

# 전자건강기록시스템을 위한 HL7 메시지 서버 프로토타입

## 설계 및 구현

유수영<sup>o</sup> 김보영 최진욱

서울대학교 의과대학 의공학과

yoo000@korea.com, bykim75kr@hotmail.com jinchoi@snu.ac.kr

### Design and Implementation of a Prototype HL7 Message Server for LEX : Lifelong Electronic Health Record Based on XML

Sooyoung Yoo<sup>o</sup> Boyoung Kim Jinwook Choi  
College of Medicine, Seoul National University

#### 요 약

본 논문에서는 향후 의료분야에서 활용하게 되는 표준화 기반기술을 개발함을 주된 목표로 HL7 메시지 서버 구축에 필요한 소프트웨어 프레임워크의 디자인 및 구현에 대해서 기술하였다. HL7 표준은 의료 환경에서의 전자적 데이터 교환을 위한 이벤트 중심의 어플리케이션 프로토콜로서, 메시지 단위로 정보의 전송이 이루어진다. 이와 같은 의료정보 교환의 기본 단위인 HL7 메시지를 만들기 위해서 연구진들은 중간 계층의 인터페이싱 방식의 유효성을 고려하여 인터페이스 엔진에 해당하는 HL7 메시지 서버를 구축하였다. HL7 메시지 서버는 병원정보시스템에 연결되어 약속된 이벤트가 발생할 때마다 해당하는 HL7 메시지를 자동적으로 생성하는 서버 시스템으로서, 현재 운영되고 있는 국내병원정보시스템에 HL7 표준을 쉽게 적용시킬 수 있는 최적의 솔루션을 제공해 줄 것이다.

#### 1. 서 론

의료계는 다양하고 복잡한 형태의 정보교환이 이루어지고 있는 가장 대표적인 정보산업분야라고 할 수 있다. 그러나 그 동안 의료계는 정보분야의 우선투자가 이루어지지 않았을 뿐만 아니라 병원정보시스템(Hospital Information System)이 개별적으로 개발되어 향후 계열 병원간 정보교환 또는 의료전달체계의 효율화를 위한 정보시스템의 통합화 등이 쉽게 이루어지지 않는 환경으로 구성되어 있다[1]. 이러한 의료 환경에서 병원정보시스템에 PACS(Picture Archiving and Communication System) 등과 같은 새로운 정보시스템을 연결하고, 병원간의 정보공유가 원활히 이루어지도록 하기 위해서는 HL7을 적용하는 표준데이터교환 환경이 구축되어야만 한다.

HL7(Health Level 7)은 의료 환경에서 전자적 데이터 교환을 위한 표준으로서, 이기종 시스템간 임상 또는 행정상의 데이터를 송수신할 수 있는 표준규약이다[2]. 이런 HL7은 느슨하게 연결된 이벤트 중심의 (loosely coupled event-driven) 프로토콜로서 메시지 단위로 정보의 전송이 이루어진다. 예를 들어, 환자 등록이나 방사선 촬영의 지시와 같은 행위를 하나의 사건(event)으로 보고, 사건 발생(trigger event)의 결과로서 이벤트에 해당하는 메시지가 전송되어지는 것이다. [그림 1]

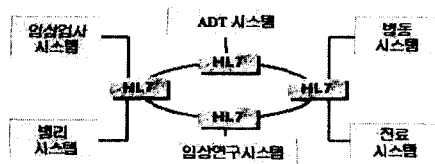


그림 1. HL7을 이용한 단일화된 통신 구조

그러나 대부분의 한국 병원정보시스템은 클라이언트-서버 기반의 병원정보시스템으로서 병원마다 각기 다른 유일한 인터페이스와 데이터 구조를 가지고 있기 때문에 각 의료기관에서 HL7을 적용하기에는 많은 인력과 시간을 필요로 한다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 분석하여 현 병원정보시스템에 최소한의 변화를 주면서 특정 클라이언트 어플리케이션에도 독립적인 HL7 적용 솔루션에 대한 연구를 진행하여 인터페이스 엔진에 해당하는 HL7 메시지 서버를 설계 및 구현하였으며 가상 환자 데이터를 이용하여 그 성능을 평가하였다.

