

HL7과 수정된 MFER(TS-MFER)을 접목한 U-healthcare 실시간 의료정보 표준화 적용

엄진우*, 박상현*

Application of the Modified Real-Time Medical Information Standard for U-Healthcare Systems by Using HL7 and Modified MFER(TS-MFER)

Jinu Uhm*, Sang-Hyun Park*

요약

U-healthcare 환경에서는 시간, 장소에 무관하게 사용자의 건강을 관리해준다. 이를 위해 이기종 의료 장비간 정보공유와 호환성 보장을 위한 의료 정보 표준화는 필수다. 적합한 표준이란 다양한 타입의 정보와 장비의 특성을 포괄하며 적용이 쉬운 표준이다. HL7은 대표적 예이지만 비텍스트 기반 신호, 특히 파형 정보를 다루는 데 부족한 점이 있다. 이 점을 보완하기 위해 JAHIS에서 의료 파형에 적합한 표준(MFER)을 제시하였다. MFER은 파형정보 측면에서 HL7이 가지지 못한 장점을 가지고 있으나 실시간 적용에는 적합하지 않다. U-healthcare system의 본래 목적상 실시간 응용에 대한 요구는 크다. 따라서 앞의 표준들의 장점은 유지하고 단점은 보완할 수 있는 표준이 필요하다. 본 논문에서는 첫째, U-healthcare system을 위한 의료 정보 표준중 대표적인 HL7, MFER에 대한 리뷰와 두 표준관련 연구 동향을 소개한다. 둘째, 앞의 표준을 수정하여 실시간 응용에도 접목할 수 있는 scheme(TS-MFER with HL7)을 제안하고 실제 적용 결과를 제시한다.

Key Words : HL7, MFER, Interoperability, Real time transport, Information Standard, Medical Information, 상호운용성, 의료정보 실시간 전송 및 저장, 의료정보표준

ABSTRACT

U-healthcare is maintaining of users' health without limitations from where and when they are. As it is important to guarantee compatibility between heterogeneous systems in U-healthcare, a medical information standard is compulsory. An adequate standard means that it is easy to understand and it can cover wide range of information types and various medical devices. Among them, HL7(Helath Level 7) has those traits, but HL7 is not adequate for non-text message, especially for medical waveform. JAHIS suggested an appropriate standard, that is MFER. MFER has many advantages for representation of medical waveform, but it is still not good for real-time applications. In U-healthcare, there are lots of needs for real-time application, so we need a standard that can have useful properties of MFER and HL7, and support real-time. In this article, there are two main topics. The first one is introducing MFER and HL7. Second, the new scheme(TS-MFER with HL7) is developed by modifying MFER and HL7 for real-time applications.

* 이 논문은 2012년 KAIST 연구원의 지원을 받아 수행된 연구임.

◆ 저자 : KAIST IT융합연구소, juhm@itc.kaist.ac.kr, 정희원

* KAIST IT융합연구소

논문번호 : KICS2012-02-098, 접수일자 : 2012년 2월 29일, 최종논문접수일자 : 2012년 7월 4일

I. 서 론

유비쿼터스 헬스케어(U-healthcare)[1][2]는 시간과 장소에 상관없이 IT 정보통신 기술을 기반으로 제공되는 보건의료 서비스이다. 최근 IT 첨단기술이 발전함에 따라 병원에서 사용하던 의료기기를 가정에서도 손쉽게 사용할 수 있게 되었다. 이를 통해 사용자는 질병과 생활습관을 지속적으로 관리하여 건강하고 안전한 삶을 누릴 수 있게 된다. 사용자가 착용하거나 주변에 설치된 소형 센서를 통해 생체 신호를 측정, 처리, 통합하여 사용자의 상태를 분석하고 그 결과에 맞게 피드백 정보를 제공할 수 있다. 유용한 정보를 제공하기 위해 다양한 생체 신호를 취합 및 통합할 필요가 있는데 이 때 서로 다른 장비에서 측정된 정보들은 각 제조사 고유의 정보 인코딩 및 전송 프로토콜을 사용하게 된다. 이들 정보를 통합하거나 다른 장비와 공유하기 위해선 통일된 규칙, 의료 정보 표준이 반드시 있어야 한다. 이러한 필요에 따라 여러 단체에서 정보 공유, 저장, 교환을 위한 표준화 노력이 있었다.

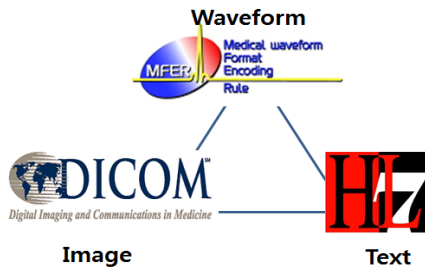


그림 1. 의료 정보별로 상호 시스템간 호환성 보장을 위한 표준화 노력이 있어왔으며 대표적 결과로 HL7, DICOM, MFER 등이 있다.

Fig. 1. The most representative medical information standard, HL7, DICOM, and MFER

가장 널리 알려진 표준으로 HL7(Health Level 7)[3],[4], DICOM(Digital Imaging and Communications in Medicine)[5], ISO/IEEE 11073, MFER(Medical Waveform Format Encoding Rules)[6],[7],[8]등이 있다. 각각의 표준들은 다양한 생체 신호들을 다룰 수 있게 넓은 범위를 가지나 HL7은 Text 기반, DICOM은 영상기반, MFER은 파형 의료 정보에 중점을 두고 있다. 따라서 각각의 표준들은 중점대상 정보를 다루는데 있어 여러 장점을 지니고 있으나 다양한 U-healthcare 시스템의 요구를 포함할 수 있는 통합 표준으로는 부족한 점

이 있다. 성공적인 U-healthcare 시스템 개발을 위해 다양한 타입의 정보를 다룰 수 있는 것을 넘어 각 표준이 가지는 장점을 취할 수 있어야 한다. 이러한 표준의 적용에 대한 필요성에 따라 기존에도 관련 연구가 많이 있어왔다. ECG (electrocardiogram, 심전도)를 저장 및 공유하기 위한 여러 표준들의 특성 비교 분석[9], MFER과 HL7-CDA(Clinic document architecture)를 접목한 생체 신호 표준화 표현 방식에 대한 연구[10], 두 표준을 이용해 원격에서 신호 모니터링을 위한 적용[11],[12],[13],[14],[15], 웹기반 생체 신호 모니터링을 위한 표준 적용 [16],[17] 등이 대표적이다.

