

유비쿼터스 헬스케어 서비스를 위한 SIP 기반 혈액관리 시스템에 관한 연구

정회원 박 용 민*°, 오 영 환**

A Study on Blood Management System based on SIP for Ubiquitous Healthcare service

Yong-min Park*°, Young-hwan Oh** *Regular Members*

요 약

RFID/USN은 유비쿼터스 컴퓨팅을 위한 핵심 기술로써 다양한 센서기술과 프로세서 집적기술 그리고 무선 네트워크 기술을 이용해서 실제 물리적 환경 정보를 원격에서 손쉽게 수집하고 모니터링 하는 것이 가능하다. 특히 의료분야는 U-Healthcare와 결합된 보건의료산업과 서비스에서 국제적인 경쟁력을 확보할 수 있을 것으로 기대되고 있다. 하지만 USN은 RFID의 표준 관리 시스템인 EPCglobal 아키텍처와 같은 표준 프레임워크의 부재로 상호 운영 및 글로벌 센서 네트워크 구현에 문제점이 있다. 따라서 본 논문에서는 USN의 센서 노드를 관리하는 시스템인 SIP 기반의 USN 관리 시스템(UMS)을 제안한다. UMS는 세션 관리 기능 및 이동성 지원을 제공하는 SIP(Session Initiation Protocol)라는 인터넷 표준 프로토콜에 기반을 두고 있다. UMS 아키텍처는 기존의 SIP 아키텍처에 UUA(USN User Agent)와 UNS(USN Name Server)를 추가함으로써 이동성을 고려한 센서 노드의 위치 및 상태를 관리하게 된다. UUA는 제한된 능력의 센서 노드를 대신해 위치 등록과정을 수행하고, UNS는 센서 노드의 위치 추적을 위해 이름 변환 서비스를 제공한다. 제안하는 관리 시스템은 하나의 통일된 규격이 존재하지 않는 현재의 센서 네트워크를 통합 및 연동을 쉽게 하여 인터넷을 기반한 글로벌한 센서 네트워크 구축을 가능하게 한다. 또한, 인터넷 표준 프로토콜인 SIP를 사용하기 때문에 다른 서비스 및 프로토콜과의 연동이 쉽고 SIP 기반의 기존 자원을 재활용 할 수 있는 장점을 가진다. 본 논문에서는 제안하는 UMS를 기반으로 혈액관리 시스템의 시나리오를 통해 타당성을 검증한다.

Key Words : U-Healthcare, RFID, USN, EPCglobal, SIP

ABSTRACT

RFID/USN core technologies for ubiquitous computing, It is possible to use variety of sensors, direct processors, and wireless network technology that easily collect the actual physical environment and can monitor information remotely. Especially the healthcare industry and services combined with U-Healthcare that have international competitiveness in the medical field. But the USN, standard management system of RFID such as EPCglobal architecture framework, the lack of interoperability issues and the global sensor network implementation. In this paper, a system for managing sensor nodes of the USN, USN of SIP-based management system (UMS) is proposed. UMS support Session Initiation Protocol (SIP), provide session management and mobility capabilities, that is based on Internet standard protocol.

※ 본 연구는 2011년도 삼육보건대학 교육역량강화사업의 학술연구지원사업에 의해 연구되었음

* 삼육보건대학 의료정보시스템과(pym@shu.ac.kr), ** 광운대학교 전자통신공학과 통신망연구실(11980002@kw.ac.kr)

논문번호: KICS2011-06-235, 접수일자: 2011년 6월 2일, 최종논문접수일자: 2011년 10월 10일

UMS architecture of the existing SIP architecture, added USN User Agent (UUA) and the USN Name Server (UNS) that the location of sensor nodes should be possible to trace. UUA on behalf of the limited capacity of the location of the sensor nodes to perform the registration process, UNS to track the location of the sensor nodes to provide name resolution services. The proposed management system has the advantage of internet applications such as Web services interoperability and easy to recycle existing resources with other SIP-based because it uses the Internet standard protocol SIP. In this paper we propose is based on the UMS blood temperature management system is verified through the scenario.

I. 서 론

인구의 고령화, 만성질환의 증가, 건강에 대한 욕구 증대, 서비스 기업의 공급 프로세스 변화, 정보화 도입을 통한 보건 의료 전달 체계 선진화 필요성 등에 의해 U-Healthcare가 등장하게 되었다. 언제, 어디서나 맞춤형 형태의 접근이 가능해진 소비자 중심적 보건 의료 서비스인 U-Healthcare는 최근 의료법 개정 등 정부 차원에서 정책적인, 제도적인 후원을 받고 있다. U-Healthcare는 Healthcare 서비스와 유비쿼터스 컴퓨팅이 결합된 개념이다. Healthcare는 보건 의료 전문가에 의해 제공되는 서비스로 질병의 예방, 치료, 관리를 목적으로 한다. 유비쿼터스 컴퓨팅은 언제, 어디서나 사용하는 컴퓨팅 환경을 말하며, 다양한 종류의 컴퓨터가 사람, 사물, 환경 속에 스며들어 서로 연결되어 있고, 필요 시 언제, 어디서나 컴퓨팅 환경을 제공하는 것을 의미한다^{[1][2]}. 이러한 IT와 보건 의료의 결합체인 U-Healthcare에 대해 보건복지부에서는 “보건의료와 정보통신기술의 융합을 통해 의료 소비자가 일상생활 속에서 보건의료와 건강관리 서비스를 제공받는 환경”이라 정의하고 있다^[3].

유비쿼터스 헬스케어의 발전으로 의료 환경에서 USN(Ubiquitous Sensor Network)의 활용도가 높아지고 점점 더 많은 분야에 그 응용이 시도되고 있다. USN은 센서의 네트워크를 통한 진단으로 질병의 발견과 비정상적인 패턴으로 인한 위협을 예방할 수 있고, 현재 Healthcare와 원격 진료, 응급 의료 분야 등 실제 의료 환경에 활용되고 있다^{[4][6]}.

하지만 의료 환경에 활용되고 있는 USN은 통합된 액세스망과 정보 공유 인프라의 미비로 유비쿼터스 헬스케어에 필요한 글로벌 비전을 제시하지 못하고 있으며 표준화된 기술이 없어 이기종 기술간의 통합이나 호환이 불가능하다. 즉 지금까지의 USN은 미리 준비된 환경에서 제한된 사용자만을 위한 특정 어플리케이션을 위한 서비스로 제공되었기 때문에 인터넷을 통한 연동은 제공되지 않는다. 따라서 센서 네트워크의 네트워크를 인터넷으로 확장해서 다양한 형태

의 서비스를 제공하거나 다른 센서 네트워크간 (Zigbee, Bluetooth, UWB 등)의 데이터를 공유할 수 있는 표준화가 마련되지 못하였다^[7].

