논문 2009-04-19

u-Healthcare 서비스를 위한 모바일 장치 기반 게이트웨이 및 웹 모니터링 시스템 설계 및 구현

(Design and Implement a Gateway Based on Mobile Device and a Web Monitoring System for u-Healthcare Service)

김 지 훈, 이 채 우*
(Ji-Hoon Kim, Chae-Woo Lee)

Abstract : There are already many researches providing u-Healthcare service, but they have left problems to be improved. First of all, the transmission range between sensor nodes and the gateway are restricted. Hence, patients feel uncomfortable because of they need to possess or locate closed to a gateway all the time when they aggregates their medical data. Also, the existing systems have not considered life environment that is important to analyze patient's diseases. Moreover, a guardian need to located close to patient or possess a mobile device that monitors a patients' status in real time when they are in outdoor. In this research, we present multi-hop packet transfer algorithm and compilation of life environment which help improve the problem of the existing researches. Likewise, we designed and implemented a medical information database and a real-time web monitoring system that manage patients' personal history and monitor a patients' status in real time. In this paper, we design and implement the u-Healthcare system based on mobile environment and we present a result when we tested our u-Healthcare system in scenario environment.

Keywords : u-Healthcare, Gateway, Sensor Network, Database, Web Monitoring System.

Ⅰ. 서 론

인구의 고령화, 생활양식 및 환경의 변화로 인하여 건강에 관한 관심이 급증하는 가운데, 유비쿼터스 기술의 발달은 다양한 의료 서비스 시스템 구축을 가능하게 할 것으로 예상되고 있다[1][2]. 특히 의료분야에서는 언제 어디서나 자신의 건강 상태를 모니터링하고 특화된 건강관리 서비스를 받을 수 있는 u-Healthcare에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있다[3][4].

u-Healthcare가 구현된 이상적인 환경에서는 언제 어디서나 환자 상태에 관한 정보를 신속히 전달 및 처리하는 의료서비스가 구축되어야 한다. 이러한 u-Healthcare 서비스를 제공하기 위한 대부분의 시스템은 환자의 생체정보 수집 센서, 게이트웨이, 모니터링 시스템 및 데이터베이스 서버로 구성된다.

기존에 구현된 u-Healthcare 시스템들은 다양한 생체정보 수집센서를 이용하여 환자의 심전도, 심박수 뿐만 아니라 체지방, 산소 포화량, 혈압 등의 정보를 수집하고, 환자에게 신체변화에 따른 의료서비스를 제공하였다[5]. 또한 가정 내에서는 PC로[6], 가정 외에서는 PDA와 같은 휴대가능 기기에 게이트웨이가 구현되었다[5]. 그리고 측정되었던 환자의 생체정보를 그리드 컴퓨팅을 이용하여 신속히 분석하고, 분석된 결과를 휴대용디바이스를 통해 쉽게 열람 가능하도록 구현되었다[6].

하지만 기존에 구현된 u-Healthcare 시스템들은 몇 가지 개선점이 존재한다. 첫째, 환자의 생체정보를 수집하는 센서와 게이트웨이간의 무선 통신을 이용하는 u-Healthcare 시스템들의 전송범위는 다

* 교신저자(Corresponding Author)
논문접수 : 2009. 08. 08., 채택확정 : 2009. 09. 17.
김지훈, 이채우* : 아주대학교 전자공학과
※ "본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음" (IITA-2009-C1090-0902-0014)

중 홉 전송 미 지원으로 인해 단일 홉으로 한정된다. 따라서 가정 내에서 환자의 정보를 수집하기 위해서는 환자가 게이트웨이를 소지해야 하거나 단일 홉 전송 범위 내에 위치해야하는 불편함이 존재한다[5][6]. 이와 같은 문제는 센서네트워크 내의 다중 홉 알고리즘 적용이나 전송 파워의 세기를 높임으로써 해결할 수 있다. 둘째, 주거환경에 따른 환자의 상태변화를 분석하는데 도움을 주는 주거환경 정보의 수집기능이 구현되지 않았다[5][6]. 이로 인해 환자의 주거환경에 따른 상태변화를 분석하는데 어려움이 있다. 셋째, 게이트웨이 내에 모니터링 프로그램이 내장된 u-Healthcare 시스템의 경우, 보호자가 측정되는 환자의 정보를 확인하기 위해서는 환자와 같은 장소에 위치해야하는 불편함이 존재한다.

