

HL7 aECG를 이용한 생체신호 데이터 표현 및 저장 방법

김태식*, 구홍서*, 김동준**

*청주대학교 컴퓨터정보공학과, **청주대학교 정보통신공학과
e-mail: {taesikweb,hskoo,djkim}@cju.ac.kr

A Biosignal Data Representation and Storage Method using HL7 aECG

Tae-Sik Kim*, Heung-Seo Koo*, Dong-Jun Kim**

*Dept. of Computer and Information Engineering,
Cheong-Ju University

**Dept. of Information and Telecommunication Engineering,
Cheong-Ju University

요 약

유비쿼터스 헬스케어는 생체신호 측정기술과 생체신호 측정기의 소형화·경량화로 인해 의료분야의 획기적인 변화를 가져올 것으로 기대된다. 그러나 생체신호 측정 기술의 발전에 비해서 대부분의 생체신호 데이터는 각 시스템 고유의 데이터 포맷을 사용하기 때문에 사용범위가 제한되고 데이터 공유 및 호환에 어려움이 있어 구조적이며 시스템 독립적인 XML을 사용하여 생체신호 데이터를 표현하는 방법이 필요하다. 본 논문에서는 XML 기반의 HL7 Annotated ECG(HL7 aECG) 표준을 이용해서 생체신호 데이터를 표현하고 저장하는 방법을 제시한다. 제시된 방법은 ECG, 심음의 두채널 파형 정보를 포함한 바이너리 포맷을 HL7 aECG 문서로 표현하며, HL7 aECG 문서의 특성을 고려하여 비분할 저장 방식을 사용하고 효율적인 검색을 위해 메타데이터를 추출하여 관계형 테이블에 저장하는 분할 저장 방식을 병행하여 사용한다. 또한 저장된 메타데이터를 효율적으로 검색 및 관리하는 메타데이터 시스템을 설계하며 설계된 구조는 향후 다른 시스템과 연계의 가능성을 제공한다.

1. 서론

유비쿼터스 헬스케어(이후 u-Healthcare)는 지금까지 의료 기관을 중심으로 제공되었던 건강 진료 서비스를 가정과 개인으로 확대하려는 것이다[1]. 이러한 u-Healthcare의 미래는 특히 심전도, 혈압, 맥박, 심음 등 사람의 모든 생체신호를 측정해 낼 수 있는 다양한 생체신호 측정 기술의 발전과 생체신호 측정기의 소형화·경량화로 인해 의료분야의 획기적인 변화를 가져올 것이다. 하지만 생체신호 측정 기술의 발전에 비해 현재까지의 생체신호 데이터의 대부분은 각각의 시스템에 한정된 데이터 포맷을 사용하였기 때문에 시스템 독립적이지 못해 사용범위에 제한이 있으며 국제적인 표준이 적용되지 않아 생체

신호 데이터의 공유 및 호환에 많은 어려움이 있다 [2,3].

이러한 문제점을 해결할 수 있는 구조적이며 시스템 독립적인 XML을 사용하여 생체신호 데이터를 표현하는 방법이 필요하며, 표현하는 연구로는 ecgML[4], IMed[5], HL7 Annotated ECG[6](이하 HL7 aECG) 등이 있다. 이 중에서 HL7 aECG는 HL7 버전 3의 메시지 표준에 기반한 XML 문서이며 HL7 표준을 기반하여 시스템을 구축하는 경우, 의료 데이터 시스템 간 의료 정보의 교환이 용이할 뿐만 아니라 신규 시스템 개발의 적용에도 쉽게 응용될 수 있을 것이다[7]. 따라서 이러한 HL7 aECG를 보다 효율적으로 사용하기 위해서 HL7 aECG 문서의 특성을 고려하여 XML 문서(HL7 aECG)를 저장하고 관리하는 연구가 필요하다.

