

원저

## u-Healthcare 환경을 위한 가정용 u-House 게이트웨이의 개발

노동우<sup>1</sup>, 유수영<sup>1</sup>, 천경우<sup>2</sup>, 최진욱<sup>1</sup>

서울대학교 의과대학 의공학교실<sup>1</sup>, 서울대학교 공과대학 협동과정 바이오엔지니어링전공<sup>2</sup>

### Development of u-House Gateway for u-Healthcare

Dongwoo Ro<sup>1</sup>, Sooyoung Yoo<sup>1</sup>, Kyungwoo Cheon<sup>2</sup>, Jinwook Choi<sup>1</sup>

Dept. of Biomedical Engineering, College of Medicine, Seoul National Univ.<sup>1</sup>,  
Interdisciplinary Program of Bioengineering, College of Engineering, Seoul National Univ.<sup>2</sup>

#### Abstract

**Objective:** Ubiquitous healthcare (u-Healthcare) is an emerging paradigm in the healthcare environment. One of the most promising applications for u-Healthcare is the ubiquitous home health monitoring system. This paper addresses two significant challenges in the successful application of the ubiquitous home health monitoring system: the uniform integration of measured biosignal data and easy access to monitored biosignal data. **Methods:** We used the Medical waveform description Format Encoding Rule (MFER) standard to encode biosignal data. A web-based MFER upload ActiveX control was designed and implemented to transfer MFER files to the central repository server in a near real-time basis. All of the integrated biosignal data were then accessed and managed through the central repository server. **Results:** We developed a u-House server that can serve as a uniform data transferer to integrate measured biosignal data from u-House homes into the remote central repository server. We developed user-friendly web services that allow users to easily search and view monitored biosignal data. **Conclusion:** The results of this study suggest that the MFER standard can be easily adapted to u-Healthcare systems and that a web-based ubiquitous home health monitoring system has advantages of ubiquitous access and scalability. (*Journal of Korean Society of Medical Informatics 15-4, 465-474 2009*)

**Key words:** Ubiquitous Healthcare, Home Health Monitoring, Biosignal Data, MFER, FLAC

**Received for review:** May 4, 2009; **Accepted for publication:** December 24, 2009

**Corresponding Author:** Jinwook Choi, Department of Biomedical Engineering, College of Medicine, Seoul National University, 28, Yeongeon-dong, Jongno-gu, Seoul 110-799, Korea  
**Tel:** +82-2-2072-3421, **Fax:** +82-2-745-7870, **E-mail:** jinchoi@snu.ac.kr

\* This work was supported by a grant from the Advanced Biometric Research Center (ABRC) and the Korea Science and Engineering Foundation (KOSEF)

\* This study was supported by a grant of the Korea Healthcare technology R&D Project, Ministry of Health, Welfare & Family Affairs, Republic of Korea (A070001)

DOI:10.4258/jksmi.2009.15.4.465

## I. 서론

최근 유비쿼터스 컴퓨팅 기술은 생체신호 데이터를 언제 어디서든 측정 가능한 수준까지 도달하였다. 이렇게 측정된 데이터들은 질병의 조기진단과 예방을 위해서 쉽게 접근할 수 있어야 하고, 데이터의 손실 없이 정확하게 관리되고 유지되어야 한다.

다음 세대의 IT 환경에서는 사람들이 거주하는 곳곳에 다양한 센서들을 심어놓아 사람의 움직임을 찾아내거나 데이터를 서로 주고받도록 하는 유비쿼터스 컴퓨팅으로 발전될 것이다. 앞으로 5년에서 10년 사이에 이러한 유비쿼터스 컴퓨팅 기술은 급속한 속도로 발전할 것으로 예상된다<sup>1)</sup>.

다양한 유비쿼터스 컴퓨팅 분야 중에서 가장 관심을 모으고 있는 분야 중 하나는 사람의 건강상태를 지속적으로 관리해주는 주택 내에서의 유비쿼터스 컴퓨팅일 것이다<sup>2)</sup>. 우리는 다양한 관찰 장치들이 설치된 스마트 홈을 쉽게 상상할 수 있다.

그러나 아직 유비쿼터스 컴퓨팅 분야에는 해결해야 할 과제들이 많다. 이 분야의 가장 어려운 과제는 데이터의 통합과 데이터 통신이다. 다양한 장치들이 다양한 데이터 형식을 이용하여 데이터를 주고받기 때문에 의료분야에서 데이터 통신과 교환은 정보환경을 만드는 데 항상 고려하여야 할 과제가 되었다<sup>3)</sup>. 이러한 문제를 해결하기 위해서 우리는 표준 프로토콜을 기초로 한 가정용 u-House 게이트웨이를 구축하였으며, 본 논문에서는 u-House 게이트웨이의 구성도 및 데이터 교환을 위한 인터페이스에 대해서 설명하고자 한다.

### 1. 연구 배경

본 연구의 기초가 된 u-House 프로젝트는 지난 7년 동안 진행된 장기 프로젝트이며, u-House 프로젝트의 목표는 유비쿼터스 원격 건강관리 시스템을 개발하는 것이다. u-House는 ubiquitous-House를 줄인 용어로, Bluetooth와 Wireless Lan을 이용하여 침대, 의자, 변기, 욕조 등으로부터 거주자의 생체 신호를 무구속, 무자각으로 측정할 수 있는 주거 환경을 지칭한다<sup>4)</sup>. 현재 거주자의 심전도(Electrocardiogram, ECG), 심탄

도(Ballistocardiogram, BCG), 호흡 등의 신호가 측정 가능하다. 측정된 데이터는 u-House의 거주자뿐만 아니라 의료인이 필요로 하는 시점에 언제 어디서든 쉽게 접근하여 확인할 수 있어야 하는데, 본 연구에서는 이를 위해 웹 기반의 중앙생체신호서버를 개발하여 왔다. 중앙 웹 서버를 통해 모니터링한 모든 데이터를 통합하여 저장하고 이를 보여주는 기술은 정보에 쉽게 접근할 수 있다는 측면에서 꾸준히 연구되어 왔다.

