

상호연동성을 지원하는 XML기반의 심전도 데이터 관리를 위한 메타데이터 시스템

Metadata System for XML-based ECG Management Supporting Interoperability

구흥서
Heung-Seo Koo

청주대학교 컴퓨터정보공학과

요 약

본 연구에서는 의료정보시스템 간에 상호연동성을 지원할 수 있는 XML 기반의 심전도(electrocardiography, 이하 ECG) 데이터의 효율적인 저장구조 및 관리방법을 제시하고, 웹기반으로 ECG 정보서비스를 제공할 수 있는 ECG 메타데이터 시스템을 구현한다. ECG 메타데이터 시스템은 ECG 데이터와 메타데이터의 저장, 검색, 그리고 pdf 파일형식의 리포팅 서비스 기능을 포함한다. ECG 데이터의 저장구조는 심전도 데이터의 특성과 액세스 특성을 분석하여 비분할 저장방식을 사용하였고, 효율적인 검색기능을 제공하기 위해 HL7 aECG 데이터로부터 메타데이터를 추출하여 인덱스로 활용하였다. ECG 리포팅 서비스를 제공하기 위해 템플릿 메커니즘을 이용하여 텍스트 XML 형태의 데이터를 여러 데이터 포맷으로 변환한다.

키워드 : 심전도, HL7 aECG, 메타데이터, 의료정보시스템, XML

Abstract

In this study, we suggest the effective storage structure and management method for XML-based electrocardiography(ECG) data to support the interoperability between medical information systems, and implement the metadata system of ECG data providing the web-based information service. ECG metadata management system include functions for storing and managing as well as reporting PDF service of ECG data. We analyzed a characteristics of the data and access patterns for XML-based ECG and then used the non-partitioning storing method and indexing the extracted metadata from the HL7 aECG for supporting the quick search. We, using the template mechanism, converts the XML-based results data into various formats in order to provide services of the ECG reporting.

Key Words : ECG, HL7 aECG, Metadata, Medical Information System, XML

1. 서 론

최근 정보통신기술을 이용한 유비쿼터스 헬스케어(ubiquitous healthcare, 이후 u-헬스케어)에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. u-헬스케어는 지금까지 의료기관을 중심으로 제공되었던 건강진료 서비스를 가정과 개인으로 확대하려는 것으로, 특히 질병발생 전의 예방과 질병발생 직후의 즉각적이며 능동적인 대응을 중요시한다. 또한 일상적이고 자연스러우며 개인에 따라 차별화된 맞춤형 건강관리 서비스를 특징으로 한다[1]. 이러한 u-헬스케어의 미래는 특히 심전도, 혈압, 맥박, 심음 등 사람의 모든 생체신호를 측정해 낼 수 있는 다양한 생체신호 측정기술의 발전과 생체신호 계측기기의 소형화·경량화로 인해 의료분야의 획기적인 변화를 가져올 것이다[2,3].

심전도는 가장 흔한 심장진단 방법이지만, 기존의 모든 ECG 계측기들이 각기 고유한 파일포맷을 사용하여 ECG 데이터를 획득, 저장, 분석하고 있다. 이러한 이유로 같은 계

측기기를 쓰지 않는 이상 ECG 데이터를 다른 의료정보시스템의 응용프로그램으로 전송하거나 재사용할 수 없다[4]. 따라서 의료정보시스템 간에 ECG 데이터의 공유를 거의 불가능하게 만드는 상호호환성(interoperability)을 저해하는 가장 큰 요인은 다양하게 존재하는 ECG 파일포맷들이다. 새로 제안되는 ECG 포맷들이 이전 포맷의 장점을 포함하면서 향상된 여러 특징들을 제공하지만, 의료정보시스템 관점에서는 각각의 독자적인 포맷을 지원하는 다양한 계측기기를 ECG 데이터를 통합관리하거나 의료정보시스템 간에 교환하는 것은 매우 어렵고 시간이 소요되는 작업이다[5].