본 논문에서 구현된 모바일 기반 u-Healthcare 시스템은 위와 같은 문제점들을 다음과 같이 개선하였다. 첫째, 가정 내 게이트웨이 소지의 불편함을 해결하기 위해 센서네트워크부분에 다중 홉 패킷 전송 알고리즘을 적용하여 환자의 생체정보 전송범위를 확장시켰다. 둘째, 주거환경에 따른 환자의 상태변화 분석 및 판단에 도움을 주기 위해 환경 정보 수집 기능을 추가하였다. 셋째, 인터넷에 접속할 수 있는 장소라면 어디서든 환자 또는 보호자에게 PC를 통해 실시간으로 수집된 정보를 제공할 수 있는 실시간 웹 모니터링 시스템을 구현하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. Ⅱ장에서는 기존 연구에서 구현된 u-Healthcare 시스템의 구성 및 장, 단점에 대해서 알아본다. Ⅲ장에서는 Ⅱ장에서 언급하였던 시스템들을 개선한 u-Healthcare 시스템을 설계 및 제안하고, Ⅳ장에서는 본 연구팀이 구현한 모바일 기반 u-Healthcare 시스템의 설명 및 시나리오 환경에 적용된 결과를 서술한다. 마지막으로 Ⅴ장에서는 결론 및 향후 연구에 대해 서술한다.

Ⅱ. 기존의 구현된 u-Healthcare 시스템

선행 연구되었던 u-Healthcare 시스템 대부분은 센서네트워크, 게이트웨이, 생체정보 모니터링 프로그램의 구조를 가진다. 센서네트워크에서는 환자의 생체정보를 수집하며, 수집된 생체정보를 의료기관이나 데이터베이스에 전달한다. 또한 수집된 생체정보를 확인 할 수 있도록 환자가 소지하는 디바이스나 가정의 PC환경에 모니터링 프로그램이 구현되었다. 본 장에서는 이러한 u-Healthcare 시스템을 구현하기 위해 선행 연구 되었던 u-Healthcare 시스템들의 장 · 단점을 분석한다.

그림 1은 Zigbee를 이용한 u-Healthcare 시스템[5]의 구성도이다. 이 시스템은 가정 내·외에서 환자의 생체정보를 수집하고, 수집된 정보를 통해 다양한 의료서비스를 제공하기 위해 구현되었다. 전체적인 시스템의 구성은 환자의 체지방, 혈압, 운동량 및 혈중 산소포화도 등의 생체정보를 수집하는 센서 부분, 수집된 생체정보를 의료기관에 전송하기 위한 휴대용 디바이스 및 PC 환경의 게이트웨이, 전송된 환자의 생체정보나 응급 상황을 의료기관에 전달해주는 u-Healthcare 서버로 구성된다.

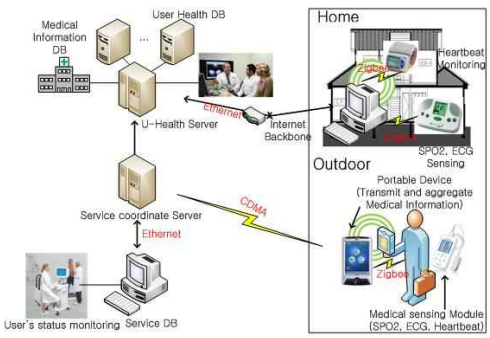

그림 1. Zigbee를 이용한 u-Healthcare 시스템 구성도

Fig. 1. The Architecture of a u-Healthcare system using Zigbee communication

[5]의 동작 과정은 다음과 같다. 센서네트워크에서는 환자의 운동량, 체지방 등의 생체정보를 수집한다. 센서네트워크에서 수집된 환자의 생체정보는 Zigbee 통신을 통해 가정 내에서는 게이트웨이 역할을 하는 PC 홈 서버, 가정 외에서는 휴대용 디바이스로 전송된다. 게이트웨이로 전송된 환자의 생체정보는 u-Healthcare 서버에 전송 및 저장된다. u-Healthcare 서버에 저장된 생체정보는 질병 분석 및 의료 서비스 제공의 용도로 사용된다. 동시에 수집된 환자의 생체정보는 휴대용 디바이스나 PC 홈 서버에 내장된 모니터링 프로그램을 통해 실시간으로 모니터링 된다.

수집된 환자의 생체정보를 신속히 분석하고, 분석된 결과를 제공하기 위해서 [6]에서는 그리드네트워크를 통해 이를 해결하였다. 구현된 시스템은

그림 2와 같이 크게 센서네트워크 부분과 게이트웨이, 그리드네트워크 부분으로 나누어진다.

