

# 바이너리 파일 디스크립션 방식을 이용한 ECG 변환 시스템

論 文

55D-10-6

## ECG Conversion System Using Description Method for Binary Files

具 興 書<sup>\*</sup> · 鄭 申 泳<sup>\*</sup>

(Heung-Seo Koo · Shin-Young Jung)

**Abstract** - In this Paper, we develop a descriptor based on binary ECG conversion system that supports the conversion of a binary ECG format into XML-based HL7 aECG for the interoperability of ECG. HL7 aECG is a XML based standard for interoperability of ECG waveform. For the conversion of variety of ECG formats, we propose a binary ECG description mechanism. In order to describe binary ECG more efficiently, we develop a XML-based Binary ECG Description (BED) Language. One of the powerful features of using the XML-based ECG Description mechanism is that ECG data can read from various formats without the modification of source code of conversion system, and consequently it reduces conversion system maintenance costs.

**Key Words** : ECG, XML, HL7 aECG, Description Mechanism

### 1. 서 론

심전도(ECG)란 심장이 수축함에 따라 심박동과 함께 발생하는 전위차를 곡선으로 기록한 것이며, 심전도 검사는 적은 비용으로 심장질환을 일찍이 인식할 수 있는 가장 중요한 비침습적(noninvasive) 진단방법 중 하나이다. 컴퓨터를 이용한 심전도 자동진단 프로그램은 1950년대 말부터 시작되어 40여년의 역사를 가지고 있고 현재 세계적으로 상용화된 프로그램들은 최소 10~20년간의 역사를 가진 프로그램이 대부분이다[1].

심전도는 가장 흔한 심장진단 방법이지만, 기존의 모든 ECG 계측기들이 각자 고유한 파일포맷을 사용하여 ECG 데이터를 획득, 저장, 분석하고 있다. 이러한 결과로 같은 계측기기를 쓰지 않는 이상 ECG 데이터를 다른 의료정보시스템의 응용프로그램으로 전송하거나 재사용할 수 없다[2]. 따라서 의료정보시스템 간에 ECG 데이터의 교환을 거의 불가능하게 만드는 상호호환성(interoperability)을 저해하는 가장 큰 요인은 다양하게 존재하는 ECG 파일포맷들이다. 새로 제안되는 ECG 포맷들이 이전 포맷의 장점을 포함하면서 한계점을 극복하여 향상된 여러 특징들을 제공하지만 의료정보시스템 관점에서는 각각의 독자적인 포맷을 지원하는 다양한 계측기기의 ECG를 통합관리하는 것은 매우 어렵고

시간이 소요되는 작업이다[3].

본 논문에서는 ECG 데이터를 의료정보시스템과의 상호호환성을 유지할 수 있도록 기존의 심전도 계측기로부터 수집된 바이너리 ECG 포맷을 북미지역의 사실상 표준(de facto standard)인 HL7 aECG(Health Level 7 annotated ECG)로 변환하는 시스템을 제안한다. HL7 버전3 메시징 표준에 기반을 둔 HL7 aECG는 주석 첨부 파형(annotated waveform)을 표현하기 위한 XML기반의 파일포맷이다. 변환 방법은 대상이 되는 바이너리 ECG 파일구조를 미리 기술해 놓은 BED(Binary ECG Description) 파일을 생성하여 사용하였다. 이 방식은 추후 계측기기(ECG기기)의 업그레이드로 인한 ECG 파일구조가 변경되더라도 텍스트 편집기를 사용하여 BED 문서만을 간단히 수정하면 업그레이드된 새로운 ECG 파일을 HL7 aECG로 변환할 수 있다는 장점을 가진다. 그리고 구현한 변환 시스템은 여러 개의 BED 문서를 포함할 수 있기 때문에 동시에 여러 버전의 바이너리 ECG 파일을 소스코드의 재작성없이 HL7 aECG로 일관되게 변환시킬 수 있다. 그러므로 본 논문에서 구현한 BED 문서 기반의 ECG 변환 시스템은 변환 대상의 ECG 파일구조에 대하여 매우 유연하게 대처할 수 있으며, ECG 데이터의 활용도를 증가시키고 의료정보시스템 간의 정보교환 비용을 절감 시켜줄 것으로 기대된다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 관련연구로 기존의 바이너리 ECG 포맷과 XML 기반의 표준 포맷인 HL7 aECG에 대하여 기술하였고, III장에서는 BED 시스템을 위한 BED 언어와 BED 문서의 구조를 제안한다. IV장에서는 제안한 BED 시스템의 기반으로 ECG 변환 시스템을 개발하였다. V장에서는 성능평가 및 성능개선을 하였고, VI장에서 결론을 내렸다.