본 논문에서는 ECG 데이터를 의료정보시스템간의 상호호환성을 지원하기 위해, 북미지역의 실제 표준(de facto standard)인 HL7 aECG(Health Level 7 annotated ECG)로 변환된 심전도 데이터의 저장구조를 제시하고, 효율적인 검색을 지원하는 ECG 메타데이터 시스템을 구현한다. HL7 버전3 메시징 표준에 기반을 둔 HL7 aECG는 주석첨부 파형(annotated waveform)이 표현 가능한 XML기반의 파일포맷이다. 심전도 계측기로부터 수집된 바이너리 데이터를 XML기반의 HL7 aECG 데이터로 변환하는 메커니즘은 본 연구팀의 선행연구[6,7]에서 수행하였고 본 논문에서는 저장

접수일자 : 2006년 10월 16일
완료일자 : 2006년 11월 30일

구조와 메타데이터 시스템을 중심으로 연구한다.

일반적으로 XML 문서를 저장하는 방식으로는 비분할 저장방식과 분할 저장방식이 있다[8]. 비분할 저장방식은 XML 문서 전체를 LOB(Large Object) 타입의 필드에 저장하는 방식으로 전체 문서에 대한 빠른 저장 및 검색이 가능하지만 부분 검색 및 변경시 성능이 낮아지는 문제점이 있다. 분할 저장방식은 XML 문서를 엘리먼트 단위로 분할하여 저장하기 때문에 문서의 변경이 용이한 반면, 전체 문서의 삽입 및 검색시 성능이 낮아지는 문제점을 갖는다. 본 논문에서는 HL7 aECG 문서의 특성을 고려하여 HL7 aECG 문서 전체를 비분할 방식으로 저장하고, 비분할 저장방식의 검색시에 나타나는 단점을 보완하기 위해 바이너리 ECG 데이터를 HL7 aECG로 변환하는 과정에서 메타데이터를 추출하여 관계형 데이터베이스에 저장하는 방식을 사용한다. 저장엔진으로는 성숙된 기능상의 이점을 얻을 수 있는 관계형 데이터베이스를 확장한 XML Enabled Database(Oracle XMLDB)를 사용한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 심전도 데이터의 주요 포맷을 살펴보고, 3장에서는 대용량 XML 데이터인 HL7 aECG의 저장구조와 시스템 구조에 대해 설명한다. 4장에서는 메타데이터의 구조와 시스템 설계내용을 설명하고, 5장에서는 구현하고 마지막 6장에서는 결론을 맺는다.

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 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. 또한 HL7 메시지와 함께 사용할 수 있으며 HL7 버전3 메시지 안에 MFER을 기술하여 메시지를 전송하는 방법도 연구된바 있다[9].

2.1.2 SCP-ECG

SCP-ECG는 ECG 데이터의 상호교환을 위한 포맷과 ECG 카드(cart)와 호스트간의 메시지 절차를 정의한 표준이다. SCP-ECG는 1989~1991년도에 수행된 유럽 AIM(Adequate Information Management) 연구 프로젝트에서 개발되었다. SCP-ECG는 여러 번의 다른 검사로부터 계속된 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[10].

2.2. XML 기반의 ECG 포맷

2.2.1 ecgML

ecgML[11]은 ECG 데이터의 획득과 분석을 위한 마크업

언어로 구조적이고 의미있는 ECG 데이터 표현을 달성하기 위해 기존 데이터 포맷에 대한 저렴한 대안으로 제안되었으며, 기존의 여러 권고들로부터 제시된 ECG 신호의 저장과 표현에 대한 최소의 정보집합으로 이루어졌다. ecgML은 유연하고 쉽게 ECG 데이터를 XML로 표현할 수 있지만 범용적인 표준으로 추진되지는 않고 있다.

2.2.2 HL7 aECG

HL7 aECG 표준은 HL7의 RCRIM(Regulated Clinical Research Information Management)이 FDA의 디지털 ECG 필요성에 따라 개발되었고, 최종적으로 2004년 1월에 HL7 버전3의 표준으로 수락되었으며 2004년 5월에는 ANSI의 승인을 받았다[12].

