분야는 맞춤형의료, 바이오 의료산업, U-Health의 대중화, 의료서비스의 글로벌화와 소비자주의 확산으로 요약할 수 있다.

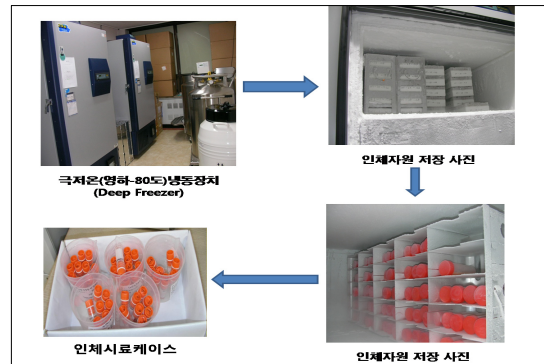
이중 바이오 의료산업은 인류의 건강한 삶의 질과 생명 연장이라는 화두에서 시작하여 불치병의 치료, 신약 개발과 바이오 인공장기의 개발을 효율적으로 진행하는 정보기술은 필수조건으로 연계되어 있다[1][2][3].

의료분야에서 신약개발과 의학연구는 리서치 단계, 전 임상/임상/생산공정 개발단계, 임상을 마친 후보물질에 대한 승인과 인증 단계, 승인 신약의 생산 및 마케팅으로 분류할 수 있다[6][7][10].

이중 전임상과 임상단계는 신약의 효과나 부작용을 검증하는 단계로 많은 기간과 샘플이 요구된다. 의료용 연구와 임상시험을 위한 맞춤형 인체자원(세포)의 확보

는 기간과 비용에 막대한 영향을 주는 요인으로 인식되고 있다[5][6][8].

국내 의료기관 및 연구소에서는 위와 같은 인체자원의 중요성을 인지하여 1990년대 초반부터 각 대학병원에 인체자원은행을 두어 다양한 케이스(Case)의 인체자원을 보관하고 있다. 그러나 극저온 환경에서 수많은 인체조직을 수작업으로 관리하다 보니 각 냉동장치별 체계적 관리나 의료정보에 대한 연계가 불가능한 실정이다[그림1].



[그림 1] 극저온 의료용 인체자원 관리 현황

또한 생명윤리법에서 지정하는 의학연구 및 검사용 인체시료 사용에 대한 관리가 전무하여 신뢰성과 객관성을 보유한 결과 검증에 많은 어려움을 나타내고 있다 [5][9].

현재 저온 환경에서 센서 네트워크는 스마트콜드체인(Smart Cold Chain)이라는 개념으로 발전하고 있다[8]. 국내 의료분야는 의약품과 혈액 유통에 시험적으로 적용한 사례가 있으나 극저온 의료 환경에서 인체자원 관리에 사용된 예는 전무하다. 특히 스마트 콜드체인 환경에서 사용되는 RFID 태그는 영하 40℃ 이상의 환경에서만 작동되는 것으로 알려져 있어 극저온(영하 80℃이하)에서 적용하기가 불가능하였다[2][8].

따라서 극저온 의료 환경에서 시료케이스에 활용 가능한 스마트 콜드 센서 네트워크 구축에 따른 미들웨어와 통합 관리 시스템이 필요하다.

2.2 극저온 RFID 태그

인체자원은행의 시료들은 영하 80℃이하에서 장기간(약 1~3년) 보관된다. 이에 따라 현행 바코드를 시료케이스 표면에 접착하여 사용하는데 영하의 온도에 의한 성능과 자연 탈착에 의해 시간이 경과함에 따라 바코드

인식이 불가능하여 귀중한 인체자원의 정보를 손실하는 경우가 발생한다[4][8].

그러나 인체자원은 극저온 환경에 많은 수량이 보관되어 관리되므로 극저온 환경에 내구성을 지닌 전자 태그의 개발이 필요하다. 또한 극저온용 전자 태그는 극한 환경에 센서네트워크가 필요한 많은 산업 분야에 다양하게 활용될 것으로 사료된다[12][13].

인체자원은행에서 사용하는 시료케이스는 대부분 지름이 10mm이내의 것을 수만개씩 사용한다. 이에 따라 시료케이스와 RFID 태그를 결합하는 기술은 RFID 태그와 안테나 사이즈를 10mm 이내로 축소하여 동작을 정상화하는 것이라 할 수 있다. 그러므로 태그 안테나 설계 시 다양한 형태의 모형과 실험이 필요하다[6][7].

