

MFER 표준을 적용한 생체신호정보 공유시스템 개발

조 훈¹, 김선철²

¹경북대학교 의과대학 의료정보학과, ²대구보건대학 방사선과

Waveform Biosignal Interface based on International Standard MFER

Hune Cho¹, Seon chil Kim²

¹Department of Medical Informatics, College of Medicine Kyungpook National University,

²Department of Radiologic Technology, Daegu Health College

(Received January 7, 2008. Accepted March 17, 2008)

Abstract

Recently, many of hospitals have hurried to computerize the resulting data from medical devices, in order to introduce Electric Medical Record(EMR). In terms of the linkage between medical devices and hospital information systems, however, many difficulties have arisen due to some reasons such as the variety of prescription input, the format difference of the resulting data sheet, and the interface difference between medical devices from different companies. To solve these problems, many researches on standardization of the resulting data of medical devices have been performed. In this study, the linkage between hospital information systems and resulting datum in Electrocardiogram(ECG) generating biosignal waveform was tested by applying Medical waveform Format Encoding Rules(MFER) Version 1.02, which has more advantages than existing global standard. MFER viewer, in addition, was made to display the resulting data on a screen. The MFER viewer was tested and compared to the existing Scalable Vector Graphics (SVG) Viewer. The results showed that this method is more effective in the interface the data storage and application, because of simplicity and easiness in data applications. And the results show that the MFER is convenience and effective for physician. It is considered that the role of MFER as the interface in biosignal waveform including Electrocardiogram medical devices would expand in the near future.

Key words : waveform biosignal, MFER, clinical device, ECG

1. 서론

의료 산업분야가 급격히 발전함에 따라 유비쿼터스 원격 의료시스템과 같이 네트워크를 기반으로 한 효율적인 의료정보 공유의 필요성이 지속적으로 요구되고 있다. 최근 들어 국제적인 의료기기 관련기업들이 Information Technology(IT) 기반의 유·무선 네트워크를 통한 의료기기 간의 정보 공유를 중요한 기반 기술로 인식하면서 의료장비 간, 병원시스템 간의 상호 효율성을 위해 국제적인 표준을 적극적으로 개발·적용하고자 노력하고 있다[1]. 이에 국내 병원과 의료기기 회사들도 표준화되고 정량화된 데이터의 출력과 입력을 제시하여야만 할 상황이다. 특히 임상 검사 결과의 전산화 기술은 대부분 국가 간, 심지어 동일 국가의 지역 내에서도 서로 다른 의료기관이나 관련업체간 긴밀한 협의 없

이 산발적, 독립적으로 개발이 진행되고 있어 의료정보의 통합 및 공유에 큰 어려움이 있다. 이를 개선하기 위해 캐나다, 미국 및 유럽 등에서는 정보공유가 가능한 의료정보 서비스를 보장하기 위해 국내 표준 및 법제, 기술 권고안 등을 제정하여 왔으며, European Committee for Standardization (CEN), ISO/TC215, Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM), Health Level 7 (HL7), Integrating the Healthcare Enterprise (IHE) 등 국제기관에서도 국가 간, 기관 간 의료정보 전송 및 공유 시스템 통합 등을 염두에 둔 국제 표준을 활발히 개발하고 있다[2]. 임상에서도 전산으로 입출력되지 않는 임상검사 장비의 처방입력의 다양성, 결과지의 이질성과 각 장비 회사별 인터페이스 다양화 등 병원 정보시스템과의 연동에 어려움이 문제점으로 대두되고 있다. 이런 문제점을 해결하기 위해서 각 검사 장비의 인터페이스 속성을 분석하여 이를 만족하는 인터페이스 시스템과 게이트웨이를 만들어

Corresponding Author : 김선철
대구광역시 북구 태진동 산 7번지 대구보건대학 방사선과
Tel : +82-53-320-1458 / Fax : +82-53-320-1449.
E-mail : sckim@mail.dhc.ac.kr