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

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

3. 시스템의 구조

3.1 XML기반의 ECG 데이터의 특성

본 연구에서는 휴대형 심전도 계측기로부터 장시간 측정하는 계측환경을 대상으로 하고 있으며, 이렇게 수집된 바이너리 심전도 데이터를 상호연동성을 위해 텍스트기반의 XML 데이터(HL7 aECG)로 변환하면 원래 크기보다 평균 2.8배 커지기 때문에, 변환된 HL7 aECG는 대용량의 크기를 갖는다. 또한 심전도 데이터는 의료용 계측기로 측정된 임상자료이므로 데이터 변경이 거의 일어나지 않는다는 특성을 갖는다.

3.2 HL7 aECG 저장 메커니즘

HL7 aECG의 저장은 비정형 구조를 갖는 텍스트 데이터의 특성과 심전도 데이터의 액세스 특성을 고려하여 그림 1의 저장구조로 설계하였다. HL7 aECG는 비정형 구조를 갖는 대용량의 텍스트 데이터이면서 데이터 변경이 거의 발생하지 않고, 검색시 데이터를 순차적으로 액세스하는 특성을 갖기 때문에 ECG 데이터를 분할하지 않고 저장하는 비분할 저장방식을 기본으로 사용하였다. 또한 효율적인 검색을 지원하기 HL7 aECG에서 메타데이터를 추출한 다음 관계형 데이터베이스의 테이블에 매핑하여 저장하였다. 그리고 이들 중 일부 데이터 필드들에 대해 인덱스를 생성하였다

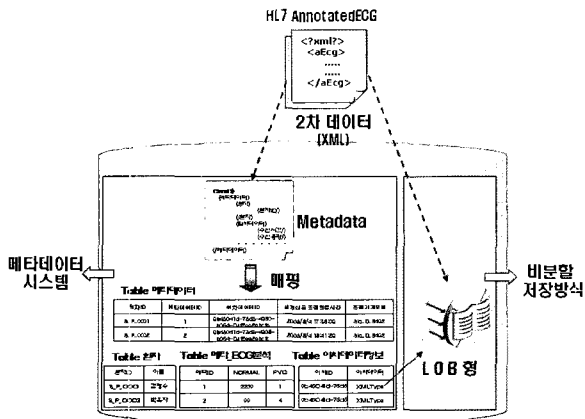


그림 1. HL7 aECG 데이터의 저장 구조.
Fig. 1. Storage Structure of HL7 aECG Data.

3.3 메타데이터 시스템 구조

메타데이터 시스템의 구조는 그림 2와 같이 Management Handler 모듈, Search Handler 모듈, DB Handler 모듈로 구성된다.

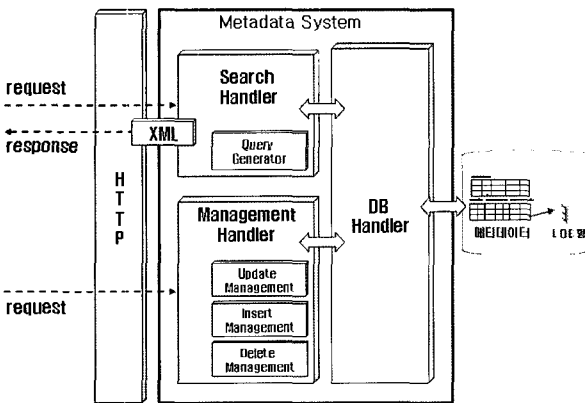


그림 2. 메타데이터 시스템 구조.
Fig. 2. Structure of Metadata System.

• Management Handler 모듈

데이터베이스에 저장된 HL7 aECG 관련 메타데이터와 환자정보를 관리하는 모듈이다. Management Handler 모듈은 Update Management, Insert Management, Delete Management 클래스로 구성된다. Update Management 클래스는 메타데이터와 환자정보를 변경하고, Insert Management 클래스는 변환된 HL7 aECG를 데이터베이스에 저장하고 환자정보를 등록하며, Delete Management 클래스는 메타데이터와 환자정보를 삭제하는 기능을 수행한다.