[6]은 다음과 같이 동작된다. 먼저 센서네트워크를 구성하는 센서 노드에서는 환자의 생체정보 (심전도, 혈중 산소량)를 수집한다. 수집된 정보는 IEEE 802.15.4를 표준으로 사용하는 Zigbee[7] 통신을 통해 PC 환경에서 구현된 게이트웨이로 전송된다. 전달된 정보는 게이트웨이에서 다른 네트워크 즉, 그리드네트워크로 전달되기 위해 그리드네트워크에서 해석 가능한 형식의 프로토콜로 변환이 이루어진다. 변환된 생체정보는 이더넷을 통하여 그리드네트워크로 전송되며, 전송된 정보는 환자의 질병 판단 및 응급 상황 알림 등의 u-Healthcare 서비스를 제공하는 데 이용된다. 또한 그리드네트워크로 전송되는 환자의 생체정보를 PDA 등의 휴대용 디바이스를 통해 실시간으로 모니터링 한다.

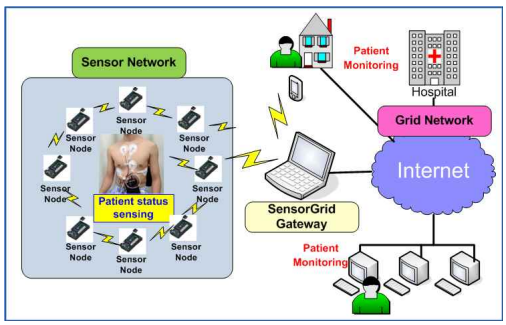

그림 2. 센서네트워크와 그리드네트워크가 혼합된 u-Healthcare 시스템 구성도

Fig. 2. The Architecture of an u-Healthcare system combined with a sensor network and a Grid network

위에서 언급한 두 시스템은 공통적으로 환자의 생체정보를 측정하고, 측정된 정보를 환자가 실시간으로 확인할 수 있다는 장점을 가지고 있다.

그러나 각각의 시스템은 구조상에서는 유사하지만, 데이터 수집 및 관리체계 관점에서 다음과 같은 차이점을 가지고 있다. 먼저, Zigbee를 이용한 u-Healthcare 시스템[5]의 게이트웨이는 수집된 환자의 생체정보를 XML 형식의 메시지 타입으로 변환하여 u-Healthcare 서버로 전달하게 된다. 따라서 차후에 u-Healthcare 서버뿐만이아니라 다른 형식의 웹기반의 서비스를 구축할 때 적용이 용이하다. 또한, 센서네트워크와 그리드네트워크가 혼합된 u-Healthcare시스템[6]의 게이트웨이는 환자의 생체 정보 수집 후 XML 형태의 메시지로 변환하는 과정에서 응급 상황을 감지하게 되면 응급 메시지를 우선적으로 생성하여 의료기관에 전송해주도록 구현되었다. 따라서 응급상황 발생 시 빠른 대처를 할 수 있다.

반면에 위의 두 시스템들은 공통적으로 다음과 같은 개선점을 가지고 있다. 첫째, 센서네트워크 내의 다중 홉 패킷 전송 알고리즘이 적용되어 있지 않아 측정 시 환자와 게이트웨이 간의 전송범위 제약이 있다. 둘째, 주거환경에 따른 환자의 상태변화 분석에 도움이 되는 주거환경 정보를 고려하지 않았다. 셋째, 두 시스템의 모니터링 프로그램은 게이트웨이와 휴대용 디바이스에 구현되어 있다. 따라서 환자가 아닌 보호자가 측정된 데이터를 실시간으로 확인하기 위해서는 환자와 근접한 장소에 위치하여야 하는 불편함이 있다. III 장에서는 위와 같은 개선점들을 보완한 u-Healthcare 시스템을 설계하고 제안한다.

III. 개선된 u-Healthcare 시스템의 설계

본 장에서는 앞에서 언급한 두 시스템들의 개선점들을 보완한 개선된 모바일 기반 u-Healthcare 시스템을 설계하고 제안한다. 각 절에서는 본 연구에서 제안하는 u-Healthcare 시스템의 구성요소인 센서네트워크, 게이트웨이 및 웹 모니터링 시스템에 관해 설명한다.

1. 제안하는 모바일 기반 u-Healthcare 시스템

본 연구에서의 u-Healthcare 시스템은 Ⅱ장에서 언급하였던 두 시스템들의 개선점들을 다음과 같이 제안하였다. 첫째, 센서네트워크 부분에 다중 홉 전송을 가능하게 하여 측정을 위해 환자가 게이트웨이 역할을 하는 디바이스와 가까운 거리에 위치하여야하는 불편함을 개선하도록 제안하였다. 둘째, 환자의 주거 환경정보의 수집을 통해 생활환경에 따른 환자의 발병원인 및 상태변화 분석에 도움을 주도록 제안하였다. 셋째, 환자가 아닌 보호자가 실시간으로 측정되는 환자의 생체정보를 인터넷이 되는 PC에서 언제 어디서나 편리하게 확인할 수 있도록 웹상에서 확인 가능한 실시간 웹 모니터링 시스템을 제안하였다.