#### 2. 연구 내용

##### 2.1 전체시스템 아키텍처

본 연구는 의무기록정보 및 건강정보의 정보교환 및 공유가 쉽게 이루어질 수 있는 의료환경을 구축하기 위해서 현재 개발 중인 파일럿 프로젝트 XML 기반의 전자건강기록 프로젝트(Lifelong EHR based on XML, LEX)의 일환으로서 진행되었다. 이 프로젝트의 최종 목표는 이질적인 여러 병원정보시스템이 분산 네트워크 환경에서 서로 공유할 수 있는 환자 중심의 임상자료 통합 데이터베이스(Central Clinical Database, CCDB)를 중앙에 구축하여 환자진료정보를 통합, 관리하는 것이다.

그림 2는 LEX의 전체 아키텍처를 보여주고 있으며, 기존의 병원정보시스템에 연결되어 동작하는 HL7 메시지 서버와 Patient Record Entry Machine(PREM), CCDB를 그 기본 구성 요소로 하고 있다.

HL7 메시지 서버는 OCS(Order Communication System)의 트랜잭션에 의해서 발생한 이벤트에 해당하는 HL7 메시지를 생성하여 PREM이나 그 밖의 다른 어플리케이션으로 전송하는 시스템이다. PREM은 HL7 메시지를 ASCII 포맷의 XML(eXtensible Markup Language) 문서로 변환하는 중간 매

개체와 같은 역할을 하며[3], 최종적으로 환자의 의료 정보를 XML 형태로 CCDB로 전송하는 시스템이다. 본 연구에서 XML[4]을 선택한 주 이유는 데이터 교환 및 통합을 쉽게 할 수 있도록 해 주며, 특히 HL7 데이터 모델을 명기하기 위한 언어 중의 하나로 HL7 버전 3.0에서도 연구되고 있기 때문이다[5]. CCDB는 환자중심의 임상자료 통합 데이터베이스로서, 웹을 통한 의료 정보의 공유 및 접근이 가능하도록 설계되었다.

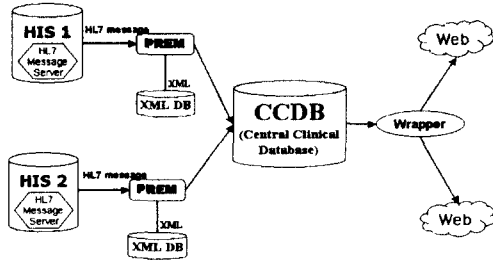


그림 2. LEX의 전체 아키텍처

위와 같은 LEX의 전체 아키텍처를 기반으로 하여, 본 논문에서는 현 병원정보시스템에서 유지되고 있는 HIS의 특정 어플리케이션 도메인에 제한되지 않으면서 상호작용 할 수 있는 HL7 메시지 서버 프로토타입의 설계 및 구현 방법에 대해서 자세히 설명하였다.

2.2 HL7 메시지 서버 시스템의 아키텍처 설계

HIS에서 연동되는 HL7 메시지 서버를 구축하기 위해서 현재 운영중인 서울대병원의 HIS를 분석하였다. 그 결과 HL7 이벤트를 발생시키는 HIS 어플리케이션이 그 플랫폼과 유저 인터페이스에 따라 다양하게 존재하는데 반해, HL7 이벤트와 연계된 HIS 데이터베이스는 고정된 스키마를 가지고 있어 데이터베이스 스키마 분석을 통한 새로운 시스템의 개발이 용이하였다. 이로써 우리는 HIS 데이터베이스 테이블에 발생하는 트랜잭션을 감시하는 방식으로 HL7 트리거 이벤트를 식별하고 그 이벤트에 해당하는 메시지를 생성하도록 하는 HL7 메시지 서버 시스템의 아키텍처를 설계하였다.