본 논문에서는 UMS(USN Management System)라는 SIP 기반의 센서 노드 위치 및 상태 관리 시스템을 제안한다. 여기서 상태란 센서 노드가 주위 환경 정보를 센싱한 데이터를 의미한다. 본 시스템은 인터넷 표준 프로토콜과 완벽하게 호환이 가능한 인터넷 표준 프로토콜 중 SIP(Session Initiation Protocol)^[8]를 기본 프로토콜로 사용한다. SIP는 응용계층에서 세션을 열거나 닫는 역할을 하는 프로토콜로, 인터넷 전화 서비스(VoIP)나 IMS(IP Multimedia Subsystem)^[9] 등에서 세션을 관리하는 프로토콜로서 널리 쓰이고 있다. 이러한 세션을 관리하는 기능에 부가적으로 SIP는 인터넷에서 호스트의 이동성을 지원한다^[10,11].

본 논문에서는 제안하는 UMS를 기반으로 혈액 온도 관리 시스템의 시나리오를 통해 타당성을 검증한다. 의료 환경에서는 혈액의 유동성이 많고 또 그 이동 흐름을 아주 정확히 명시하고 기록하며 폐기하는 것 조차도 규정에 따라야 한다^{[12][13]}. 이러한 혈액은 보관 당시 일정한 온도로 항상 유지가 되어야 하고 보관 과정 혹은 운반 과정 중 변질된 혈액은 절대 환자에게 공급되어서는 안 된다. 따라서 환자에게 양질의 혈액을 공급하기 위하여 체계적으로 온도를 관리할 수 있는 혈액 온도 관리 시스템 구축의 필요성이 높다고 할 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련된 구로 USN과 U-Healthcare에 대해 설명하며, 3장에서는 제안하는 USN 관리 시스템(UMS)에 대해 설명한다. 4장에서는 제안하는 UMS를 기반으로 혈액 온도 관리 시스템의 시나리오에 대한 설명과 결과 및 고찰을 통해 타당성에 대해 설명하며, 마지막으로 5장에서는 결론에 대해 기술한다.

II. 관련 연구

2.1 USN

USN이란 ‘필요한 모든 곳에 전자 태그를 부착하여 사물의 인식정보를 기본으로 주변의 환경정보(온도, 습도, 오염정보, 균열 정보 등)까지 탐사하고, 이것을 실시간으로 네트워크에 연결하여 정보를 관리하는 것’이라고 정의할 수 있다. 이것은 궁극적으로 모든 사물에 컴퓨팅 및 커뮤니케이션 기능을 부여해서 언제, 어디서나, 모든 통신이 가능한 환경을 구현하기 위한 것이다.

이처럼 USN은 유비쿼터스 사회를 구현하는 기본 인프라로 주목받는 핵심 기술로 유통·물류·의료·환경을 비롯한 산업 및 생활 전반에 걸쳐 안전성과 편리함을 제공 할 수 있도록 센서 및 게이트웨이를 보급하여 센싱 및 네트워크 기능을 수행하는 시스템을 말한다. 즉, 기존의 사람과 사람, 사람과 사물의 커뮤니케이션에서 발전하여 모든 사물에 센서노드를 부착함으로써 사물과 사물간의 네트워크를 가능하게 하고 환경 정보를 획득하여 실시간 모니터링을 할 수 있도록 지원 한다^{14,15)}.

2.2 Zigbee

센서 노드 간에 커뮤니케이션을 가능하게 하는 무선통신기술은 Zigbee, Bluetooth등 여러 가지가 있지만 저 전력인 Zigbee를 대표적으로 많이 사용한다. Zigbee는 저 전력의 무선통신 기술로 센서 네트워크의 일환으로 부각되었다. 이는 다른 계층의 통신 기술보다 낮은 가격과 낮은 전력소비 그리고 복잡하지 않은 것이 특징이다. 또한 Bluetooth보다 원가가 낮고, 수만 개의 제품에 대한 네트워크화가 가능하다.

Zigbee의 구조는 IEEE 802.15.4를 포함한 4개의

스택 구조이며 물리계층(Physical Layer-Radio Frequency), 매체 접근제어 계층(Medium Access Control Layer), 네트워크 계층(Network Layer), 응용 지원 계층(Application Support Layer)으로 나뉜다. 이 중 물리 계층과 매체 접근 제어 계층은 IEEE 802.15.4에서 정의된 것을 변경 없이 사용하며, 네트워크 계층과 응용지원 계층을 Zigbee 연합에서 추가하였고, 그 위의 계층에 사용자 응용 프로그램(Application Layer)이 위치된다. 표 1은 Zigbee 스택 구조의 계층별로 구분을 나타낸다¹⁶⁾.

2.3 U-Healthcare

U-Healthcare는 유비쿼터스 헬스케어의 약어로 환자가 병원을 찾지 않아도 언제, 어디서나 질병의 예방, 진단, 치료, 사후관리를 받을 수 있는 의료 서비스를 말한다. 이는 정보통신 기술과 보건의료 기술이 발전하면서 보건 의료에 대한 소비자의 욕구가 증가하게 되면서 등장했다. 또한 이는 통신사업자 및 의료 솔루션 제공업체의 사업 확대와 보건의료에 대한 당국의 정책 추진도 U-Healthcare의 등장에 기여했다.

기존 의료 서비스는 IT 기술과 접목되면서 단순히 원격진료 단계를 거쳐 e-Healthcare에서 U-Healthcare로 단계적인 진전이 이루어지고 있다. U-Healthcare에서는 의료기관 중심의 서비스에서 이용자 중심의 서비스로 발전되고, 질병이 발생된 후 치료중심에서 질병의 예방 중심으로 변화되며, 나아가 질병관리에서 웰니스(Wellness)로 진화되고 있다. 이같이 U-Healthcare는 환자가 아니더라도 사전진단을 통해 질병예방이 가능한 보건의료 서비스로서 생체신호 센싱 기술과 유무선 네트워크 기술을 기반으로 환자, 병원, 의료정보 제공자 등이 유기적 연계되어 실시간으로 국민의 건강 상태를 체크하여 삶의 질을 향상시켜 줄 수 있다¹⁷⁾.

U-Healthcare의 목표는 삶의 질 향상 추구에 있으며, 이를 현실화시키기 위하여 정보통신 기술의 향상과 네트워크의 구축 등 IT인프라의 보편화를 바탕으로 언제, 어디서나 무의식적으로 보건의료의 혜택을 국민이 누릴 수 있도록 보장하는 것이다. 따라서 일상 생활에 의료 서비스적 기능이 체화되어 진료중심에서 예방중심으로, 질병관리에서 건강관리로 이동함으로써 일상생활 속에서 질병에 대해 효율적으로 조기 대응이 가능해진다. 헬스케어 또한 EMR, OCS, PACS 등 디지털 정보화 중심에서 센서를 통해 습득된 정보를 바탕으로 관리하는 중심으로 진화 하고 있다.