그림 3은 제안하는 u-Healthcare 시스템의 전

체 구성도이다. 제안하는 u-Healthcare 시스템은 다중 홉 전송이 구현된 센서네트워크, 모바일 기반 센서그리드 게이트웨이, 그리드네트워크, 센서그리드 DB 서버와 실시간 웹 모니터링 시스템으로 구성된다.

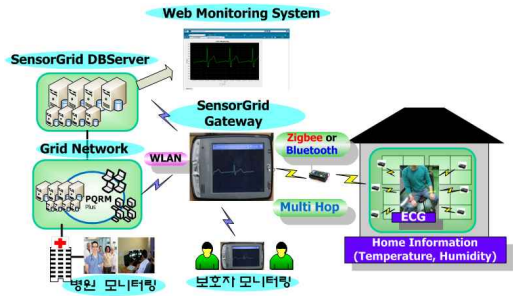

그림 3. 제안하는 u-Healthcare System의 전체 구성도

Fig. 3. The Architecture of proposed u-Healthcare system

제안하는 u-Healthcare 시스템은 다음과 같은 과정으로 동작한다. 먼저 센서를 이용하여 환자로부터 생체정보와[9] 환경정보를 수집한 후 센서네트워크를 통하여 센서그리드 게이트웨이로 전송된다. 센서그리드 게이트웨이는 수집된 생체정보 및 환경정보를 그리드네트워크에서 분석 가능한 형식으로 변환하고 그리드네트워크로 전달한다. 그리드네트워크로 전달된 생체정보 및 환경정보는 과거에 측정된 생체정보 및 환경정보와 비교 · 분석되어 환자의 질병 증후 및 상태변화를 판단할 수 있게 된다. 이로 인해 시간과 장소의 제약 없이 환자는 의료진의 진료를 받을 수 있다. 또한 센서그리드 DB 서버 및 웹 모니터링 시스템의 구현으로 의료진이 아닌 환자 및 보호자도 웹 서비스를 통하여 환자의 상태를 실시간으로 모니터링 할 수 있다.

다음 절부터는 제안하는 u-Healthcare 시스템의 구성요소인 다중 홉 전송 기반의 센서네트워크, 모바일 장치기반의 게이트웨이, 센서그리드 DB 서버 및 실시간 웹 모니터링 시스템의 구조 및 동작과정에 관해 서술한다.

2. 다중 홉 알고리즘이 적용된 센서네트워크

본 연구에서 제안하는 센서네트워크는 환자의 생체정보와 환경정보를 수집하는 역할을 한다. 센서노드로부터 수집된 환경정보와 환자의 생체정보는 트리라우팅[8]을 통해 다중 홉으로 센서그리드 게이트웨이로 전송된다.

다중 홉 기반 센서네트워크 구축을 위해 연구되는 알고리즘들은 AODV와 트리기반의 다중 홉 전송 알고리즘 등이 있다. AODV는 요구 기반의 경로 설정 알고리즘으로 데이터 전송이 요청될 때 라우팅 경로 설정을 위해 센서 노드 간에 반복적으로 RREQ (Route Request) 와 RREP (Route Reply) 메시지를 전송하기 때문에 불필요한 에너지가 소모된다. 트리라우팅 프로토콜은 초기에 Broadcasting 실행하여 소스노드와 게이트웨이까지의 전체 경로를 설정한다. 따라서 AODV와 같이 추가적으로 경로 설정단계를 수행할 필요가 없고, 이로 인해 발생하는 불필요한 에너지의 소비를 줄일 수 있다.

본 연구에서는 불필요한 에너지소모를 줄이기 위해 트리라우팅 알고리즘을 적용한 다중 홉 기반의 센서네트워크를 제안하였다. 그림 4는 제안하는 센서네트워크 내의 트리라우팅 경로 설정을 나타낸 그림이다. 제안하는 트리라우팅의 경로 설정은 다음과 같다. 먼저, 그림 4의 0번 노드, 즉 게이트웨이는 네트워크를 구성하기 위해 자식 노드, 즉 1,2번 노드에게 자신의 정보를 브로드캐스팅 한다. 이를 수신한 1번과 2번 노드는 자신의 자식 노드인 3, 4, 5번 노드에게 자신의 정보와 게이트웨이의 정보를 브로드캐스팅 한다. 이러한 과정을 최하위 노드인 3 홉 위치의 6, 7, 8, 9번 노드까지 실행하여 전체 네트워크를 구성한다.

수집된 데이터를 전송하고자하는 소스노드는 자신에게 수신된 부모 노드들의 정보를 비교하여 최적의 경로를 선택한다. 이러한 과정을 게이트웨이까지 반복하여 게이트웨이와 생체정보 수집노드까지의 최적의 전송경로를 설정한다.

