

의료환경에서 효율적인 이벤트 처리를 위한 RFID/USN 통합 미들웨어 설계에 관한 연구

종신회원 박 주 희*, 정회원 박 용 민**

A Study on the Design of RFID/USN Integrated Middleware for Effective Event Processing in Healthcare Environment

Yong-Min Park** *Regular Member*, Joo-Hee Park* *Lifelong Member*

요 약

현재 RFID와 USN에 대한 많은 연구와 개발이 이루어지고 있으며, 특히 의료분야는 u-Healthcare와 결합된 보건의료산업과 서비스에서 국제적인 경쟁력을 확보할 수 있을 것으로 기대되고 있다. RFID와 USN은 짧은 시간에 많은 양의 데이터를 발생한다. 이러한 많은 양의 데이터를 효과적으로 처리하기 위해서는 데이터의 패턴을 정의하여 의미 있는 데이터를 필터링 할 수 있는 통합 미들웨어 기술이 필수적이다. 본 논문에서는 의료환경에서 RFID와 USN에서 발생하는 데이터를 효율적으로 처리하기 위해 이벤트 기반의 통합 미들웨어를 제안한다. 본 연구를 통해 현재 보건의료 환경에서 각각 적용되어 있는 RFID와 USN 환경을 통합하여 효율적인 데이터 전송 및 관리가 가능하게 될 것으로 전망한다.

Key Words : Complex Event Processing(CEP), RFID/USN, Middleware

ABSTRACT

Nowadays there are many studies and there's huge development about RFID and USN which have great developmental potential to many kinds of applications. In particular, the healthcare field is expected to could be securing international competitive power in u-Healthcare and combined medical treatment industry and service. Wide deployment of RFID and USN will generate an unprecedented volume of primitive data in a short time. Thus, emerging applications must filter primitive data and correlate them for complex pattern detection and transform them to events that provide meaningful, actionable information to end application. In this paper, we design a integrated RFID/USN middleware base on the event processing. Integrate RFID and USN system had applied each now in medical treatment through this study and efficient data transmission and management forecast that is possible.

I. 서 론

의료서비스의 패러다임이 최근 유비쿼터스 헬스케어(Ubiquitous Healthcare) 방향으로 변하고 있다.

유비쿼터스 헬스케어란 굳이 병원을 찾지 않더라도 시공간을 가리지 않고 의료서비스가 이루어진다는 것을 의미한다. 이러한 패러다임의 변화로 인해 병원 내에서도 RFID(Radio Frequency Identification)

※ 본 연구는 2009년도 삼육보건대학 학술연구비 지원에 의하여 수행되었습니다.

* 삼육보건대학 의료정보시스템과(medisprof@syhc.ac.kr)

** 광운대학교 전자통신공학과 통신망연구실(thinkp@kw.ac.kr),
논문번호 : 09069-1201, 접수일자 : 2009년 12월 1일

와 USN(Ubiquitous Sensor Network)의 활용도가 높아지고 점점 더 많은 분야에 있어 응용이 시도되고 있다. 현재 의료분야에서 RFID와 USN 기술은 수술 안전성을 향상시키고 수술오류의 감소와 수술 실내 환자 및 의사의 위치확인, 투약사고의 방지, 환자 확인, 소모품 관리 등에 널리 활용되고 있으며 대형화 전문화 되어가는 병원에서 발생하는 의료사고에 대한 솔루션으로 떠오르고 있다. 또한 개인의 건강에 대한 관심도의 증가와 인구의 고령화 역시 RFID와 USN을 기반으로 하는 u-Healthcare 서비스가 활성화 되는 요인 중 하나이다^{[11][12]}. 하지만 RFID와 USN의 기술이 발달함에도 불구하고 표준의 부재와 기술적 한계, 그리고 보건의료라는 특수한 환경에 있어 데이터의 공유와 융합이 이루어지기 어려웠기 때문에 RFID와 USN을 동시에 활용한 연구는 미흡한 실정이다. 또한 RFID와 USN 시스템은 방대한 양의 데이터를 실시간으로 처리하기 위해 설계 되어야 한다. 특히 데이터의 여러 가지 처리 기술 중에 사용자에게 의미 있는 데이터 만을 추출해 내고 이를 기반으로 고수준의 이벤트를 생성해 내는 기술은 RFID와 USN 시스템을 사용하는 입장에서 효율성을 증대 시킬 수 있을 뿐만 아니라 데이터 처리 시간과 비용을 감소 시킬 수 있다. 뿐만 아니라 응용 서비스 및 이들 간 유기적 연계를 통한 복합 서비스를 구현하기 위해서는, 방대한 양의 센서 데이터를 안정적으로 수집하여 응용 서비스 별로 기 정의된 시나리오에 맞게 실시간으로 전달할 수 있는 통합된 USN 응용 서비스 인프라 환경이 필요하다. 따라서 본 연구에서는, RFID/USN 환경에서의 이기종 서비스 시스템간 시나리오 기반 협업지원 미들웨어 플랫폼을 제안한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 관련 연구로 병원 환경에서 RFID와 USN을 이용한 적용 사례를 기술하고, 이벤트 기반의 아키텍처 관해 설명한다. 제 3장에서는 제안하는 이벤트 처리기반RFID/USN 미들웨어 소개한 후 제 4장을 통해 결과를 살펴보고 마지막 5장에서 결론 및 고찰을 한다.