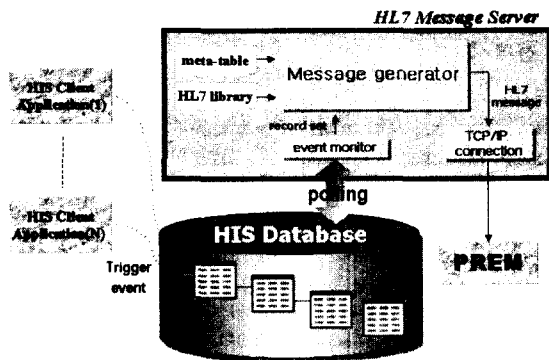


그림 3. HL7 메시지 서버 아키텍처

위의 그림 3이 HIS 데이터베이스로부터 HL7 트리거 이벤트를 감지하여 해당 HL7 메시지를 생성하고 PREM으로 전송하기까지의 작업 흐름을 고려하여 설계된 HL7 메시지 서버의 아키텍처를 보여주고 있다.

이질적인 데이터베이스를 가진 시스템으로의 확장성과 사용성을 보장하기 위해서 아키텍처 내부에 meta-table을 설계하여 정의하였다. meta-table은 HIS 데이터베이스로부터 가져온 각 데이터 항목에 대한 HL7 메시지 매핑 함수(mapping function) 정보를 유지하고 있는 테이블로서 데이터베이스의 스키마 구조 변경에 유연한 시스템이 되도록 한다.

HL7 메시지 서버의 핵심 구성요소를 이루고 있는 모듈은 크게 세 가지로 event monitor, message generator, TCP/IP connection이며, 각 모듈별 기능은 다음과 같다.

■ 이벤트 감시 모듈(event monitor module):

Timer를 이용하여 일정시간간격(10초)으로 HIS 데이터베이스의 특정 테이블에 생기는 트랜잭션을 감시하여 HL7 트리거 이벤트의 발생을 감지하고, 이벤트 감지시 해당 HL7 메시지를 구성하는데 있어서 필요로 되는 모든 데이터 항목들을 meta-table의 매핑 함수 검색키 정보와 함께 레코드 셋 형태로 HL7 메시지 서버 상의 메모리에 적재하고 메시지 생성 모듈을 호출하는 기능을 하는 모듈이다.

■ 메시지 생성 모듈(message generator module):

메모리상의 레코드 셋을 바탕으로 생성할 메시지의 타입과 구조를 결정한 후, 메시지의 각 컴포넌트에 해당하는 데이터 항목들에 대해서 meta-table 검색키 정보를 이용하여 적절한 매핑 함수를 찾아 호출하는 것을 반복적으로 수행하는 방식으로 완전한 HL7 메시지를 생성하는 모듈이다. 각 매핑 함수는 하나의 데이터 항목을 파라미터로 받아들이고 HL7 encoding 법칙에 따라 적합한 메시지 컴포넌트에 매핑시키는 루틴으로 정의되어 있다. 우리는 mapping class라는 것을 정의하여 메시지 타입(message type)을 속성(attribute)으로 하고, 이런 매핑 함수들을 메소드(method)로 구성하였다. 그리고 개발 시간의 단축과 구현의 간편성을 위해서 HL7 툴킷 중의 하나인 심포니아(Symphonia™)에서 제공하는 HL7 라이브러리를 참조하여 이 mapping class를 구현하였다.

■ TCP/IP 연결 모듈(TCP/IP connection module):

TCP/IP 환경에서 메시지 교환을 위한 네트워크 환경을 제공하는 기능을 담당하는 모듈이다.

위와 같은 HL7 메시지 서버의 아키텍처는 HIS 데이터베이스로부터 데이터를 가지고 오는 방법에 따라 그림 4에서 보여주는 바와 같이 buffered collecting과 direct collecting의 두 가지 방법으로 구현이 가능하며, HIS와 HL7 메시지 서버에서 발생 가능한 오버헤드의 tradeoff가 고려되어 적합한 방법이 선택된다.