3. 모바일 기반 센서그리드 게이트웨이

본 절에서는 제안하는 모바일 기반의 게이트웨이의 역할 및 동작에 관해 서술한다. 제안하는 모바일 센서그리드 게이트웨이는 크게 두 가지 역할을 한다. 첫째, 환자의 생체정보와 환경정보를 수집하고 수집된 정보를 애플리케이션을 통해 모니터링 해주는 역할을 한다. 둘째, 수집된 정보를 센서그리드 데이터베이스나 그리드네트워크로 전달해 주는 역할을 한다.

제안하는 센서그리드 게이트웨이는 다음과 같이 동작한다. 먼저, 환자의 생체정보와 환경정보를 센서네트워크로부터 수신한다. 수신된 정보는 그리드네트워크의 프로토콜과 다른 형식을 가지고 있다.

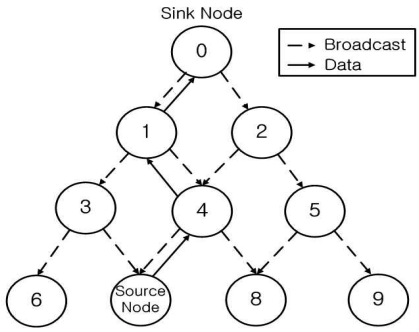

그림 4. 센서네트워크 내의 트리 라우팅 경로 설정과정[8]

Fig. 4. The tree routing process in sensor network

따라서 그리드 네트워크에서 해석 가능한 형식으로 변환한다. 변환된 생체정보 및 환경정보는 WLAN을 통해 그리드 네트워크와 센서 그리드 DB 서버로 전송된다. 전송되는 생체정보 및 환경정보는 게이트웨이에 내장되어 있는 모니터일 애플리케이션을 통해 확인할 수 있다.

4. 데이터베이스 및 실시간 웹 모니터링 시스템

본 절에서는 본 연구에서 제안하는 센서그리드 DB 서버와 웹 모니터링 시스템에 관해 서술한다. 센서그리드 DB 서버는 센서네트워크에서 수집된 환자의 생체정보와 환경정보, 가족력이나 질병이력 등을 저장하기 위하여 구축된 저장소이다. 웹 모니터링 시스템은 센서그리드 DB 서버에 저장된 환자의 생체정보와 환경정보를 환자나 보호자의 호출에 의해 웹상에서 디스플레이 해주는 역할을 한다.

그림 5는 제안하는 u-Healthcare system 내에서의 모바일 게이트웨이와 센서그리드 DB 서버와의 정보 교환 및 웹 모니터링 시스템의 구조도이다. 센서네트워크에서 수집 받은 환자의 생체정보와 환경정보는 게이트웨이를 거치게 되고, 일련의 과정을 통해 센서그리드 DB 서버의 개인 정보 저장소에 저장된다. 저장된 정보는 클라이언트 즉, 환자나 보호자의 요청에 따라 웹 모니터링 서버에 구현된 웹 모니터링 모듈을 거쳐 클라이언트가 이용하는 웹 브라우저로 호출된다. 이를 통해 측정된 생체 및 환경정보를 웹 페이지에서 확인할 수 있다.

수집된 환자의 생체정보와 환경정보는 센서그리드 DB 서버에 정의해놓은 스키마 형식으로 저장된다. 센서 그리드 DB서버에 저장되는 정보는 환자의 개인 정보 (환자의 ID, 이름 나이 성별), 측정 센서의 종류 및 측정시간 등이다. 이 정보들은 웹 모니터링 프로그램에서 디스플레이 된다.

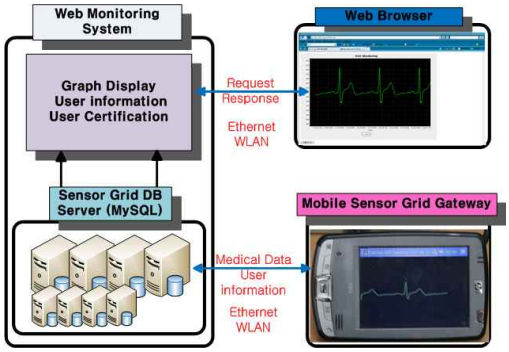

그림 5. 제안하는 u-Healthcare 시스템 내의 웹 모니터링 시스템 구조

Fig. 5. The architecture of web monitoring system in proposed u-Healthcare system

웹에서의 디스플레이 과정은 다음과 같다. 먼저 PHP Script language를 이용하여 웹에서 센서그리드 DB 서버로 사용자 인증 퀴리를 요청한다. 사용자 인증 확인이 되면 웹에서 그 환자의 생체정보 및 환경정보 퀴리를 요청하게 된다. Java Applet으로 구현된 웹 모니터링 모듈을 통해 웹 페이지에서는 요청한 환자의 생체정보 및 환경정보를 디스플레이 한다.