• Search Handler 모듈

저장되어 있는 메타데이터를 이용하여 환자정보를 효율적으로 검색하기 위한 모듈이다. 이 모듈은 시간범위 검색, 환자 기본정보를 통한 검색, ECG 주석정보를 통한 검색을 지원한다. 특히, 복잡한 검색을 효율적으로 처리하기 위해 Query Generator에서 검색조건에 맞는 부분적인 질의문을 생성한 후 생성된 질의문을 매개변수로 하여 DB Handler의 처리 메소드를 호출한다.

• DB Handler 모듈

데이터베이스에 접근하여 저장·검색·관리에 필요한 작업을 처리하는 모듈이다. DB Handler 모듈은 Management Handler 또는 Search Handler 모듈로부터 호출되면 데이터베이스를 액세스하여 해당 작업의 처리결과를 XML 형식으로 반환한다. 질의결과는 그림 3과 같이 오라클의 OracleXMLQuery 클래스를 사용하여 XML 형태로 생성하며, 다른 시스템과 연계시 표준기술인 XSL을 이용하여 손쉽게 연계 시스템이 요구하는 리포트 형식으로 변환할 수 있다.

```
OracleXMLQuery qry = new OracleXMLQuery(conn,rs);
qry.setEncoding("euc-kr");
qry.setXSLT("~process/result/xslt/list.xslt","");
xmlString = qry.getXMLString();
```

그림 3. OracleXMLQuery 클래스를 이용한 XML 처리.
Fig. 3. XML handling using OracleXMLQuery Calss.

4. 시스템의 설계

4.1 메타데이터

그림 4는 비분할 저장방식으로 저장된 XML기반의 HL7 aECG 데이터를 효율적으로 검색하기 위해 메타데이터를 설계한 것으로, 환자기본 데이터, 수집된 바이너리 데이터 관련 데이터, HL7 aECG 관련 데이터로 구성되어 있다. 이러한 메타데이터는 바이너리 데이터의 변환과정에서 추출되며, 추출된 메타데이터는 HL7 aECG 데이터를 저장하는 시점에 4.2절의 관계형 테이블에 저장된다.

원시 메타데이터	임시데이터 메타데이터	이차데이터 메타데이터			
원제ID	수신시간	이차데이터 정보			
이름	수신용량	NORMAL	PWAVE	UNKNOWN	
성별	임시데이터저장 경로	LBBB	TWAVE	NOTE	
생년월일	이차데이터수거시간	BBB	UNWAVE	WFON	
		특이기 모양	APC	PQ	NAPC
		특이기 SW정보	ABERR	JPT	PVC
		결핵정보	NPC	PACESP	SVPB
		결핵시도이사항	RONT	ARFOT	RBBB
		이차데이터수거정보	FUSION	NOISE	LEARN
		심률정보	AESC	RHYTHM	VFON
		스레드	NEGC	STCH	FLWAV
			SVESC	TCH	VFOFF
			VEGC	SYSTOLE	WFOFF
			PACE	DIAGTOLE	
			PFLS	MEASURE	

그림 4. 메타데이터 구조.
Fig. 4. Structure of metadata.

4.2 데이터베이스 구조

생체신호 데이터베이스 설계시 데이터 접근패턴 분석, 검색 성능, 의료정보의 복구기능을 고려하며, HL7 aECG 문서를 저장하는 특정 타입인 LOB형과 검색성능의 향상을 위한 메타데이터를 각각의 테이블로 분리하여 설계하고, 테이블 길이가 긴 메타데이터 테이블을 각각의 ECG 검색 프로세스에 맞게 분할하는 수직적 분할 방법을 사용한다.