각 장비들과 의료정보시스템을 통합하려고 노력하고 있다. 그러나 이 과정에서 표준화 되지 않는 개별적인 데이터 포맷을 통한 인터페이스 작업은 향후 의료정보서비스의 전송과 공유에 좋지 못한 결과를 초래할 수 있다[3]. 따라서 본 연구는 Electric Medical Record(EMR)의 연동에서 가장 어려운 파형출력 데이터 표준 인터페이스를 통한 공유시스템을 구현하고자 하였다. 특히, 심장병학 분야에서 사용되는 심전도 (Electrocardiogram, ECG)의 데이터와 같은 생체신호 파형은 다양한 측면에서 활용도가 비교적 높은 편임에도 불구하고 대부분 임상에서는 생체신호 파형의 전산화가 독립적인 형태로 이용되고 있다. 또한 기존의 표준안으로 제시되었던 방사선과 중심의 의료영상을 저장, 전송하는 DICOM 표준에 파형 정보교환을 위해 DICOM Supplement 30을 추가로 포함하였다[4]. 그러나 임상에서 사용되는 심전도 장비는 대부분이 DICOM 표준을 따르고 있지 않으며, 이를 적용시키기 위해서 획득한 검사 결과 데이터를 분석하여 헤더 정보와 파형 정보를 추출하고 해당 정보 파일의 ECG 파형 service object pair (SOP) class로 재구성하여 DICOM 파일로 변환하여야 하는 다단계 프로세싱 과정이 필요하여 임상에서 재구성 시 불편한 점이 있었다. 그리고 Standard Communication Protocol for Computer-Assisted Electrocardiography(SCP-ECG)는 ECG 기록을 폭넓게 사용할 수 있도록 구성된 표준안으로 현재 많은 부분에서 연구가 진행되고 있다. CEN ENV 1064에서 유럽 사전 표준안으로 확정되기도 한 SCP-ECG 특징은 여러 번의 다른 ECG 검사로부터 얻어진 생체신호를 구역별로 정의할 수 있고, 이 범위 안의 데이터는 바이너리 신호와 주석을 핸들링 할 수 있어 여러 형태의 ECG를 만족시킬 수 있는 특징이 있다. 다만 이 표준안은 정의된 데이터 포맷의 sample rate, annotation code들과 같은 용어는 ECG에만 한정된 것이므로 다른 생체신호 파형 정보로 이용하는 데 어려운 한계점이 있다[5]. Extensible Markup Language (XML)기반의 표준 ECG포맷인 HL7 Annotated ECG (HL7 aECG)표준은 HL7 버전 3.0 메시지표준에 기반을 두고 모든 XML 포맷 구성요소들을 HL7 R-MIN(Refined Message Information Model)로부터 유도되어 정의하고 있다. HL7 aECG 표준은 ECG 측정 시 정보를 표현하는 부분, 검사 대상자에 대한 정보를 표현하는 부분, 측정된 ECG 신호의 파형 정보를 표현하는 부분과 주석 표현부분 등으로 구성된다[6]. 그런데 HL7 aECG는 심전도 장비 즉, ECG 파형에만 한정되어 있어 병원 내에 존재하는 각종 파형의 결과 데이터 장비인 경우에는 새로운 정의가 필요하며, 측정된 신호의 융통성이 비교적 낮아 사용자 인터페이스나 관련 자료 수집 시 데이터와 파형의 정보 표현에도 한계가 있다. 이처럼 기존 연구에서 제시한 표준안의 인터페이스 작업은 메시지 교환, 또는 실제 활용 방법과 적용 범위와 같은 면에서는 대부분 사용 영역과 목적이 한정되어 있어, 여러 종류의 생체신호 파형을 효율적으로 표현하고 기술하는 데는 한계가 있다[7,8].

본 연구에서는 이러한 기존의 문제점을 해결하고 효과적인 인터페이스 작업을 수행하고자 ISO/TC215/WG에서 표준으로 제안

한 Health Informatics - Medical Waveform Format Encoding Rules [MFER(ISO/DIS11073-90201)]버전 1.02를 준수하여 기존의 심전도 의료장비에서 나오는 생체파형신호를 MFER 표준으로 전환하는 엔진을 구현하여 ECG 임상결과 정보를 통합관리하고, 다양한 웹 디바이스에 임상결과 정보를 제공할 수 있는 생체신호정보 공유시스템을 구현하고자 한다.

II. 연구 방법

본 연구에서는 MFER 버전 1.02를 준수하여 ECG 시스템을 구현하고자 하였으며, 심전도 장비에서 추출되는 결과 데이터를 MFER 인코딩을 위하여 XML ECG 결과 데이터를 분석하였고, 파싱을 위하여 각각의 엔진을 개발하고 하나의 통합적인 모듈로 구현하였다. 이 과정의 산출물과 각 프로그램은 정량화하여 작성하였으며, 특히 XML ECG 데이터의 복원 과정은 OpenECG.net에서 공개된 소스를 활용하였다. 전송부분은 결과 데이터를 HL7 (버전 2.5) 메시지로 생성하는 엔진을 추가 적용하였으며, 최종 결과는 MFER 뷰어로 구현하여 검증하였다. 이 과정에서 임상에서 사용하는 심전도 장비를 이용하여 기존의 결과 입력 프로세싱과 결과 값을 비교함으로써 임상적 기능과 운영성능을 검증하였다. 연구 대상이 되는 심전도 시스템의 임상 실험장비로는 임상에서 가장 많이 사용하고 있는 Philips사의 M4994 PageWritetrim III ECG (2005년)를 선택하였다. 엔진과 프로그램 개발을 위해 Visual 언어는 Sybase사의 Power Builder와 Microsoft사의 C++, MFC (Microsoft Foundation Class) 버전 7.1을 이용하여 변환, 전송 프로그램을 구현하였으며, GUI (Graphic User Interface) 환경의 Window 2000을 운영 시스템으로 선택하여 사용자 인터페이스를 구현하였다.