Ⅳ. 모바일 기반 u-Healthcare 시스템의 구현 및 적용

본 장에서는 본 연구팀에서 실제 구현한 개선된 모바일 u-Healthcare 시스템에 관해 서술하고, 특정 시나리오를 설정하여 구현된 u-Healthcare 시스템이 동작되는 결과를 제시한다. 또한 구현된 각각의 구성요소 즉, 센서네트워크, 게이트웨이, 데이터베이스 및 웹 모니터링 시스템에 관해 서술한다.

그림 6은 본 연구팀에서 구현한 모바일 게이트웨이를 적용한 모바일 기반 u-Healthcare 시스템이다. 실제 구현된 시스템은 Ⅲ장에서 제안하였던 u-Healthcare 시스템의 구성요소, 즉 다중 홉 기반의 센서네트워크, 게이트웨이, 센서그리드 DB서버

및 실시간 웹 모니터링 시스템으로 이루어져있다.

본 연구의 센서네트워크에는 앞에서 언급한 트리라우팅 알고리즘이 적용되었다. 또한, 본 연구의 모바일 센서그리드 게이트웨이는 PXA270 CPU를 탑재한 Windows Mobile 5.0 O/S 기반의 PDA에 구현하였다. 모바일 센서 그리드 게이트웨이 애플리케이션은 .Net CF (Compact Framework) 기반의 C# 언어를 이용하여 구현하였다.

실시간으로 측정되는 환자의 생체정보와 주거 환경정보는 본 연구팀에서 구현한 센서그리드 DB 서버에 저장된다. 본 연구팀에서 구현한 센서그리드 DB 서버는[10] 다음의 표 1과 같은 환경에 구축하였다.

그림 6. 구현된 모바일 기반 u-Healthcare 시스템
Fig. 6. Implemented mobile based u-Healthcare system

표 1. 센서그리드 DB 서버 구현 환경
Table 1. The Environment of implemented Sensor-Grid database server

하드웨어	CPU	Intel Dual Core 2.66GHz
	Memory	1GHz * 2
소프트웨어	OS	Windows XP SP2
	Apache	2.28
	PHP	5.25
	MySQL	5.051a

본 연구에서 제안하는 2 홉 이상의 다중 홉 망을 구현하기 위해 본 시스템은 다음과 같은 시나리오 환경에서 테스트 되었다. 각각의 센서 노드는 전송 파워를 최소로 하였고, 실험 결과 최소 파워로 전송할 경우 약 6m 의 전송 범위를 가지는 것으로 확인되었기 때문에 임의의 공간에 6m 의 간격으로 노드를 배치하였다.

센서네트워크가 제대로 구성되었는지 확인하기 위해 본 연구팀에서 구현한 센서 다중 홉 망 구성 확인 애플리케이션을 실행하였다. 그림 7은 시나리오 환경에 노드를 배치하였을 때, 생체정보를 수집하는 노드와 싱크 노드간의 다중 홉 망이 구성되는 것을 확인하도록 구현된 애플리케이션이다. 그림 7의 중앙 상단의 노드는 게이트웨이이며 1에서 8번 노드는 시나리오 공간의 환경 정보(온도, 습도, 조도)를 수집하는 기능과 거리에 따른 다중 홉을 수행하는 노드이다. 9번 노드는 생체 정보를 수집하는 노드이다.

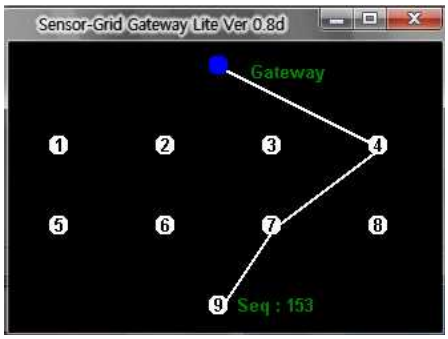

그림 7. 센서의 다중 홉 망 구성 확인 애플리케이션
Fig. 7. The validate application for multi-hop network of sensors

센서네트워크의 다중 홉 망은 다음과 같은 과정으로 구성된다. 게이트웨이는 구성된 다중 홉 망의 연결 경로를 알기 위해 주기적으로 다른 노드들에게 Beacon 메시지를 전송하게 된다. Beacon 메시지를 받은 노드들은 자신의 정보와 이전 노드, 즉 부모노드에게서 수신된 정보를 실은 메시지를 자식 노드들에게 방송하게 되고, 이와 같은 과정을 반복 수행하여 최종 노드까지의 전체 경로정보를 탐색하고 탐색된 결과를 통해 경로를 설정한다. 측정 결과 경로 탐색 및 설정 과정은 약 302ms의 탐색시간을 소요하였다.