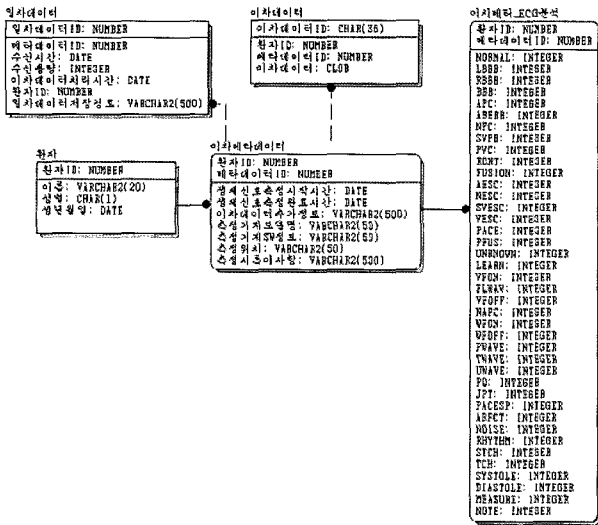


그림 5. 메타데이터의 데이터베이스 스키마.
Fig. 5. Schema of database of metadata.

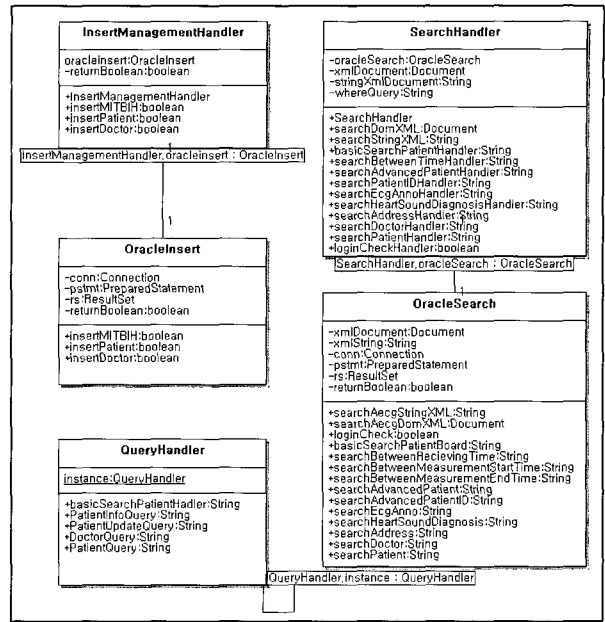


그림 6. 메타데이터 시스템 핵심 클래스의 클래스 다이어그램.

Fig. 6. Class diagram of core class of metadata system.

4.3 클래스 다이어그램

그림 6은 메타데이터 시스템에서 핵심 클래스들의 클래스 다이어그램을 나타낸 것이다. 메타데이터 시스템은 SearchHandler, QueryHandler, OracleSearch 클래스를 이용하여 데이터베이스에 저장된 생체신호를 검색한다.

SearchHandler 클래스는 시간범위와 환자정보, ECG 주석정보, 의사소견을 이용하여 ECG 정보를 검색할 수 있는 인터페이스를 제공한다. QueryHandler 클래스는 검색에 필요한 복잡한 쿼리를 생성하는 메소드를 제공하며 싱글톤 (singleton) 패턴을 이용하여 구현되어 있다. OracleSearch 클래스는 데이터베이스에 접근하여 쿼리를 실행 후 결과를 XML 형식으로 반환하는 메소드를 제공한다.

InsertManagementHandler 클래스는 ECG 정보와 환자정보, 의사정보를 데이터베이스에 입력할 수 있는 인터페이스를 제공하고, OracleInsert 클래스는 InsertManagementHandler 클래스에서 받아들인 정보를 데이터베이스에 삽입하는 메소드를 제공한다.

4.4 시퀀스 다이어그램

그림 7은 메타데이터 시스템의 ECG 데이터 삽입과 검색 과정을 나타낸 시퀀스 다이어그램이다.

JSP로부터 환자정보, ECG 정보, 의사정보를 매개변수로 InsertManagementHandler 클래스의 메소드가 호출되면 InsertManagementHandler 클래스는 OracleInsert 클래스의 메소드를 호출하여 매개변수로 입력된 데이터를 데이터베이스에 삽입한다. JSP로부터 시간범위와 환자정보, 의사정보를 매개변수로 SearchHandler 클래스의 검색 메소드가 호출되면 SearchHandler 클래스는 QueryHandler를 이용하여 복잡한 쿼리를 생성 후 생성된 쿼리를 매개변수로 하여 OracleSearch 클래스의 메소드를 호출한다. OracleSearch 클래스는 데이터베이스에 접근하여 검색결과를 XML 형식으로 반환한다.