의료분야는 다양한 전파와 전자신호들을 이용하여 인체에서 반응하는 정도를 측정하는 고성능의 의료장비들을 사용한다. 이러한 의료장비는 작은 전자적 신호에도 민감한 반응을 보여 다양한 오작동과 잘못된 결과를 도출한다. 의료진들은 이러한 의료기기에서 나타난 결과에 의해 치료시기와 처방 및 수술에 대한 규모를 결정한다. 만약 의료장비의 결과에 문제가 발생할 경우 환자의 생명과 직결되는 치명적 결과를 초래할 수 있다. 그러므로 의료기관에서 사용하는 전자기기들은 거리적 전파적 제약을 두어 의료장비간 간섭을 최소화하여야 한다[5].

현재 의료분야에서 RFID 태그를 적용한 예로는 약품 관리, 환자 상태 관리, 수술실 관리, 신생아 관리, 병원물품 위치 인식, 특수환자 이동 관리, 의료 장비로 활용되고 있다[2][4][7].

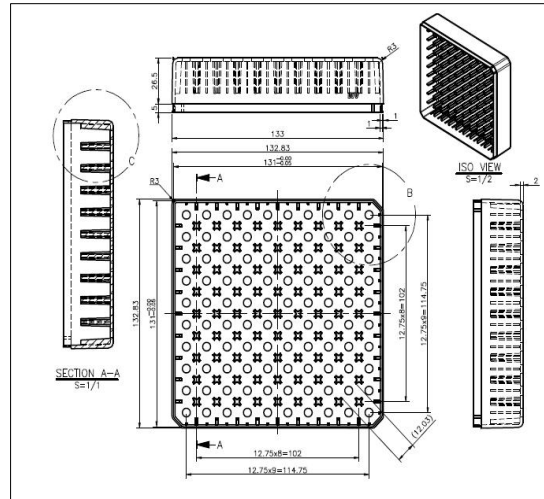
본 연구에서 제안된 RFID 태그 인지 거리는 30cm미만 에 전용 리더기를 이용하여 의료장비간 간섭을 최소화 하였다[3].

2.3 시료케이스 보관 박스

하나의 시료케이스 보관 박스에는 시료케이스가 100개 용량으로 관리하며 입출고 단위도 1박스(100개 시료케이스)로 이용된다. 그러므로 100 단위의 시료케이스를 10초이내에 감지하여 사용자들이 원하는 결과값을 리턴해야 한다. 또한 인지 지속시간도 약 1~2분 동안 감지하고 있어야 사용자들이 원하는 시료케이스를 선별하여 입출고 할 수 있다.

본 연구에서는 100개의 지능형 시료케이스를 동시에 인지하며 아울러 시료케이스 위치 인지도 1~2분을 지속

할 수 있도록 하였으며, 설계도는 [그림 2]와 같다[3].



[그림 2] 시료케이스 보관 박스

2.4 복합기(Complex Machine)

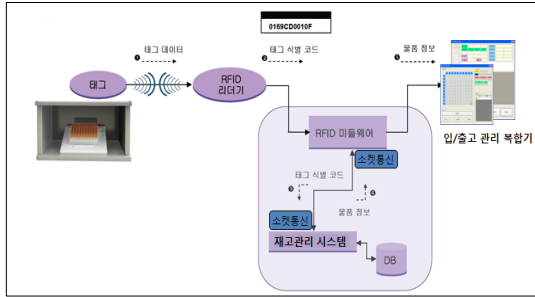
전자태그를 탑재한 지능형 시료 케이스 100개를 동시에 30초 이내에 인지할 수 있는 다중 전자태그 안테나를 설계하고, 인체자원 관리를 위한 별도의 입출력을 위한 터치스크린을 통한 일체형 복합기를 설계하고, 실시간 RFID 태그를 인지할 수 있는 미들웨어를 탑재할 수 있는 PC를 결합하고, 실시간 시료케이스 보관 위치 및 입출고를 위한 e-Pathology Inventory 정보 시스템과 연동되는 어플리케이션을 탑재하도록 설계하였다[3].

병원정보시스템(OCS)의 정보를 연동하여 인체자원 시료의 검체가 인체자원은행으로 인계되어 정량화, 계량화, 기능화, 자동화를 통해 지능형 시료케이스에 분류하여 저장할 때 시료케이스 표면에 검체의 간략한 이력과 위치정보를 코드화 하여 프린팅하고 RFID 태그에 입고용 리더기 집합으로 저장한다.

지능형 인체케이스와 최대 100개까지 수납할 수 있는 RFID 태그 부착형 전용 박스까지 총 101개의 RFID 태그를 30초안에 모두 오류 없이 인식할 수 있도록 내외 전자파 차단, 전파의 방향성, 전파 간섭 등을 고려하여 설계하고, 인체자원 관리시스템과 연동하여 재고관리, 오류복구, 검체의 저장위치 추적을 신속히 체계적으로 관리하여 인체자원의 내외부 출고 업무의 편의성을 제공한다 [그림 3].