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

XML을 저장하는 방식으로는 비분할 저장 방식과 분할 저장 방식이 있다[8]. 비분할 저장 방식은 XML 문서 전체를 LOB(Large Object) 형태의 필드에 저장하는 방식으로 전체 문서에 대한 빠른 저장 및 검색이 가능하지만 부분 검색 및 수정시 성능 저하의 문제점이 있다. 분할 저장 방식은 XML 문서를 엘리먼트 단위로 나누어서 저장하는 방식으로 문서의 수정이 용이한 반면, 전체 문서의 삽입 및 검색시 성능 저하의 문제점이 존재한다.

본 논문에서는 HL7 aECG문서의 특성을 고려하여 HL7 aECG 문서 전체를 비분할 방식으로 저장하고, 비분할 저장방식의 검색시에 단점을 보완하기 위해 메타데이터를 추출하여 관계형 테이블에 분할 방식으로 저장하는 하이브리드 저장 방식을 사용하며, 이 방식에 따라 저장된 메타데이터를 검색하고 관리하는 메타데이터 시스템을 설계한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 HL7 aECG와 XML 문서 저장 방식에 대해서 소개하고, 3장에서는 HL7 aECG를 이용한 생체신호 데이터의 XML 표현 및 HL7 aECG 문서의 특성에 대해 설명하며, 4장에서는 HL7 aECG 문서의 저장방법과 저장된 HL7 aECG 문서의 효율적인 검색을 위한 메타데이터에 대해 다룬다. 5장에서는 4장에서 제시한 메타데이터 기반의 시스템을 설계하고 마지막 6장에서는 결론 및 향후과제를 제시한다.

2. 관련연구

2.1 HL7 aECG

FDA는 기존의 ECG waveform 표준들이 FDA의 요구를 충족하지 못하다는 평가를 내리고 자신들의 요구를 충족하는 표준을 만들기 위해 FDA, 후원업체, 연구소, 기기 제조업체와 공동 연구를 HL7에서 진행하였다. HL7 aECG 표준은 이러한 FDA의 요구에 답하여 HL7의 RCRIM(Regulated Clinical Research Information Management) 기술 위원회에 의해 만들어 졌고 2004년 1월에 최종 완료되어 공식적으로 HL7 표준 기구로부터 채택되었으며 2004년 5월에 ANSI의 승인을 받았다[9]. 이 HL7 aECG 표준은 HL7 버전 3 메시지 표준에 기반하고 모든 XML element(tag)들은 HL7 Refined Message Information Model(R-MIM)로부터 유도되어(derived) 정의된다. R-MIM에 기반한 HL7 aECG

문서 구조의 특징적인 부분으로 ECG의 측정시 정보를 표현하는 부분, 검사 대상자에 대한 정보를 표현하는 부분, 측정된 ECG 신호의 파형 정보를 표현하는 부분과 주석(Annotation) 표현 부분 등이 있다. (그림 1)은 HL7 aECG 문서 구조의 간략한 예를 보여준다.

```
<?xml version='1.0' encoding='euc-kr' ?>
<AnnotatedDECg xmlns='urn:hl7-org:v3' xmlns:voc='urn:hl7-org:v3/voc' xmlns:xsi='http://www.w3.org/2001/XMLSchema.Schemas':schemaLocation='urn:hl7-org:v3 ../schema/PORT_MIT020001.xsd' type='Observation'>
  <id root='863801c-e14f-43ab-b94c-08f284bda40' />
  <code code='93000' codeSystem='2.16.840.1.113883.6.12' codeSystemName='CPT-4' />
  <text />
  <effectiveTime>
    <low inclusive='true' value='20050720204500.750' />
    <high inclusive='false' value='20050720211506.305' />
  </effectiveTime>
  <componentOf />
  <timepointEvent>
    <componentOf />
  </timepointEvent>
  <pertainsTo>
    <component>
      <csnies>
        <code code='RHYTHM' codeSystem='2.16.840.1.113883.5.4' />
      </csnies>
      <effectiveTime>
      </effectiveTime>
      <author>
      </author>
      <component>
      </component>
      <sequenceSet>
      </sequenceSet>
      <component>
      </component>
      <sequence classCode='OBS'>
        <code code='MLLI' codeSystem='2.16.840.1.113883.6.24' />
        <value xsi:type='SLIST_PQ'>
          <origin unit='u' value='0' />
          <scale unit='u' value='5' />
          <digits>-64 -64 -64 -64 -64 -64 -5 53 116 185 262 324 401 448 463 437 354 226 98 -30 -158 -
206 -328 -277 -221 -184 -171 -180 -199 -218 -234 -240 -236 -237 -231 -229 -223 -227 -231 -233 -
235 -237 -237 -237 -229 -227 -224 -220 -215 -218 -220 -221 -222 -222 -223 -222 -215 -216 -210 -
207 -207 -205 -204 -202 -200 -200 -196 -192 -187 -184 -179 -177 -179 -173 -168 -166 -164 -162 -
155 -147 -139 -131 -122 -115 -111 -103 -103 -98 -97 -94 -94 -89 -85 -79 -71 -68 -67 -68 -70 -75 -
78 -83 -88 -96 -99 -106 -113 -121 -152 -152 -242 -146 -160 -167 -179 -189 -196 -204 -210 -212 -218 -
224 -224 -229 -234 -241 -251 -252 -252 -249 -245 -243 -243 -246 -248 -249 -252 -245 -255 -254
```