본 연구에서는 기존 연구와 달리 u-House에서 측정된 생체 신호를 전송 표준 기술을 이용하여 중앙으로 통합하는 기술을 개발하였으며, 측정된 데이터를 사용자가 보다 쉽게 관찰할 수 있도록 사용자 편의성을 고려한 화면 인터페이스를 설계하였다.

### 2. 국내외 연구 현황

u-Health 분야는 정보통신이 발달함에 따라 잠재 가능성이 더욱 커지고 있으며, 이를 활용하기 위한 연구들이 국내외에서 진행되고 있다. 국외의 경우를 살펴보면, 먼저 비침습, 생체신호 보호, 실시간 자동 모니터링을 제공하기 위해 Arizona대학교의 Impact Lab에서는 NSF의 지원을 받아 Ayushman이라고 명명된 원격 의료 모니터링 프로젝트를 들 수 있다<sup>5)</sup>. Ayushman의 목표는 모니터링 대상 환자에 대한 생체 신호를 가정 환경에서 병원으로 전달할 수 있는 infrastructure를 구축하는 것이 주된 연구 내용이었다. 이를 통해 대상 환자에 대한 모니터링의 지리적 혹은 시간적인 한계를 넘고자 하였다. 이와 유사하지만 다른 각도에서 진행되는 프로젝트로, 원격 의료보다는 노인 복지 쪽으로 더 무게를 둔 Proactive Healthcare Project가 있다<sup>6)</sup>. Proactive Healthcare Project에서 연구한 Smart Home 체계는 가정 내에 각종 Sensor를 배치하여 실내의 움직임 패턴 또는 대상이 발산하는 생체 신호를 측정하여 원격에서 건강 상태를 관찰하거나, 이상 징후의 빠른 발견을 통해 위급한 상황에 도움을 받을 수 있도록 하였다. EU의 AMON Project는 Sensor Network 대신 손목에 착용 가능한 복합 계측기로부터 나온 생체 신호를 GSM Data Link를 통하여 중앙 서버에 전송하는 방식으로, 위의 연구들과 계측 및 전송 방법에서 차이를 보이고 있다<sup>7)</sup>.

국내에서도 서울의대 생체계측 연구센터를 비롯하여 삼성종합기술원, 바이오넷, 텔레메드, 이수유비케어 외 여러 연구기관 및 관련 기업을 중심으로 가정 의료 및 원격진료를 목표로 연구가 진행 중이다.

### 3. 데이터 교환 표준 프로토콜

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서는 여러 장비들의 정보 교환을 위한 표준이 필요하다. 일반적으로 의료측정 장비에 적용되고 있는 널리 알려진 표준들을 살펴보면 다음과 같다. CEN/ENV 1064는 European Standard Committee (CEN)에 의해 제정된 표준데이터 형식이다<sup>8)</sup>. CEN/ENV 1064는 주로 심전도 기록에 널리 쓰이는 표준이다. ASTM 1467은 미국인의 표준 체형으로 제안된 신경생리학을 위한 표준이며 독립적인 컴퓨터 시스템 사이의 수치형 신경생리학 데이터의 교환을 목적으로 한다. Health Level 7 (HL7)과 유사한 ASTM 1467은 근전도와 뇌파도로부터 생성된 신호 데이터의 전송에 필요한 코드와 구조를 정의한다<sup>9)</sup>. IEEE 1073은 의료기기와 환자 모니터링 장비 사이의 전자 신호 데이터의 커뮤니케이션을 위한 포괄적인 표준이며, 헬스케어 정보화를 위해 특별히 개발된 최초의 ANSI 표준이었다. 공인된 표준인 IEEE 1073.3.1은 환자 모니터링 장비의 내부 네트워크를 위한 이더넷, TCP/IP 내에서 정의된 것들과 비슷한 서비스를 정의하고, IEEE 1073.4.1은 케이블, 커넥터 같은 IEEE 1073.3.1을 보완하는 하위 레벨의 장비들을 정의한다<sup>10)11)</sup>. 2004년 IEEE와 ISO는 의료기기의 연결과 상호운용성에 대한 기존 표준들을 IEEE/ISO 11073 표준군으로 명칭하여 통합(harmonize)하였다. 따라서 IEEE 1073군으로 분류되던 기존의 표준규격들 중 일부는 IEEE/ISO11073 표준군으로 흡수되었다<sup>12)</sup>.

심전도나 뇌전도와 같은 생체신호는 각각 심장과 뇌의 활동상태를 판단할 수 있는 검사 방법으로서 진단을 위하여 기본적으로 사용되고 있는 중요한 생체 신호이다. 신호처리기술이 발달함에 따라 최근에는 생체신호의 사용범위가 더욱 확대되고 있다. 하지만 이처럼 많은 사용에도 불구하고 계측 데이터에 대한 국제적 표준이 적용되고 있지 않아 생체 신호 공유에 많은 어려움이 있다. 현재 데이터 인코딩 및 전송의

표준안인 IEEE1073의 경우에도 몇 가지 의료기기의 전송프로토콜과 이를 처리하기 위한 정보 모형의 기반인 DIM (Domain Information Model)을 정의하고, 이에 기반한 개별 의료기기 규격을 작성해 배포해 나가는 작업을 지속해 나가고 있으나 아직은 다뤄지고 있는 의료기기의 범위가 제한적이다.

