한국지능시스템학회 논문지 2011, Vol. 21, No. 4, pp. 456-462
http://dx.doi.org/10.5391/JKIIS.2011.21.4.456

의료정보 표준에 기반한 EHR 플랫폼의 설계 및 개발

Design and Development of an EHR Platform Based on Medical Informatics Standards

김화선* · 조훈** · 이인근***+
Hwa Sun Kim*, Hune Cho** and In Keun Lee***+

* 대구한의대학교 IT의료산업학과
** 경북대학교 의료정보학과

요 약

최근 미국의 경기부양 법안이 통과됨에 따라 전 세계적으로 의료 산업분야에서의 EHR 시스템에 대한 관심이 증대되고 있다. 이 법안은 다양한 의료표준을 통해 상호 운용성을 보장하는 EHR 시스템을 도입하는 의원이나 병원에 인센티브를 제공하는 프로그램을 제시하고 있다. 이러한 인센티브 프로그램으로 인해 많은 EHR 시스템이 개발되었고, 또한 많은 의원이나 병원이 CCHIT에서 인증한 EHR 시스템을 도입하고 있다. 미국 의료 산업의 변화에 발맞추어 국내의 일부 기업에서도 국내병원에 EMR 시스템을 구축한 경험을 바탕으로 미국 의료 시장에 진출하려고 노력하고 있다. 그러나 미국과 한국의 의료 환경이 상이하여 개발한 시스템의 개선이 불가피하다. 따라서 본 논문에서는 의료표준화 기술에 기반하여 서로 다른 의료정보 시스템 간의 상호 운용성을 보장하는 통합형 EHR 플랫폼을 설계하고 개발한다. 개발한 플랫폼에서는 전송 표준 및 방법, 용어 표준 및 활용, 의사 결정을 위한 지식 관리 등의 다양한 기반 기술을 통합하여 완성된 하나의 시스템을 구현하였고, 의료정보의 표준화를 위한 표준용어체계와 의료정보의 교환을 위한 HL7 인터페이스 엔진을 탑재하여 의료 데이터의 전자적 처리가 가능하도록 하였다. 개발한 플랫폼에 기반하여 미국 개원의의 외래 진료를 지원하기 위한 EHR 시스템인 *SeniCare*를 개발하고, CMS에서 제시한 “의미 있는 사용”의 조건의 부합 여부를 확인함으로써 개발한 플랫폼의 효용성을 검증한다.

키워드 : 평생건강전자기록 시스템, 의료정보 표준, 의미 있는 사용, 상호 운용성

Abstract

As the ARRA enacted recently in the United States, the interest in EHR systems have been increased in the field of medical industry. The passage of the ARRA presents a program that provides incentives to office-based physicians and hospitals adapting the EHR systems to guarantee interoperability with various medical standards. Thanks to the incentive program, a great number of EHR systems have been developed and lots of office-based physicians and hospitals have adapted the EHR systems certified by CCHIT. Keeping pace with the rapid changes in the market of healthcare, some enterprises try to push in to the United States healthcare market based on the experience acquired by developing EHR systems for hospitals in Korea. However, the developed system must be customized because of the different medical environment between Korea and the United States. In this paper, therefore, we design and develop an integrated EHR platform to guarantee the interoperability between different medical information systems based on medical standard technologies. In the developed platform, an integrated system has been composed by integrating various basic techniques such as data transmission standards and its methods, medical standard terminologies and its usage, and knowledge management for medical decision-making support. Moreover, medical data can be processed electronically by adapting an HL7 interface engine and the terminologies for exchanging medical information and the standardization of medical information. We develop *SeniCare*, an EHR system for supporting ambulatory care of the office-based physicians, based on the platform, and we verify the usability of the platform by confirming whether *SeniCare* satisfies the criteria of “meaningful use” issued by CMS or not.