U-Healthcare는 생체 정보를 획득하는 하드웨어부터 정보를 통해 의료 서비스를 제공 받는 단계까지 어

표 1. Zigbee 스택 구조

계층	Zigbee 스택의 계층	계층에 대한 관리
5	Application Layer	Zigbee 적용 회사
4	Application Support Layer	Zigbee Specification
3	Network Layer	Zigbee Specification
2	Medium Access Control Layer	IEEE 802.15.4 Standard
1	Physical Layer-Radio Frequency	IEEE 802.15.4 Standard

느 한 분야의 기술만으로 구현하기 어렵다. 즉, 한 부분의 성공만으로 전체 U-Healthcare의 성공이라고 단정하기 어려운 것이 현실이다. 따라서 첨단 기술과 소비자의 욕구를 모두 반영하는 성공적인 U-Healthcare의 핵심 구성요소는 그림 1과 같다^[17,18].

본 논문에서 제안하는 시스템은 U-Healthcare의 핵심 구성요소에서 센싱된 데이터를 SIP 네트워크를 통해 통합된 환경에서 데이터를 전송할 수 있는 시스템을 제안한다.

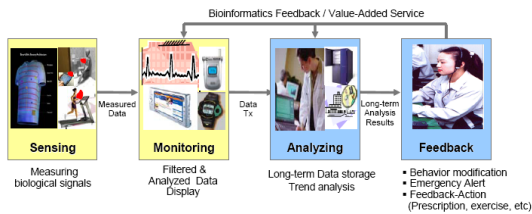


그림 1. U-Healthcare의 핵심 구성 요소그림 4

III. 제안하는 USN 관리 시스템

본 장에서는 유비쿼터스 센서 네트워크 관리 시스템인 UMS에 대해서 설명한다. UMS는 센서 노드의 현재 위치 및 상태를 센서 네트워크의 싱크 노드 수준으로의 추적이 가능하다. 즉, 추적 노드(TN)는 센서 노드를 관리하는 싱크 노드를 알 수 있게 된다. 이러한 목적을 위해 본 시스템에서는 SIP 메시지 시그널링을 위해 UUA(USN User Agent)와 센서 노드의 위치 및 상태 추적을 위한 SIP URI와 센서 노드의 MAC 주소 변환 서비스를 담당하는 UNS(USN Name Server)를 제시한다.

3.1 시스템 구조

UMS의 시스템 구조가 그림 2에 나타나 있다. 일반적인 SIP 구조는 SIP 서버와 user agent로 구성 된다. SIP 서버는 기능에 따라 다시 proxy, redirect, registrar 서버로 분류된다.

proxy 서버와 redirect 서버는 서로 다른 라우팅 기능을 가지고 있다. proxy 서버는 자신이 받은 SIP 메시지를 목적지를 향해서 보내게 되는데, 이 때 다른 SIP 서버나 user agent에게 전달할 수 있다. 반면에 redirect 서버는 받은 메시지를 목적지를 향해 보내는 것이 아니라, 목적지로가기 위해 거쳐 갈 수 있는 다른 곳을 지정해서 알려주게 된다. registrar는 이동성을 지원하기위해 위치 정보를 저장하고 있는 서버이다. UMS에서 registrar는 센서 노드의 현재 위치 및

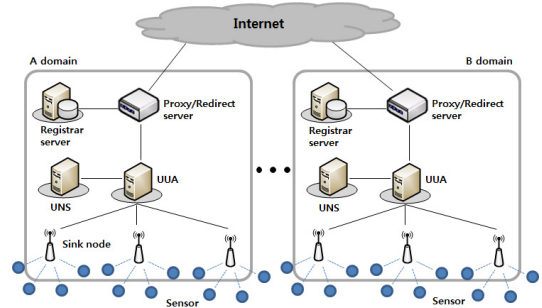


그림 2. UMS 시스템 구조

상태를 저장하고 있다.

각각의 센서 노드는 자신의 홈 도메인에 home registrar를 가지고 있다. 센서 노드가 외부 도메인 (foreign domain)으로 이동하였을 때, 센서 노드는 자신의 현재 위치 및 상태를 home registrar에게 알리기 위해 위치 갱신 과정을 수행하게 된다. home registrar는 항상 센서 노드의 현재 위치 및 상태를 저장하게 되고, 위치 추적 과정에서 registrar를 참조함으로써 센서 노드의 현재 위치 및 상태를 알아낼 수 있게 된다. 반면에 user agent는 UAC(User Agent Client)와 UAS(User Agent Server)로 나뉘어진다. UAC가 INVITE 메시지를 보냄으로써 SIP 트랜잭션을 시작하는 반면에 UAS는 해당하는 상태 코드(status code)를 담고 있는 SIP 응답 메시지를 보내게 된다. 기본적으로 user agent는 SIP 세션을 만들기 전에 자신의 위치를 registrar에 등록하게 된다. 위치 갱신 과정은 센서 노드 관리 시스템에 있어서 핵심적인 과정이다. 그러나 센서 노드는 제한된 능력만 가지고 있으므로 센서 노드가 SIP 연산을 스스로 수행할 수 있을 것이라고 기대하기는 어렵다. 그러므로 본 논문에서는 UUA (USN User Agent)와 UNS(USN Name Server)를 제안한다. UUA는 센서 노드의 SIP 주소를 찾고 센서 노드를 대신해서 위치 갱신 과정을 수행하게 된다. UUA는 센서 노드의 SIP 주소를 얻어오기 위해서 UNS에게 상담을 하게 된다. 즉, UNS는 주어진 센서 노드의 공유의 MAC Address에 대해 대응하는 SIP URI로 변환해서 알려주는 조회 서비스라고 할 수 있다.

3.2 UUA(USN User Agent)

UUA는 제한된 능력을 가지고 있는 센서 노드를 대신해서 SIP 시그널링을 담당하는 개체이다. SIP 구조의 관점에서 볼 때, UUA는 SIP 클라이언트의 한 종류이다. UMS에서 UUA는 센서 노드의 위치 및 상태 등록, 추적 등의 두 가지 주된 기능을 수행한다. 위

치 갱신 과정을 위해 우선 센서 노드를 위한 SIP URI가 필요하다. 따라서 UUA는 UNS를 참조함으로써 SIP URI를 알아내게 된다. UNS에게서 SIP URI를 받게 되면 UUA는 센서 노드 홈 도메인에 있는 registrar에게 REGISTER 메시지를 보냄으로써 센서 노드의 현재 위치 및 상태를 등록하게 된다. 센서 노드의 현재 위치 및 상태 정보, 예를 들면 UUA의 도메인 이름은 REGISTER 메시지의 contact 필드에 들어 있다.