II. 관련연구

2.1 의료분야에서의 RFID/USN 기술

RFID 시스템은 RFID 태그(Tag)를 사용하여 상품이나 사물 등의 정보를 식별 관리하는 기술로서 사물에 부착되어 식별 가능 정보를 담고 있는 태그와, 태그 정보를 판독 및 해석하는 리더(Reader),

그리고 읽어 들인 데이터를 처리하는 백엔드 시스템(Backend system)으로 구성되어 있다^[3]. 표 1은 의료분야에서의 RFID 적용 유형을 나타낸 것으로, 환자와 의사, 각종 자산, 약물, 혈액 등에 RFID 태그를 부착하고 수술실, 병실, 응급실, 신생아실 등에 리더기를 설치하여 인식오류에 의한 수술, 수술 및 투약사고를 방지하고, 의료자산 및 의료진의 자원 활용도를 향상시키는 것이 일반적인 의료분야 적용 유형이다. 이러한 적용은 단순히 실수를 알려주는 방식에서 환자 및 의료진이 의식하지 않은 상태에서 자동으로 각종 약물 투여나 수술이 적합하지 않을 때는 거부하는 기능으로 발전할 것이다. 또한 주요 약물의 경우, 약물 복용 순응도 평가 및 모니터링이 가능해지고 이 모든 기록이 의무기록 시스템과 연동되어 임상시험 연구자료 및 의료과외 원인 규명 자료로 활용될 것이다^[4].

앞으로 의료분야에서의 RFID의 활용유형은 다양한 센서와 융합된 형태로 발전할 것으로 예측된다. 병원 자산 관리는 의료기기에 자동 진단기능 센서 등을 부착함으로써 기기의 상태와 이력을 관리하면서 동시에 위치를 파악하며, 환자 관리의 경우 혈당 및 혈압 측정센서 등이 결합된 의료기기를 이용하여 환자의 상태와 위치를 동시에 모니터링 할 수 있다^{[5][6]}.

무선 센서 네트워크(USN)란 매우 작은 크기의 독립된 무선 센서 노드들을 건물, 도로, 의복, 인체 등 물리적 공간에 배치하여 주위의 빛, 온도, 자기장, 속도 등의 정보들을 무선으로 감지하여 관리할 수 있는 기술을 의미한다. 이러한 무선 센서노드들에는 센서와 센서를 제어하는 회로, CPU, 무선통신 모듈, 안테나, 전원장치 등이 내장되며, 주변 센서 노드들과 함께 Ad-hoc 통신 기법으로 데이터를 전송한다^[7]. 이러한 무선 센서 네트워크 환경을 이용하여, 언제 어디서나(anytime, anywhere) 건강상태의 평가, 진단 및 치료를 위한 모든 활동, 제품 및 서비스를 포함하여 u-Healthcare라고 정의 할 수 있

표 1. 헬스케어를 위한 RFID 응용 서비스

Application	Rate
People tagging	26%
Assets	16%
Pharmaceuticals	13%
Blood	4%
Other	41%