III. MFER 표준을 이용한 ECG 시스템의 설계 및 구현

A. MFER의 특징

MFER은 심전도, 뇌파, 호흡파형 등과 같은 생체신호 파형을 저장하기 위한 기술로서 JAHIS (Japanese Association of Healthcare Information System Industry)에서 시작하여 현재 ISO에 국제표준안으로 제출한 생체신호 파형을 기술하는 표준 규약이다[9]. MFER은 생체신호 파형을 일정한 주파수, 간격, 거리로 샘플링 한 데이터를 기술한 것으로 모든 범위에 적용시킬 수 있을 정도로 간단하고 편리하게 구성되어 있다. 환자의 임상 정보와 타 검사 소견과 같은 정보는 물론 메시지 교환, 데이터베이스 관리 등은 HL7이나 DICOM, IEEE11073에서 제안하는 표준을 같이 사용할 수 있는 장점이 있고, 파형을 제공하는 측과 이용자 간의 범위를 분리시킬 수 있어 사용자의 이용 목적과 응용 범위가 다양하여 임상 장비의 인터페이스의 목적을 달성하기 쉽도록 구현할 수 있는 유연성과 코딩 정보의 처리와 판독 정보를 동시에 해석할 수 있는 융통성

Level 1 ; Basic definition			
Sampling attributes	Frame attributes	Waveform	Control attributes
Sampling attribute(MWF_IVL)(0B) Sampling resolution(MWF_SEN)(0C) Data type(type of encoding) (MWF_DTP)(0A) Offset value(MWF_OFF)(0D) Null value(MWF_NUL)(12)	Data block length (MWF_BLK)(04) Number of channel (MWF_CHN)(05) Number of sequences (MWF_SEQ)(06) Pointer(MWF_PNT)(07)	Type of waveform(MWF_WFM)(08) Channel attribute(definition) (MWF_ATT)(3F) Attribute of waveform (MWF_LDN)(09) Waveform information (MWF_INF)(15) Filter(MWF_FLT)(11) Interpolation or decimation (MWF_IPD)(0F) Waveform data(MWF_WAV)(1E)	Endianity(MWF_BLE)(01) Version(MWF_VER)(02) Charater code(MWF_TXC)(03) Blank/end-of-contents (MWF_ZRO)(00) Connent(MWF_NTE)(16) Info on machine(MWF_MAN)(17) compressio(MWF_CMP)(0E)
Level 2 ; Explanation		Level 3 ; Extended description	
Preamble(MWF_PRE)(40) Evem(MWF_EVT)(41) Value(MWF_VAL)(42) Acquisition or processing info(MWF_CND)(44) Sampling skew(MWF_SKW)(43) Group definition(MWF_SET)(67)		Patient name(MWF_PNM)(81) Patient ID(MWF_PID)(82) Data of birth, age(MWF_AGE)(83) Sex(MWF_SEX)(84) Measurement date/time(MWF_TIM)(85) Message(MWF_MSS)(86) Object identifier(MWF_UID)(87) Description map(MWF_MAP)(88)	

그림 1. MFER 인코딩 레벨 구성.
 Fig. 1. MFER Encoding Principle.

도 지니고 있다. MFER의 기본적인 데이터 형태는 임상장비의 기계적인 데이터 분석과 사람의 인지로 직접적인 해석이 가능한 상태의 정보처리를 설명하므로 코딩 정보의 해석이 간단하고 일관성 있게 구현되어 있는 장점이 있어서 기존에 제시되었던 생체신호 파형정보의 표준안보다 MFER이 더 효과적으로 검사 장비의 인터페이스를 가능하게 하였다.

B. MFER의 속성과 구성

본 논문에서 제안하는 생체신호 정보 공유시스템은 MFER의

기본 구성과 속성을 이해하고 제안된 표준안에 맞는 생체신호 파형을 획득·입력하기 위해서 우선 검사장비에서 출력되는 생체신호 기본 정보인 채널 정보와 프레임 정보, 파형 데이터의 정보로 분석하였다. 생체신호 파형을 MFER로 기술하기 위해 샘플링 속성에 해당하는 샘플링 간격, 주파수를 나타내는 샘플링 비율과 최소 의미의 비트당 샘플링 값을 나타내는 표본추출 해상도로 나타내었다. 프레임 속성은 각 채널의 데이터 배열을 의미하는 데이터 블록과 서로 다른 파형 그룹을 표시하는 채널이 반복적인 시퀀스로 구성되어 있으며, 샘플링 된 최소해상도에 의해 얻어진 수치를 프레

표 1. MFER 기본 태그 리스트.
 Table 1. List of MFER basic tag.