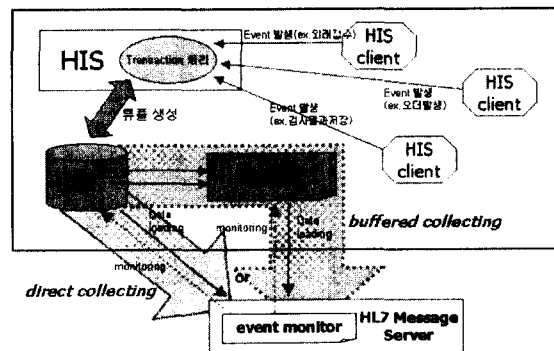


그림 4. HL7 메시지 서버에서 HIS 데이터베이스의 데이터를 수집하는 두 가지 방법

■ **중간 저장소를 통한 데이터 수집(buffered collecting):**

HL7 메시지를 만들때 필요한 모든 HIS 데이터를 통합하여 저장/관리할 수 있는 중간 저장소(buffer)를 설계하고, HL7 메시지 서버의 event monitor로 하여금 이 중간 저장소에 발생하는 트랜잭션을 감시하도록 함으로써 HL7 이벤트를 감지하도록 하는 방법이다. 이 때 HIS 데이터를 중간 저장소로 복사/저장하기 위해서 우리는 HIS 클라이언트 어플리케이션에서 발생한 특정 이벤트와 연계된 HIS 데이터베이스 테이블에 내부적으로 트리거를 정의하였으며, 이 트리거를 통해서 HL7 이벤트 타입과 HIS 데이터가 중간 저장소로 복사/저장 되도록 하였다.

이 방법은 원무시스템과 같이 원무 관련 이벤트에 대해서 발생하는 데이터베이스 트랜잭션이 오직 하나의 테이블에 하나의 튜플로만 발생하는 경우에 유용한 방법으로, HIS 데이터베이스를 직접 접근함으로써 발생 가능한 위험 요소를 제거하고 현 HIS의 원활한 운영을 보장할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 데이터 수집에 있어서 이중 작업이 발생하며, 메모리의 낭비가 있을 수 있는 단점도 있다.

■ **HIS DB 테이블로의 직접 접근 및 조인 연산을 통한 데이터 수집(direct collecting):**

HIS 데이터베이스 테이블에 대해서 직접적인 조인연산을 수행함으로써 HIS 데이터를 가지고 오는 방법으로, HIS 클라이언트 어플리케이션에서 발생한 이벤트에 대한 트랜잭션이 HIS 데이터베이스의 여러 테이블에 걸쳐서 하나 이상의 튜플을 생성하는 경우에 유용하다. 예를 들어, 검사시스템과 같이 검사결과 저장시 해당 검사결과 테이블 내에 여러 튜플이 생성되는 경우라 하겠다. 이 방법에서 HL7 메시지 서버의 event monitor는 트랜잭션이 발생하는 여러 테이블 중에서 HL7 이벤트 식별 정보를 가지고 있는 특정 테이블을 감시함으로써 적절한 HL7 이벤트를 식별하고 조인 연산을 통해서 해당 메시지를 만들때 필요한 모든 HIS 데이터를 수집하게 된다. 이와 같은 방법은 이중 작업 없이 데이터를 가져오기 때문에 저장 공간의 낭비가 없다는 장점은 있으나, 복잡한 조인 연산으로 인해 HIS에 오버헤드가 발생할 수 있다는 점을 고려해야 한다.

**2.3 HL7 메시지 서버 시스템의 구현**

**2.3.1 개발 도구**

- HIS DB Server: Oracle 8i DBMS
- 프로그래밍 언어: MS Visual Basic 6.0

**2.3.2 구현 방법**

우리는 앞에서 설명한 시스템 아키텍처를 기반으로 원무시스템에 대해서는 buffered collecting 방법으로 HL7 메시지 서버를 구현하여 외래 환자의 등록/접수 이벤트에 해당하는 HL7 메시지(ADT message type, A04 event type)를 생성하였으며, 임상병리시스템과 이송검사시스템에 대해서는 direct collecting 방법을 사용하여 환자의 검사결과를 보고하는 HL7 메시지(ORU message type, R01 event type)를 생성하였다.

간략하게 원무 시스템에 대한 HL7 메시지 서버의 각 모듈별 구현 방법을 살펴보면 다음과 같다.