센서 노드의 위치 추적 과정에서도 UUA는 중요한 역할을 수행한다. 추적 노드가 센서 노드의 현재 위치를 알고 싶을 때, 추적 노드는 센서 노드의 현재 위치를 관리하고 있는 UUA에게 INVITE 메시지를 보내게 되고, 이를 받은 UUA는 이에 대한 응답으로 센서 노드의 현재 위치를 알려주게 된다. 바꾸어 말하면, 만약 추적 노드가 관심 있는 센서 노드의 위치를 추적하기 위해 추적 노드가 INVITE 메시지를 UUA에게 보내게 되면, 그 UUA는 추적 노드에게 싱크 노드의 그룹 ID를 200 OK 메시지의 contact 필드에 담아 보냄으로써 센서 노드의 현재 위치를 알려주게 된다. 여기서 센서의 그룹 ID란 센서 네트워크를 구별하기 위한 식별자이다. 이 200 OK 메시지를 받은 추적 노드는 contact 필드를 분석함으로써 센서 노드의 현재 위치를 알아낼 수 있게 된다.

3.3 UNS(USN Name Server)

UNS는 센서 노드의 고유 식별자인 MAC Address와 SIP URI 사이의 사상을 저장하고 있는 분산 데이터베이스로 정의할 수 있다. UNS는 인터넷의 DNS와 비슷한 조회 서비스를 제공한다. 즉, UNS는 센서 노드의 고유 식별자인 MAC Address를 입력으로 받아서 SIP URI를 돌려주는 기능을 수행한다. UUA나 추적노드는 자신들이 관심 있는 센서 노드의 MAC Address를 UNS에게 보내서 위치 갱신이나 추적 과정에서 쓰이게 될 SIP URI를 얻게 된다. 즉, UNS는 자신이 받은 MAC Address에 대한 SIP URI를 생성하거나 캐쉬된 URI를 찾아내서 그것을 UUA나 추적 노드에게 돌려주는 역할을 수행한다.

UNS에서 센서 노드를 위한 SIP URI를 만드는 과정은 그림 3과 같이 센서 노드의 유일한 식별자인 MAC Address를 활용하여 이루어진다. MAC Address는 IEEE Address 또는 Extended Address라고도 부르는데 본 논문에서는 MAC Address로 표기한다.

센서 노드의 MAC Address는 전체 64 비트의 크기를 가지며 이중 24 비트는 기관 고유 식별자(OUI :

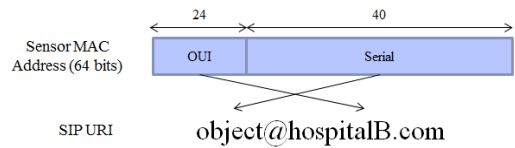


그림 3. 센서 MAC Address를 SIP URI 변환

Organizational Unique Identifier)를 나타내며, 40 비트는 개체의 번호를 나타낸다. 여기서 기관 고유 식별자는 SIP URI의 홈 도메인을 만들어내는데 사용된다. 즉, 기관 고유 식별자는 센서 노드가 사용되는 의료기관을 알려주게 되고, 따라서 UNS는 이를 이용하여 센서 노드의 홈 도메인을 (예를 들어 bloodcenter.com) 알아낼 수 있게 된다. 다음으로 개체의 번호는 센서 노드를 유일하게 식별하기 위해 사용된다. 그 결과, UNS는 blood123@bloodcenter.com과 같은 형태의 SIP URI를 만들어낼 수 있게 된다.

성능이나 실용적인 이유에 의해서 UNS는 분산적이고 계층적인 방법으로 설치될 수 있다. 이러한 경우 UNS에게 조회 서비스를 요청할 때 UUA나 추적노드는 우선 local UNS에게 먼저 질의를 하게 된다. 만약 local UNS가 이 요청을 직접 처리할 수 있다면, local UNS가 SIP URI를 돌려주게 된다. 그러나 만약 local UNS가 센서 노드의 홈 도메인에 대한 정보를 가지고 있지 않은 경우, 이 질의를 처리할 수 없고 즉, SIP URI를 만들 수 없다. 이러한 경우에는 local UNS는 이 질의를 해결하기 위해 UNS 계층에서 더 상위에 있는 UNS에게 재귀적으로 질의를 하게 된다. UNS 계층에서 상위에 있는 UNS가 이 질의를 처리하게 되는 경우, 그 결과를 local UNS에게 전달하게 된다. 결과를 받으면 local UNS는 이 결과를 질의 한 UUA나 추적 노드에게 전달하고, 앞으로 있을지 모를 질의에 대비해서 이 결과를 자신의 캐쉬에 저장하게 된다.

IV. UMS 기반 혈액관리 시스템

혈액은행에서는 혈액을 냉장고에 보관하다가 수혈이 필요한 곳으로 인력이 직접 입수하여 전달해주는 시스템으로 운영되고 있다. 혈액 중 적혈구는 통상적으로 4°C로 유지되고 있는 냉장고에서 출고하여 상온에서 30분 이상이 경과하여 온도가 높아지거나 너무 낮은 온도에서 보관되면 적혈구가 파괴되어 용혈되며, 과도한 대사로 인한 세포의 노화가 진행되어 평균 수명이 감소된다. 이와 같이 혈액에 있어서 보관온도는 혈액의 품질 및 안정성에 필수적인 요소로서 출고

되었을 당시의 온도, 즉 혈액이 폐기 되지 않는 적정 온도인 2~6°C로 유지가 되는지 여부가 중요하다. 본 논문에서는 위와 같이 혈액의 이동과 시간변화에 따른 온도를 체계적으로 관리하기 위해 온도 센서가 이동 중에 따라 위치 및 상태 등록과 등록된 센서 노드의 위치를 추적하기 위한 시나리오를 제시한다.

4.1 센서 노드의 위치 및 상태 등록 과정

UMS에서의 위치 및 상태의 등록 과정이 그림 4에 나타나 있다.

다음의 예에서 사용될 센서 노드의 홈 도메인의 이름은 bloodcenter.com이고 센서 노드의 SIP URI는 blood123@bloodcenter.com이라고 가정한다. 또한 센서 노드가 이동하게 될 외부 도메인인 hospital.com 내에 존재하는 UUA를 UUA1이라고 부르고, UUA1의 도메인 이름은 UUA1.hospital.com이라고 가정한다. hospital.com으로 이동한 센서 노드는 그룹 ID가 0x7d인 싱크 노드에 의해 인식되었다고 가정한다. 이 싱크 노드는 UUA1의 관리 아래에 있다.