Key Words : electronic health record system, medical information standard, meaningful use, interoperability

1. 서 론

지난 수십 년 동안 의료정보 분야에서는 종이에 기록되던 의료 및 건강 정보를 전산화하여 관리하기 위한 노력의 결과로 다양한 건강 정보 기술(health information technology: HIT)들이 개발되었다[1]. 또한 전 세계적으로 많은 병원들

접수일자 : 2011년 5월 19일
완료일자 : 2011년 7월 20일
+corresponding author
본 연구는 지식경제부 및 한국산업기술평가관리원의 지식서비스 산업원천기술개발사업의 일환으로 수행하였음. [KI10033545, KI10033576]

이 HIT를 기반으로 개발된 평생전자건강기록(electronic health record: EHR) 시스템을 도입하고 있고, 이 시스템을 통해 환자의 건강 정보 관리, 의료인의 환자에 대한 진료 지원 등을 통해 병원에서의 업무 효율성을 증대시킴으로써 병원의 운영 예산을 절감하고 환자에게 좀 더 양질의 의료 서비스를 제공할 수 있기를 기대하고 있다[2, 3].

최근 미국에서는 경기 부양 법안(American Recovery and Reinvestment Act of 2009: ARRA)이 의회를 통과하면서 의료 산업 분야에서는 EHR 시스템에 많은 관심을 보이고 있다. 특히 ARRA에서의 건강정보기술(Health Information Technology for Economic and Clinical Health: HITECH) 법안에서는 미국 의료기관의 열악한 정보화의 개선을 위해 의료정보산업의 투자계획을 명시하고 있다. 즉, 2011년부터 2016년까지 미국 내 병원(eligible hospital) 및 의원(eligible professional: EP)이 정부에서 인증한 EHR 시스템을 도입하여 운영하면 일정 금액의 인센티브를 지급하고, 반면에 EHR 시스템의 도입을 지연하는 경우에는 2016년부터 청구금액을 삭감하는 제재안을 법안에서 명시하고 있다[4]. 이 법안의 구체적인 시행을 위해 미국의 의료보험 프로그램인 Medicare와 Medicaid를 관리하는 CMS(Centers for Medicare and Medicaid Services)라는 조직에서는 EHR의 "의미 있는 사용(meaningful use)"을 위해 EHR 시스템이 구현해야 하는 조건을 구체적으로 명시하고 있고[5], 미국의 국가건강정보기술조정국(Office of the National Coordinator for Health Information Technology: ONC)에서는 EHR 시스템에서의 meaningful use의 실현을 위한 EHR 기술에 대한 인증 기준을 정하고 있다[6]. 이러한 미국의 국가적 지원 정책으로 인해 의료 산업 분야의 관심은 EHR 시스템으로 옮겨가고 있고[7], 실제 많은 의료 산업 분야의 업체들이 EHR 시스템을 개발하고 있다[8]. 현재 건강정보기술 인증위원회(Certification Commission for Health Information Technology: CCHIT)를 통해 인증 받은 제품은 수 백 여개에 이르며, 그 수는 지속적으로 증가하고 있다[9].

국내에서도 의료정보의 전산화를 위해 전자의무기록(electronic medical record: EMR) 및 EHR 시스템을 도입하는 병원과 그와 관련한 연구가 증가하고 있고[10-12], 또한 일부 국내 기업에서는 병원의 EMR 시스템 개발 과정에서 얻은 기술력을 기반으로 미국 시장에 진출하려는 노력을 보이고 있다[3]. 그러나 EHR 시스템은 단순한 정보 기술만으로 구현할 수 있는 것이 아니라, 미국의 의료 프로세스에 맞추어 시스템을 설계하여야 한다. 또한, 의료정보 시스템 사이의 상호 운용성을 보장하기 위한 HL7[13], DICOM[14] 등의 의료정보 교환을 위한 표준규약과 SNOMED-CT[15], ICD[16], CPT[17], LOINC[18] 등의 의학 표준용어체계(standard terminology)와 같은 의료 표준화 기술들이 기반이 되어야 한다. 이러한 기술들에 관한 개별적인 연구는 많이 수행되었으나, 완성된 EHR 시스템을 구현하기 위해서는 표준화 기술들을 편리하게 사용할 수 있는 통합형 환경이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 의료 표준화 기술에 기반하여 이기종 시스템 간의 상호 운용성을 보장하는 통합형 EHR 플랫폼을 설계하고 개발한다. 또한 개발한 플랫폼을 기반으로 *SeniCare*[1][19]로 명명된 미국 수출용 EHR 시스템을 개발하여 meaningful use의 실현 여부를 검증함으로써 개발한 플랫폼의 효용성을 확인한다.