	Name	Code		Description
Preamble	MWF_PRE	64	40h	Preamble
	MWF_BLE	01	01h	Edian size
	MWF_CMP	14	0Eh	Compression
Pre-definition	MWF_VER	02	02h	Version
	MWF_TXC	03	03h	Character code
	MWF_MAN	23	17h	Vendor, model
	MWF_WFM	08	08h	Classification waveform
	MWF_INF	21	15h	Waveform information
Definition of waveform information	MWF_DTP	10	0Ah	Data encoding type
	MWF_FLT	17	11h	Filter
	MWF_IPD	15	0F	Interpolation, decimation
	MWF_EVT	65	A1	Event
Extension Tags	MWF_VAL	66	42	Value
	MWF_CND	68	44	Acquisition processing information

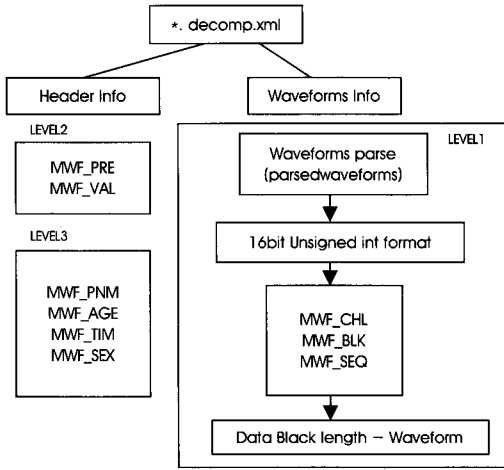


그림 4. 복원된 XML ECG 데이터의 변환 과정.
Fig. 4. Convert processing of Decompress XML ECG Data.

노드이다. 이는 노드 안에 포함되어 있는 코드가 바로 파형 데이터를 표현하기 때문이다. 16bit의 unsigned int 형태로 변환된 데이터는 12 유도에 있어서 각 데이터의 속성으로 구별되어야 정확한 파형 데이터를 얻을 수 있다. 이때 가장 필요한 변환 태그는 채널 수(MWF_CHL), 데이터 블록 길이(MWF_BLK), 시퀀스 수(MWF_SEQ)로 정의될 수 있다. 장비에서 출력 변환된 파일은 MFER 인코딩 과정에 필요한 헤더 정보이며, 파형을 추출하는 과정을 Fig. 4와 같다. 결과 XML 파일은 12유도 파형을 모두 가지고 있기 때문에 채널 수 값을 12로 입력하여 표현할 수 있고, 각 시퀀스 수는 데이터 블록 길이로 출력된 데이터 길이를 선택하여 데이터 크기로 인식하는 순차적인 방법으로 계산하여 적용하였다.

E. MFER 뷰어 생성 엔진

MFER 뷰어 생성 엔진을 ECG 공유시스템에 탑재시키기 위해서 MFER 인코딩을 실행한 MWF 파일을 디스플레이 할 수 있는 뷰어를 개발하였다. DICOM, HL7 aECG 표준에서는 생성된 파일이 각각의 입력값을 인코딩하므로, 신호 유연성이 작지만, MFER은 태그의 분석이 인코딩의 결과로 표현되어 원하는 신호를 선택하여 표현할 수 있으며, 뷰어 개발 시 이를 최대로 이용하였다. Fig. 5에서 보는 바와 같이 태그의 분석을 통해 각 태그별 인코딩 데이터를 적용시킬 수 있도록 하였으며, 이 과정이 반복되어 각 유도에서 데이터 형태, 블록 길이, 시퀀스를 통해 MFER 파형을 형성하도록 하였다. 태그의 분석은 순환문 안에서 헤더부분과 데이터 파서에서 획득된 데이터 길이를 통해 값을 획득한다. 기본적으로 파서는 MFER을 한 프레임 단위로 입력받아 파싱하는 클래스로 MFER 정보를 처리하여 데이터 클래스에 값을 기입하는 역할을 하게 된다. 또한, 파서는 각각의 타입들을 처리하는 함수들이 모두 별도로 존재하는 동시에 전체 처리가 가능하게 하였다. 또한 데이터 클래스에 있는 해당 타입의 멤버 변수의 포인터도 같이 처

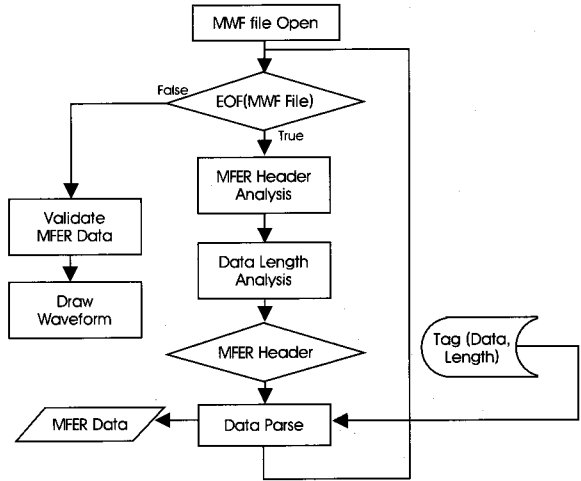


그림 5. MFER 데이터의 알고리즘 순서도.
Fig. 5. Flow chart MFER Data Analyzing Process.