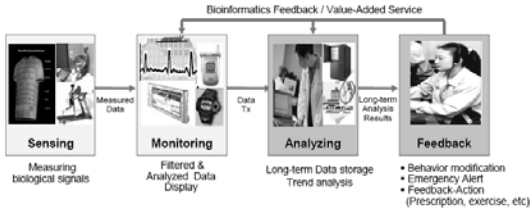


그림 1. u-Healthcare의 핵심구성 요소

다. u-Healthcare 영역을 일상 생활을 통하여, 언제, 어디서나 개인의 건강관리 서비스를 받을 수 있는 플랫폼으로 구성되어 지고 있으며, 이를 가능케 할 수 있는 많은 기술들의 융합으로 가능할 것으로 예측하고 있다^[8]. u-Healthcare 구현을 위한 핵심 구성요소는 그림 1과 같이 센싱(Sensing)부분, 모니터링(Monitoring)부분, 분석(Analyzing)부분, 피드백(Feedback)부분으로 구분 할 수 있다. 이와 같이 구분한 이유는 혁신적인 기술도 필요하지만, 서비스의 수혜자인 소비자의 요구(needs)를 충분히 반영한 서비스만이 성공적인 u-Healthcare의 구현이라고 생각하기 때문이다^[9].

2.2 이벤트 기반 아키텍처

EDA를 지원하는 다양한 기술들이 실제 응용들에서 이미 사용되고 있으며 이벤트 처리 방법에 따라 크게 다음과 같이 나눌 수 있다^[10]

- 단순 이벤트 처리: 발생한 이벤트들은 모두 의미있는 이벤트로 간주하고 각각의 이벤트 내용에 따라 대응되는 액션을 수행한다. 출판/구독(Publish/subscribe) 방식은 구독시 관심 있는 이벤트를 지정함으로써 이벤트 소스로부터 관련 이벤트들을 직접 수신 받는다. 애플리케이션 서버, MOM, ESB, 웹 서비스 제품 등에서 제공하고 있다. 중재 방식은 중재자가 모든 이벤트를 수집하여, 이벤트의 내용에 따라 이벤트 수신자에게 전달한다. 출판/구독(Publish/subscribe) 방식에 비해 더 세부적인 이벤트 분류가 가능하며, 이벤트 메 시지의 변환 기능을 제공한다. 통합 브로커시스템이 이에 해당된다.
- 스트림 이벤트 처리: 의미있는 이벤트와 무의미한 이벤트가 같이 발생하는 대량의 이벤트 스트림을 대상으로 하며, 필터링 등을 수행하여 의미있는 이벤트 정보만 뽑아서 응용에 전달 혹은 서비스와 연동한다. RFID, USN 미들웨어 등이 이에 해당된다.

- 복합 이벤트 처리: 여러 이벤트 소스로부터 발생한 이벤트를 대상으로 이벤트들의 영향을 분석하여 대응되는 액션을 수행한다. 단순 이벤트 처리가 하나의 이벤트를 대상으로 한 반면, 복합 이벤트 처리는 여러 이벤트간의 다양한 관계를 분석한다. 복합 이벤트 처리는 BAM 패키지에 내장되어 제공되거나 별도의 복합 이벤트 처리시스템으로 제공되기도 한다.^[11]

이벤트 기반 서비스를 위한 기술 발전은 각각의 독립적인 이벤트를 대상으로 처리하던 것에서 점차 여러 소스로부터 발생하는 다양한 이벤트, 그리고 대량의 이벤트 스트림을 처리하는 관련 산업의 발전과 확산 방향으로 발전하고 있다. 또한 이벤트 처리 방법도 이벤트 내용에 따른 단순 분류에서 이벤트 내용에 대한 세부 분류 및 필터링뿐만 아니라 여러 이벤트간의 시간상, 공간상, 의미상의 관계를 분석하는 방향으로 발전하고 있다.^[12]