2. EHR 플랫폼의 설계 및 개발

2.1 플랫폼 설계

EHR 플랫폼은 그림 1과 같이 시스템의 구성 요소들의 역할에 따라 크게 4개의 계층, 즉, (1)데이터 저장 계층, (2)데이터 연결 계층, (3)응용 프로그램 계층, 그리고 (4)사용자 인터페이스 계층으로 구분하여 설계한다. 각 계층의 구성 요소들은 개별적 모듈로 구성하고, 각 모듈간의 상호 연동을 통해 특정 목표를 수행할 수 있도록 한다. 설계한 플랫폼에서 각 계층의 역할 및 특징은 다음과 같다.

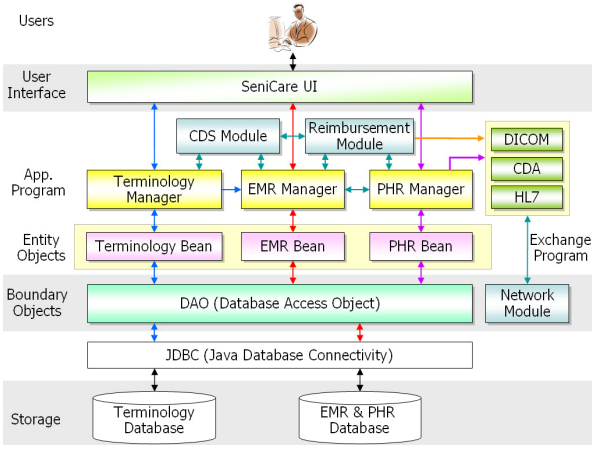


그림 1. EHR 플랫폼 구조
Fig. 1. Architecture of EHR platform

(1) 데이터 저장 계층

데이터베이스의 운영을 통해 의학 표준용어체계와 환자 진료 정보 등의 EMR이나 개인 건강 기록(personal health records: PHR)[20]를 저장하여 관리한다. 표준용어체계 데이터베이스에서는 EMR/PHR 정보를 생성하는 과정에서 참조할 표준용어체계와 용어체계 간의 연결 정보인 매핑 데이터[21]를 저장한다.

(2) 데이터 연결 계층

EHR 플랫폼은 Java 기반으로 개발되었고, 또한 데이터베이스와의 연결을 위해 JDBC(Java Database Connectivity)를 이용한다. 응용 프로그램 계층의 기능별 모듈이 데이터베이스의 종류에 관계없이 데이터베이스에 저장된 파일의 원활한 관리 및 운용을 위해 DAO(database access object)를 개발한다. DAO에는 데이터베이스의 검색, 삭제, 저장 등의 질의(SQL)를 포함한다. 또한 네트워크 모듈은 네트워크로 연결된 외부 시스템으로의 전송을 위해 생성된 HL7 메시지나 DICOM 메시지와 같은 의료정보를 TCP/IP로 전송하는 역할을 담당한다.

(3) 응용 프로그램 계층

시스템 내부에서의 연산이나 사용자의 요구에 대한 중재

1) *SeniCare*는 미국에서 의원(office-based physician)의 외래 진료(ambulatory care)를 지원하기 위한 특화된 EHR 시스템으로써, Medicare 프로그램 대상의 노인 진료를 위한 EHR 시스템이라는 의미에서 *SeniCare*(senior care)라고 명명하였다. (http://medinfo.knu.ac.kr/senicare)

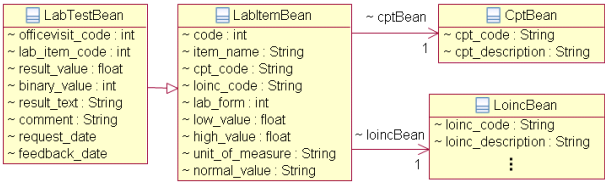
를 담당하는 프로그램들이 위치한 계층으로써 EHR 시스템을 구현하고 운영하기 위해 필요한 다양한 기능들이 모듈 단위로 존재한다. 그리고 다양한 모듈들이 유기적으로 연결됨으로써 데이터의 생성 및 관리, 의사 결정 지원, 진료 수가의 계산, 청구 문서 작성, 의료정보 전송 메시지 생성 등과 같은 기능을 구현한다. 특히, EMR/PHR manager를 이용하여 의료인이 작성한 EMR/PHR 관련 정보를 생성, 정련, 관리, 검색하는 일련의 관리 작업이 가능하다. 그리고 의료인이 작성한 환자의 의료정보를 기반으로 Reimbursement module을 통해 청구 문서를 생성한다. DICOM, HL7, CDA(clinical document architecture)[22] 변환 모듈은 의료정보를 외부 시스템으로 전송할 수 있도록 하기 위해 표준 프로토콜로 변환하는 역할을 담당한다.