UMS에서 위치 및 상태 등록 과정은 센서 노드가 싱크 노드에게 센싱 정보를 전송하는 것으로부터 시작된다. 싱크 노드가 센싱 정보를 수신하게 되면(그림 4 (1)), 센서 노드의 MAC Address를 UUA1에게 전달하게 된다. 또한 싱크 노드는 UUA1에게 자신의 그룹 ID와 센싱 데이터, time-stamp를 알려주게 된다(그림4 (2)). 싱크 노드로부터 MAC Address와 관련된 정보를 받으면 UUA1은 센서 노드의 MAC Address를 위한 SIP URI를 얻기 위해 UNS에게 상담을 한다(그림4 (3)). 만약 UNS가 해당 MAC Address에 대한 요청을 처음 받은 것이라면 SIP URI를 만들어 주고, 만약 이전에 같은 요청을 받은 적이 있다면 캐쉬에 저장된 내용을 찾아서 UUA1에게 돌려주게 된다(그림4 (4)). UNS는 SIP URI를 만들고, 만들어진

URI은 blood123@bloodcenter.com의 형태가 될 것이다. SIP URI를 받게 되면 UUA1은 센서 노드의 위치 및 상태를 등록하기 위해 REGISTER 메시지를 보내야 하는 센서 노드의 home registrar를 알 수 있다. 본 예에서 센서 노드의 home registrar는 bloodcenter.com에 있는 registrar이다. 현재 센서 노드가 UUA1의 관리 도메인 아래에 있기 때문에, UUA1은 센서 노드의 현재 위치가 hospital.com이라고 인식한다. 그러므로 UUA1은 센서 노드의 현재 위치인 blood123@hospital.com을 REGISTER 메시지의 contact 필드에 담아서 센서 노드의 홈 도메인인 bloodcenter.com의 registrar에게 보냄으로써 이동된 위치와 상태를 갱신하게 된다. (그림4 (5)). 만약 위치 갱신 과정이 성공적으로 끝나면, 센서 노드의 홈 도메인의 registrar는 UUA1에게 200 OK와 같은 응답 메시지를 보내게 된다(그림4 (6)). 이 응답 메시지에 대한 확인 메시지로써 UUA1은 ACK 메시지를 홈 도메인 registrar에게 보내게 된다(그림4 (7)). UUA1은 센서 노드의 현재 위치를 자신의 local registrar에도 (hospital.com에 있는 registrar) 등록하게 된다. 이 등록 과정의 목적은 hospital.com에 도착한 혈액의 현재 위치와 상태를 추적하기 위한 메시지를 센서 노드의 현재 위치 관리자인 UUA1에게 전달해 주기 위함이다. 이전의 센서 노드의 홈 도메인의 registrar에게로 보내지는 REGISTER 메시지와는 다르게 이 REGISTER 메시지의 contact 필드에는 좀 더 자세한 위치 정보가 들어 있다. 즉, 이동된 센서 노드가 hospital.com 도메인의 어느 UUA의 관리 도메인 아래 있는지 알려준다.(예: blood123@UUA1.hospital.com) 이 메시지를 통해 registrar는 좀 더 상세한 센서 노드의 현재 위치를 알 수 있게 되고, 앞으로 받을 센서 노드를 향한 SIP 메시지들을 UUA1에게 전달하게 된다. 메시지 교환의 나머지 과정은(그림4 (9,10)) 이전의 과정과 같다(그림4 (6, 7)).

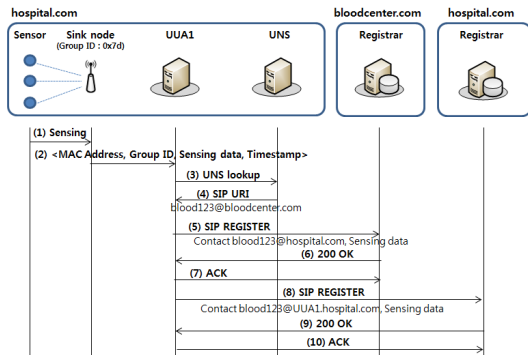


그림 4. UMS에서 위치 및 상태 등록 과정

4.2 센서 노드의 위치 및 상태 추적 과정

추적 노드(TN)는 management.com 도메인에 있다고 가정하며, UMS에서 센서 노드의 위치 및 상태 추적 과정이 그림 5에 나타나 있다.

센서 노드의 현재 위치를 알고 싶어 하는 추적 노드는 먼저 UNS 질의를 통해서 센서 노드의 SIP URI를 알아낸다(그림5 (1, 2)). 이 질의에서 센서 노드의 SIP URI를 찾기 위해 센서 노드의 MAC Address가 사용된다. blood123@bloodcenter.com이라는 SIP URI를 찾아낸 뒤에, 추적 노드는 센서 노드의 현재 위치를 알기 위해 INVITE 메시지를 자신의 도메인에