본 논문에서도 많은 의료 정보 표준들 중 실제적으로 U-healthcare 시스템에 가장 많이 응용되고 있는 HL7과 MFER에 중점을 두었다. 이는 두 표준이 이해하기 쉽고 적용이 용이하며 비교적 넓은 범위의 호환성을 제공하기 때문이다. 하지만 U-healthcare 시스템에서 실시간으로 사용자의 상태를 확인 및 분석을 위한 표준은 중요성이 높고 응용 범위가 넓음에도 실시간 응용을 위한 의료정보 표준은 명확히 정립되지 않았다.



그림 2. 의료분야의 실시간 응용에 대한 수요는 매우 높다. Fig. 2. Real-time applications are highly demanded

이 부분에 있어 HL7과 MFER도 동일한 한계점을 지닌다. HL7은 환자 신상정보, 약제 정보등과 같은 텍스트 기반 메시지에 초점을 두고 있기에 실시간 응용에 대해서는 충분히 고려되지 못하였기 때문이다. MFER은 의료 파형이 주가 되는 표준이기는 하나 주어진 의료 파형 정보를 어떻게 인코딩할 것인가에 주안점을 두고 있어 실시간 응용에 유용한 구조를 제공하지 못한다. 기존 연구에서 이미 두 표준의 적용 방식 및 구현에 대해 제시를 했으나 MFER과 HL7의 성격상 실시간 특성에 대한 충

분한 고려가 이루어져 있지 않았다. 본 논문에서는 기존 연구에서 한 발 나아가 두 표준이 가지는 장점을 취함과 동시에 실시간 응용을 위해 수정된 및 통합 표준 적용 방식(TS-MFER with HL7)을 제시한다. 이 방식을 통해 다중 사용자의 다채널 신호를 중앙 게이트웨이로 실시간으로 전송하고 동시에 원격의 다중 사용자들이 실시간으로 의료 생체 신호 파형을 볼 수 있게 표준을 적용하였다.

기존 MFER을 수정한 TS(Time Stamped) MFER 방식을 사용하여 정보를 실시간으로 인코딩, 전송, 저장하고 게이트웨이에서는 TS-MFER로 온 신호를 HL7으로 맵핑(mapping) 하여 중앙 병원 서버로 전송할 수 있다. 이를 통해 표준화된 다대다 실시간 정보 전송 및 모니터링과 동시에 중앙병원과의 정보 공유의 호환성도 보장할 수 있다.

2장에서는 본고에서 적용하려는 두 표준 MFER과 HL7에 대해 개괄적으로 소개하고, 3장에서는 수정된 표준 적용과 구현 방식을 제시하고, 4장에서 결론을 맺는다.

II. MFER 과 HL7

2.1. MFER

ECG나 EEG(Electroencephalogram, 뇌전도)와 같은 생체 신호는 사용자의 상태를 진단하는데 흔히 사용된다. 연구 목적으로 사용하거나 환자의 상태를 명확히 진단해 내기 위해 하나의 장비가 아닌 여러 의료 장비로부터 취득한 서로 다른 신호를 디지털화 하여 저장하고 공유할 수 있어야 한다^[18]. 기존의 의료 표준이 의료 파형을 포함하지 않는 것은 아니나 의료 파형 특성에 맞게 충분히 효율적인 구조를 제공하지 못한다. JAHIS(Japanese Association for Healthcare Information Systems Industry)에서 의료 파형 정보에 적합한 표준안을 제시하였는데 이것이 MFER(Medical waveform Format Encoding Rules)이다. 기존 표준을 이용할 경우 의료 파형을 인코딩 및 디코딩이 효율적이지 않다. 이러한 이유로 대부분의 의료 장비 제조 회사에서는 회사 고유의(Proprietary encoding rules) 방식을 사용하였다. 문제는 각 회사의 고유 방식은 공개 되지 않는 경우가 많아 서로 다른 제조사의 장비에서 오는 정보들은 서로 공유하기에 어려움이 있었고 여러 신호를 통합 분석하기 위해 센서 장비부터 중앙 게이트웨이까지 모두 동일 회사의 장비를 사용해야 했다.

MFER은 효율적인 파형 정보 인코딩 구조를 가진다. 간단한 구조로 인해 다른 주요 표준들 HL7, DICOM 등과 쉽게 호환이 되고 높은 확장성을 가진다. MFER은 파형정보를 위한 통일된 인코딩, 디코딩 구조를 가지고 있어 파형 정보의 교환, 분석, 재사용이 쉽다. MFER은 크게 3단계 구성을 가지고 있으며[7] 각각을 Level 1,2,3 로 부른다. Level 1 은 파형을 위한 기본적인 정보를 담고 있다. 예를 들어 파형의 샘플링 레이트(Sampling rate), 해상도(resolution), 몇 개의 채널로 이루어져 있는지 등이다. Level 2는 호스트와 정보전송을 위해 필요한 보조적인 정의들을 담고 있는데, Preamble, 데이터 획득 및 처리 등과 관련된 정보를 포함한다. Level 3 는 확장된 정의를 포함하는 것으로 측정 대상이 된 환자의 이름, 나이와 같은 신상 정보가 그 예이다. MFER과 HL7이 연동될 경우 Level2, 3의 정보는 파형을 위한 직접적인 정보라기보다 보충적인 성격이므로 Text 기반의 표준인 HL7과 연동하여 인코딩 되는 것이 일반적이다.