<sup>†</sup> 교신저자, 正會員 : 淸州大 理工大 컴퓨터情報工學科 正教授  
E-mail : hskoo@cju.ac.kr

<sup>\*</sup> 學生會員 : 淸州大 理工大 컴퓨터情報工學科 碩士課程  
接受日字 : 2006年 8月 23日  
最終完了 : 2006年 9月 19日

## 2. 관련 연구

### 2.1 바이너리 ECG 포맷

#### 2.1.1 MFER

MFER은 JAHIS(Japanese Association of Healthcare Information Systems Industry)에서 제안된 의료분야의 파형(waveform) 형태의 생체신호를 위한 표준으로서 쉬운 사용법과 다른 표준과 조화롭게 사용될 수 있는 장점들을 가지고 있다.

MFER은 모든 정보가 TLV(Tag, Length, Value)형태의 헤더정보로 인코딩하기 때문에 특정 태그에 대한 정보만을 추출하여 데이터베이스에 저장할 수 있어 생체계측 데이터 공유에 있어 매우 효율적이다[4]. 또한 HL7 메시지와 함께 사용할 수 있으며 HL7 Version3 메시지 안에 MFER을 기술하여 메시지를 전송하는 방법도 연구된바 있다[5].

#### 2.1.2 SCP-ECG

SCP-ECG는 ECG 데이터의 상호교환을 위한 포맷과 ECG 카트(cart)와 호스트사이의 메시징 절차를 정의한 표준이다. SCP-ECG는 1989-1991년도에 수행된 유럽 AIM(Adequate Information Management) 연구 프로젝트에 의해서 개발되었다. SCP-ECG는 여러 번의 다른 검사로부터 계측된 ECG 데이터의 바이너리 시그널과 주석을 여러 개의 섹션을 정의함으로써 처리할 수 있다. 단기 ECG와 장기 ECG 스트레스 테스트 등을 표현할 수 있으며, 이미 공개된 데이터 압축 알고리즘을 사용하여 생체신호 데이터를 압축할 수 있다. 스펙에 정의된 데이터 포맷의 샘플링 횟수, 주석코드(annotation code)들과 같은 용어는 ECG에만 한정된 것이며 이 포맷을 다른 목적으로는 사용할 수 없다[6].

## 2.2. XML 기반의 ECG 포맷

HL7 aECG 표준은 HL7의 RCRIM(Regulated Clinical Research Information Management)이 FDA의 디지털 ECG의 필요성에 의해 만들었으며, 최종적으로 2004년 1월에 HL7 버전3의 표준으로 수락되었고 2004년 5월에는 ANSI의 승인을 받았다[7].

HL7 aECG 표준은 HL7 버전3 메시지 표준에 기반하고 모든 XML 엘리먼트들은 HL7 R-MIM(Refined Message Information Model)로부터 유도되어 정의된다[8]. R-MIM에 기반한 HL7 aECG 문서구조는 ECG의 계측정보 표현부분, 검사대상자에 대한 정보표현 부분, 계측된 ECG 신호의 파형정보 표현부분과 주석 표현부분 등으로 구성된다.

HL7 aECG는 XML에 기반을 두었기 때문에 XML의 장점인 국제화(unicode, 단일코드) 지원, XML 지원도구 활용으로 인한 손쉬운 파일의 핸들링, XSL 표준기술 사용 가능 등의 장점을 그대로 가지고 있다. 특히 XSL 표준기술의 사용하여 HL7 aECG는 상당히 유연하게 정보를 제공할 수 있게 되었다. 또한 주석 정보는 표준 어휘(vocabulary)를 사용하여 주석정보의 상호호환성을 증대시켰다.

## 3. BED 시스템 설계

이번 장은 바이너리 ECG 파일의 구조를 표현하기 위해 본 연구에서 설계한 XML기반의 BED 언어와 BED 문서의 구조를 설명한다.