2.3 RFID/USN 미들웨어

USN은 RFID태그와 리더가 진화하면서 주변 환경을 감지하는 센서 기능이 추가되고, 인식정보를 제공 하는 소형 네트워크 노드라 할 수 있으며, 현재 예상으로는 약 2006년에서 2010년 경에 객체간 통신이 가능한 지능형 USN이 보급될 것으로 전망하고 있다. RFID에서는 EPC정보를 응용에서 활용하기 위해서 데이터베이스, ONS등과 같은 타 시스템 연동이 필요한데, 이러한 기능들은 미들웨어 인터페이스에서 지원하고 있다. RFID의 미들웨어 기술은 상용화 단계로 접어드는 반면, 센서 네트워크를 위한 미들웨어 기술은 아직 초기단계에 머물러 있다고 할 수 있다. RFID 미들웨어 기술을 기반으로 하여 향후 센서 네트워크에서 필요한 기능들이 연구되고 있으며, 현재 대표적인 RFID 미들웨어로는 EPC 계열의 Savi, Sun과 MS미들웨어 진영이 활동하고 있고 국내에서는 ETRI에서 자동식별 미들웨어를 개발하고 있으며 이들은 해운, 항공, 의료, 물류, 유통, 조달 등에 적용되고 있다^[13].

센서 네트워크를 위한 미들웨어는 센서 노드 하드웨어와 응용 소프트웨어 사이에서 동작하는 중간 계 소프트웨어로써, 그 특성상 개방형 표준 인터페이스가 매우 중요하므로 선도적 기술 표준화를 요하는 분야라 할 수 있다. USN에서의 미들웨어는 사용자의 환경을 감지하고, 상황을 인식할 수 있는 상황인식(Context-Awareness)기술이 RFID 미들웨어

와 차별화 되는 주요 기능이라 할 수 있다. 상황인식기술은 센서 노드의 주변 환경 정보를 객체로 표현하여 위치, 움직임은 물론 수행중인 작업이나 현재 상태정보를 다른 센서노드, 응용계층, 센서 하드웨어가 활용할 수 있는 형태로 전달하는 기능을 담당할 예정이다. 상황 인식 기술이 개발된 이후에는 자율적으로 사물제어가 가능한 에이전트 기술 기반의 미들웨어가 필요할 것으로 예측되고 있다. 정보통신부의 u-센서 네트워크 구축 기본계획에 따르면 2005년 까지는 EPC를 처리하는 정보관리 기술이 미들웨어의 주요 기능이지만, 2006년부터는 「상황정보데이터 마이닝 기술」 과 「자율형 사물제어 중개자 (Agent) 기술」 이 중요한 연구개발 로드맵으로 계획되어 있다¹⁴⁾.

III. 제안하는 RFID/USN 통합 미들웨어

본 논문에서 사용된 RFID/USN 장비는 맥박 (pulse rate)을 측정할 수 있는 BCI Sp02 센서, 심전도(EKG) 측정을 위한 EKG 센서, 체온측정을 위한 NTC(Negative Temperature Coefficient) 서미스터, 혈압 측정을 위한 혈압측정 시스템을 사용하였다. RFID는 키스컴사의 KIS900W4CH Dev Kit, 태그는 96비트 GID(General Identifier) EPC 코드를 사용하였다. 사용되는 프로그램은 Microsoft Visual C++ 6.0과 C#.NET을 사용하여 구현하였고, 데이터베이스는 MYSQL을 사용하였다.

본 논문에서 제시하는 미들웨어는 다음과 같은 특징이 있다. 서로 다른 기종의 RFID와 Sensor로부터 데이터를 수집하고, 실시간 발생하는 데이터를 필터링하여 응용프로그램의 부하를 줄인다. 그리고 외부 애플리케이션의 질의에 대한 데이터를 제공한다. 이러한 조건을 만족시키기 위하여 미들웨어는 수집된 데이터를 정제, 필터링, 여과, 변환 기능을 지원한다.

그림 2는 제안하는 미들웨어 구조를 보여주며, 특성은 다음과 같다.

- 메시지관리계층(Message Management Layer : MML) : RFID와 Sensor를 통해 인식된 데이터는 여과 없이 모두 MML로 보내게 된다. MML이 받는 개개의 데이터는 그 크기가 작지만 그 수가 방대하여 애플리케이션까지 여과없이 메시지가 전달되면 애플리케이션에서는 큰 부하가 발생하므로 받은 메시지 중 유효한 메

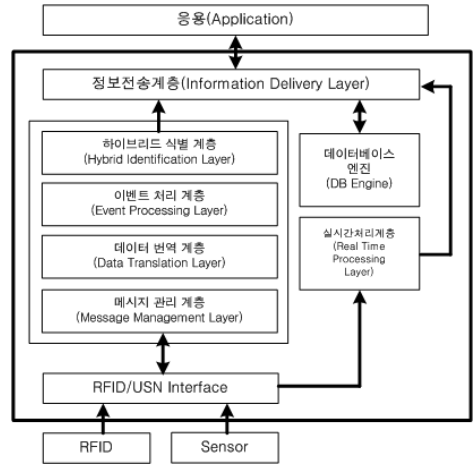


그림 2. 제안하는 RFID/USN 통합 미들웨어

시지만을 필터링하여 상위 계층으로 전달한다.