MFER의 인코딩 방식은 다음과 같다^[18]. MFER에서 인코딩한 결과로 나오는 frame은 크게 header와 waveform으로 구성된다. Header는 파형 데이터를 설명해주는 부분이고 waveform은 연속시간 생체 신호를 샘플링 하여 이산시간 데이터로 받은 파형 정보이다. 취득한 신호의 샘플링 레이트, 채널의 개수 등 파형 정보를 기술하는데 필요한 정보가 header에 저장된다. 이 때 MFER에서는 header 인코딩을 TLV(Tag, Length, Value)구조로 해당 정보를 규칙에 맞게 저장하게 된다.

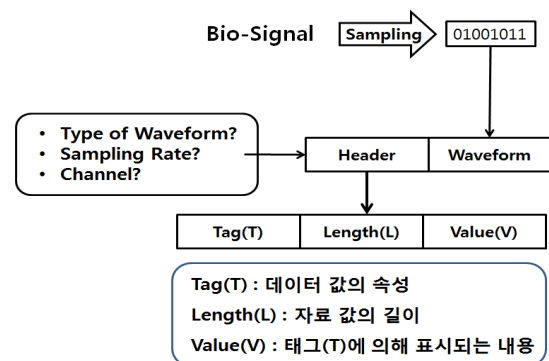


그림 3. MFER 의 TLV 구조 Header 뿐만 아니라 Waveform도 TLV구조로 인코딩어 된다. 이 때 Header에는 파형을 설명하고자 하는 여러 가지 타중 정보로 (채널의 개수, 샘플링 레이트 등) 구성될 수 있다. 각각의 정보를 모두 MFER표준에 정해진 규정에 따라 TLV로 구성하고 이를 모두 연결해 Header를 구성한다.
Fig. 3. TLV structure of MFER

예를 들어, 주어진 파형이 다채널을 통해 들어오는 신호라고 하고, 채널의 개수가 2라고 하자. MFER표준 문서[6]에서는 각 속성(Tag)마다 숫자를 부여했는데 채널의 개수의 경우 <0x05>가 할당되어 있다. 따라서 Tag에는 <0x05>를 저장한다. Length 부분에는 뒤에 이어질 Value data의 길이를 저장해 주고 Value에는 속성에 맞는 값, 여기서는 채널의 개수가 2이므로 Length 에는 <0x01>, Value 에는 <0x02>를 저장함으로써 TLV를 완성하게 된다. 여기서 Header는 여러 개의 정보를 포함하고 있는데 환자의 이름, 환자의 성별 등 각각의 정보들을 규칙에 맞게 TLV로 구성한 다음 하나의 시퀀스로 만들어서 Header를 구성하게 된다. Waveform도 TLV구조를 가진다. 이 때 waveform을 나타내는 Tag는 MWF_WAV(0x1Eh)이며 마찬가지로 뒤에 하나의 프레임 파형 데이터의 길이를 length(L)에 저장, 실제 파형 정보를 value(V)에 할당한다. 위 기술한 내용에 대한 요약은 아래 그림에 도식하였다.

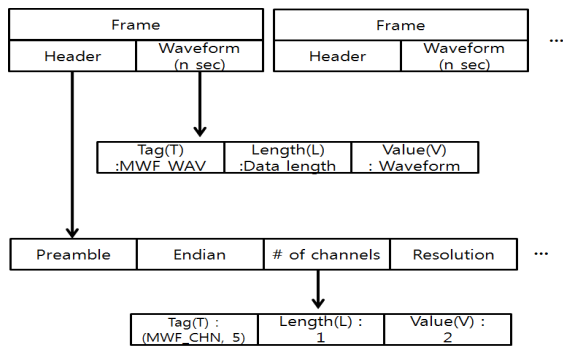


그림 4. 다중 프레임 MFER 변환
Fig. 4. MFER conversion process

2.2. HL7(Health Level 7)

HL7은 헬스케어 분야에서 운영되는 미국표준협회(ANSI)의 여러 승인된 표준개발기구중 하나이다. 임상 환자 치료와 관리, 헬스케어 서비스들의 전달과 평가를 위한 데이터의 교환, 관리, 통합을 위한 표준을 제공하며 헬스케어 정보 시스템들 간에 상호 운용성(interoperability) 보장을 목적으로 한다. 다시 말해 의료 정보를 다루는 시스템 사이에서 의료 정보를 주고받는데 이용되는 통일된 언어라고 볼 수 있다.

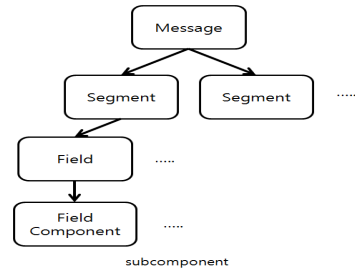


그림 5. HL7의 계층구조
Fig. 5. Hierarchical structure of HL7

HL7은 계층적 구조를 가지고 있다. HL7에서 메시지를 주고받는 최소의 단위를 message라고 한다. Message는 여러 segment로 구성되어 있고 각 segment는 field로 나누어진다. 각 field는 field component로 각 field component는 sub component로 분류된다. HL7 message는 각 message를 구분하기 위해 message 앞에 starting block인 ASCII code로 <0x0B>가 붙고 끝에는 <0x1C><0x0D>가 ending block으로 붙게 된다.