(4) 사용자 인터페이스 계층

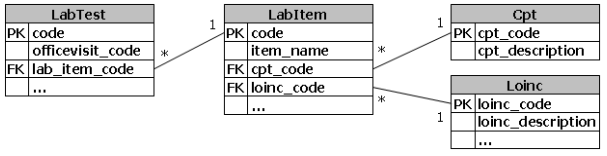
시스템 내부적으로는 다양한 모듈들이 복잡하게 연관되어 사용된다 하더라도, 사용자가 시스템을 이용하기 위해서는 사용자 친화적인 사용자 인터페이스(user interface: UI)가 필요하다. 따라서 응용 프로그램 계층의 다양한 모듈들을 편리하게 사용할 수 있도록 Java swing을 이용하여 UI를 생성할 수 있는 기본 UI 모듈을 제공한다.

2.2 기본 데이터 구조

본 플랫폼에서는 객체 지향적 관점(object-oriented perspective)으로 데이터 구조를 설계하였다. 즉, 객체를 정의함에 있어, 객체의 속성으로는 기본적으로 int, boolean, double, float, character, String[2] 등과 같은 기본 데이터 형태(primitive data-type)를 이용할 수도 있으나, 다른 객체를 포함하거나 특정 객체를 상속받아 새로운 객체를 정의할 수 있다. 그리고 설계한 데이터 구조[3]에 기반하여 생성된 실제 데이터들을 관계형 데이터베이스에 저장하기 위해서, 데이터베이스의 테이블에서의 필드 형태(field type)를 객체의 속성과 거의 동일하게 설계하였다.



(a) 임상병리검사 관련 데이터 모델



(b) 임상병리검사 관련 데이터베이스 모델

그림 2. 임상병리검사 관련 E-R 모델

Fig. 2. E-R model related to laboratory test

예를 들어, 그림 2는 임상병리검사(laboratory test)와 관련된 데이터의 E-R 모델(entity-relationship model)을 나타낸다. 그림 2(a)는 객체로 표현된 데이터 모델을 보이며 그림 2(b)는 그림 2(a) 구조의 데이터를 데이터베이스로 저장하기 위해 설계한 데이터베이스 모델을 나타낸다. 그림 2(a)에서 의료인이 의뢰한 환자의 검사는 LabTestBean의 객체로 표현되는데, 이 객체는 사전에 미리 정의해 둔 검사 항목을 중 하나의 객체를 생성하기 위한 LabItemBean의 속성을 상속받아서 표현하도록 하였다. 또한, 검사와 관련된 정보를 표준화를 위해 각 검사항목마다 CPT 코드나 LOINC 코드를 지정하도록 하며, 그 코드를 기반으로 실제 CptBean 객체와 LoincBean 객체를 LabItemBean 객체에 포함시킴으로써 응용 프로그램에서 정보를 효율적으로 활용할 수 있도록 한다.

2.3 DAO 구조

EHR의 다양한 정보를 데이터베이스에 저장하기 위해서는 테이블의 종류와 개수가 많아질 수밖에 없다. 또한 EHR 시스템이 운영되는 환경에 따라 다양한 종류의 데이터베이스를 사용하여야 한다. 그림 1에서 보인바와 같이 데이터베이스의 종류에 상관없이 플랫폼을 운영하기 위해서 데이터베이스에 맞는 JDBC를 이용하면 데이터베이스와의 연동에는 문제가 없다. 그러나 데이터베이스 테이블의 수정(테이블 이름이나 필드의 수정이 불가피한 경우)이 필요한 경우, 그와 관련된 Java 클래스도 함께 수정해야 한다. 그러나 테이블의 수정 사항에 대하여 응용 프로그램 계층의 모듈까지 수정하는 것은 매우 플랫폼의 관리 측면에서 매우 비효율적이다. 따라서 데이터베이스의 테이블의 필드와 관련된 데이터베이스 질의가 포함된 DAO 모듈, 그리고 응용 프로그램 계층의 모듈들이 데이터를 관리하기 위해 사용해야 하는 COM 모듈을 분리하여 구성한다. 즉, 데이터베이스의 접속은 Dao 관련 클래스 객체를 이용하고, 실제 데이터의 저장과 검색 등과 같은 데이터의 관리 작업은 Com 관련 클래스 객체에서 수행한다.