본 연구에서 사용한 Medical waveform description Format Encoding Rules (MFER)은 일본 보건의료정보 시스템 공업회(Japanese Association of Healthcare Information Systems Industry; JAHIS)에서 제안한 표준으로 의료분야의 파형데이터에 특화된 표준이다<sup>13)</sup>. MFER은 다른 표준과 조화롭게 사용될 수 있는 장점을 지니고 있다. MFER은 크게 sampling 정보와 frame 정보를 담고 있다. Sampling 정보는 sampling 빈도 혹은 sampling 간격과 sampling 해상도로 구성되어 있으며, frame 정보는 파형 데이터의 구조 정보를 담고 있다. 그 구조는 block, channel 그리고 sequence로 표현된다.

### 4. 연구 목표

u-Healthcare는 기존의 사고를 탈피하고 이용자 중심의 편의를 증대시키기 위하여 원격진단 및 의료 등 물리적 공간의 제약을 극복하고 이용자가 원하는 장소와 시간에 서비스하고자 하는데 목적을 두고 있다<sup>14)</sup>. 현재 환자가 의식하지 않은 상태에서 환자의 건강상태를 실시간으로 모니터링 하는 것과 같은 u-Healthcare 구현을 위한 많은 연구와 시스템들이 개발되고 있지만, 대부분 병원 및 의료진을 위한 서비스를 목적으로 하고 있거나<sup>15-17)</sup> 정보의 저장 기능만을 목적으로 하여<sup>2)</sup> u-House의 거주자를 위한 서비스를 목적으로 한 연구는 부족한 상태이다.

본 논문은 위에서 언급한 관련 연구의 한계점에서 더 나아가, u-Healthcare 환경에서 적절한 생체 신호 모니터링을 제공하면서도 병원 및 의료진에 국한하지 않고 거주자에게도 측정 신호의 편리한 검색 및 조회를 가능하게 하는 발전된 형태의 u-House 게이트웨이의 개발을 목표로 하여 관련 시스템 구축 과정을 진행하였다.

첫째로, u-Healthcare 환경에서 적절한 생체 신호 모

니터링을 제공하기 위해 u-House 게이트웨이와 중앙 저장서버 간 데이터 전송에 표준 데이터 통신 프로토콜을 도입하였다. 본문에서는 MFER 표준을 사용하여 데이터 교환을 시도하였으며, Free Lossless Audio Codec (FLAC)을 이용한 압축으로 데이터 교환시의 속도를 높여 생체 신호의 원활한 전송이 이루어지는 지 구축 과정을 통하여 확인하는 것을 목적으로 하였다.

둘째로, u-House 거주자에 친숙한 인터페이스를 구현하기 위해 사용자의 연령, 사용자가 주로 사용할 서비스의 형태 등 주요 사용 대상에 대한 조사를 기반으로 직관적인 검색 인터페이스를 디자인하였고, 이를 통해 MFER 표준으로 저장된 심전도 데이터를 손쉽게 볼 수 있는 MFER Viewer를 개발하는 것을 목적으로 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 전체 시스템 구성

Figure 1은 전체 시스템의 구조를 나타내고 있다. 시스템은 두 가지의 저장 서버로 구성되어 있으며, 그 중 하나는 u-House에서 측정되는 생체신호를 임시로 저장하고, 전송하는 u-House 게이트웨이이다. 두 번째는 Biometric Integrated Repository Database (BIRD)라고 이름 붙여진 중앙저장서버이다. u-House 게이트웨이의 주된 역할은 센서에서 측정된 생체신호를 BIRD에 원활하게 전송하는 것이다. BIRD는 전송된 생체신호 데이터를 저장하는 역할을 담당하고 있으며, 또

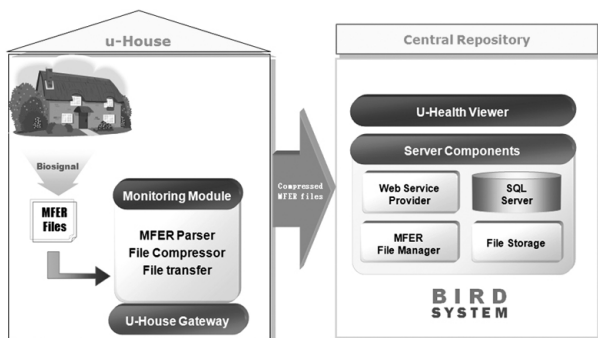


Figure 1. The overall architecture of the u-House system

한 웹서버와 연결되어 저장된 데이터를 쉽게 보여주는 역할을 담당한다.

### 2. u-House 게이트웨이

u-House에서는 여섯 가지 종류의 생체신호 데이터가 측정된다. 측정되는 데이터의 종류로는 심전도, 혈압, 혈당, 체온, 몸무게가 있다. 이 데이터들은 u-House내에 있는 가구(침대, 의자 등)에 부착된 센서에 의해 측정되어 u-House 게이트웨이에 저장된다. 이 중 심전도는 BIRD로 전송하기 위해 MFER 표준을 사용한다.