(그림 1) HL7 aECG 문서의 예

2.2 XML문서 저장 방식

2.2.1 분할 저장 방식

XML 문서를 엘리먼트 단위로 나뉘어 저장하는 방식으로 문서의 실제 내용을 가지고 있는 각각의 단말 엘리먼트 안에 문서의 내용이 나뉘어 저장된다. 따라서 문서의 구조적 정보나 일부 내용들이 수정되었을 때, 관계 있는 엘리먼트만 수정하면 되므로 문서의 버전관리가 쉽고, 동일한 내용을 갖는 노드들을 공유할 수 있는 장점이 있다. 그러나 XML 문서 전체를 추출하는 경우 각 단말 노드들을 순회하며 통합하는 과정에서 많은 시간이 소요 되는 단점이 있다.

2.2.2 비분할 저장 방식

XML 문서 전체를 LOB(Large Object) 형태의 필드에 저장하는 방식이다. 문서 전체를 한꺼번에 저장하므로, 전체 문서에 대해서는 빠른 검색이 가능하며, 각 엘리먼트에 대한 정보를 유지하므로 엘리먼트 단위의 검색도 지원한다. 그러나 문서의 일부분이라도 변경되었을 경우, 변경된 부분만을 효율적으로 반영하지 못하고 문서 전체를 다시 저장해야 하는 단점이 있다.

3. HL7 aECG를 이용한 생체신호 데이터 XML 표현 및 특성

HL7 aECG는 ECG의 파형(waveform)과 주석(Annotation)을 필요로 하는 FDA에 답하여 만들어졌지만 다른 목적으로 사용될 수 있는 매우 유연하고 추가적인 사용이 가능한 표준이다[9]. 이러한 유연함으로 (그림 2)에서 처럼 HL7 aECG의 ECG Lead에 명시되지 않은 lead(Unspecified lead)를 사용해서 ECG 외에 다른 생체신호 파형 데이터인 심음, 맥박 등을 표현할 수 있다. 즉, 소형 생체신호 측정기를 사용해서 ECG, 심음이 동시에 측정되어 저장된 다채널 바이너리 파일을 HL7 aECG 문서로 표현할 수 있다. 본 논문에서는 ECG와 심음의 두 채널 파형 정보를 포함한 바이너리 파일을 HL7 aECG를 이용하여 XML로 표현한다.