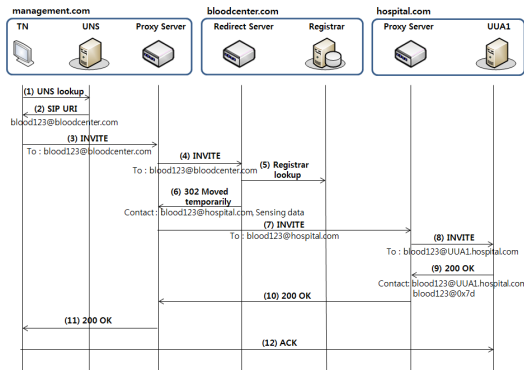


그림 5. UMS에서의 위치 및 상태 추적 과정

있는 proxy server에게 보내게 된다(그림5 (3)). 이를 받은 proxy server는 bloodcenter.com에 있는 SIP 서버(즉, 그림5의 redirect server)에게 이 INVITE 메시지를 전달하게 된다. 이 INVITE 메시지를 받으면 redirect server는 센서 노드의 현재 위치를 알아내기 위해 bloodcenter.com 도메인 내의 registrar에 질의를 하게 된다(그림5 (5)). registrar에 대한 질의의 결과로 해당 센서 노드가 hospital.com 도메인 내에 존재하며 현재의 상태 정보를 알게 된다. bloodcenter.com 도메인 내의 redirect server는 추적 노드 도메인의 proxy server에게 hospital.com 도메인에 있는 proxy server에게 INVITE 메시지를 보낼 것을 알려준다. 추적 노드 도메인의 proxy server는 hospital.com 도메인 내의 proxy server에게 INVITE를 보내고(그림5 (6)), INVITE 메시지를 수신한 proxy server 최종적으로 INVITE 메시지를 센서 노드를 관리하고 있는 UUA1에게 전달하게 된다. 이 UUA1는 센서 노드를 관리하고 있는 싱크 노드의 관리자이다. UUA1는 싱크 노드를 대신해서 proxy server에게 200 OK 메시지를 응답으로써 보내게 된다(그림5 (9)). 이 200 OK 메시지에는 UUA1의 도메인 이름 뿐 아니라 싱크 노드의 그룹 ID를 담고 있다. proxy server는 센서 노드를 관리하는 싱크 노드의 그룹 ID를 담고 있는 이 응답 메시지를 추적 노드 도메인의 proxy server를 통해서 추적 노드에게 전달하게 된다. 반면에 만약 해당 센서 노드가 다른 도메인으로 이동한 경우, 센서 노드의 홈 도메인의 redirect server는 추적 노드 도메인의 proxy server에게 이 사실을 알려주게 된다. 이는 SIP 메시지인 302 temporarily moved 메시지를 통해서 이루어지게 되는데, 이 메시지는 contact 필드에 blood123@hospital.com과 같은 새로운 SIP URI를 담고 있다(그림5 (6)). 이 새로운 SIP URI는 센서 노드가 hospital.

com으로 이동했을 때 위치 및 상태 갱신 과정을 통해서 미리 등록된 것이다. 이 응답 메시지를 받으면, 추적 노드 도메인의 proxy server는 hospital.com이라는 도메인에 있는 proxy server에게 다시 INVITE 메시지를 보내게 된다(그림5 (7)). 현재 센서 노드가 머물고 있는 이 도메인에는 registrar에 해당 센서 노드의 위치 및 상태를 갱신한 UUA1이 존재한다. hospital.com 도메인의 proxy server는 registrar에게 질의를 통해 UUA1이 blood123@bloodcenter.com이라는 SIP URI를 가진 센서 노드를 읽은 싱크 노드를 관리한다는 것을 알게 된다. 이제 hospital.com 도메인의 proxy server는 registrar로부터 얻은 UUA1의 도메인 이름을(UUA1.hospital.com) 사용해 UUA1에게 INVITE 메시지를 보내게 된다(그림5 (8)). 이 메시지를 받으면 UUA1은 응답으로 200 OK 메시지를 보내게 된다(그림5 (9)). 센서 노드의 현재 위치 및 상태를 추적하기 위해 200 OK 메시지의 contact 필드에는 UUA1의 도메인 이름과 더불어 싱크 노드의 그룹 ID(0x7d)가 같이 들어있다. 이 응답을 받은 hospital.com 도메인의 proxy server는 200 OK 메시지를 management.com 도메인의 proxy server에게 전달하고(그림5 (10)), 다시 proxy server는 추적 노드에게 이를 전달한다(그림5 (11)). 마지막으로 추적 노드가 UUA1에게 200 OK에 대한 응답으로 ACK 메시지를 보냄으로써 메시지 교환이 끝나게 된다(그림5 (12)).

추적 노드는 위의 과정에서 받은 200 OK 메시지의 contact 필드를 분석함으로써 센서 노드의 현재 위치를 알게 된다. contact 필드의 첫 번째에 들어있는 SIP URI는 센서 노드가 hospital.com 도메인 내의 UUA1이 관리하는 싱크 노드에 있음을 말해준다. 두 번째 필드에는 blood123@0x7d 이라는 SIP URI가 들어있다. 이 URI에 나타난 그룹 ID는 도메인 내의 싱크 노드를 구별하기 위한 식별자이고, 이를 통해 현재 센서 노드가 있는 위치를 추적할 수 있다.

4.3 결과 및 고찰

본 절에서는 제안하는 USN 관리 시스템(UMS)을 정량적 평가와 정성적 평가에 대해 설명한다.

정량적 평가 방법은 제안한 UMS 기반의 USN 관리 시스템의 성능을 평가하기 위해서 SIP 시그널링에 걸리는 시간을 모델링 하였다. USN 관리 시스템의 성능은 싱크 노드를 관리하는 UUA가 보낸 INVITE 메시지가 응용 서버에 도착할 때까지 걸리는 지연 시간을 모델링하여 평가 할 수 있다. 또한 혈액관리 시스템의 성능을 평가하기 위해 센서 노드가 혈액 온도의

정보를 센싱하고 이를 Registrar에 등록할 때까지의 시간을 위치 등록 지연 시간으로, 추적 노드에서 INVITE 메시지를 보낸 시점부터 200 OK 메시지를 받은 시점까지를 위치 추적 지연 시간으로 정의하여 모델링하였다.

그림 6은 본 논문에서 고려하고 있는 시스템 모델이 나타나 있다. 싱크 노드에서 많은 수의 센서 노드가 UUA에 서비스를 요청한다. 따라서 UUA의 서비스 요청의 도착 분포는 포아송 분포를 가정할 수 있고, UUA는 M/M/A 큐로 모델링할 수 있다. 또한 메시지가 전달되어 도중에 거쳐 가는 응용 서버, Registrar 등의 SIP 서버는 M/M/1 큐의 네트워크로 모델링 할 수 있다. 따라서 제안하는 관리 시스템에서의 위치 등록 지연 시간 RDT는 식 (1)과 같이 표현할 수 있다.

$$RDT = t + P[UNS] + P[UUA] + K * P[SIP] \quad (1)$$

여기서 t는 전달 지연(propagation delay)을 나타내고, P[UNS]는 UNS, P[UUA]는 UUA에서의 처리 지연을 나타낸다. K는 SIP 메시지가 거쳐가는 응용 서버, Registrar 등을 포함하는 중간 SIP 서버 숫자를 나타내고 P[SIP]는 이러한 서버에서의 처리 지연 시간을 나타낸다.

UNS는 센서 노드의 MAC Address와 SIP URI 사상을 관리하는 분산 데이터베이스로, 제안하는 관리 서비스뿐만 아니라 다른 센서 네트워크 서비스를 위해 사용될 수 있으므로 UNS의 조회요청은 충분히 많은 수라고 할 수 있고, 이는 포아송 분포로 모델링 할 수 있다. 따라서 UNS는 M/M/1 큐로 모델링 될 수 있으므로, P[UNS]는 식 (2)와 같이 표현될 수 있다.

$$P[UNS] = P[UNS_{service}] / (1 - \rho_{UNS}) \quad (2)$$

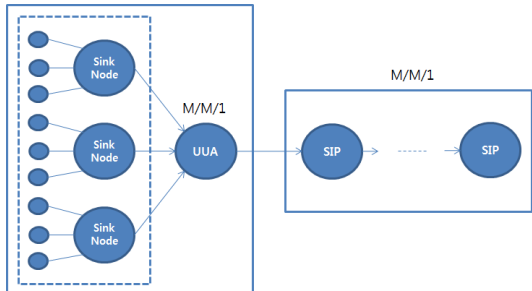


그림 6. 시스템 모델

여기서 $P[UNS_{service}]$ 와 ρ_{UNS} 는 각각 UNS의 평균 서비스 시간과 UNS 서버의 이용률을 나타낸다. 마찬가지로 UUA는 M/M/1 큐로 모델링 될 수 있으므로, P[UUA]는 식 (3)과 같이 표현될 수 있다.

$$P[UUA] = 1 / (\mu UUA - \lambda UUA) \quad (3)$$

여기서 μUUA 와 λUUA 는 각각 UUA의 도착률과 서비스율을 나타낸다.