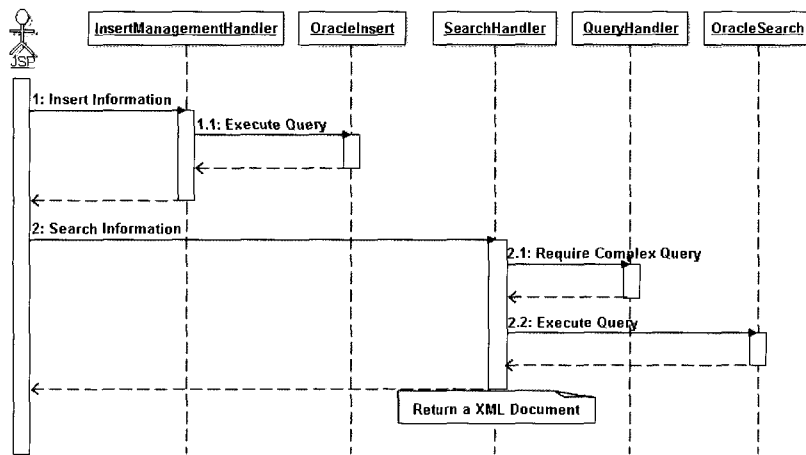


그림 7. ECG 삽입과 검색 클래스의 시퀀스 다이어그램.
Fig. 7. Sequence Diagram of insertion and deletion class.

5. 구현 및 사용자 인터페이스

5.1 메인 화면

이번 절에서는 HL7 aECG 데이터를 저장, 관리하고 메타 데이터를 기반으로 진료시 필요한 정보의 효율적인 검색을 지원하는 메타데이터 시스템의 구현에 대해 설명 한다.

시스템의 메인 화면은 그림 8과 같이 구성되어 있으며 검색결과 영역, 상세정보 영역, 심전도 파형 영역으로 구성된다. 검색은 검사일자·환자명에 의한 빠른검색과 측정정보·환자명·ECG의 상세한 정보에 의한 고급검색 기능을 지원한다. 검색결과 화면은 심전도 데이터의 수신된 시간 순으로 출력되며 환자이름과 수신시간이 표시된다.

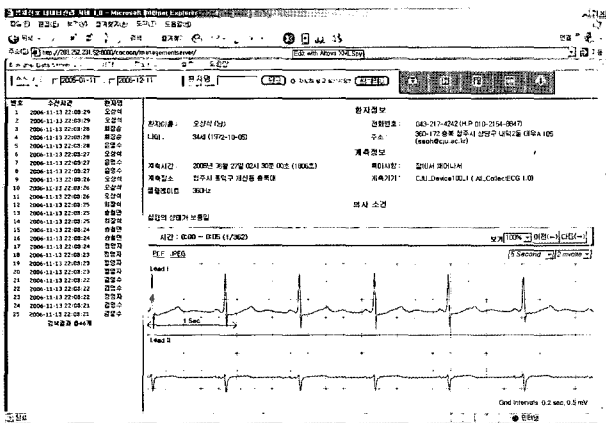


그림 8. 시스템의 메인 화면.

Fig. 8. Main screen of metadata system.

상세정보 영역은 간략한 정보를 보여주는 검색결과 출력 화면과 연결되어 계측관련 상세정보를 제공한다. 상세정보 영역은 그림 9와 같이 환자, 계측정보, 의사조건 정보를 포함한다.

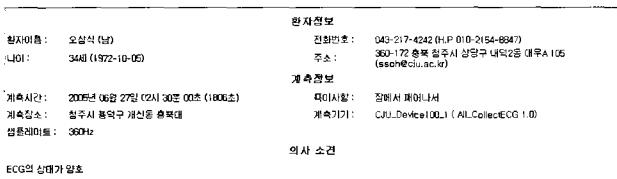


그림 9. 계측된 심전도의 상세정보.

Fig. 9. Screen of detail information of measured ECG.