Code	Display Name	Definition
MDC_ECG_LEAD_CONFIG	Unspecified lead	Unspecified lead
MDC_ECG_LEAD_I	Lead I	Lead I
MDC_ECG_LEAD_II	Lead II	Lead II
MDC_ECG_LEAD_V1	Lead V1	V1
MDC_ECG_LEAD_V2	Lead V2	V2
MDC_ECG_LEAD_V3	Lead V3	V3

(그림 2) ECG Leads 일부

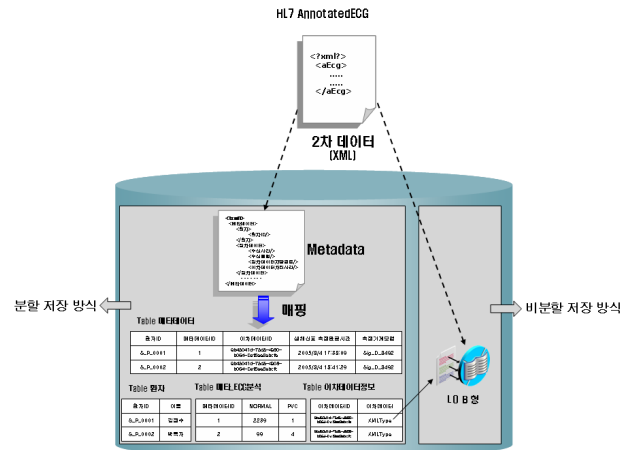
이러한 HL7 aECG 문서는 중요한 의료(임상)정보를 포함하므로 정보의 손실이 없어야 하고, 장시간 측정될 수 있는 생체신호 데이터(심전도 신호, 심음 신호)를 포함한 대용량 문서의 특성을 가지고 있으며, XML 문서의 특성으로서 사용자 환경을 고려한 다양한 형식의 서비스 제공 및 타 의료시스템 간에 정보교환 등을 지원해야 할 것이다.

4. HL7 aECG 문서 저장 방법 및 메타데이터

4.1 하이브리드 저장 방식

하이브리드 저장 방식(혼합형 저장 방식)은 (그림 3)과 같이 HL7 aECG 문서의 특성을 고려하여, HL7 aECG 문서 전체를 저장하는 비분할 저장방식을 사용하고 효율적인 검색을 위해 메타데이터를 관계형 테이블에 매핑해서 저장하는 분할 저장방식을 사용한다. HL7 aECG 문서는 3장에서 설명한 특성상 원본을 유지해야 한다. 즉 문서를 나눠서 데이터베이스에 저장하는 것이 아니라 문서 전체를 저장하는 비분할 저장 방식을 사용한다. 이런 경우 문서를 저장 및 검색 시 성능이 좋은 반면 부분검색을

위한 조건질의 시 성능저하의 문제점이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 메타데이터를 HL7 aECG 문서에서 추출하여 관계형 테이블에 저장하는 분할 저장 방식을 병행하여 사용한다.



(그림 3) 하이브리드 저장 방식

4.2 메타데이터

비분할 저장방식으로 저장된 HL7 aECG 문서를 효율적으로 검색하기 위해 필요한 메타데이터를 추출한다. 추출되는 메타데이터는 (그림 4)와 같이 환자 관련 메타데이터, 수신된 바이너리 데이터(일차데이터) 관련 메타데이터, HL7 aECG(이차데이터) 관련 메타데이터로 분류된다.

원자 메타데이터	일차데이터 메타데이터	이차데이터 메타데이터
환자ID	수신시간	이차데이터ID
	수신용량	생체신호측정시작시간
	일차데이터저장경로	생체신호측정완료시간
	이차데이터처리시간	측정기계모형명
		측정기계SW정보
		측정위치
		측정시작이시각
		이차데이터추가정보
		VFON
		FLWAV
		VFOFF
		NAPC
		WFON
		WFOFF
		PWAVE
		TWAVE
		UWAVE
		TCH
	

(그림 4) 메타데이터 구조

이렇게 구성된 메타데이터를 기반으로 4.1절의 (그림 3)에서 처럼 HL7 aECG 문서에서 추출된 XML 형식의 메타데이터를 데이터베이스에 매핑하여 저장한다.