- 데이터번역계층(Data Translation Layer:DTL) : MML로부터 전달 받은 메시지는 이진형태로 어플리케이션에서 바로 사용하기에는 부적절하다. 따라서 DTL은 MML에서 받은 메시지를 응용소프트웨어에서 사용하기 적합한 형태의 데이터타입으로 변환 한다.
- 이벤트처리계층(Event Processing Layer:EPL) : EPL은 이 시스템에서 가장 핵심이 되는 계층으로 이벤트 구성(Event Construction)과 이벤트 처리(Event Processing)로 구성된다. 이벤트 구성은 하위 계층에서 수신된 RFID, USN 데이터를 단순 이벤트로 구성 한다. 구성된 단순 이벤트를 이벤트 처리에서는 상위 Application 계층에서 정의한 복합 이벤트 언어를 통해 기준값을 정의하며, 기준값을 고려하여 의미있는 이벤트로 구성한다
- 하이브리드식별계층(Hybrid Identification Layer: HIL) : 사용자는 RFID의 ID와 센서(Sensor) 이렇게 두가지 방법을 통해 인식된다. HIL은 이 두 종류의 ID를 인식할 수 있도록 지원한다. application에서는 전달된 ID를 실제 사용자 ID와 매칭시키고 상위 레이어에게 인식 수단을 추상화 한다.
- 데이터베이스엔진(DB Engine:DBE) : 응용 소프트웨어는 사용하기 적합한 형태로 변환된 데이터들을 어플리케이션이 질의를 통해 사용자 건강이력들을 체크하는 사용 한다. DBE는 실시간 발생하는 데이터를 DB에 저장하고, 데이터가 필요한 시점에 데이터를 이용 할 수 있도록

록 응용계층의 질의를 지원한다.

- 실시간처리계층(Real-time Processing Layer:RPL)
: RPL은 응급상황을 외부에 전달하는 기능을 지원한다. 제안하는 시스템에서 처리하는 데이터 중 심박수, 체온등의 급격한 변화가 있을시 사용자에게 대한 응급 조치가 필요하다. 따라서 응급상황은 실시간으로 병원이나 사용자에게 의해 지정된 곳으로 알려주어야 한다. 응급 메시지는 이벤트 관리 컴포넌트(Event Management Component)를 거치지 않고 Informatoin Delivery Layer로 전송하여 실시간을 보장한다.
- 정보전송계층(Information Delivery Layer:IDL)
: IDL은 미들웨어와 어플리케이션 사이의 통신 역할을 한다. DBE와 RME에서 제공하는 서비스를 건강관리(Healthcare Manager)와 웹 모니터링 서비스(Web Monitoring Service)와 같은 응용 프로그램에 데이터를 제공한다.

IV. 결 과

제안하는 미들웨어의 구현은 병원 환경에서의 환자 모니터링 시스템의 구현을 목표로 하였으며, 이를 위해 RFID와 USN을 통해 발생된 데이터를 단순 이벤트로의 변환과 주어진 조건에 의해 이벤트 추출에 대해 실험하였다. 또한 웹을 통해 외부에서도 환자의 생체 데이터를 확인할 수 있도록 구성하였다. 그림 3은 RFID와 USN을 이용하여 환자의 데이터를 수집하는 과정과 복합 이벤트 처리에 의한 이벤트 생성을 나타낸다. 복합 이벤트 처리에 의한 이벤트는 복합 이벤트 언어에 의해 정의된 값을 통해 추출된다.