P[S]와 ρ_{SIP} 를 각각 평균 서비스 시간과 SIP 서버의 이용률이라고 할 때, SIP 서버에서의 평균 처리 지연 시간은 식 (4)와 같이 나타낼 수 있다.

$$P[SIP] = P[S] / (1 - \rho_{SIP}) \quad (4)$$

또한 UMS에서의 위치 추적 지연 시간 TDT는 식 (5)와 같이 표현 할 수 있다.

$$TDT = 2 * t + 2 * P[UUA] + 2 * K * P[SIP] + E[Pro] \quad (5)$$

여기서 E[Pro]는 응용 서버에서 SIP 메시지를 받고, 추적 노드에서 현재 센서 노드의 위치 및 정보를 만들어낼 때까지의 처리 지연 시간을 나타낸다.

표 2는 성능 평가에서 사용된 파라미터 값을 나타내고 있다^{19,20}. 그림 7은 UUA의 위치 등록 메시지의 도착률에 따른 위치 등록 지연 시간을 나타내고 있다. 그림에서 알 수 있듯이 UUA가 담당하는 도메인내의 센서 노드의 위치 등록 횟수가 많아질수록 위치 등록 지연 시간이 늘어난다. 이는 지역 도메인 내의 위치

표 2. 성능평가를 위한 파라미터

파라미터	값
전달 지연(t)	30 msec
UNS의 평균 서비스 시간 ($P[UNS_{service}]$)	10 msec
UNS의 서버 이용률 (ρ_{UNS})	1.0
UUA의 서비스율 (μUUA)	100 msgs/sec
SIP 서버의 평균 서비스 시간 ($P[E]$)	10 msec
SIP 서버의 이용률 (ρ_{SIP})	0.5
추적 노드에서의 처리 지연 시간 ($P[Pro]$)	15 msec

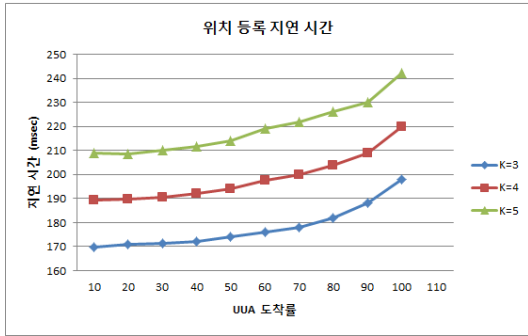


그림 7. 위치 등록 지연 시간

등록이 많아질수록 UUA가 처리해야 하는 메시지의 수가 많아지고, 메시지의 평균 대기시간이 길어지기 때문이다. 또한 위치 등록을 하기까지 거쳐야 하는 SIP 서버의 수인 K값이 증가함에 따라 지연 시간이 늘어남을 알 수 있다. 즉, K가 커짐에 따라 REGISTER 메시지가 거쳐 가는 SIP서버의 숫자가 늘어나게 되고, 그에 따라 위치 등록 지연 시간이 늘어나는 것이다. 전체적으로 위치 등록 지연 시간은 파라미터 값에 따라 다르지만 대략 160~240msec 정도이다.

그림 8은 UUA의 메시지 도착률에 따른 위치 추적 지연 시간을 나타내고 있다. 위치 추적 지연 시간은 위치 등록 지연 시간에 비해 그 시간이 큰 것을 알 수 있는데, 이는 위치 추적 지연 시간은 추적 노드가 생성한 INVITE 메시지를 찾고자 하는 센서 노드를 관리하는 UUA까지 도착한 뒤 UUA에서 만들어진 메시지가 다시 추적 노드에게 전달될 때까지의 왕복시간으로 정의했기 때문이다. 위치 추적 지연 시간에서도 위치 등록 지연 시간과 마찬가지로 UUA의 도착률이 커짐에 따라 지연 시간이 늘어난다. 또한 K의 크기가 커짐에 따라 지연시간이 늘어나게 된다. 위치 추적 지연 시간은 대략 250~400msec 의 분포를 보이고 있다.

다음으로 제안하는 UMS 관리 시스템을 통해 정성

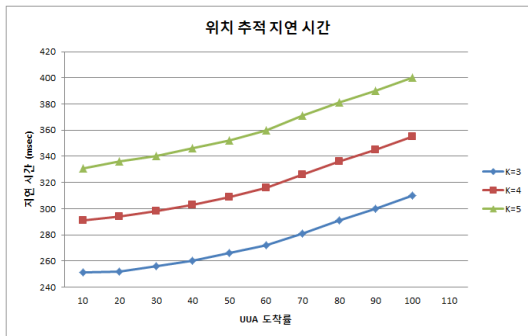


그림 8. 위치 추적 지연 시간

적 평가에 대해 설명한다.

첫째, UMS는 센서 노드의 이동성을 고려한 위치 및 상태를 관리할 수 있는 시스템이다. 현재 USN은 RFID의 표준 관리 시스템인 EPCglobal 아키텍처와 같은 표준 프레임워크의 부재로 상호 운영 및 글로벌 센서 네트워크 구현에 문제점이 있다. 즉, 센서 네트워크의 경우 다양한 센서 네트워크가 존재하면서 하나의 통일된 규격이 존재하지 않는다. 반면에 UMS는 인터넷 표준 프로토콜인 SIP를 기반으로 하기 때문에 이 기존의 센서 네트워크를 통합하고 연동할 수 있다.

둘째, UMS가 기반하고 있는 프로토콜인 SIP는 HTTP와 같이 텍스트를 기반으로 하는 프로토콜이다. 이는 응용 레벨이나 사용자 레벨에서 새로운 서비스를 추가하는 것을 용이하게 한다. 또한 인터넷을 기반으로 다른 서비스 및 프로토콜과의 통합 및 연동이 쉽다. 센서 네트워크는 통일된 규격이 존재하지 않으므로, 사용하는 센서 네트워크에 따라 응용을 개발해야 한다. 이에 따라 센서 네트워크는 인터넷 접속 등 다른 서비스와의 통합 및 연동에서 한계를 가진다.