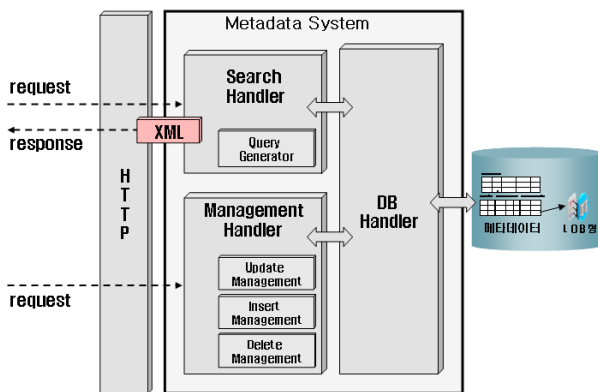
5. 시스템 설계

5.1 데이터베이스 스키마 설계

생체신호 데이터베이스 설계시 데이터 접근 패턴 분석, 검색 성능, 의료정보의 복구기능을 우선적으로 고려하며, HL7 aECG 문서를 저장하는 특정 타입인 LOB형과 검색성능의 향상을 위한 메타데이터를 각각의 테이블로 분리하여 설계하고, 테이블 길이가 긴 메타데이터 테이블을 각각의 검색 프로세스(ECG, 심음 검색)에 맞게 분할하는 수직적 분할 방법을 사용한다.

5.2 시스템 구조

본 논문의 메타데이터 시스템의 구조는 (그림 5)과 같이 Management Handler 모듈, Search Handler 모듈, DB Handler 모듈로 구성된다.



(그림 5) 시스템 구조

Management Handler 모듈은 데이터베이스에 저장된 메타데이터와 환자 정보를 관리하기 위한 모듈이다. Search Handler 모듈은 데이터베이스에 저장되어 있는 메타데이터와 환자 정보를 효율적으로 검색하기 위한 모듈이다. 특히, 복잡한 검색 조건을 효율적으로 처리하기 위해 Query Generator가 존재하여 Where절의 질의문을 생성한다. DB Handler 모듈은 데이터베이스에 접근하여 검색, 관리에 필요한 작업을 처리하는 모듈이다. 특히 검색 작업 후에 처리한 결과를 XML 형식으로 반환한다.

제시한 메타데이터 시스템 구조는 검색 후 반환되는 결과가 XML 형태이다. 따라서 다른 시스템과 연계시 메타데이터 시스템으로부터 반환된 XML 문서를 연계 시스템의 요구에 맞게 변형하여 서비스하면 되므로 손쉬운 적용이 가능하다.

6. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 HL7 aECG 표준을 사용하여 다채널의 생체신호 파형 정보를 포함한 바이너리 데이터를 표현하는 방법과 HL7 aECG 문서의 특성을 고려한 저장 방법을 제시하였고, 저장된 HL7 aECG 문서를 효율적으로 검색하기 위해 필요한 메타데이터를 추출하였으며, 추출된 메타데이터를 기반으로 한 메타데이터 시스템을 설계하였다. 제시한 방법들은 향후 생체신호 데이터의 XML 표현 및 저장 방법에 대한 연구에 도움이 될 것으로 기대한다.

향후 연구과제로, 본 논문에서 제시한 하이브리드 저장 방식을 적용할 수 있는 최적의 데이터베이스를 선정하고, 진료시 필요한 메타데이터 요소를 보완해서 설계된 메타데이터 시스템을 구현하며 구현에 따른 성능평가를 수행하는 것이다.

참고문헌

- [1] 백승제, 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, 제10권 제4호, pp.387-395, 2004.
- [3] 전명주, 이창건, 최진욱, 김인영, 김선일, “이기종 심전도 판독지 교환을 위한 CDA에 기반한 시스템 설계 및 구현”, J. Biomed. Eng. Res. Vol.25, No.5, pp.415-419, 2004.
- [4] 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.
- [5] IMed, “http://www.hnbe.com/healthweb/imedpub/”.
- [6] HL7 aECG, “http://www.hl7.org/V3AnnECG/”.
- [7] 홍동완, 윤지희, 남궁숙, “XML 문서를 이용한 병원 정보 교환시스템”, 대한의료정보학회지, 제7권 제2호, pp.279-293, 2001.
- [8] 김훈, 한상웅, 홍의경, “XML 문서 저장 시스템”, 데이터베이스 연구회지, 제16권 제2호, pp.29-34, 2000.
- [9] Barry D. Brown, Fabio Badilini, “HL7 aECG Implementation Guide Final”, 2005.