ActiveX 컨트롤을 사용하여 개발된 데이터 모니터링 모듈은 실시간으로 u-House에서 발생하는 데이터들을 모니터링 할 수 있으며, 모니터링된 데이터들은 5분 간격으로 게이트웨이에서 서버로 전송된다. 데이터 모니터링 모듈의 주된 역할은 MFER 표준에 따라 만들어진 심전도 파형 데이터를 압축하여 주기적으로 BIRD로 전송하는 것이다.

#### (1) MFER 해석기

MFER 해석기는 MFER 파일로 Encode되어 있는 생체신호 데이터를 압축하기 위해 이 데이터를 헤더와 데이터 부분으로 구분하고 압축 절차 후 다시 MFER 표준에 맞게 합치는 역할을 하며, 게이트웨이에 포함되는 해석기의 내부 구조는 Figure 2에 설명되어 있다. MFER 해석기는 센서에서 측정한 심전도 정보를 게이트웨이에서 BIRD 서버로 전송할 때 동작한다.

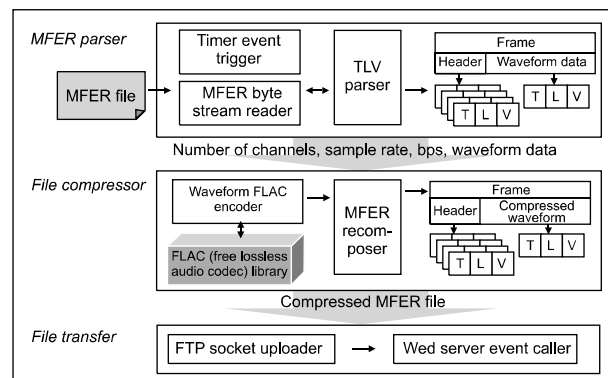


Figure 2. Structure of MFER parser

MFER 형식은 생체 신호 중 용량이 크며, waveform data의 특성을 가지는 ECG 신호 전송에 선택적으로 사용되었다. 게이트웨이는 센서로부터 ECG 신호를 전달받아 특정 디렉토리에 각각의 MFER 파일로 일정 시간마다 파일을 생성한다. MFER 파일 형식은 일정 길이의 헤더 section과 그 이후에 시작되는 waveform data section으로 구성되어 있으며, 이 두 부분은 게이트웨이 내부에 내장된 MFER 해석기에 의해 분리된다. 이 기능을 이용하여, 게이트웨이는 전송 시마다 각각의 MFER 파일에서 waveform data만을 따로 추출하여 FLAC encoding을 이용하여 압축하고, 압축된 waveform data는 앞서 분리한 헤더 부분과 함께 MFER 파일 형식으로 다시 구성되어 서버로 전송된다.

## (2) 파일 압축기

파일 압축기의 주된 역할은 MFER 표준 파일로 생성된 생체신호 데이터를 좀 더 빠르게 BIRD로 보내기 위해 압축을 하는 것이다.

생체신호는 데이터의 손실 없이 BIRD로 전송되어야 하기 때문에 무손실 압축 방법이 사용된다. 일반적으로 사용되는 무손실 압축방법으로는 Zip이 대표적이지만<sup>18)</sup>, 파형 신호에 특화된 FLAC을 사용하여 압축 효율을 높였다.

FLAC은 오디오 데이터를 손실 없이 압축할 수 있는 공개 표준이며, 소스 라이브러리가 공개돼 있다<sup>19)</sup>. FLAC에 의한 압축방법은 blocking, interchannel decorrelation, prediction, 그리고 residual coding의 네 단계로 이루어져 있다. Blocking은 입력 신호를 연속적인 여러 개의 block들로 세분화하며, interchannel decorrelation은 stereo stream의 경우에 대해서 최상의 형태를 가진 신호를 만드는데 기여한다. Prediction은 신호를 근사할 수 있는 최상의 수학적 표현을 찾는 단계이다. 마지막으로 residual coding은 무손실 압축을 위해 원래 신호와 근사 신호 사이의 차이(error 또는 residual signal이라고 불린다)를 코드화한다.

Zip과 FLAC은 모두 무손실 압축 방법이며 손쉽게 사용할 수 있지만, 주로 적용되는 대상에 차이가 있다. Zip은 모든 종류의 일반 파일의 압축에 사용되며

FLAC은 오디오 파일을 압축하는데 특화되어 있다. 우리가 다루는 생체신호 데이터는 오디오 파일과 같은 여러 개의 채널로 이루어진 파형 데이터로 볼 수 있기 때문에, 본 연구에서는 압축 알고리즘으로 FLAC을 사용하였다.

## (3) 파일 전송기

u-House에서 계측되고 압축된 MFER 파일은 BIRD로 전송되어야 한다. 파일 업로드를 위해 사용하는 통신 규약으로 크게 HyperText Transfer Protocol (HTTP)와 File Transfer Protocol (FTP)가 존재한다. HTTP는 인터넷상에서 웹 서버와 클라이언트 브라우저간의 문서를 전송하기 위해 사용되는 프로토콜로써 주로 하이퍼텍스트문서를 교환하기 위해 사용된다. 반면에 FTP는 근거리 또는 원거리 클라이언트와 서버가 TCP의 신뢰성 있는 전송을 이용하여 파일을 공유하도록 하는 응용계층에 속하는 프로토콜이다. 본 연구에서는 데이터 전송상의 신뢰성과 데이터의 전송이 파일 형태로 된다는 점을 고려하여 FTP를 사용하였다.