그림 3[4]은 데이터베이스 접속에 관련한 데이터의 구성 모델을 보인다. 예를 들어, LabItemBean 객체로 표현된 검사 항목 데이터를 그림 2(b)의 LatItem 테이블에 저장하기 위해 응용 프로그램 계층의 모듈들은 LabItemCom 객체를 이용한다. LabItemCom 클래스에서는 LabItemDao 클래스에 정의된 기본적인 데이터베이스 접속 관련한 메소드(method)들을 조합함으로써 응용 프로그램 계층의 모듈에서 필요로 하는 작업을 수행하기 위한 메소드[5]를 정의하여 사용한다. 그 외에도 다양한 기능을 담당하는 메소드는 AbstractCom의 자식 클래스에서 추가로 정의하여 사용한다.

2.4 사용자 정의 데이터 구조

본 플랫폼에서 설계한 데이터 모델은 사용자의 모든 요구를 충족하지는 못한다. 따라서 경우에 따라 사용자가 필요한 항목을 추가할 필요가 있는데, 그때마다 데이터 모델을 변형할 수는 없다. 그러므로 일부 데이터에 대해서는 사용자가 데이터 구조를 직접 설계하여 사용할 수 있도록 한다. 예를 들어, 그림 4에서 보는바와 같이 환자 차트(ChartBean 객체)에서 특정 항목(문장 형태로 표현되는 의사의 소견이나 기록)의 데이터는 ChartContentBean 클래스의 객체를 이용하여 나타낸다. 그리고 한 차트에서 여러 항목을 표현해야 할 수 있으므로, 항목의 종류를 구분할 수

2) Java에서 String은 클래스로 정의되나, 문자열의 관점에서 기본 데이터 형태로 간주하기로 한다.

3) http://medinfo.knu.ac.kr/senicare/data/CD_DataStructure.pdf

4) http://medinfo.knu.ac.kr/senicare/data/CD_DAO.pdf

5) LabItemCom에는 검사항목의 검색을 위한 “getSearchResult (LabItemBean): LabItemBean[*]” 메소드가 정의되어 있다.

있는 인식자 부여한다. 즉, ChartContentBean 클래스의 속성인 chart_code를 통해 특정 ChartContentBean의 객체가 어떤 차트에 속하는지 구분하며, 또한 "ITEM_"으로 시작하는 속성명이 가리키는 인식자를 통해 객체가 위치할 항목을 구분할 수 있다. 또한 CategoryBean 객체를 정의하고, 객체에 할당 된 인식자를 ChartContentBean 클래스의 item_code에 지정하는 방법으로 사용자가 인식자를 추가하여 사용할 수 있다.