리하여 해당 파서에서 입력 완료되면 데이터 클래스 해당 변수에 값이 저장되어 넘어온다. 만약 해당 타입의 데이터가 벡터형태라면 데이터를 입력할 때, 바로 벡터의 포인터를 받아서 입력되게 구현하였다.

a. MFER 데이터 디스플레이 구현

MFER 뷰어는 크게 MFER 데이터 분석과 응용에서 사용할 수 있는 데이터 구조로 변형 저장하는 파서와 파형을 나타내고 필터 등을 적용시키는 랜더로 구성되어 있다. MFER 데이터 파싱 구조는 Fig. 6과 같다. MFER 데이터를 데이터 클래스 저장하여 파서에 입력하면 파서는 STL (Standard Template Library) 벡터를 적용·분석해서 시퀀스 데이터로 변환·저장한다. 이는 MFER 구조의 프레임 속성에 있어서 각 채널별로 이루어진 파형의 구현을 위해 데이터 블록 단위로 시퀀스를 반복해야 하기 때문이다. 결과적 데이터 클래스를 STL 벡터를 이용하여 루프 안에 반복시켜 12 유도 파형을 구현하는 것이다. 각각의 채널은 하위 속성을 가지는데, 채널의 속성을 파싱할 경우에는 한 단계 파싱을 더 거치게 되어

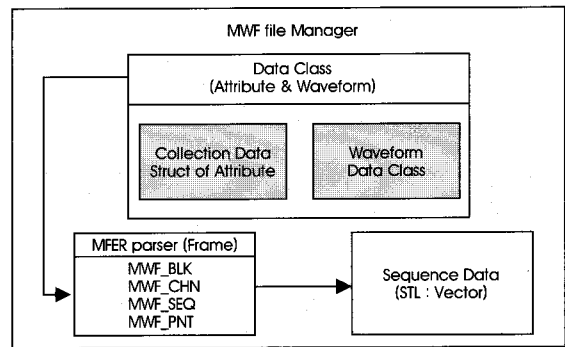


그림 6. MFER 데이터의 파싱 구조.
Fig. 6. Parsing structure of MFER Data.

복잡해질 수 있으므로, 일단 파서에서 채널 특성 데이터가 넘어오면 데이터 클래스와 파서의 임시 인스턴트를 하나 생성하여 이 데이터를 임시 데이터 클래스와 함께 파서로 입력하게 하였다. 이로 인해 채널과 시퀀스를 쉽게 표현하도록 프로그램에서 단순화시켰다.

b. MFER 데이터 클래스

MFER 데이터 클래스는 헤더를 저장하는 멤버 변수 태그와 파형을 저장하는 클래스, 데이터의 유무를 판별하는 플래그 정보를 가지고 있는 하나의 컨테이너로서 프레임 정보 저장 단위가 되고, 파싱이 끝나면 매니저에 있는 벡터에 시퀀스 단위로 저장된다. 이 과정을 반복하면서 연속적인 시퀀스 파형의 데이터가 형성되게 하였다. MFER 레벨 1에서 파형의 속성을 정의할 경우 규약에 따라 부대 정보(MWF_INF)를 사용하게 된다. 이는 타 표준안과 달리 심전도 이외의 파형 정보도 적용이 가능하도록 상위 정의에 부수적인 다중 정의도 가능하도록 구성되어 있다.

본 연구에는 MFER 레벨 2에 있는 이벤트 정보(MWF_ENT)를 통해 심전도 파형의 보조 정보를 기술하였다. 태그 파일에는 이벤트 코드, 개시 시각(포인트 값), 지속 시간, 이벤트 정보를 만들어 개시 시간과 지속시간의 포인트 값이 없는 경우에는 당해 이벤트에서 기술된 파형 전반에 적용되게 하였고, 각각 코드값과 포인트가 정의되어 있는 경우에는 항목이 존재하는 것으로 인식하게 하였다. 또한 이벤트 정보는 공동 이벤트 코드 이외로 이용하는 경우와 주석 등을 부가할 경우에 이용되며, 각 제조회사 등이 특별한 목적으로 사용될 경우에 문자열이 가능하게 구현하였다. 장비 제조회사명, 코드분류, 진단명으로 사용이 가능하여 향후 HL7 메시지 데이터의 분석에 필요한 문자 정보를 동일한 방식으로 추가할 수 있게 하였다.