## 3. 중앙저장서버(BIRD)

BIRD는 크게 u-Health viewer, 데이터베이스 서버, 파일 서버로 구성되어 있다. 체중, 체온, 혈압, 혈당 등의 수치형 계측 데이터는 데이터베이스 서버에 저장되며, 심전도와 같은 파형 데이터는 파일 서버에 저장된다. 각각의 자세한 역할과 기능은 다음과 같다.

### (1) u-Health Viewer

u-Health viewer의 주된 역할은 BIRD에 저장되어 있는 방대한 양의 데이터를 웹을 통해 u-House 거주자와 의사에게 쉽고 편하게 제공하는 것이다. 이 목적을 위해 생체신호 데이터는 사용자가 인식하기 쉬운 몇 가지 방법을 통하여 전달된다. 변화를 쉽게 파악할 수 있도록 그래프를 통하여 과거 데이터들을 조회할 수 있게 되었으며 필요한 경우에는 자세한 수준의 데이터를 관찰할 수 있도록 구성되었다.

u-Health viewer는 의사, u-house 거주자 그리고 시

시스템 관리자의 세 가지 그룹을 대상으로 사용자 화면이 구성되었다. 의사용 화면은 u-House 거주자의 측정된 모든 생체신호 데이터를 보고 검토할 수 있도록 되어 있다. 거주자용 화면은 생체신호 데이터를 볼 수 있고 체중이나 체온 같은 새로운 데이터를 추가할 수 있도록 구성하였으며, 검진자에 대한 기본 정보를 직접 입력 및 관리할 수 있도록 관련 도구를 제공하였다. 마지막으로 시스템 관리자 화면은 파일 전송 과정에서 생긴 에러 같은 시스템상의 문제들을 체크하고, u-house 거주자가 새로운 장치를 설치하였을 때 그 장치와 u-House 게이트웨이 간의 연결을 갱신시켜 줄 수 있는 기능을 제공하도록 구성되어 있다.

## (2) 데이터베이스 서버

데이터베이스 서버는 검진자 정보, 기기 정보 그리고 MFER 파일로 저장되어 있는 생체신호 데이터에 대한 정보를 저장하고 관리한다. 생체신호 정보에는

채널 개수와 샘플링률과 같은 신호에 대한 기본 정보와 MFER 파일의 저장 위치 정보가 포함되어 있다

데이터베이스 서버는 생체신호 데이터를 보다 쉽게 다룰 수 있는 기능을 지니도록 설계되었다. 예를 들어, 모든 거주자들이 항상 혈당을 체크할 수도 있고, 그렇지 않을 수도 있는데 이런 환경에서 사용자들이 원활하고 손쉽게 각각의 장치에 접근하여 자료를 손쉽게 입력할 수 있도록 설계되었다.

Figure 3은 BIRD의 데이터베이스 구조를 보여주고 있다. 크게 검진자 정보, 가족 관계 정보, 계측기기 정보, 기기 사용자 정보, 계측항목코드, 계측결과 테이블 등으로 구성되어 있으며, 계측결과는 데이터를 보다 효율적으로 관리하기 위해 수치형 데이터와 파형 데이터 유형으로 분류하여 저장하였다.