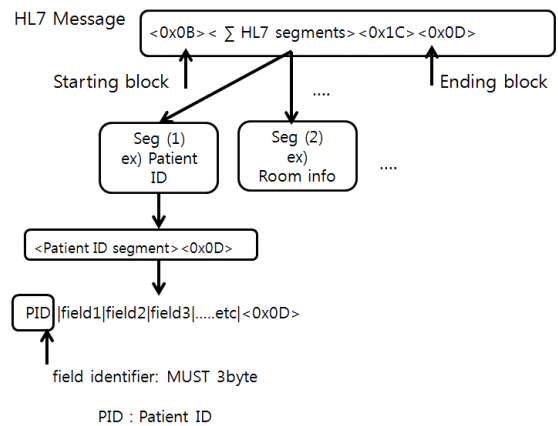


그림 6. HL7 message 구성의 예
Fig. 6. Example of HL7 message

Starting block과 ending block사이에 HL7 message가 들어가며 이 message는 segment의 결합으로 이루어진다. 각 segment는 HL7에 포함되는 요소 정보들을 의미한다. 예를 들어 환자 신상정보, 측정 정보 등 각각에 대응 되는 요소가 하나의 segment로 구성된다. 이 segment는 field의 결합으로 이루어지고, 각 field는 |으로 구분되며 이를 field identifier라고 한다. 그리고 각 segment의 처음 field는 HL7 표준 문서에서 정의된 3byte로 구성된 field identifier이어야만 한다.

예를 들어 환자 id를 나타내는 segment라면 이 segment의 첫 시작을 의미하는 3byte field

identifier는 PID로 정의되어 있다. 이러한 field identifier에 대한 정의와 각 field의 의미 및 기록 규칙들은 HL7에 정해져 있다. 그리고 segment 들을 구분하기 위해 segment 마지막에는 <0x0D>블록을 반드시 붙여야 한다. 각각의 field들은 효율적인 의미 전달을 위해 field component들로 구분되어 있고 각 component들은 ^으로 분류되며 이를 component separator로 부른다.

예를 들어 환자 id가 100이고 환자의 이름이 김철수라고 하면 HL7의 segment 는 PID||100||김^철수<0x0D>로 인코딩 된다. 저장될 field에는 필수적인 것이 있고 선택적인 것이 있는데 앞의 예처럼 field separator() 사이에 아무 정보도 없다는 것은 선택적 정보를 나타내는 field에 정보를 넣지 않았다는 의미이다. 이렇게 구성된 segment를 이어서 하나의 HL7 message를 만들 수 있으며 이것이 시스템 사이에서 주고받는 최소 단위이다. 따라서 filed나 segment만을 따로 보내는 것은 HL7에서 허용하지 않는다.

```

^MSH|^~\&|HL7|MMS||20070712151539||ORU^R01||19105271-303c-11dc-b996-001013036151|P|2,3
PID||34451478||PARK^CS
P11||E||25102^BED23
OBR||1||1||20070712151500
OBX||1||ST|HR||641/min|||||R
OBX||2||ST|ST-1||mm|||||R
OBX||3||ST|ST-1||110.6|mm|||||R
OBX||4||ST|ST-1||111|mm|||||R
OBX||5||ST|ST-V5||1|mm|||||R
OBX||6||ST|ST-AVR||mm|||||R
OBX||7||ST|ST-AVL||mm|||||R
OBX||8||ST|ST-AVF||mm|||||R
OBX||9||ST|FRR||44|breaths/min|||||R
OBX||10||ST|PT-FRR||21|breaths/min|||||R
OBX||11||ST|PEEP||15|cm_h2o|||||R
OBX||12||ST|WV||17.61|/min|||||R
OBX||13||ST|FIO2||35|X|||||R
OBX||14||ST|SPO2-X||99|X|||||R
OBX||15||ST|SPO2-R||641/min|||||R
OBX||16||ST|TV||1352|ml|||||R
OBX||17||ST|PI||131|cm_h2o|||||R
OBX||18||ST|PPLAT||153|cm_h2o|||||R
OBX||19||ST|MAWP||16|cm_h2o|||||R
OBX||20||ST|SENS||1|cm_h2o|||||R
OBX||21||ST|WNT-FRR||201|breaths/min|||||R
OBX||22||ST|PPS||17|cm_h2o|||||R
OBX||23||ST|INSP||125|X|||||R
OBX||24||ST|PCPI||0|cm_h2o|||||R
OBX||25||ST|W-PEEP||13|cm_h2o|||||R
OBX||26||ST|TV-in||1368|ml|||||R
OBX||27||ST|CO2-EX||148|mm(hg)|||||R
OBX||28||ST|CO2-IN||10|mm(hg)|||||R
OBX||29||ST|CO2-FRR||121|breaths/min|||||R
    
```

그림 7. HL7 인코딩의 결과. 병원에서 실제로 사용하고 있는 GE gateway에서 나오는 정보의 일부를 위에서 설명한 방식 및 HL7이 정해준 규칙에 따라 인코딩
Fig. 7. Results of HL7 encoding

III. 의료정보의 표준화 실시간 전송 및 구현 결과

3.1. 전체 시스템 구성

전체 시스템은 다중 생체 신호 측정 장비, 중앙 게이트웨이, 다중 원격 모니터링 사용자로 분류된다.

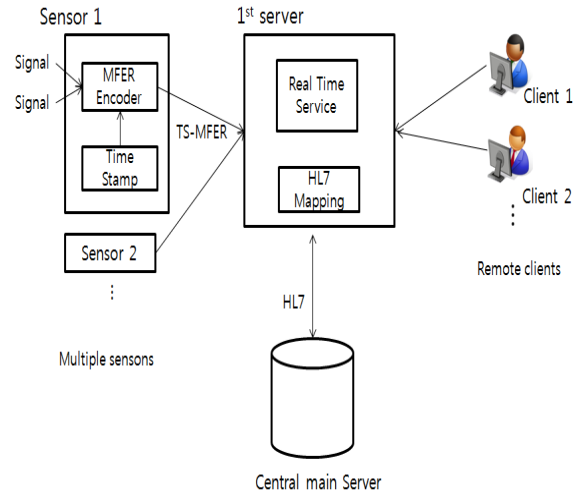


그림 8. TS-MFER with HL7을 이용한 실시간 표준 시스템 적용의 전체 시스템 개략도
Fig. 8. The system outline

장비에서는 생체로부터 취득한 신호를 샘플링 및 인코딩하여 중앙게이트웨이로 보낸다. 본 실험에서는 손가락에 센서를 연결해 혈중 SpO2농도를 측정하는 장비(MM-100)를 사용하였다. 해당 장비는 실시간으로 센서를 통해 감지된 생체 신호를 샘플링하여 취득한다.