5.2 검색 화면

고급검색은 그림 10과 같이 탭 형식으로 시간범위, 환자 정보, ECG 주석을 이용하여 키워드 검색을 지원한다. 시간 범위 검색은 심전도의 수신시간과 계측시간의 범위를 지정하여 심전도 정보를 검색할 수 있다. 환자정보 검색은 이름과 성별, 연령대를 검색 조건으로 하여 환자를 검색할 수 있다. ECG 검색은 데이터베이스에 저장된 ECG의 주석정보에서 특정패턴의 파라미터 수치가 얼마만큼 존재하는 가를 검색조건으로 하는 수치를 통한 검색이며 불리언 연산을 적용하여 AND, OR 검색이 가능하다.

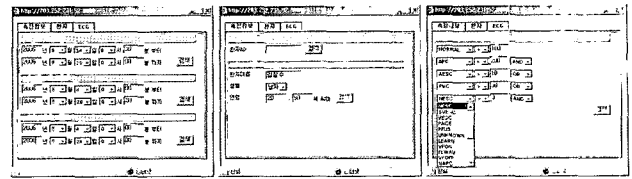


그림 10. 상세 검색 화면.

Fig. 10. Screen of detail search.

5.3 심전도 파형 화면

심전도 파형 영역은 그림 11과 같이 검색기능을 통해 선택된 심전도를 SVG(Scalable Vector Graph)로 출력한다. SVG는 XML 기반의 벡터 이미지이므로 사용자가 이미지의 확대 또는 축소 시에도 심전도 파형정보의 왜곡이 없는 정확한 형태를 유지할 수 있기 때문에 임상정보같은 데이터 왜곡이 문제를 야기시킬 수 있는 분야에서 유용하다. 그리고 두 가지 제어요소인 시간간격과 그리드간격을 통해 사용자가 동적으로 심전도 이미지를 제어할 수 있도록 하였으며, 기본적으로 시간간격은 5초, 그리드간격은 2 mVolt를 설정하였다. 또한 SVG 뿐만 아니라 그림 11과 같이 PDF나 JPEG 포맷의 ECG 그래프도 지원한다.

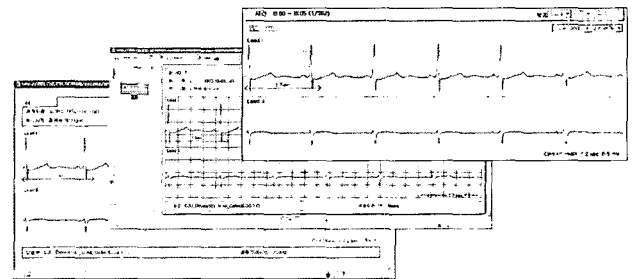


그림 11. SVG, PDF, JPEG 형식으로 변환된 심전도 파형.

Fig. 11. ECG wave which is converted to SVG, PDF, JPEG format.

6. 결론

의료환경이 u-헬스케어로 발전됨에 따라 휴대형 생체신호 측정장치의 활용이 일반화되면 생체신호 데이터의 양이 폭발적으로 증가할 것이며 이러한 의료환경의 변화로 인해 생체신호 데이터의 안정적인 관리, 계측기기와 병원정보시스템 간의 상호연동성 향상, 그리고 진료현장(POC)에서 생체신호 정보의 효율적인 활용에 대한 요구가 커질 것이다. 그래서 본 연구에서는 가장 활용도가 높은 생체신호 데이터 중 하나인 심전도 데이터를 병원 내에 산재된 심전도 계측기나 휴대형 계측기로부터 수집된 방대한 바이너리 데이터를 효과적으로 저장·관리하는 방법을 제시하고자 하였다. 이번 연구에서는 본 연구팀의 연구[6]의 알고리즘으로 변환된 텍스트 XML 형태의 HL7 aECG 데이터를 효과적으로 리포지토리(repository)에 저장·관리하기 위한 저장구조와 효율적인 검색을 위한 메타데이터 시스템을 구현하였다.