## (3) 파일서버

파일서버는 심전도와 같은 대용량 생체신호의 저장

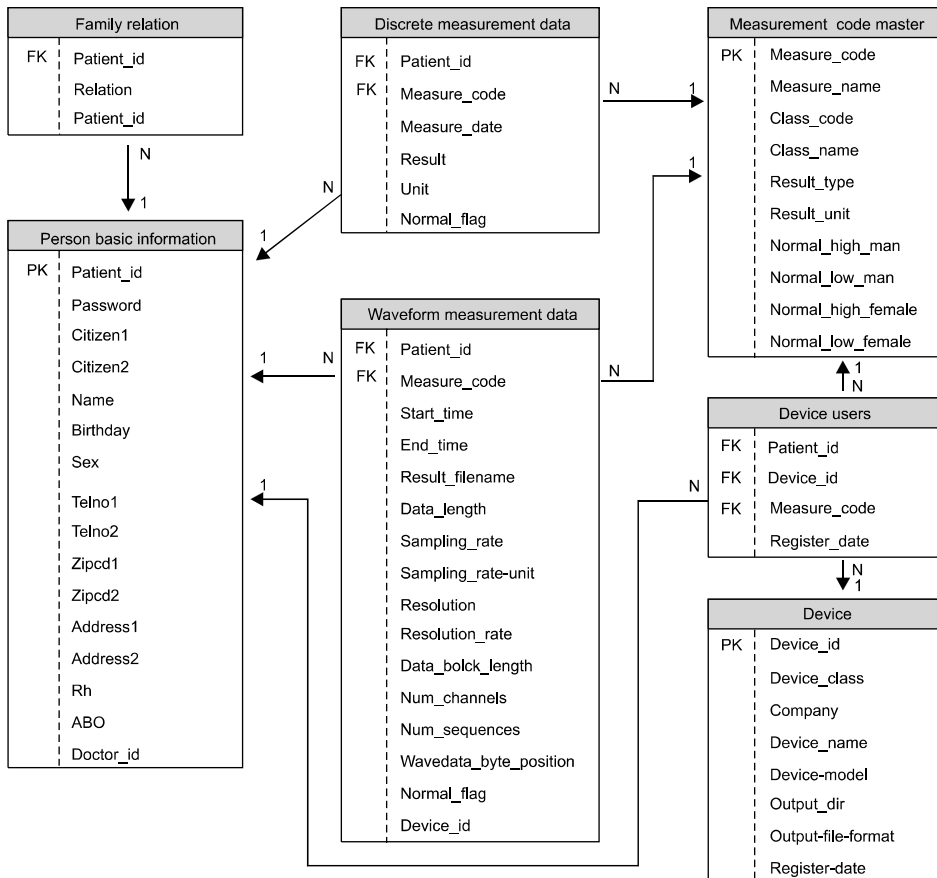


Figure 3. The entity relation diagram of BIRD

을 담당한다. u-House 게이트웨이에서 계측 데이터인 MFER 파일이 서버에 업로드 되면, 서버 측 MFER 파일 해석기는 MFER 파일의 헤더 부분의 정보를 분리하여 데이터베이스에 업데이트한다. 해석기에 의해 분리된 MFER 파일의 파형 데이터 부분은 COM+형태로 만들어진 FLAC 압축 해제 라이브러리에 전달되고, 파형 데이터의 Metadata 부분에 기록된 Channel, Sample Rate, Bit Per Sample 등의 정보에 의해 압축 해제 과정을 거치게 된다. 압축 해제 과정을 거친 데이터는 임시 데이터 파일로 저장되어 MFER Stream Recorder에 입력되고, Stream Recorder는 이전에 입력된 해당 일자의 MFER 파일이 존재하면 frame 위치에 따라 파형 데이터를 뒤에 추가하거나 혹은 해당 일자의 파일을 생성하게 된다. 생성되는 파일 이름은 검진자 ID, 계측 데이터명, 계측 일시 등의 정보를 사용하여 명명하였다.

### III. 결과

u-House 시스템은 2003년도에 처음 개발되었으며, 그 후 2006년도에는 웹 기반 시스템으로 개발되어 왔다. 2007년도부터는 수면시간 동안 오랜 시간 측정이 되는 심전도 데이터에 특화된 효율적인 데이터 전송 모듈과 중앙서버에서 쉽게 자료를 볼 수 있는 u-Health viewer를 중점으로 개발이 진행되었다.

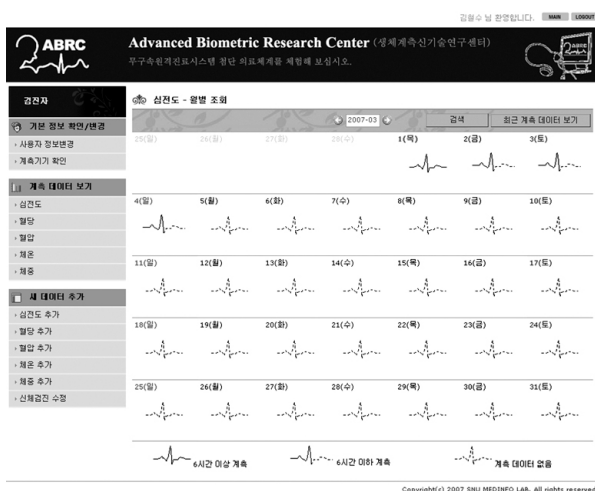


Figure 4. Screenshot of web-based ECG search interface where the availability of ECG data was indicated by different ECG images in a calendar form

u-Health viewer는 거주자, 의료진, 관리자 각각의 기능에 맞추어 개발되었다. Figure 4는 u-Health viewer를 이용하여 심전도를 확인하는 예를 보여주고 있다. 이 인터페이스는 달력의 형식으로 화면이 구성되었으며, 매일 측정된 심전도의 측정시간을 보여주기 위해서 개별 날짜들은 세 가지의 범주로 분류돼 표시된다. 날짜마다 측정된 데이터가 6시간 미만, 6시간 이상 그리고 측정된 데이터가 없는 경우로 나누어서 각각 반 점선, 실선 그리고 온 점선으로 표현되도록 하였다.

### 1. MFER Viewer

사용자가 달력 형식으로 된 심전도 검색 인터페이스의 특정 날짜를 클릭하면 측정된 심전도 데이터는 Figure 5의 MFER Viewer를 통해 보여진다. MFER Viewer의 왼쪽 상단에는 환자의 정보, ECG의 측정된 날짜 및 시각 그리고 측정 장치 정보가 나타난다. 왼쪽하단부에는 효율적인 심전도 데이터 검색을 위해 오전과 오후의 원형 시계로 측정된 데이터의 양이 보이도록 하였다. BIRD에 저장된 심전도 데이터가 존재한다면 존재하는 데이터의 시간만큼 원형 시계에 색이 입혀진다. MFER Viewer의 오른쪽 화면은 원형 시계에서 선택된 10분 동안의 심전도 데이터를 보여준다. 오른쪽 화면의 가로 방향은 1분 동안의 심전도 데이터를 모두 보여주기 위해 스크롤이 가능하게 하였다. 또한 오른쪽 하단의 상, 하 화살표는 ECG 데이터를 1분 단위로 이동시켜 보여준다.

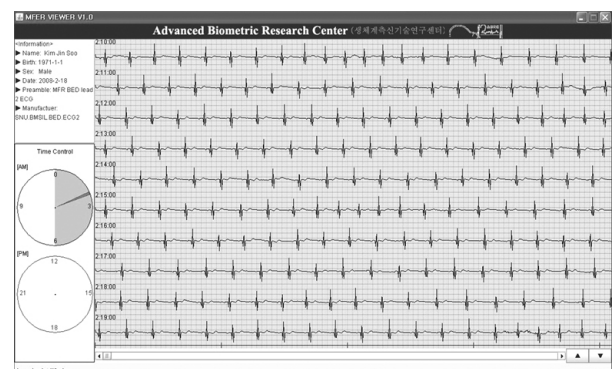


Figure 5. The MFER Viewer to display the ECG data in BIRD

## 2. 파일압축전송 모듈의 개발

u-House 게이트웨이에서 실시간으로 측정된 ECG 데이터를 BIRD로 원활하게 전송하기 위해 압축이 가능한 데이터 전송 모듈을 개발하였다. Figure 6은 개발된 액티브 X 컨트롤이 심전도 추가 웹 페이지에 삽입된 모습을 보여준다. 이 ActiveX 컨트롤은 u-House 게이트웨이의 특정 폴더를 감시하며 해당 폴더에 심전도 데이터 파일이 존재하면 그 파일을 압축하여 BIRD로 전송한다.