중앙게이트웨이(1st server)에서는 중앙 컨트롤러 역할을 담당한다. 다중 장비로부터 오는 신호를 감지하고 원격 사용자로부터 오는 요청을 처리한다. 그리고 사용자 요구에 맞는 데이터를 실시간으로 전송한다. 장비로부터의 신호가 종료되면(혹은 외부 요청이 있다면) 받은 MFER 기반 신호를 병원의 central 서버와 호환성을 위해 HL7으로 변환하여 전송한다.

원격 사용자는 게이트웨이에 접속하고 실시간 모니터링을 하길 원하는 정보에 대한 요청을 전송한다. 게이트웨이에서 요청에 대한 응답으로 받은 신호를 디코딩하여 사용자에게 보여준다.

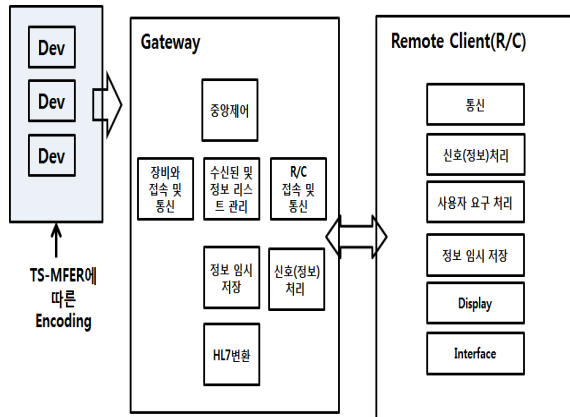


그림 9. 시스템의 각 요소별 수행역할 요약
Fig. 9. The summary of each segment of the system

3.2. 시스템 동작 프로세스 및 구현 결과

실시간 정보전송은 정보접근의 적시성과 패킷 손실에 대한 안전성을 가지고 있어야 한다. 멀티미디어 정보의 경우 대표적인 프로토콜로 RTP(Real time Transport Protocol)가 있다^[19]. RTP의 경우 jitter compensation과 out-of-sequence 추출 등을 제공해 IP network에선 많이 이용되고 있다. RTP는 시퀀스를 포함하는 payload header, time stamp, synchronization source를 제공해 실시간 전송을 지원한다. RTP를 이용한 실시간 의료정보 전송에 대한 연구는 있었지만 payload data 포맷은 여전히 다른 표준들과 호환성을 보장해 주지 못한다^[20,21]. 따라서 timestamp 개념을 MFER에 접목시켜 의료정보 실시간 응용에 적합한 scheme (Time-Stamped MFER, TS-MFER)을 제시한다^[22].

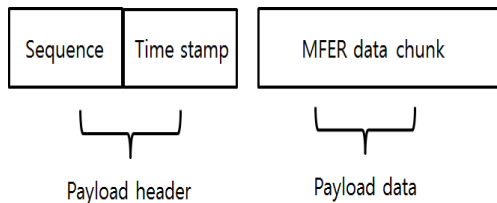


그림 10. 프레임별로 인코딩된 MFER data chunk 앞에 sequence number와 timestamp를 MFER TLV 구조에 맞게 포함하여 인코딩함
Fig. 10. Encoding MFER scheme by including sequence number and timestamp for real-time applications

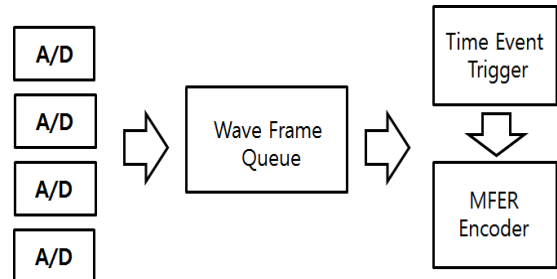


그림 11. MFER Encoding에 Time 정보를 함께 포함하여 인코딩
Fig. 11. MFER encoding with time information

우선 취득하려는 신호의 일반적인 정보들, 샘플링 레이트, 해상도, 취득 시점의 초기 시간 등의 정보를 TLV구조에 맞게 인코딩하여 신호의 header를 구성한다. 센서로부터 실시간으로 취득한 다채널 waveform data는 순서대로 장비의 queue에 저장된다. 이 파형 정보는 MWF_WAV tag를 통해 인코딩된다. Time event trigger는 주기적으로 인터럽트를 발생하고 장비 internal clock에 따라 발생한 timestamp, 즉 해당 신호가 취득된 시간정보를 MFER에서 제공하는 MWF_PNT(0x07) tag를 이용해 TLV구조에 맞게 생성하고 매 프레임마다 붙인다. 적용 시키려는 응용에 따라 정해진 시간 단위로 (본 구현에서는 1초 단위)로 프레임을 잘라 실시간으로 중앙 1차 서버로 전송을 한다.