제안하는 미들웨어를 위한 모니터링 시스템은 특정 환자정보의 검색 폼 및 환자의 생체정보를 확인할 수 있는 환자 상세 정보 폼, 환자의 생체 데이터 값이 기준치를 벗어 났을때의 경고 폼, 병원 외

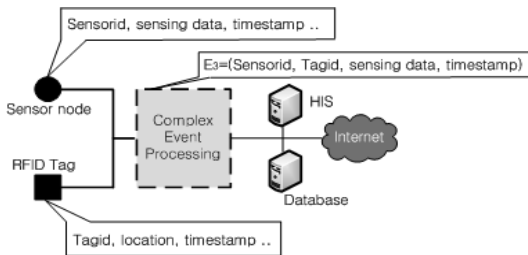


그림 3. 데이터 수집의 흐름도

부에서 환자 정보를 검색 및 생체정보를 확인할 수 있는 웹 서비스 폼으로 구성된다. 그림 4는 특정 환자 정보 검색 및 생체 정보를 확인할 수 있는 폼으로 환자의 이름, 주민번호 입력으로 환자를 검색할 수 있다. 검색된 환자는 가장 최근에 측정한 생체 데이터를 화면에 보여주게 된다. 또한 실시간 관리가 필요한 모든 환자의 리스트를 볼 수 있다. 리스트에는 환자 ID, 이름, 주민번호, 진료과, 진료번호, 입원일자를 보여주게 된다.

측정한 각각의 생체 정보 값이 기준치를 벗어나면 그림 5와 같이 경고 메시지를 발생시킨다.

그림 6은 원격지 PC에서 인터넷 망을 통해 실시간 환자의 생체 정보를 모니터링하는 화면을 나타낸다. 서비스 홈페이지에 접속하여 환자의 이름, 주민번호, 비밀번호를 입력하여 인증을 거친 후 환자의 생체 정보를 확인할 수 있다.