본 연구에서는 비정형 구조를 갖는 대용량 심전도의 데이터 특성과 액세스 특성을 고려하여 HL7 aECG의 저장에 비분할 저장방식을 사용하였다. 심전도 데이터의 특성상 계측 데이터에 대한 변경이 거의 발생하지 않기 때문에 데이터 변경성능보다는 데이터 검색·저장·삭제성능을 더욱 우선하

여 비분할 저장방식을 사용하면서 동시에 데이터 검색성능을 높이기 위해 HL7 aECG 문서의 헤더 영역에서 메타데이터를 추출·저장하여 별도의 인덱스를 구성하였다. 따라서 본 연구에서 사용한 저장구조와 메타데이터 기반의 검색방법은 심전도와 유사한 특성을 갖는 생체신호 데이터의 관리에도 적합함을 추정할 수 있다.

향후 연구과제로는 심전도 데이터 검색을 위한 메타데이터들의 임상적 유용도 분석을 수행하여 검색을 위한 메타데이터 추출을 정제(refinement)하고, 심장음 등으로 확장하여 생체신호 통합관리시스템의 프레임워크 설계에 대한 연구로 진행할 계획이다.

참 고 문 헌

- [1] 백승재, 이철희, 정동현, 최용석, 김준영, 최종무, "유비쿼터스 헬스케어 시스템을 위한 센싱 단말기 구현", 한국정보과학회 봄 학술발표논문집(A), pp. 124-126, 2004.
- [2] 김재필, 최명선, 박희경, 최진욱, "HL7과 MFER 표준을 이용한 원격생체정보 공유 기술 개발", 대한의료정보학회지, Vol. 10, No. 4, pp. 387-395, 2004.
- [3] 전명주, 이창건, 최진욱, 김인영, 김선일, "이기종간 심전도 판독지 교환을 위한 CDA에 기반한 시스템 설계 및 구현", Journal Biomed. Eng. Res. Vol. 25, No. 5, pp. 415-419, 2004.
- [4] CE. Chronaki, F. Chiarugi, P.J. 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, 2002.
- [5] V. Sakkalis, F. Chiarugi, S. Kostomanolakis, C.E. Chronaki, M. Tsiknakis and S.C. Orphanoudakis, "A Gateway between the SCP-ECG and the DICOM 3.0 Supplement 30 Waveform Standards," presented at Computers in Cardiology, pp. 21-24, 2003.
- [6] ShinYoung Jung, HeungSeo Koo, "Implementation of ECG Conversion System Using XML Based Descriptor" International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications 2006, Vol. 1, pp. 437-440, 2006.
- [7] 구홍서, 정신영, "바이너리 파일 디스크립션 방식을 이용한 ECG 변환 시스템", 대한전기학회논문지 D (정보 및 제어부문), Vol. 55D, pp. 464-470, 2006.10.
- [8] 김훈, 한상웅, 홍의경, "XML 문서 저장 시스템", 데이터베이스 연구회지, Vol. 16, No. 2, pp. 29-34, 2000.
- [9] Masaaki Hiraia, Gou Masudab, "ECG Description in MFER and HL7 Version 3", APAMI&CJKMI-KOSMI Conference 2003, Vol. 9, Supplement 2, pp. 338-339, 2003.
- [10] A. Varri, B. Kemp, T. Penzel, A. Schlogl, "Standards for Biomedical Signal Databases", Engineering in Medicine and Biology Magazine, IEEE Vol. 20, Issue 3, pp. 33-37, 2001.
- [11] ecgML, H Wang, F azuaje, G Clifford, B Jung, N Black, "Methods and Tools for Generating and Managing ecgML-Based Information", Computer in Cardiology, pp. 573-576, 2004.
- [12] Barry D. Brown, Fabio Badilini, HL7 aECG Implementation Guide, Available at: <http://www.hl7.org>, Accessed June 2, 2006.

저 자 소 개



구홍서(Koo, Heung-Seo)
 1993년 8월 : 인하대학원 전산학 전공
 (이학박사).
 1994년~현재 : 청주대학교
 컴퓨터정보공학과.

관심분야 : 지능형 데이터베이스, 정보 모델링, 의료정보시스템.
 Phone : 043) 229-8492
 Fax : 043) 229-8432
 E-mail : hskoo@cju.ac.kr