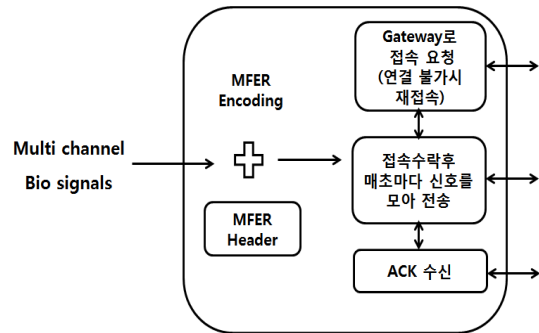


그림 12. 장비쪽에서 기 설명한 방식을 통해 인코딩하고 Gateway와의 정보 송수신 과정 요약
Fig.12. Communication process between devices and the gateway

신호를 받는 쪽에서도 동일한 MFER 디코더가 있다면 시간 정보 역시 MFER 구조에 따르기 때문에 해당 프레임이 언제 도착했는지 알 수 있고 이를 통해 실시간 표준화 정보 전송 및 수신이 가능하게 된다. 이 때 초기 접속에서는 sampling rate와 같은 전반적인 정보를 인코딩한 결과를 전송하고 그 이후에는 일정 프레임으로 나누어진 신호만을

timestamp가 붙여진 상태로 매 주기적 시간마다 보내게 된다. 매 프레임마다 동일한 헤더 정보가 붙게 되면 redundancy가 너무 높아지기 때문이다.

구현 시스템은 위에서 기술한바와 같이 크게 다중 생체 신호 측정 장비, 중앙 1차 서버, 다중 원격 사용자로 이루어지며, 중앙 1차 서버는 중앙 병원 메인 데이터베이스와 연동할 수 있다. 1차 서버에서는 크게 3가지 역할을 수행한다.

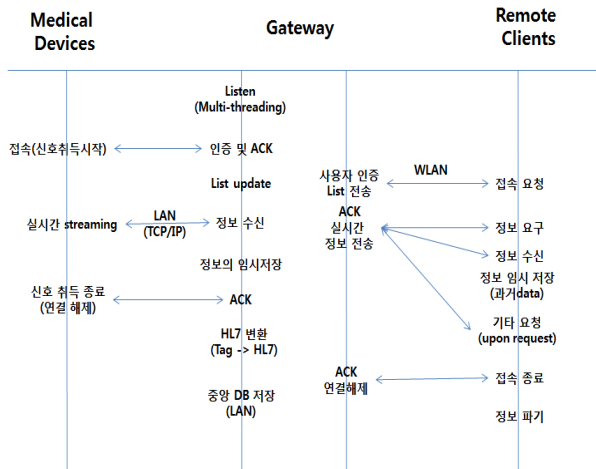


그림 13. 시스템의 전체 구동 흐름 요약도
Fig. 13. The summary of information flow

첫 번째는 원격에서 해당 정보를 실시간으로 모니터링하려고 하는 사용자와 장비간의 매개체 역할이다. 먼저 실시간으로 여러 장비와 원격 사용자로부터의 접속을 처리하고 수신한 표준화된 신호를 저장한다. 이 경우 동기화를 위해 처음 장비들이 접속하면 1차 서버의 현재 기준 시간을 장비에게 전송하게 된다. 이 시간을 기준으로 각 장비는 기준 시간으로부터 매 프레임이 발생한 시간의 차이를 timestamp로 삼아 TS-MFER로 매 프레임을 구성한다. 1차 서버에서는 받은 시간 정보를 통해 여러 장비로부터 오는 신호를 동기화할 수 있으며 오차를 막기 위해 주기적으로 1차 서버의 시간을 장비로 전송해 준다. 그리고 원격에서 해당 신호의 모니터링을 원하는 사용자가 있으면 그 사용자에게 신호를 전달해준다. 이 때 오고 가는 신호는 모두 MFER기반 실시간 정보이므로 중앙 1차 서버에서 디코딩할 필요는 없다.

두 번째 역할은 중앙 병원 서버와 정보를 공유하기 위한 HL7변환을 수행이다. 여기서 실시간요구가 필요한 것이 아니라 정보의 데이터베이스화가 목표이다. 따라서 장비로부터 신호의 취득이 끝나거나 사전에 설정한 시간 간격에 따라 저장된 TS-MFER

신호를 HL7으로 변환하여 중앙 병원 서버로 전송하게 된다. 이 때 MFER tag는 HL7 메시지에 맞게 일대일 mapping을 해주고 Value값은 HL7의 정해진 규칙에 따라 변환을 수행한다. 이 때 중앙병원 서버가 MFER를 지원하는 경우 파형 정보는 MFER로 저장된 정보를 전송하고 그렇지 않을 경우에는 파형 정보 역시 HL7형태로 변환한다.

세 번째는 원격 사용자의 요청 처리이다. 원격 사용자가 중앙 병원에 저장되어 있는 신호를 요청하는 경우 이 요청을 처리하여 중앙 병원 데이터베이스에 query를 전송하고 그 결과를 원격 사용자에게 전달한다. 이때 주고받는 정보는 HL7으로 표준화된 신호이다.

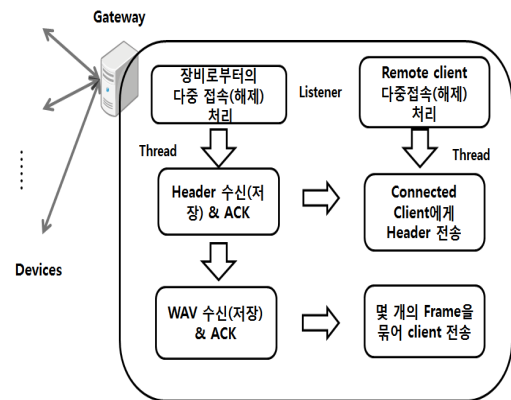


그림 14. Gateway에서의 동작 요약도
Fig. 14. Operation process of the gateway

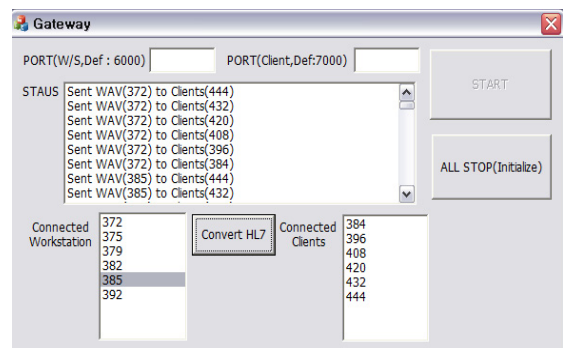


그림 15. 게이트웨이 구동 모습. 중앙 1차 서버에서 다중 장비와 원격 사용자의 요청을 처리하며 표준화된 신호의 송수신을 매개한다. 장비로부터 접속 요청이 수락 후 리스트 생성 및 헤더 정보를 수신한다. 동시에 원격 클라이언트 접속 요청 수락 및 헤더 정보를 전송하고 파형 정보를 몇 프레임씩 묶어 클라이언트에게 전송 및 저장한다. 새로운 혹은 연결 종료된 워크스테이션의 경우 갱신 및 해제에 대한 정보를 클라이언트에게도 통보한다.
Fig. 15. The screen shot of the gateway side