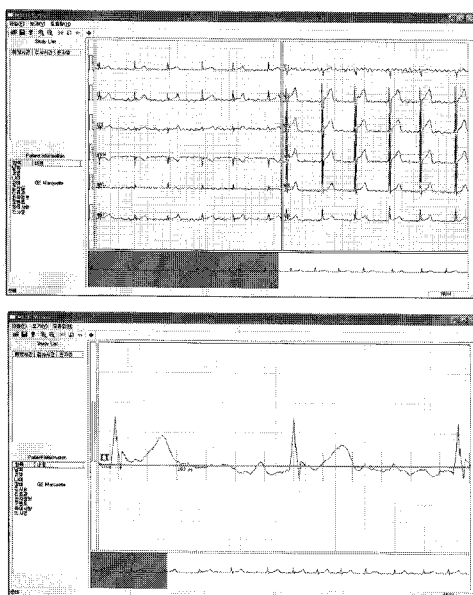


그림 7. 표준 12 리드의 MFER ECG 화면.
Fig. 7. Standard 12-lead ECG MFER view.

c. MFER 뷰어

심전도 장비에서 출력되는 데이터를 두 단계의 변환 과정을 거쳐 MFER 인코딩된 생성 파일은 Fig. 7과 같이 MFER 뷰어에 표현된다. 표준 12유도 심전도를 사지 유도 (I, II, III, aVR, aVL, aVF)와 흉부 유도 (V1, V2, V3, V4, V5, V6)를 동시에 표현이 가능하도록 구현하였으며, 만일 MFER 기록으로서 I, II 유도만의 경우엔 III, aVR, aVL, aVF는 유도 합성에 의해 표시되도록 구현하였고, 디바이더 커서에 의해 시간간격을 측정할 수 있도록 구현하였다. 화면의 아래쪽은 선택심전도를 표현하였고, 표준 12유도 심전도와 연동하여 시각적 표현이 가능하도록 구현하였다. 화면 좌측의 고정 파형 영역은 최대 4배까지 확대가 가능하도록 하였다. 측정 모드에는 시간 간격을 측정하는 디바이더 모드와 시간측정 및 전압치를 측정하는 스케일 모드를 표현하였다. 디바이더 모드는 기본 화면에서만 사용 가능하고, 스케일모드는 확대 심전도 화면에서만 사용할 수 있도록 하였다. MFER 뷰어에서 사용된 필터에 의해 QRS 등의 본래 심전도의 정보가 영향을 받지만, MFER 자신의 원심전도는 보존되어 있기 때문에, 화면에서 원 심전도는 손상되지 않으므로 다시 원 데이터를 표시할 수 있도록 하였다.

d. HL7 Message Generator

심전도 의료장비의 출력 데이터를 변환시켜 MFER 뷰어에 표현하였다. 병원 내부의 임상결과를 통합적으로 구현하기 위해서는 동일한 MFER 뷰어를 통해 표현이 가능하나, 타 의료기관의 전송과 병원의 타 시스템과의 통신에는 두 가지 전송방법이 있을 수 있다. 첫 번째 방법은 MWF 파일과 MFER simple 뷰어를 한 개로 구성하여 매개체 안에서 디스플레이가 가능하도록 구현하는 방법으로 전송하는 것인데, 이는 초기 DICOM의 표준화 준수율이 낮

```
Public Function loadEHL7(path As String)
    Dim strLine As String
    Dim nLen As Long
    Open path For Binary As #1
    nLen = LOF(1)
    strLine = Input(nLen, 1)
    Close #1
    strHL7Msg = strLine
End Function

Public Sub satCDA(strPath As String)
    Dim iMsg As New CDO.Message
    Dim iBp As CDO.BodyPart
    Dim Strm As ADOB.Stream
    Dim Strm2 As New ADOB.Stream

    With Strm2
        .Open
        .Type = adTypeText
        .Charset = "euc-kr"
        .LoadFromFile (strPath)
    End With
    'Message 의 첨부파일로 MWF 파일을 넣어준다.
    Set iBp = iMsg.Attachments.Add
    With iBp
        .ContentMediaType = "text/xml; charset=""euc-kr""
        .ContentTransferEncoding = "base64"
        .Charset = "euc-kr"
        Set Strm = .GetDecodedContentStream()
    End With
    Strm2.CopyTo Strm
    Strm.Flush
End Sub
```

그림 8. HL7 메시지 구조의 MWF 파일 삽입형태.
Fig. 8. HL7 Message to MWF file.



그림 9. HL7 메시지 결과 구조.
Fig. 9. Created structure of HL7 Message.