### 3.1 BED 언어

#### 3.1.1 개요

BED 언어는 바이너리 ECG 파일의 구조를 기술하기 위한 XML기반의 언어이며, 이 언어를 사용하여 변환하고자 하는 바이너리 ECG 파일의 구조를 BED 문서라고 하는 별도의 파일에 저장한다. 이 접근방법의 장점은 ECG 계측기가 지속적으로 개선(version-up)되면서 바이너리 ECG 파일포맷이 변경되더라도 ECG 변환 프로그램을 재작성 하지 않아도 된다는 점이다. 포맷이 변경되는 경우는 바이너리 ECG 파일에 대한 해당 BED 문서만 수정하면 되므로 시스템의 유지보수 비용이 절감되는 효과가 있다.

BED 언어는 문자열, 숫자, 날짜, 시간과 같은 기본 데이터 타입과 논리적 데이터 구조인 구조형 타입(struct)을 포함한다. BED 문서는 XML 파일로 사람이 판독할 수 있는(human-readable) 문서이기 때문에 작성과 수정이 용이하다.

HL7 aECG는 파형정보 뿐만 아니라 환자정보, 검사정보, 검사장소, 검사책임자, 검사기기 등의 수많은 정보를 포함할 수 있으나, 본 연구에서는 생성하는 HL7 aECG는 계측일시, 환자정보, 파형정보의 세가지 필수요소와 검사장소 등의 다섯 가지 선택요소만을 포함하며, BED 언어는 이러한 목적에 적합하게 설계되었으며 확장이 가능하다.

#### 3.1.2 구조

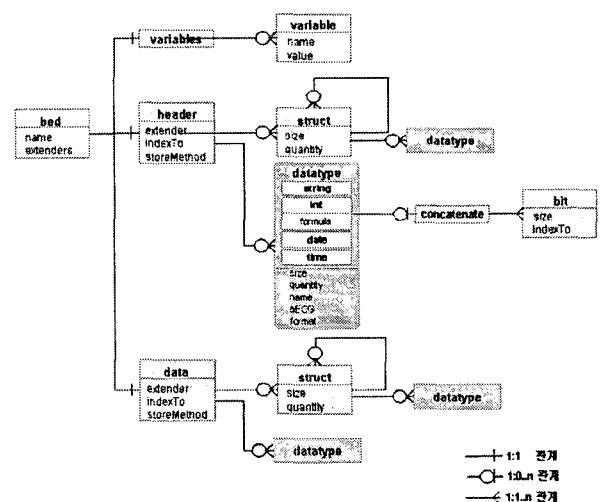


그림 1 BED 언어의 구성요소와 관계  
Fig. 1 Elements of BED language and relationships

그림 1은 BED 언어의 구성요소와 관계를 나타낸 것이다. 그림에서 사각형박스는 BED 언어의 엘리먼트를 나타내며 사각형박스의 윗부분은 엘리먼트 이름, 아랫부분은 엘리먼트가 가질 수 있는 속성을 나타낸다. 또한 엘리먼트 간에는 1:1 또는 1:N 등의 관계를 가진다.

“bed” 엘리먼트는 루트 엘리먼트로서 BED 문서의 이름과 구조, 바이너리 ECG 파일의 확장자 정보가 저장된다. 하위의 첫 번째 엘리먼트인 “variables”에는 바이너리 데이터를 HL7 aECG로 변환하기 위해 필요한 값이 저장되며, 여기에 저장된 값은 “integer” 타입의 formula 속성에서 참조할 수 있다. 두 번째 엘리먼트인 “header”에는 바이너리 ECG 파일의 메타정보가 저장되며, 세 번째인 “data”는 ECG 파형정보를 저장하는 엘리먼트이다.

### 3.1.3 데이터 타입

BED 언어는 바이너리 ECG 파일의 구조를 기술하기 위해 5가지 데이터 타입을 지원한다. 데이터 타입이 정의된 값은 name 속성을 사용하여 변수화 할 수 있고 이것은 BED 문서 내에서 선언된 변수이름으로 참조할 수 있다. 그림 2는 지원하는 5가지 데이터 타입을 요약한 것이다.