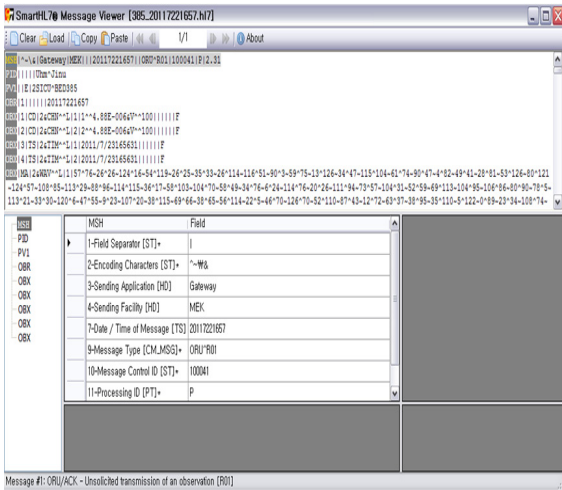


그림 16. HL7변환의 적절성 판단을 위한 HL7 전용 viewer[23]를 통한 변환의 적절성 판단
Fig. 16. Evaluation of suitability of HL7 message

다중 원격 사용자는 중앙 1차 서버에 접속하여 원하는 신호를 실시간으로 보거나 예전에 저장된 신호를 요청할 수 있다. 물론 주고받는 신호는 모두 TS-MFER과 HL7으로 표준화된 신호이다. 접속을 하면 현재 실시간으로 모니터링 할 수 있는 데이터의 리스트를 확인할 수 있고 모니터링 하려는 정보를 선택하면 중앙 1차 서버에서 실시간으로 포워딩 해준다. 원격 사용자가 과거에 측정된 데이터를 사용하길 원하는 경우 query를 1차 서버에 전송하면 위에서 언급한대로 그 정보를 1차 서버가 처리하여 요청한 결과를 확인할 수 있다.

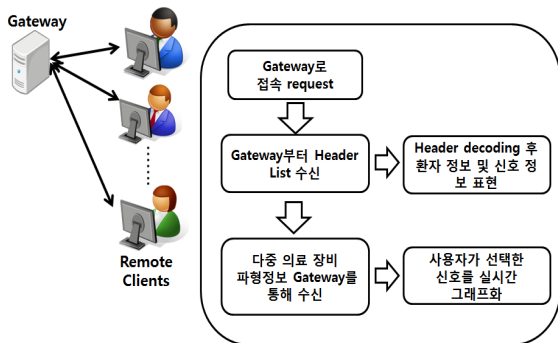


그림 17. Remote client에서의 동작 프로세스 요약도
Fig. 17. Operation process of clients side

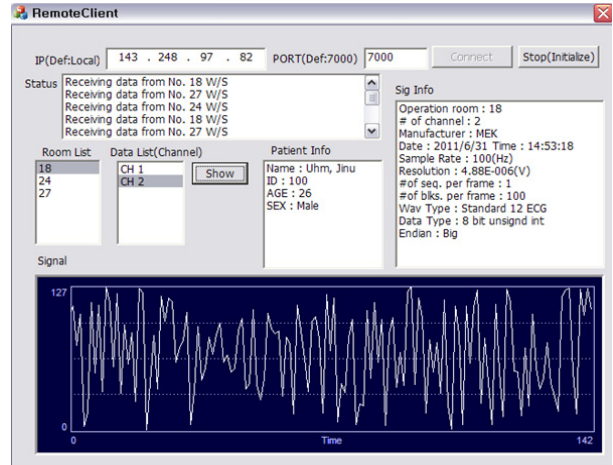


그림 18. 원격 사용자의 실시간 표준화된 신호를 모니터링. 파형 데이터와 파형의 헤더정보를 표준에 맞게 읽어 디스플레이 해줌
Fig. 18. The screen shot of real-time monitoring

IV. 결 론

U-healthcare는 IT와 의료 기술을 접목하여 시간과 장소에 상관없이 사용자의 건강을 관리할 수 있는 개념이다. 서로 다른 제조사에 만든 장비로부터 오는 신호를 공유하기 위해선 호환성 보장이 이루어져야 한다. 이를 위해 여러 정보의 타입이나 장비의 특성을 포괄할 수 있으며 동시에 적용이 어렵지 않은 표준이 필요하다. 그 중 HL7, MFER은 각각 텍스트 정보 및 의료 파형 정보를 다루는데 있어 유용한 특성을 가지고 있고 많이 알려진 표준이다. 그러나 의료 정보의 실시간 응용을 위한 표준 정립은 아직 명확히 되어 있지 않다. 본 논문에서는 첫째, 두 표준에 대한 개괄적인 설명과 기준에 수행되었던 두 표준을 이용한 적용 연구를 살펴보았다. 둘째, 의료 정보 표준의 실시간 응용을 위한 직관적인 TS-MFER with HL7 방식을 제안하고 구현 결과를 제시하였다. MFER을 기반으로 Timestamp를 매 프레임마다 TLV구조를 이용해 추가함으로써 기존의 인코더/디코더를 그대로 사용하면서도 프레임의 시간정보를 포함할 수 있게 하였다. 동시에 MFER to HL7 mapping을 통해 중앙 병원 서버와의 호환성을 확보할 수 있었다.