심전도 데이터의 전송은 경우에 따라 정해진 시간 간격에 따라 자동으로 업로드하는 방식과 사용자의 조작에 따라 한 번에 모두 업로드하는 두 가지 mode로 구분된다. 정해진 시간 간격에 따라 자동으로 업로드 하는 방식은 일정한 시간을 주기로 특정 폴더를 계속 감시하다가 파일이 존재하면 이 파일을 BIRD로

전송한다. 업로드 주기는 5분으로 설정하였다. 반면 한번에 모두 전송하는 방식은 시작 버튼을 눌렀을 때 특정 폴더에 존재하는 모든 심전도 데이터 파일을 BIRD로 전송하는 방식을 말한다.

## 3. 파일 압축률의 비교

심전도 데이터 파일에 대해서 FLAC과 Zip의 두 가지 압축 방법을 비교해 보았다. 압축률은 'Eq. [1]'과 같이 계산하였으며 Table 1에서는 다른 크기를 가지는 실제 심전도 데이터 파일의 압축 테스트 결과를 보여주고 있다.

$$\text{Compression Ratio} = \frac{\text{Compressed File Size}}{\text{Uncompressed File Size}} \times 100 \text{ Eq. [1]}$$

FLAC과 Zip의 평균 압축률을 보았을 때, FLAC은 약 53%, Zip은 약 72%로 FLAC의 압축률이 더 우수하였다. 즉, FLAC 압축 시, 압축된 심전도 데이터 파일은 약 47% 정도 파일 크기가 줄어들었다. 이와 실험 결과를 통해 본 연구에서는 FLAC 압축방식을 사용하게 되었다.

## IV. 고찰

본 논문에서는 u-Healthcare 환경에서 웹 기반 생체 신호 모니터링 시스템을 구현하기 위한 u-House 게이트웨이와 중앙서버의 데이터 조회기능에 대하여 기술하였다. 일반적으로 u-Healthcare 환경에서 발견되는 어려움은 생체신호 데이터의 효과적인 관리에 관한

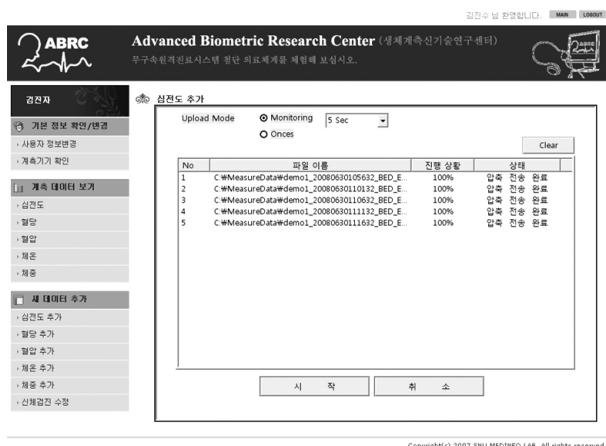


Figure 6. The web-page of the MFER uploads ActiveX control

Table 1. The compression result of different size of sample ECG files

No.	Uncompressed file size (byte)	FLAC		Zip	
		Compressed file size (byte)	Compression ratio	Compressed file size (byte)	Compression ratio
1	1,485,000	887,083	59.74%	1,158,142	77.99%
2	11,460,000	5,502,991	48.02%	8,134,824	70.98%
3	14,235,000	7,669,938	53.88%	11,374,727	79.91%
4	14,385,000	7,299,898	50.75%	9,919,262	68.96%
5	10,590,000	5,649,611	53.35%	7,934,874	74.93%
6	15,495,000	8,530,848	55.06%	10,695,860	69.03%
7	14,895,000	7,814,669	52.47%	9,790,994	65.73%
8	13,935,000	7,389,290	53.03%	9,761,848	70.05%
Average			53.28%		72.20%



문제이다. u-Healthcare 환경에서 생체신호 데이터는 우선 신호의 용량이 크며, 일반적으로 의료기관에서 사용되는 데이터의 질과 비슷한 수준까지의 정확도를 지녀야 한다는 어려운 점을 안고 있다.

효과적인 생체신호 관리를 위해서 두 가지 측면을 고려해 보아야 한다. 첫째는 데이터를 수집하는 능력이다. 거대한 양의 생체신호 데이터 관리에는 일반적인 진료형태의 관리 방식과 다른 형태가 필요함을 보여준다. 예를 들어, 규칙적으로 u-House 거주자를 검진하기 위해 의사는 거주자로부터 나오는 데이터를 검토해 보아야 한다. 이 경우 거주자로부터 측정된 데이터는 양이 방대하기 때문에 검토 과정은 매우 효과적인 자료검색기능이 필요하다.