기술로는 구현이 불가능한 문제점이 발생한다.

따라서 이러한 문제점을 해결하고자 [그림 5]와 같이 TCP/IP 소켓 통신 형태로 분리하여 구성하였다.



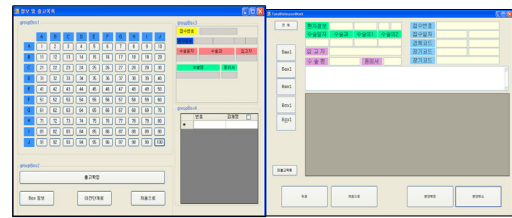
[그림 5] 시스템 구성도

DB는 제고관리시스템에 연결되고 복합기는 클라이언트 형태로 구성되어 멀티 복합기(멀티 리더기)형태에서 효율적으로 태그 정보 관리를 하고 슬립화된 복합기는 단순 UI 형태의 소프트웨어로서 사용자로 하여금 간편하게 이해하고 사용할 수 있도록 구성하고, 시료케이스 위치인지는 기존에 사용하던 셀의 위치값(X,Y)을 지정하여 사용하는 방법으로 이용한다.

3.2 인체자원은행 맞춤형 인터페이스 설계

기존의 업무 프로세스에서 벗어나지 않고 사용하기 편리하도록 User Friend 기반으로 설계하여 새로운 UI에 대한 반감 또는 어려움을 갖지 않도록 해야 하고, 더불어 인체자원은행의 공통된 업무 프로세스를 분석 반영하여 비 표준화 된 인체자원관리 시스템에 대한 표준화를 선도할 수 있어야 한다. 이를 위해 기존의 업무 흐름을 참조하여 출고 목록, 박스 구성, 시료케이스 정보, 시료정보 등 다양한 정보를 사용자 편의성을 높이고 업무를 효과적으로 처리 할 수 있도록 User Friend 기반으로 기능을 배치하였다. 또한 인체자원은행 업무의 흐름에 맞춘 화면 구성을 하였으며, 터치스크린을 고려한 컴포넌트 기반 화면을 구성하였으며, 다중 타겟 시료케이스에 대한 시각적 사실화 및 유지보수 극대화를 위한 모듈별 설계를 하였으며, 실제 설계된 예는 [그림 6]과 같다.

왼쪽상단 화면은 정보 및 출고 목록 설계 화면으로 시료케이스의 상태를 보여주는 화면으로 시료케이스의 상태에 따라 각기 다른 색으로 구분해 주도록 하고, 보관중은 주황색, 출고예정은 파랑으로 표시한다.

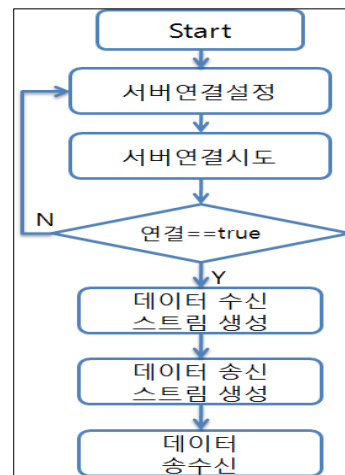


[그림 6] UI 인터페이스 설계 예

해당 시효아이콘 클릭 시 왼쪽에 해당하는 시료케이스의 간단한 정보를 팝업형식으로 표출하고 오른쪽 상단은 간단한 시료 정보가 표시되고 오른쪽 하단은 출고목록을 표시하도록 설계하였다. 또한 오른쪽 화면은 일관 출고 시 화면으로 화면 로딩 시 서버로부터 전체 출고리스트와 1개의 시료 정보를 수신 받아 오른쪽 화면에 표시해 주며, 왼쪽 박스 선택 시 박스별 리스트를 수신 받아 오른쪽 화면을 갱신한다. 또한 목록에서 1개의 목록을 클릭할 경우 오른쪽 위에 세부 정보를 표시해 주며, 출고를 하기 위한 목록의 확인이 모두 되었을 경우 분양 확정 버튼으로 최종 확인한다.

3.3 인체자원은행 맞춤형 소켓 클라이언트 설계

본 연구에서 설계한 소켓 클라이언트는 RFID 시스템에서 OCS 기능을 대체하는 인체자원관리 시스템과 인체자원은행의 특정 업무 일부의 연동을 위해 설계한다. 또한 소켓 클라이언트는 멀티 리더환경의 인체자원은행 시스템 구성을 고려하여 설계하였으며, 통신연결 설정 흐름도는 [그림 7]과 같다.