셋째, UMS는 SIP 기반의 VoIP 네트워크와 같은 기존에 존재하는 네트워크 인프라구조를 그대로 다시 사용할 수 있다. 센서 네트워크의 경우 각 벤더마다 자신만의 특별한 구조로 되어 있고, 특별한 프로토콜을 필요로 한다. 이것은 인터넷 표준 프로토콜인 SIP에 기반하고 있는 UMS와는 다른 부분이다. UMS는 SIP를 아무런 수정 없이 그대로 사용하고 있기 때문에, 기존에 SIP를 위해 설치된 SIP proxy server나 redirect server, registrar등을 그대로 재사용할 수 있다. 근래에 들어 SIP는 VoIP 서비스나 IP 멀티미디어 서브시스템(IMS) 등에서 시그널링 프로토콜로서 널리 쓰이고 있다. 따라서 UMS를 기존의 인프라 구조와 통합하는 것이 가능하고, 이러한 재사용성은 시스템의 설치비용의 감소와 빠른 개발을 가능하게 한다.

넷째, USN은 본 논문에서 제시한 혈액 온도관리 시스템과 같이 혈액의 이동성을 고려하여 위치 및 온도 정보를 실시간 수집하므로 이를 공급망 관리(Supply Chain Management, SCM)에 활용하게 되면 관리의 효율성 및 관리 비용의 절감의 효과를 가져 올 것이다.

다섯째, 서비스 분야에 대한 파급효과이다. UMS는 센서 노드의 위치 및 상태를 관리해주는 시스템으로 USN을 활용한 서비스로 분류할 수 있다. 즉, UMS 구축은 단일 환경으로 구축된 USN을 인터넷을 기반한 글로벌한 센서 네트워크로 발전하며, 결과적으로 USN 산업의 발전을 촉진시킬 것이다.

V. 결 론

본 논문에서는 U-Healthcare 서비스를 위하여 SIP 기반의 USN 관리 시스템인 UMS를 제안하였다. UMS는 효율적인 이동성을 지원하는 인터넷 표준 프로토콜인 SIP에 기반하고 있다. UMS에서 SIP와 관련된 메시지를 처리하기 위해 USN User Agent(UUA)와 센서 노드와 SIP URI 사이의 네이밍 서비스를 제공하기 위해 USN Name Server(UNS)라는 네이밍 서비스를 제시하였다. 또한 제안한 UMS를 혈액 온도관리시스템 시나리오를 통해 이동성을 고려하여 혈액의 현재 위치 및 상태를 등록하고 추적하는 과정을 확인하였다. UMS는 통일된 규격이 존재하지 않는 현재의 센서 네트워크를 통합 및 연동, 재사용성, 다른 서비스와 연동, 공급망 관리 서비스 제공의 장점을 가지고 있다. 또한 UMS는 RFID, USN, VoIP, IMS, IPv6 등 다른 분야와 밀접한 관련을 가지고 있어, UMS의 성공적인 구축은 다른 분야에도 긍정적인 영향을 끼칠 것이며, 시너지 효과를 내면서 같이 발전할 수 있을 것으로 기대된다. 앞으로 UMS를 구현하고 성능을 평가할 것이며, RFID 관리 시스템인 EPCglobal Network와 연계에 대한 연구를 수행할 계획이다.

참 고 문 헌

- [1] 김옥남, “u-Healthcare가 다가온다.”, LGERI 리포트, 2009, 8.
- [2] 최재홍, 이준동, 전병국, “유비쿼터스 헬스케어 비즈니스”, 신광출판사, 2010.
- [3] 한국보건산업진흥원, “2008 보건산업백서”, 2008.
- [4] A. Wood, et al. ALARM-NET: Wireless Sensor Networks for Assisted-Living and residential Monitoring. Technical Report CS-2006-11, Dept. of Computer Science, Univ. of Virginia, 2006.
- [5] Fulford-Jones, T., Malan, D., Welsh, M., and Moulton, S. “CodeBlue: An ad hoc sensor network infrastructure for emergency medical care”, in International Workshop on Wearable and Implantable Body Sensor Networks, London, UK, 2004
- [6] U. Varshney, “Pervasive Healthcare and Wireless Health Monitoring,” Mobile Networks and Applications, Vol.12, pp.113-127, March

- 2007.
- [7] 성종우, 김대영, “RFID와 USN 통합 인프라스트럭처를 위한 EPC 센서 네트워크”, 한국통신학회지(정보통신) 제23권 제12호, pp.37-46, 2006. 12.
- [8] J. Rosenberg et al. “SIP: Session initiation Protocol,”RFC 3261, IETF, June 2002.
- [9] G. Camarillo, M. Garcia-Martin, “The 3G IP Multimedia Subsystem (IMS) Merging the Internet and the Cellular Worlds,”John Wiley & Sons, August 2004.
- [10] N. Banerjee, S. Das, S. Dawkins, and J. Pathak, “Mobility Support in Wireless Internet,”IEEE Wireless Communications, pp.54-61, October 2003.
- [11] E. Wedlund, H. Schulzrinne, “Mobility support using SIP,”in Proc. ACM WoWMoM 1999, August 1999.
- [12] 대한적십자사 혈액관리본부, <http://www.bloodinfo.net>
- [13] 보건복지부 혈액장기팀, <http://www.mohw.go.kr>
- [14] 정부만, “2006년도 국내외 USN 산업동향 분석 연구”, 한국정보사회진흥원, 연구개발 결과보고서, 2006.
- [15] 진희채, “공공부문 USN 도입 방안에 대한 연구”, 한국정보사회진흥원, 연구개발 결과보고서, 2006.
- [16] 심재창, 김익동, “Zigbee 기술의 응용과 실습”, 홍릉과학출판사, 2008.
- [17] 김진태, “네트워크 기반의 u-Health 서비스 추진 동향”, TTA 주간기술동향, 1321호, 2008.
- [18] 지경용 외16명, “유비쿼터스 시대의 보건의료”, 진한M&B, 2006.
- [19] P. De, K Basu, and S. Das, “An Ubiquitous Architectural Framework and Protocol for Object Tracking using RFID Tags,” in Proc. ACM Mobiquitous 2004, August 2004.
- [20] Proceedings of the fifty-third Internet Engineering Task Force, <http://www3.ietf.org/proceedings/02mar/slides/ippm-4.org>

박 용 민 (Yong-min Park)

정회원



2005년 2월 광운대학교 전자
통신공학과 석사 졸업
2011년 8월 광운대학교 전자
통신공학과 박사 졸업
2011년 4월~현재 삼육보건
대학 의료정보시스템과 강
의전담교수

<관심분야> RFID/USN, u-healthcare, SIP, EHR

오 영 환 (Young-hwan Oh)

정회원

한국통신학회 논문지 제33권 12호 참고