제안된 새로운 기법은 기존 표준의 특성을 살리면서 표준화된 실시간 응용에 적용시킬 수 있음을 확인할 수 있었다. 사용자가 필요로 하는 의료용 응용에 따른 인터페이스 개선과 요즘 주요 이슈로 부각되고 있는 사용자의 정보 보안 문제, 실시간 정보 송수신에서 발생할 수 있는 오류에 대한 보완 방안

에 대해선 추후 연구가 필요한 주요 영역이다.

References

- [1] Ok Nam Kim, "u-Healthcare is coming", *LG Business Insight*, pp.23-41, 2009.
- [2] TTA, "ICT Standardization Roadmap 2008", 2007.
- [3] Health Level 7 Inc., <http://www.hl7.org>, date last accessed 04/28/2012.
- [4] Health Level Seven. HL7 version 3 Development Framework (HDF). Ann Arbor, MI: health Level Seven, Inc, 2005.
- [5] DICOM Suppl. 30, Waveform interchange, Nat. Elect. Manufacturers Assoc.: ARC-NEMA, Digital Imaging and Communications, NEMA, Washington D.C., 1999.
- [6] ISO TS11073 90201, Healthcare informatics - Medical waveforms - Encoding rules (MFER), 2004.
- [7] MFER, MFER home [Internet], Available from: <http://www.mfer.org>, data last accessed 01/28/2012.
- [8] MFER, Medical waveform description Format Encoding Rules, 01/01/2003. Available from: <http://ecg.heart.or.jp/En/MFER101E-2003.pdf>. data last accessed 01/28/2012.
- [9] Raymond R. Bond, Dewar D. Finlay, Chris D. Nugent, George Moore, "A review of ECG storage formats", *International journal of medical informatics*, 80(1), pp.681-697, 2011.
- [10] Yibao Wang, Yang Liu, Xudong Lu, Jiye An, and Huilong Duan, "A general-purpose representation of biosignal data based on MFER and CDA", *2010 3rd International Conference on Biomedical Engineering Informatics (BMEI 2010)*, 2010.
- [11] Hironori Takeuchi, Akinobu Kumabe, Pu Zhang, Yuichi Kogure, Masatake Akutagawa, Yousuke Kinouchi, and Qinyu Zhang, "The Development of Remote Monitoring System Using International Standard", *World Congress on medical physics and biomedical engineering*, Munich, Germany, September 2009.
- [12] Jae Pil Kim, Myoung Seon Choi, Hee Kyoung Park, Jinwook Choi, "Development Biosignal Telemonitoring System Based on HL7 and MFER Standard", *Journal of Korean Society Medical Informatics*, 10(4), pp.387-395, 2004
- [13] Sooyoung Yoo, Sungwon Jung, Jinwook Choi, Dongwoo Rho, "Development of Ubiquitous Health Monitoring System", *International Conference on Convergence Information Technology (ICCIT)*, 2007
- [14] Sooyoung Yoo, Dongwoo Rho, Gyeongwoo Cheon, Jinwook Choi, "A Central Repository for Biosignal Data", *Proceedings of the 5th International Conference on Information Technology and Application in Biomedicine, in conjunction with The 2nd International Symposium & Summer School on Biomedical and Health Engineering*, Shenzhen, China, May 30-31, 2008
- [15] Hwa-Sun Kim, Chun-Bok Park, Har-Sook Honh, Hune Cho, "Adoption of MFER and HL7 standard of shared electronic medical record" *The Transaction of the Korean Institute of Electrical Engineers (KIEE)*, 57(3), pp.501-506, 2008.
- [16] Dongwoo Ro, Sooyoung Yoo, Kyungwoo Cheon, Jinwook Choi, "Development of u-House Gateway for u-Healthcare", *Journal of Korean Society Medical Informatics*, 15(4), pp.465-474, 2009
- [17] Se-jung Lim, Ki-woong Kang, Jong-joo Seo, Gwang-jun Kim, "The Development of Vital Sign Web Viewer Systems using HL7 Protocol", *The Korea Institute of Electronic Communication Societies (KIECS)*, 3(2), pp.112-117, 2008.
- [18] Yong-hee Lee, "MFER", Available from: http://www.komdj.com/default_board/view.asp?num=169&page=2&b_type=19, data last accessed 01/31/2012.
- [19] Standard 64, RTP: A Transport Protocol for

Real-Time Applications, RFC 3550, 2003.

- [20] Sakamoto, T. Daming Wei, "Implementation of Mobile ECG Telemonitor Using Real-time Transport Protocol (RTP)", *IEEE EMBS Asian-Pacific Conference*, 2003.
- [21] I. Markota; I. Ćubić, Medical Sensor Application Framework Based on IMS/SIP Platform. Available at : http://www.ericsson.com/hr/etk/dogadjanja/mipro_2008/1186.pdf. data last accessed 01/28/2012.
- [22] Sung-Hyun Lee, Jinu Uhm, and Sang Hyun Park, "Development of Real-time Bio-signal Waveform Transport Device Based on MFER Standard" submitted to *International Journal of Biomedical Engineering and Technology(IJBET)*, Jan. 2012.
- [23] HL7 message viewer, Available at : <http://smarthl7.com/>. data last accessed 01/28/2012.

엄진우 (Jinu Uhm)



2010년 2월~현재
KAIST IT융합연구소 연구원
<관심분야> 통신 시스템, 생체
신호처리, 의료 정보 표준

박상현 (Sang-Hyun Park)



2001년 2월 서울대 물리교육과
학사
2003년 2월 서울대 물리학 석
사
2009년 2월 서울대 물리학 박
사
2009년 3월~현재 KAIST IT
융합연구소 연구조교수
<관심분야> 의료정보, 신호처리, 해부학, 전기생리