	데이터 타입	가변 길이	고정 길이	비고
스칼라형	String	O	O	
	Integer	X	O	littleEndian, bigEndian, bit, formula
	Date	X	O	yyyy/MM/dd
	Time	X	O	HH:mm:ss
구조형	Struct	O	O	

그림 2 BED 언어의 5가지의 데이터타입  
Fig. 2 Data types of five of BED language

## 3.2 BED 문서

### 3.2.1 개요

BED 문서는 BED 언어를 사용하여 바이너리 ECG 파일의 구조를 기술한 XML 문서이다. 그러므로 BED 문서는 ECG 파일을 구성하는 데이터 구성요소에 대한 메타정보를 갖는다. BED 문서는 하나의 ECG 파일포맷에 대해 한 개가 존재하며, 본 변환 시스템에서는 여러 개의 BED 문서를 포함할 수 있다. 즉, 여러 버전의 바이너리 ECG 포맷을 동시에 HL7 aECG 포맷으로 변환할 수 있도록 설계하였다. 또한 BED 문서의 추가·수정·삭제가 용이하도록 BED 문서를 플러그인 플레이 방식으로 인식하게 설계하였다.

HL7 aECG는 심전도 계측환경에 대한 다양한 메타정보를 포함하도록 설계되었지만, 대부분의 바이너리 ECG 파일포맷은 소수의 메타정보를 포함하며 메타정보의 종류도 서로 다르게 설계되어 있다. 그래서 본 연구의 변환 시스템에서

생성되는 HL7 aECG 파일은 계측날짜 및 시간, 환자ID를 포함하여 총 10개의 메타정보를 포함하도록 설계하였으며, 메타정보의 세부사항은 그림 3과 같다.

데이터 타입 엘리먼트의 aECG 속성은 데이터 타입의 값을 HL7 aECG를 생성하는 모듈로 전달되는 속성이다. 그래서 HL7 aECG 생성시 반드시 생성되어야 하는 메타정보는 바이너리 ECG 파일의 구조를 기술할 때 데이터 타입 엘리먼트의 aECG 속성을 이용하여 선언해야 한다. 따라서 그림 3의 필수요소(mandatory) 항목은 BED 문서 작성시 반드시 aECG 속성으로 선언되어야 하는 메타정보들이다.

HL7 aECG 메타정보	필수요소
UUID	X
PatientID	X
effectiveTime - Date - Time	O
Subject - SubjectName - Gender - Birthday	X
Location	X
Comment	X
ManufacturedSeriesDevice	X
ManufacturedModelName	X
SoftwareName	X
Signal - increment - scale	O

그림 3 HL7 aECG 생성시 필요한 메타정보  
Fig. 3 necessary meta information when generating HL7 aECG

### 3.2.2 문서의 구조

BED 문서는 상수 선언부, 헤더 선언부, 시그널 선언부로 구성된다. 상수 선언부는 바이너리 ECG 파일에는 명시적으로 기술되지 않았지만 시그널 데이터에 관한 의미정보를 선언하는 부분이다. 헤더 선언부는 HL7 aECG 생성시 필요한 메타정보와 시그널 선언부에서 필요한 정보를 기술하는 부분이다. 바이너리 ECG의 헤더 데이터와 시그널 데이터는 하나의 물리적 파일에 존재하는 경우와 분리된 두 개의 파일에 존재하는 경우를 모두 허용하며, 그림 4는 MIT-BIH 포맷같이 두개 파일로 분리된 바이너리 ECG 포맷에 대한 BED 문서의 예이다. 마지막으로 시그널 선언부에서 ECG 파형 데이터를 기술한다. 대부분 시그널 데이터는 단순한 반복구조를 가지며 BED 언어의 데이터 타입 엘리먼트의 quantity 속성을 이용하여 이러한 반복구조를 BED 문서에 간단하게 표현된다.

```

<?xml version="1.0" encoding="euc-kr"?>
<bed name="HLI-BIH Arrhythmia Database" extenders="hea.dat">
  상수 선언부 <variables>
    <variable name="increment" value="0.0027"/>
    <variable name="scale" value="5"/>
  </variables>
  헤더 선언부 <header extender="hea" indexTo="0" storeMethod="ascii">
    <struct size="->
      <string name="recordName" size="-"/>
      <string name="numberOfSegments" size="-"/>
    </struct>
    <string name="numberOfSignal" size="-"/>
    <struct size="->
      <string name="samplingFrequency" size="-"/>
      <string name="counterFrequency" size="-"/>
      <string name="baseCounterValue" size="-"/>
    </struct>
    <string name="numberOfSamplePerSignal" size="-"/>
    <time name="baseline" format="HH:MM:SS" size="-" aECG="Time"/>
    <date name="baseDate" format="DD/MM/YYYY" size="-" aECG="Date"/>
  </header>
  시그널 선언부 <data extender="dat" indexTo="0" storeMethod="littleEndian">
    <struct size="3" quantity="{numberOfSamplePerSignal}">
      <int aECG="channel1" formula="({self}-{ADCzero)}/{ADCgain}/{scale}">
        <concatenate>
          <bit size="4" indexTo="12"/>
          <bit size="8"/>
        </concatenate>
      </int>
      <int aECG="channel2" formula="({self}-{ADCzero)}/{ADCgain}/{scale}">
        <concatenate>
          <bit size="4" indexTo="8"/>
          <bit size="8" indexTo="16"/>
        </concatenate>
      </int>
    </struct>
  </data>
</bed>
  