■ **buffer:**

중간 저장소 역할을 하기 위한 테이블로 UIT(Unified Integrated Table)를 설계하여 HIS 데이터베이스에 정의하였다. UIT는 ENCOUNTERID, EVENTTYPE, DATA의 세 필드로 구성되어 있는데, ENCOUNTERID는 DB의 고유 트랜잭션 ID가 저장되는 필드이며, EVENTTYPE은 트리거에 의해서 식별된 HL7 이벤트 타입 정보를 나타낸다. 실제 메시지 생성을 위한 HIS의 데이터는 meta-table의 매핑 함수 검색키 정보를 포함한 형태로 DATA 필드에 저장된다.

■ **meta-table:**

VALUETYPE과 MAPPINGFX의 두 필드로 구성되어 있으며, 데이터 항목에 대한 매핑 함수 검색키 정보(VALUETYPE 필드)에 대응되는 mapping class의 적절한 매핑 함수(MAPPINGFX 필드)를 지정하고 있다. 우리는 meta-table을 액세스 데이터베이스 파일(".mdb")로 구현하고 비주얼 베이직의 collection 개체로 변환하여 이용함으로써 매핑 함수를 빠르게 검색할 수 있도록 하였다.

■ **TCP/IP 연결 모듈:**

비주얼 베이직의 winsock 컨트롤을 이용하여 소켓을 구현하였으며 영문 메시지 뿐만 아니라 한글이 포함된 메시지의 송수신을 완벽히 지원하였다.

**3. 결 과**

본 연구에서는 전체 시스템 아키텍처와 같은 testbed를 서울 대학원의 HIS를 기반으로 구축하여, 외래 환자의 등록 건수를 100건으로 한 메시지 생성 시간에 대한 HL7 메시지 서버의 성능을 평가하여 보았다. 테스트 결과, 원무시스템의 경우 UIT 레코드의 로딩 및 삭제에 필요한 DB 접근 시간을 포함한 100건의 메시지 생성 시간이 약 1초로 좋은 성능을 보여 주었다.

**4. 고 관**

본 논문에서 우리는 매우 적은 최소한의 변화만을 통해서 기존의 HL7 기반이 아닌 병원정보시스템에서 HL7을 쉽게 적용할 수 있는 시스템을 제안하면서 중간 계층의 인터페이스 방식의 유효성을 고려하였다. 즉, 우리는 이 시스템을 병원정보시스템에 적용했을때, 전체 병원정보시스템의 트랜잭션 성능에 영향을 미치지 않도록 하는 것을 설계 개념으로 하고 중간 계층의 인터페이스 엔진으로 HL7 메시지 서버를 구축하였다.

전체 시스템의 관점에서 볼 때, 앞으로의 연구 진행 과정은 현재 가장 많이 상용되고 있는 버전인 HL7 버전 2.3.1에 기반해서 개발한 이 시스템을 HL7 버전 2.4 및 3.0으로 버전 업 되었을 경우에 발생할 수 있는 문제점을 분석하여 버전의 호환성을 유지할 수 있는 시스템으로 확장하고 철저한 시스템 성능 테스트를 수행하는 것이라 하겠다.

더불어 신뢰성과 보안에 대한 몇 가지 해결해야 할 점들이 남아 있으며, 이 문제를 해결하기 위해서 우리는 의료정보 교환을 위한 전자서명 및 인증기술의 권고안 개발에 대한 연구를 추가적으로 진행해야 할 것이다.

결론적으로 의료정보의 공유가 원활하게 이루어지는 미래에는 각 개인이 하나의 가상 건강 기록(개인이 평생동안 받았던 모든 의료 서비스에 대한 분산되어 존재하지만 통합된 요약 일지)를 지니도록 환자들의 모든 진료기록들이 인터넷 상에서 전자적으로 상호 연결될 것이다[6].

**참고문헌**

1. Mandl KD, Kohane IS. Healthconnect: Clinical grade patient-physician communication. In Proceedings, AMIA Annual Symposium 1999;849-853
2. Krueger G. A structured approach to HL7 application development. 1996
3. Harold ER. XML Bible. IDG Books. 1999
4. World Wide Web Consortium(W3C), Extensible Markup Language(XML) 1.0, 1998.  
http://www.w3.org/TR/1998/REC-xml-19980210
5. HL7 XML Special Interest Group.
6. Shortliffe EH, Perreault LE. Medical Informatics. 2nd ed. Springer, 2001