만약, 환자가 이동을 하거나 중간 노드의 고장으로 데이터 전송이 5회 이상 실패하게 될 경우 9번 노드, 즉 소스노드는 새로운 경로를 설정하기 위해 부모 노드들로부터 받은 Beacon 메시지를 분석하게 된다. 부모노드로부터 수신된 Beacon 메시지에

는 게이트웨이와의 떨어진 홉 수, RSSI (Received Signal Strength Indicator) 그리고 LQI (Link Quality Indicator) 등이 포함되어 있다. 자식노드는 위의 요소를 고려하여 가장 상태가 좋은 부모노드로 경로를 재설정하게 된다. 측정결과 경로복구 소요시간은 약 419ms 정도였다. 따라서 경로가 재설정될 경우 1초 이내에 환자의 생체정보를 원활하게 전달하는 것을 확인할 수 있었다.

본 연구에서 구현된 모바일 센서그리드 게이트웨이의 동작은 시나리오 환경에서의 생체정보 측정 시 확인하였다. 또한, 측정되는 생체정보 및 환경정보는 본 연구팀이 구현한 센서그리드 게이트웨이 애플리케이션을 통해 확인하였다.

그림 8은 생체정보 및 환경정보 측정 시 모바일 센서그리드 게이트웨이에 탑재된 애플리케이션을 구동하였을 때의 그림이다. 모바일 센서그리드게이트웨이 애플리케이션은 센서네트워크, 그리드네트워크와의 연결을 위한 설정부분, 실시간 측정된 생체정보 및 환경정보 디스플레이 기능이 구현되어 있다. 각각의 주요기능은 다음과 같다.

① 그리드네트워크의 특정 서버와 연결 설정
② 센서노드와의 연결을 위한 UART 통신설정
③ 연결 확인 및 로그메시지 디스플레이
④ 사용자 인증 확인
⑤ 측정된 환자의 심전도신호 디스플레이
⑥ 주거환경 정보(온도, 습도, 조도) 디스플레이

시나리오 환경 외에 위치한 보호자는 실시간으로 측정되는 환자의 생체정보와 환경정보를 모니터링을 하기 위해 본 연구팀에서 구현한 센서그리드 웹 서비스 페이지로 접속한다. 보호자는 실시간으로 측정되는 환자의 생체정보 및 환경정보를 열람하기 위해 사용자 정보(ID, Password)를 입력한다. 입력한 정보를 통해 사용자 인증이 되면 실시간으로 측정되는 환자의 생체정보 및 환경정보를 확인할 수 있었다.

그림 9는 인증이 완료된 후에 인증된 환자의 생체정보가 웹상에서 그래프 디스플레이 되는 그림이다. 측정된 환자의 생체신호는 측정 시간에 따라 나타내었다. 구현된 실시간 웹 모니터링 시스템의 그래픽 디스플레이 모듈에는 줌인 기능이 내장되어 있어 환자의 생체정보를 자세히 관찰할 수 있다.

구현된 실시간 웹 모니터링 서비스를 통해 보호자는 환자와 같은 장소에 있지 않아도 인터넷이 연결된 환경이라면 실시간으로 측정되는 환자의 생체정보와 주거 환경정보를 확인할 수 있었다.

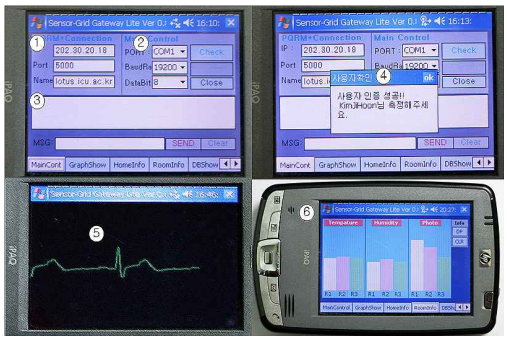

그림 8. 구현된 모바일 센서그리드 게이트웨이 애플리케이션
Fig. 8. The implemented mobile sensor-gird gateway application

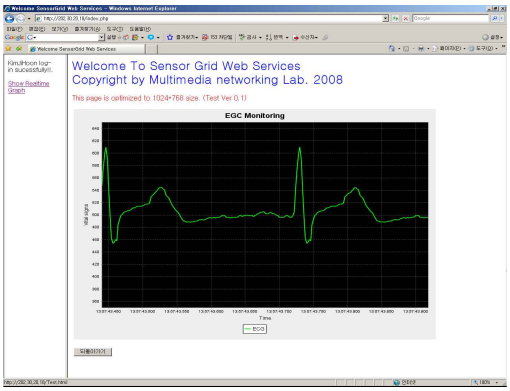

그림 9. 인증된 환자의 ECG 정보 디스플레이
Fig. 9. The ECG signal display of certificated patient