```

그림 4 BED 문서의 3가지 영역  
Fig. 4 Sections of a BED document

#### 4. 변환 시스템의 구현

이번 장은 BED 메커니즘을 이용하여 바이너리 ECG 변환 시스템의 구조와 전체 모듈들에 대해 설명한다.

##### 4.1 개발 환경

구현환경은 일반 PC급인 AMD Sempron 2400+, 200GB 7200RPM의 HDD, 메모리 PC3200 1GB의 시스템 환경에서 마이크로소프트 윈도우즈 XP 프로페셔널 (서비스팩 2) 운영 체제를 사용하여 개발하였다. 개발언어는 Java 1.4.x 버전을, 통합개발도구는 이클립스를 사용하였다. 그리고 BED 문서 해석부분에 사용된 XML API로는 JDOM[9]을, 샘플 바이너리 ECG 파일은 MIT-BIH 부정맥 데이터베이스[10]를 활용하였다. 샘플 ECG 파일은 샘플링횟수를 360으로 하여 30분 동안 기록한 두 채널의 ECG 데이터이며, 한 샘플 당 12bit를 사용한다.

##### 4.2 시스템 구조

본 변환 시스템은 그림 5와 같이 3개 모듈로 구성되어 있다. 읽기모듈(Reading Module)의 BED 인터프리터는 BED 문서를 해석하고 바이너리 ECG 파일을 메모리로 적재하여 변환모듈(Transform Module)이 바이너리 ECG 데이터를 처리할 수 있는 형태로 제공한다. 변환모듈에 의해서 HL7 aECG 인스턴스가 생성되면 출력모듈(Serialize Module)에 의하여 파일로 저장된다.

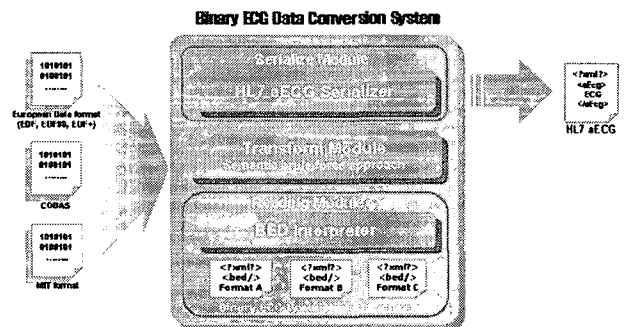


그림 5 변환시스템의 기본 구조  
Fig. 5 Basic structure of conversion system

#### 4.3 시스템의 구성요소

##### 4.3.1 읽기모듈

읽기모듈의 핵심 구성요소는 BED 문서를 해석하여 바이너리 ECG 파일을 메모리로 적재하는 BED 인터프리터이다. BED 인터프리터는 JDOM API를 이용하여 BED 문서의 상위부분부터 하위부분 순으로 해석하며, 상수 선언부의 선언된 값들은 자바의 HashMap 클래스를 이용하여 저장한다. BED 문서의 헤더부분이 해석되면 바이너리 ECG 파일의 헤더 데이터를 자바의 BufferedInputStream 클래스를 이용하여 읽어 들인다.

데이터 타입에 name 속성이 선언된 경우는 name 속성값인 변수이름을 HashMap 클래스에 저장한다. 그러므로 변수



행시점에서 먼저 BED 문서를 해석하여 바이너리 ECG 파일을 변환하기 때문이다. 또한 직접변환 방식은 ECG 파일크기가 커져도 안정된 성능을 보여주는 반면 BED변환 방식은 ECG 파일의 크기가 커질수록 변환에 더 많은 시간이 소요되었다. 그 이유는 BED변환 방식은 BED 문서의 데이터 타입을 해석 후 ECG 파일에서 데이터를 읽기 때문에 데이터 타입이 많이 포함된, 즉 ECG 데이터 파일이 클수록 데이터 읽기작업에 더 많은 시간을 소모하기 때문이다. 또한 BED 문서에 기술된 데이터 필드의 순서대로 ECG 파일을 접근해 데이터를 읽기 때문에 직접변환 방식같이 버퍼링 기법을 활용하는 효과적인 파일처리를 하지 못하기 때문이다.