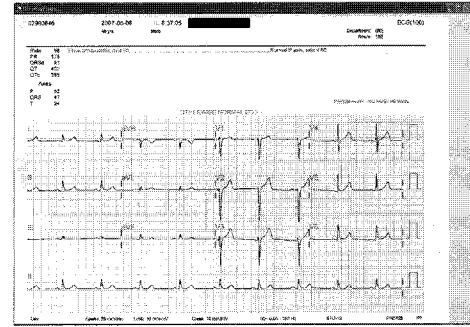


그림 10. Scalable Vector Graphics (SVG) ECG 화면.
Fig. 10. Scalable Vector Graphics(SVG) ECG View.

은 경우에 많이 사용되었던 방법이다[10]. 본 연구에서는 두 번째 방법으로 환자정보 표준 전송 방식인 HL7 메시지 안에 MWF 파일을 삽입하여 전송하는 방법을 선택하였다. 이 방법은 병원 내부에서 동일한 뷰어를 먼저 공급한 후에 헤더 파일에 있는 환자의 정보와 병원정보시스템을 연동하여 동일한 환자인 경우, MWF 파일에 있는 파형 데이터만을 전송하게 하였다. 이 과정에서 MFER 레벨 3의 환자정보는 HL7 메시지에 기본적으로 탑재되고 레벨 1, 2에 들어있는 정보인 프레임 정보는 OBX(Observation/Result)의 구문에 제공하도록 하였다.

본 연구에서는 HL7 버전 2.5를 준수하였으며, 임상 결과지와 전송 데이터의 범위를 정하고, 이에 환자정보는 HL7 메시지의 헤더 파일 내용과 MFER 레벨 3의 태그 정보를 매칭한 후, Fig. 8과 같이 MWF 파일을 VB 컴포넌트를 이용하여 HL7 메시지 OBX 틀에 추가하는 모듈을 삽입하여 전송하는 방법을 적용하였다. 작성된 HL7 메시지 구조는 Fig. 9와 같다. 전송된 ECG 데이터는 환자 정보와 기타 검사 소견을 같이 검색할 수 있으며, MFER 뷰어에서 확인할 수 있도록 구성하였다.

IV. 결과

MFER 표준을 적용시킨 본 결과 기존 연구에서 제시되었던 DICOM, SCP-ECG 방법의 인터페이스와 달리 구현 단계에서 표준화 적용이 효과적이었고, 제작된 화면 또한 편리하고 효율적이었다. 2007년도 8월부터 10월 3개월 동안 3개의 병원에서 수집한 230개의 심전도 파일을 대상으로 12명의 심전도 판독의사를 통해

본 연구에서 개발된 인터페이스의 편리성과 효율성 검증받았다. 검증 과정은 심장질환을 기준으로 정량적인 판독 기능의 검증보다는 동일한 결과를 기존의 사용방법을 포함한 두 가지 화면을 통해 사용의 편리성에 대한 사용자의 주관적, 정성적인 평가로 검증하였다. 평가 내용으로는 결과 정보의 접근성, 임상에서 진단과 치료를 위해 사용의 편리성과 화면 구성에 있어서 전반적인 효율성을 기존에 사용하는 프로그램과 비교하였다. 비교 대상은 현재 병원의 전자차트를 도입하는 과정에서 제조 회사나 인터페이스 전문업체에서 제공하는 Scalable Vector Graphics(SVG) 뷰어로서 많은 병원들이 활용하고 있다. Adobe에서 제공하는 오픈 소스 2001년 W3C 권장 사항으로 심전도의 파형을 벡터 그래픽인 SVG 포맷과 Portable Document Format(PDF) 포맷으로 변환하여 사용한다. Fig. 10은 SVG ECG 뷰어이다. 동일한 장비에서 추출된 XML 데이터를 연구결과 구현된 MFER 뷰어와 SVG 변환 뷰어로 비교·분석한 결과 두 임상 결과는 동일한 결과를 유출하여 보여 주었으며, 시스템의 접근성과 임상에서 사용하였을 경우 SVG ECG 뷰어는 종이 결과지의 연장선 상에서 이용되었으나, 구현된 MFER 뷰어인 경우는 사용자가 원하는 다양한 기능인 확대, 선택, 데이터의 분할 저장과 분석 등의 적용이 가능하여 비교적 사용자의 좋은 평가를 받았다.(Table 2).

V. 결론 및 고찰

이상적인 병원정보시스템은 의료정보의 공유 범위를 넓히는 동시에 정보의 접근성과 활용성, 상호 운용성을 최대한 확보하는 것

표 2. ECG 판독의사의 MFER 뷰어와 SVG 뷰어 비교 사용 평가.
Table 2. Comparison in ECG MFER viewer with SVG viewer by physician.