Ⅳ. 결 론

본 연구에서는 기존의 u-Healthcare 시스템들의 개선점들을 다음과 같이 개선하였다. 첫째, 가정 내에서 환자가 생체정보 측정 시 게이트웨이에 인접해야 하는 불편함을 개선하기 위해 센서네트워크에 트리 라우팅 기반의 다중 홉 패킷 전송 알고리즘을 적용하였다. 둘째, 환경정보 수집기능의 추가로 주거환경에 따른 환자의 상태변화 분석에 도움을 주는 환경정보를 의료기관에 제공하게 하였다. 셋째, 기존의 게이트웨이 또는 휴대용 디바이스에 구현되었던 모니터링 시스템을 웹상에서도 확인 가능하도

록 구현하여, 환자나 보호자가 인터넷이 되는 환경에서는 어디서든지 실시간으로 측정되는 환자의 생체정보나 환경정보를 열람 가능하도록 하였다. 또한, 본 연구에서 구현된 시스템이 실제 환경에서도 원활하게 동작되는지 확인하기 위해 특정 시나리오 환경에서 구현된 시스템을 테스트하였고, 테스트 결과 실제 환경에 적용 가능함을 확인할 수 있었다.

하지만 본 연구에서도 다음과 같은 개선점들이 존재한다. 본 연구팀이 구현한 센서네트워크에서는 센서노드의 수명을 고려하는 알고리즘이 적용되어 있지 않다. 따라서 가정에 실제 센서네트워크를 적용하려면 센서 노드의 수명을 고려한 알고리즘에 관한 연구가 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

[1] 한동수, "U-Healthcare 국내외 연구 동향 및 서비스 플랫폼", ITFIND 주간기술동향, 1246호, 2006년 5월.

[2] M. Takemoto, H.Matsumura, E.Shinohara, "Service elements and service templates for adaptive service composition in a ubiquitous computing environment," IEEE mobile computing, Vol.1, pp335-338, September 2003.

[3] 이기욱, 성창규, "유비쿼터스 센서네트워크 기반의 상황 정보 모니터링 시스템 구현", 한국 컴퓨터 정보 학회논문지 제 11권, 제 5호, 2006년.

[4] 정병주, "u-Healthcare 서비스의 현황과 과제", 유비쿼터스 사회연구시리즈, 제 10호, 1-5, 2005년 12월.

[5] 장문석 외 5명, "서비스 통합 시스템에서 Zigbee를 이용한 유비쿼터스 헬스케어 시스템의 설계 및 구현", 전자공학회논문지, 제43권 TC편, 제11호, 16-24쪽, 2006년 11월.

[6] 오세진, 이채우, "센서네트워크와 그리드네트워크와의 연동을 위한 u-Healthcare 센서그리드 게이트웨이 설계 및 구현", 전자공학회논문지 제 45권 CI 편, 64-72쪽, 2008년 7월.

[7] ZigBee Alliance : http://www.zigbee.org.

[8] 김영준 외 4명, "ZigBee와 SIP를 이용한 실시간 생체 신호 모니터링 시스템의 설계 및 구현", 전자공학회논문지 제 45권 CI 편, 62-79쪽, 2008년 1월.

[9] Fwnali, R., Gunnarson, E., Hejlesen, O., "A wireless ECG system for continuous event recoding and communication to a clinical alarm station", EMBC 2004. Conference proceedings. 26th Annual International Conference of the Volume 1, pp.2208-2211, 2004.

[10] http://www.mysql.com.

저 자 소 개

김 지 훈(Ji-Hoon Kim)

2008년 호서대학교 전자공학과 학사 졸업. 현재, 아주대학교 전자공학과 석사 과정

관심분야 : 유비쿼터스 센서네트워크, u-Healthcare, 임베디드 소프트웨어

Email : mosgutio@ajou.ac.kr

이 채 우(Chae-Woo Lee)

1985년 서울대학교 제어계측 학사 졸업.

1988년 한국과학기술원 전자공학과 석사 졸업.

1995년 University of Iowa 박사 졸업

1985년 1월~1985년 12월 (주)금성통신 연구원. 1988년 9월~1999년 3월 한국통신 선임연구원. 1999년 3월~2001년 9월 Lucent Technologies Korea 이사. 2001년 9월~2002년 2월 한양대학교 겸임교수. 2002년 3월~현재 아주대학교 전자공학과 부교수.

관심분야 : 광대역 통신망, Ubiquitous networking, Traffic Engineering

Email : cwlee@ajou.ac.kr