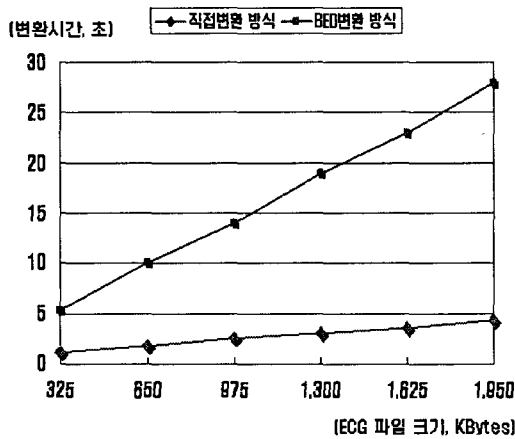


그림 8 BED변환 방식과 직접변환 방식의 성능 비교  
Fig. 8 Performance comparison of BED conversion method and direct conversion method

5.3. 성능개선

BED 시스템의 성능을 개선하기 위하여 QuestSoftware사의 자바 프로파일링 도구인 JProbe를 이용하여 BED변환 방식의 실행시 병목현상을 분석하였다. 분석결과 MIT-BIH 파

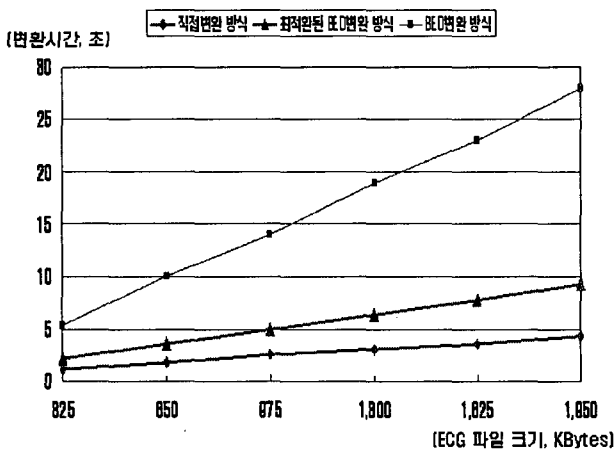


그림 9 최적화된 BED변환 방식의 수행속도  
Fig. 9 Performance of optimized BED conversion method

일의 심전도 데이터를 비트단위로 읽어서 자바의 기본 데이터 타입인 int로 변환하는 integerProcessor 메소드가 전체 변환시간의 89%를 점유하여 integerProcessor 메소드를 성능개선 대상으로 선정하였다. 수행성능을 높이기 위해 자바의 String 객체 대신 비트연산자를 이용하여 심전도 데이터를 int로 변환하였다. 메소드 개선 결과 기존 1,950KB의 ECG 변환시 24,000ms의 소요시간을 3,840ms로 줄일 수 있었다. 변환시간은 바이너리 파일의 크기에 따라 약간의 차이는 보이지만 대략 1.7-2.1배 정도의 성능으로 개선되어 허용할 수 있는 수준으로 나타났다. 또한 직접변환 방식과 마찬가지로 ECG 파일의 크기가 증가해도 안정된 성능을 나타내었다. 그림 9는 최적화된 BED변환 방식의 성능을 직접변환 방식과 BED변환 방식과 함께 비교한 것이다.

6. 결 론

u-헬스케어 시스템 구축에서 가장 중요한 요소 중 하나는 헬스케어 기기와 의료정보시스템, 그리고 의료정보시스템과 의료정보시스템 간에 데이터 교환 시의 상호호환성 확보 문제이다. 이 문제는 이기종 시스템 간에는 더욱 심각하여 임상데이터의 활용도를 떨어뜨리고, 생체신호의 중복 측정 등의 많은 의료문제를 야기 시키고 있다.