Item	MFER>SVG	MFER=SVG	MFER<SVG
System accessibility	7	5	0
Clinical utility	10	2	0
Convenience of diagnosis	12	0	0
Convenience of program control	11	1	0
Overall preference for MFER viewer	10	2	0

이다. 심전도 의료장비의 인터페이스에 대한 국내외 많은 연구에서 표준화를 적용하는 사례는 있었지만, 임상에서 이용되거나, 적용된 구체적인 사례는 거의 없었다. 이는 심전도 의료장비 인터페이스가 공급회사의 독립적 프로그램과 인터페이스 회사의 자체적인 개발에 의존하기 때문이다. 또한 경제적인 설치비용 문제, 기술 이전의 부족으로 지속적인 서비스 문제를 늘 안고 있었다. 따라서 본 연구는 이러한 문제를 해결하기 위한 방안을 제시해 보고자 한 것이다.

본 연구에서 제안한 MFER을 이용한 생체신호정보 공유시스템은 기존의 표준 안보다 생체신호 파형을 표현하는데 있어서 데이터 유연성과 정보 접근과 분리가 편리하므로 전자 차트 도입과 관련하여 임상에서 전산화되지 못한 각종 검사장비 중 파형 정보를 쉽게 인터페이스 하여 타 표준안과 쉽게 연동할 수 있었다. 또한 본론에서 제시한 바와 같이 인터페이스 과정을 개발자 입장에서 설명하여 임상에 적용할 수 있도록 구성하였다. 연구 결과의 마지막 검증 단계인 MFER 뷰어 개발과 결과 HL7 메시지 전송에 있어서도 임상의 사용자 측면을 최대한 고려하여 작성하였으며, 심전도 파형은 물론, 호흡계, 뇌파계 등도 포함할 수 있도록 개발하였다. 또한, MFER 표준안의 단점으로 지적되었던 압축데이터의 복원 과정은 적용 전 단계의 엔진을 만들어 해결하였다. 무엇보다도 본 연구에서 제시된 MFER을 기반으로 생성된 MWF 파일은 심장질환별 데이터를 분석·기록·저장이 가능하여 심장질환을 예측하거나, 질환 원인별 데이터의 축적으로 인해 진단과 치료에 도움을 줄 것이다. 이는 기존의 판독에 사용되었던 그림파일의 한계를 넘어선 새로운 형태의 데이터 표현으로 다양한 수학적 기능과 분석의 알고리즘을 접목할 수 있을 것으로 기대되어, 앞으로 더 많은 데이터의 축적과 연구가 필요할 것으로 사료된다.

본 생체신호 정보 공유시스템은 임상에서 텍스트는 HL7로, 이미지는 DICOM형태로 파형은 MFER의 정보로 제공되는 통합적 임상결과 데이터 관리 시스템에 적용이 가능한 모델로 제시하고자

한다. 향후 본 연구를 토대로 획득한 MFER 데이터를 축적한 뒤 심전도 자동 진단 프로그램과 연동하여 판독 기능을 검증할 수 있다면 심전도 의료장비의 원격 전송과 판독에 공헌할 것이다.

참고문헌

- [1] Wimalasiri JS, Ray P, Wilson CS. Maintaining Security in an Ontology Driven Multi-Agent System for Electronic Health Record. *Enterprise Networking and Computing in Healthcare Industry. HEALTHCOM*, 2004;6:28-29.
- [2] Joon MJ, Lee CG, Choi JW, Kim IY, Kim SI. The CDA-based System Design and Implementation for the Exchange of ECG Report Between Heterogeneous System. *Journal of Biomedical Engineering Research*, 2004;25(5):415-419.
- [3] Chang Z, Mei S, Gu Z. Realization of Integration and Working Procedure on Digital Hospital Information System. *Computed Standards & Interfaces*, 2003;25:529-537.
- [4] DICOM Standards Committee, Working Group 1, Digital Image and Communications in Medicine(DICOM) Supplement 30: Waveform Interchange, 2000.
- [5] Available at : <http://www.openecg.net>.
- [6] Available at : <http://www.hl7.org/v3AnnECG>.
- [7] Kim JP, Choi MS, Park HK, Choi JW, Development of Biosignal Telemonitoring System Based on HL7 and MFER Standard. *Journal of Korean Society of Medical Informatics*, 2004;10(4): 387-395.
- [8] Michael ME. Ohno-Machado L, Resnic FS. Monitoring Device Safety in interventional Cardiology. *J. Am. Med. Inform. Assoc.*, 2006;13(2):180-187.
- [9] MFER (Medical waveform Format Encoding Rule) Committee. Medical waveform description format encoding rule MFER Part I (Version1. 01-2003), Tokyo Japan. *MFER Committee*, 2003; 2-3.
- [10] Kim YC, Lee JH, Ryu SD. Totally PACS integration Technique. *Proceedings of the 16th Korean PACS*, Nov, 2004; 31-32.