[그림 7] 통신설정 가능 흐름도

통신설정 기능 흐름도를 기준으로 인체자원관리 시스템에 맞춘 클라이언트 설계, RFID 시스템의 OCS 기능을 요청할 수 있도록 설계, 인체자원은행 업무를 처리할 수 있도록 설계, 유지보수 극대화를 위한 모듈별 설계하였다.

4. 결론

현재 인체자원 관리를 위해 중앙인체자원은행 1곳과 각 인체자원은행지부 20곳을 지정하여 극저온냉동장치 및 시설과 인력을 지속적으로 투자하여 운영 중에 있다. 이들 대부분의 자원은행들은 현재 수작업과 바코드에 의해 위치표시 및 검체정보를 관리하고 있는 실정이다. 본 연구는 RFID 시스템 응용 연구로 RFID 미들웨어를 인체자원 관리시스템에 맞추어 타 시스템과의 연동 및 통합의 편리성, 범용성, 개발 용이성, 원시 태그 데이터의 재구성, 이벤트 실시간 감지로 자동적으로 후속작업 진행 등을 고려하여 기존의 업무 프로세스를 고려한 사용자 중심의 최적화된 사용자 인터페이스, 인체자원은행에서 발생하는 지능형 시료케이스 태그 정보와 시료 정보를 연계하는 인체자원은행 시스템 맞춤형 RFID 미들웨어, 기존 RFID 미들웨어를 RF-Low- Middleware 타입으로 설계하여 인체자원은행 관리시스템과 연동하기 위한 인체자원 시스템 맞춤형 소켓 클라이언트를 설계하였다. 또한 출고 업무에 최적화 할 수 있도록 요구사항에 맞춰서 출고 기능을 개별출고와 일괄출고로 그 기능을 세분화 시켰다. 일괄출고는 다수의 시료케이스 및 박스를 사용자가 일괄적으로 출고시킬 수 있다.

향후 개선 사항으로는 설계된 내용을 대상으로 구현 후 수정 보완 과정이 필요하고, 범용적 리더기 모듈 지원을 위한 리더기 인터페이스 업데이트 및 리더기를 통한 RFID 정확도를 높이고 인체자원 복합기의 표준을 설정하여 비 표준화된 인체자원관리 시스템에 대한 표준화를 선도하고 호환성을 극대화하도록 하는 것이 필요하다.

참 고 문 헌

[1] 강성욱, 의료산업의 5대 메가트렌드와 시사점, SERI 경제 포커스, 삼성경제연구소, 2007.
 [2] 민대기 외 3(2007), “환자안전을 위한 RFID 기술적용 모델 개발에 대한 연구”, LG CNS 연구개발센터.

[3] 박래수 외 7명(2011), “지능형 인체시료케이스와 인체 자원관리시스템 개발”, 엠에이정보기술 최종보고서.
 [4] 박용민 외 3인(2008), “RFID와 SIP를 활용한 병원에서의 개체의 위치확인 시스템 설계 및 구현”, 전자공학회 논문지, 제 45권 TC편 제1호.
 [5] 생명윤리 및 안전에 관한 법률, 제3장 배아 등의 생성 연구, 제4장 유전자 검사, 제5장 유전정보 등의 보호 및 이용, 제7장 감독 등
 [6] 이호균 외 3명(2006), “RFID in Healthcare”, 주관기술 동향, 통권1256호, pp.37-42.
 [7] 장원익(2008), “IT 개발 융합 기술”, 전자통신동향분석, 23(5).
 [8] 정인교(2008), “U-Health 산업을 위한 의료정보화, 한국전자통신연구원 보고서.
 [9] 최길영(2007), “RFID 기술 및 표준화 동향”, 22(3).
 [10] 최창익 외 15명(2006), “e-Health 구축을 위한 바이오센서 기술개발”, 한국전자통신연구원.
 [11] 황시목 외 3명(2009), “분자유전학적 방법을 이용한 염색체 이수성의 신속한 산전 진단”, 서울대학교인구 의학연구소, 제22권, pp.131-139.
 [12] RFID Journal(2005), “Improving Logistics”, RFID Journal Special Report Part6.
 [13] M. L. Ng, K. S. Leong, D. M. Hall and P. H. Cole(2005), “A Small Passive UHF RFID Tag for Livestock Identification,” *International Symposium on Microwave*, pp. 67-70.

김 기 봉



· 1991년 2월 : 충남대학교 전산학과 (이학사)
 · 1993년 2월 : 충남대학교 전산학과 (이학석사)
 · 1998년 8월 : 충남대학교 전산학과 (이학박사)
 · 1997년 3월~현재 : 대전보건대학교 교수

· 관심분야 : 데이터베이스, IT 융합, 의료정보시스템
 · E-Mail : kbkim@hit.ac.kr