두 번째 측면은 측정되는 데이터의 자동적인 해석에 관한 부분이다. 기록된 데이터에서 비정상적인 데이터를 발견하고, 경고 메시지를 담당자에게 보내주어야 하는데, 자동적으로 비정상적인 데이터를 탐지하기 위해서는 u-Health 모니터링 시스템에서 기본적으로 정상 패턴과 비정상 패턴이 먼저 정의되고 구현되어야 한다. 이것은 u-Health 분야에서 가장 어려운 부분이다.

개발된 웹 기반 생체신호 모니터링 시스템은 위의 두 가지 측면의 실현을 위한 기본적인 기술환경을 제공하고 있다. 생체신호 모니터링 시스템은 u-House에서 측정되는 생체신호 데이터를 중앙서버(BIRD)에 통합하고, 이렇게 모아진 데이터를 이용하여 비정상 패턴 발견 후 경고 메시지 보내기 같은 추가 작업을 하게 된다. 효과적인 생체신호 관리를 위해 앞으로 지능화된 기술들이 개발된다면, 생체신호 모니터링 시스템에 적용되어 좀 더 발전된 시스템에 도달할 수 있을 것이다.

앞으로 u-Healthcare가 실현되기 위해서는 생체신호 데이터의 통합, 관리가 중요한 과제라고 할 수 있다. 본 논문은 생체신호 데이터를 효율적으로 관리할 수 있는 모델로서 웹 기반의 생체신호 데이터 통합 관리 시스템을 제안하였다. 생체신호 데이터의 원활한 교환을 위해 MFER 표준을 사용하였다. 대용량의 생체신호 데이터의 이동을 위해 FLAC 압축방법을 사용하여 생체신호를 압축하고 전송하는 모듈을 개발하였고, 정보 이용자들의 편의성을 고려한 인터페이스를

제공하였다.

u-Healthcare 환경에서 필요로 하는 기술발전을 위해서는 정보관리 기술과 지능적 추론 기술의 통합이 전제되어야 할 것이다. 본 연구의 연구자들은 제안된 u-Healthcare 시스템이 머지않아 다가올 u-Healthcare 환경을 위한 기초적인 모델로 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

## 참고문헌

1. Lyytinen K, Yoo YJ. Issues and challenges in ubiquitous computing. Commun ACM 2002;45(12):62-65.
2. Korhonen I, Parkka J, Van Gils M. Health monitoring in the home of the future. IEEE Eng Med Biol 2003;22(3):66-73.
3. Lee SH, Shin JW, Sung HM, Yoon YR, Lee KJ. A study on the development of integrated biosignal management system. J Korean Soc Med Informatics 1998;4(2):17-23.
4. Choi JM, Choi BH, Seo JW, Sohn RH, Ryu MS, Yi W, et al. A system for ubiquitous health monitoring in the bedroom via a bluetooth network and wireless LAN. P Ann Int IEEE Embs 2004;26:3362-3365.
5. Venkatasubramanian K, Deng G, Mukherjee T, Quintero J, Annamalai V, Gupta SKS. Ayushman: a wireless sensor network based health monitoring infrastructure and testbed. Lect Notes Comput Sc 2005; 3560:406-407.
6. Available at: [http://www.intel.com/healthcare/hri/pdf/proactive\\_health.pdf](http://www.intel.com/healthcare/hri/pdf/proactive_health.pdf). Intel Proactive Health Lab. 2007.
7. Lukowicz P, Anliker U, Ward J, Troster G, Hirt E, Neufelt C. AMON: a wearable medical computer for high risk patients. Sixth International Symposium on Wearable Computers, Proceedings. 2002:133-134.
8. Available at: <http://www.iso.org>. ISO 11073-91064: 2009.
9. Ackerman MJ, Ball MJ, Clayton PD, Frisse ME, Gardner RM, Greenes RA, et al. Standards for medical identifiers, codes, and messages needed to create an efficient computer-stored medical record. J Am Med Inform Assn 1994;1(1):1-7.
10. Available at: <http://www.ieee1073.org>. IEEE 1073.
11. Kennelly RJ. The IEEE 1073 standard for medical device communications. 1998 IEEE Autotestcon Proceedings-IEEE Systems Readiness Technology Con-

- ference. 1998:335-336.
12. Galarraga M, Seffano L, Martinez I, de Toledo P, Reynolds M. Telemonitoring systems interoperability challenge: an updated review of the applicability of ISO/IEEE 11073 standards for interoperability in telemonitoring. 2007 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, Vols 1-16. 2007:6162-6166.
13. Available at: <http://www.iso.org>. ISO/TS 11073-92001: 2007.
14. Kang EY, Im YS, Kim UM. Remote control multi-agent system for u-healthcare service. Lect Notes Artif Int 2007;4496:636-644.
15. Lee JH, Kim KK, Kim HS, Jeong PS, Jung WS, Oh YH. Implementation of U-Healthcare Monitoring System based on USN. The Journal of KICS 2008; 33(2):75-81.
16. Jung WS, Oh YH. Patient monitoring system based on u-healthcare. The institute of Electronics Engineers of Korea 2007;30(1):589-590.
17. Park SK, Park SH, Kang MG, Chae YM, Kim SK, Choy S, et al. Wireless Clinical Trial of Data Capture using a Personal Digital Assistant. J Korean Med Informatics 2009;15(2):235-244.
18. Istepanian RSH, Lacal JC. Emerging mobile communication technologies for health: some imperative notes on m-health. Proceedings of the 25th Annual International Conference of the Ieee Engineering in Medicine and Biology Society, Vols 1-4. 2003;25: 1414-1416.
19. Available at: <http://flac.sourceforge.net/>. FLAC.