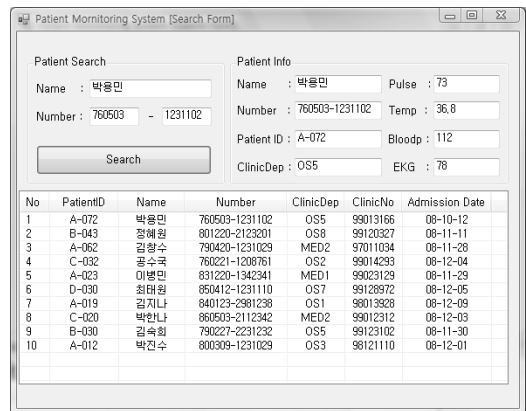


그림 4. 환자 검색 및 상세 폼

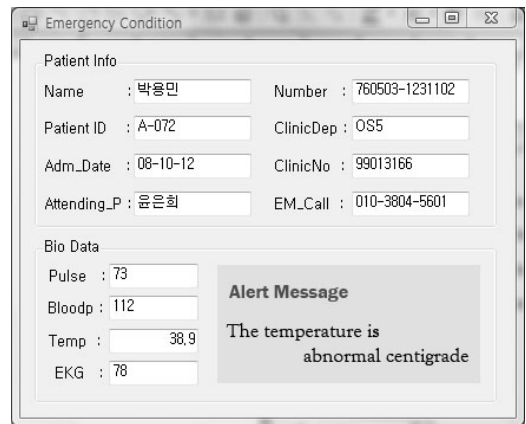


그림 5. 응급상황 폼

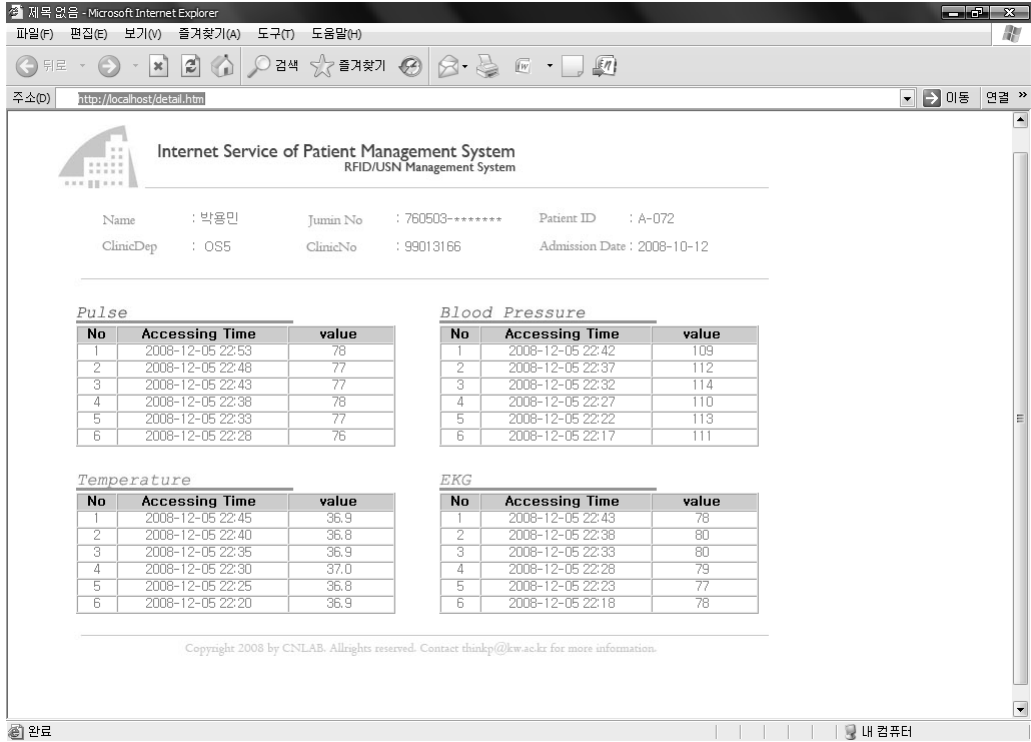


그림 6. 원격 PC에서의 메인 폼

IV. 결론 및 고찰

의료분야는 최근 커다란 변화의 물결 속에서 대 형화 전문화 되어감에 따라 병원에서 사용되는 약 물과 의료기기의 종류가 급격히 증가하고 단순한 실수나 착각에 의한 의료사고가 급증하고 있다. RFID/USN 기술은 실수나 착각에 의한 의료사고를 예방하는데 매우 좋은 솔루션이다. 또한 병원의 전 자차트와 연동하였을 경우, 자동으로 정확한 의료정 보가 전달되어 업무프로세스 개선에도 도움이 된다. 나이가 다양한 센서 기술과 융합되면 의료사고를 예방하는 보조적인 역할에서 병을 진단하고 관리하 는 역할도 가능하여, 활용성 및 확장성도 매우 우수 하다. 그러나 RFID/USN은 그 기술적인 발달에도 불구하고 표준의 부재와 현재의 기술적 한계 때문 에 데이터의 공유와 융합이 이루어지기 어려웠기 때문에 이를 지원할 수 있는 통합 환경과 응용 서 비스 및 이들 간 유기적 연계를 통한 복합 서비스 를 구현하기 위해서는, 방대한 양의 센서 데이터를 안정적으로 수집하여 응용 서비스 별로 기 정의된 시나리오에 맞게 실시간으로 전달할 수 있는 통합 된 USN 응용 서비스 인프라 환경이 필요하다. 따

라서 본 연구에서는, RFID/USN 환경에서의 이기종 서비스 시스템간 시나리오 기반 미들웨어 플랫폼을 제안하였다. 이를 통해 병원 내 환자 모니터링 시스 템을 구축하여 기존의 수동적인 환자 케어 시스 템을 대신하여, 환자 관리에 있어서 효율성을 높이고, 환자의 케어 신뢰도가 높을 수 있을 것을 기대된다. RFID/USN 시스템이 활성화하기 위해서는 초기 단 계에서는 의료산업화 관점 및 의료사고 예방을 위 한 인프라 구축이라는 관점에서 국가정책의 지원이 필수적이다. 또한 의료진이 편하게 사용할 수 있도 록 의료분야의 프로세스와 상황에 특화된 솔루션 개발이 필요하다고 사료된다.

참 고 문 헌

- [1] Huzaifa A, Nahas and Jitender S, Deogun. "Radio Frequency Identification Applications in Smart Hospitals," IEEE Computer-Based Medical System, 2007.
- [2] Koung-Yong Ji, Dong-Soo Kim, in-Cheul Kim, Young-Hee Lee, Il-Gon Kim, et a., "Ubiquitous u-Health." South Korea, Jinhan M&B