본 논문에서는 ECG 데이터를 의료정보시스템과의 상호호환성을 지원할 수 있도록 기존의 심전도 계측기로부터 수집된 바이너리 ECG 데이터를 북미지역 표준이면서 국제표준(ISO)으로 부상하고 있는 HL7 aECG로 변환하는 시스템을 개발하였다. 그리고 차후 운용 시에 유지보수 비용을 절감시키기 위해 본 연구에서 제안한 BED 언어로 작성된 XML기반의 기술문서(description file)를 활용하여 변환하는 메커니즘을 사용하였다. 이 방식은 추후 심전도 기기의 업그레이드로 인한 바이너리 ECG 파일구조가 변경되더라도 텍스트 편집기를 사용하여 BED 문서만을 간단히 수정하면 업그레이드된 새로운 ECG 파일을 HL7 aECG로 변환할 수 있다는 장점을 가진다. 또한 직접변환 방식을 사용하지 않아서 나타나는 성능저하 현상도 코드 최적화를 통해 크게 개선하여 허용할 수 있는 수준으로 성능을 향상시켰다. 이 변환 시스템은 확장이 용이하여 여러 가지 포맷의 바이너리 ECG 데이터에 쉽게 적용할 수 있으며, 유지보수가 간편하여 이기종 의료정보시스템 간에 ECG 데이터 교환을 위한 게이트웨이로서 활용될 수 있을 것이다. 향후에는 BED 언어를 기술언어(description file)로서의 범용성을 보다 더 확장하고, 변환방식의 성능을 한층 더 개선하여 직접변환 방식에 근접한 수준까지 확보할 수 있는 연구를 진행할 예정이다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부 지역산업기술개발사업 (중점 기술개발사업)의 지원으로 수행되었습니다 (과제번호: 10017508).

참 고 문 헌

[1] 이병채, "12채널 심전도 해석 알고리즘 프로토타입 설계 및 성능 평가", 대한의료정보학회지, 제 5권, 3호, pp. 127-137, 1999.

[2] CE. Chronaki, F. Chiarugi, PJ. Lees, M. Brun-Rasmussen, F. Conforti, R. Ruiz Fernandez, C. Zywietz, "Open ECG : a European project to promote the SCP-ECG standard, a further step towards interoperability in electrocardiography", Computers in Cardiology 2002, pp. 285-288, September 2002.

[3] V. Sakkalis, F. Chiarugi, S. Kostomanolakis, CE. Chronaki, M. Tsiknakis, SC. Orphanoudakis, "A Gateway between the SCP-ECG and the DICOM Supplement 30 Waveform Staandard", Computers in Cardiology 2003, pp. 25-28, September 2003.

[4] 김재필, 최명선, 박희경, 최진욱, "HL7과 MFER 표준을 이용한 원격생체정보 공유기술 개발", 대한의료정보학회지, 제10권, 4호, pp. 387-395, 2004.

[5] Masaaki Hiraia, Gou Masudab, "ECG Description in MFER and HL7 Version 3", APAMI&CJKMI-KOSMI Conference 2003, Volume 9, Supplement 2, pp. 338-339, 2003.

[6] A. Varri, B. Kemp, T. Penzel, A. Schlogl, "Standards for Biomedical Signal Databases", Engineering in Medicine and Biology Magazine, IEEE Volume 20, Issue 3, pp. 33-37, May-June 2001.

[7] Barry D. Brown, Fabio Badilini, HL7 aECG Implementation Guide, Available at: <http://www.hl7.org>, Accessed June 2, 2006.

[8] H. Wang, F. Azuaje, G. Clifford, B. Jung, N. Black, "Methods and tools for generating and managing ecgML-based information", Proceeding of Computers in Cardiology 2004, pp. 573-576, 2004.

[9] JDOM, Available at: <http://www.jdom.org>, Accessed June 2, 2006.

[10] MIT-BIH Arrhythmia Databases, Available at: <http://www.physionet.org/physiobank/database/mitdb/>, Accessed Jun 2, 2006

저 자 소 개



구 흥 서 (具興書)

1993년 인하대학원 전산학과 (이학박사).  
 1994년~현재 청주대학교 컴퓨터정보공학과 교수.  
 Tel : 043-229-8492  
 Fax : 043-229-8432  
 E-mail : hskoo@cju.ac.kr



정 신 영 (鄭申泳)

2004년 청주대학교 컴퓨터정보공학과 졸업.  
 2006년 청주대학교 컴퓨터정보공학과 대학원 석사과정.  
 Tel : 043-229-8492  
 Fax : 043-229-8432  
 E-mail : jspong@hanmail.net