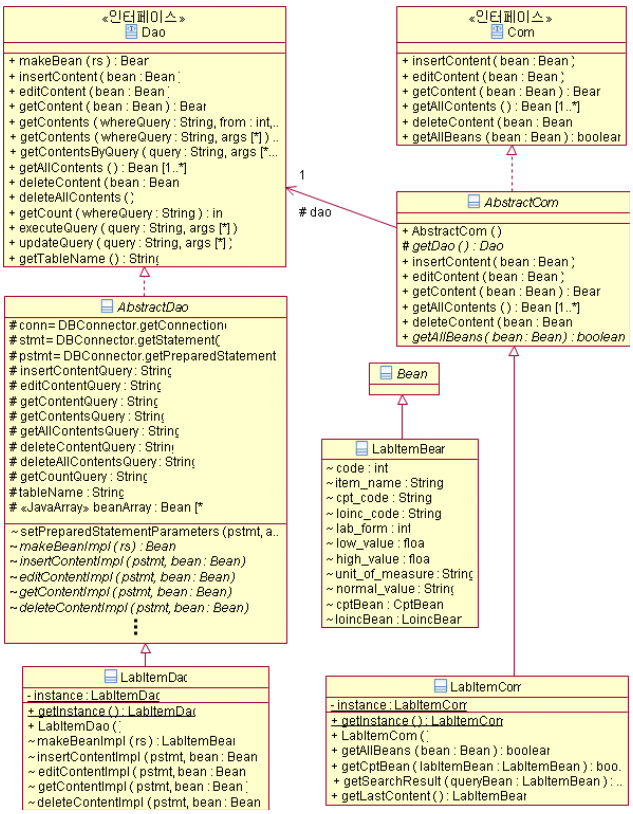


그림 3. 데이터베이스 접속 관련 데이터 모델
Fig. 3. Data model related to database access

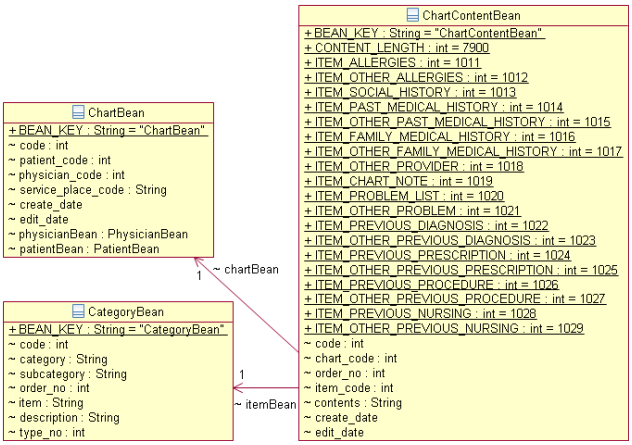


그림 4. 데이터 속성 추가 관련 클래스 다이어그램
Fig. 4. Class diagram related to addition of data properties

2.5 표준용어체계의 활용

본 플랫폼에서는 SNOMED-CT, ICD, CPT, ABC[23], 3N(NANDA[24], NOC[25], NIC[26])과 같은 표준용어체계를 이용하여 데이터를 구축함으로써 의료정보를 표준화할 수 있도록 한다. 그리고 표준용어체계 뿐만 아니라 다음과 같은 표준용어체계 사이의 연결 정보인 매핑 데이터[21]를 추가함으로써 의료인의 진료 과정을 지원할 수 있도록 한다.

(1) ICD와 CPT 간의 연결 정보

의료인의 환자에 대한 진단과 처치에 대해 의료인의 주관적 판단에 의지한다. 또한 의료인의 진단에 대한 판단을 지원하기 위해 CDSS(clinical decision-making support system)[27]가 사용되기도 한다. 그러나 진단에 대한 처치는 보험 수가와 관련이 있어, 잘못된 수가 계산에 대한 불이익은 의료인이 감당해야 하는 문제이다. 따라서 의료인의 진료의 결정 과정에서 특정 진단과 관련된(수가 산정이 가능한) 처치 리스트를 미리 제공함으로써 이러한 문제를 부분적으로 예방할 수 있다.

(2) 간호 과정을 위한 3N 간의 연결 정보

간호사의 경우에는 간호진단(nursing diagnosis), 간호결과(nursing outcome), 간호중재(nursing intervention)과 같은 간호과정을 수행할 수 있다. 간호 과정에서의 진단, 결과, 중재의 결정을 위해 3N간의 연결정보를 제공하고 있다[28]. 이 연결 정보를 시스템에 도입하여 간호사의 간호 과정을 기록할 수 있도록 한다. 또한 미국에서는 간호 행위에 대해서도 보험 청구가 가능하다. 따라서 간호 과정에서 생성된 NIC 코드로부터 보험 청구가 가능하도록 ABC 코드와의 연결 정보를 제공한다.

(3) 매핑 데이터의 생성

표준용어체계 간의 연결 정보는 전문가에 의해 미리 설정된 정보를 이용할 수도 있으며, 경우에 따라 의료인이 직접 연결정보를 설정하고 검색할 수 있는 환경을 제공한다. 따라서 [21]에서 개발한 Mapping System을 플랫폼과 연결하여 사용할 수 있도록 한다.

2.6 전송 메시지 변환

본 플랫폼에서 생성한 의료정보를 네트워크로 연결된 다른 시스템으로 전송하기 위해서 HL7, CDA, DICOM 등의 의료 표준에 따라 메시지를 변환하여야 한다. 특히 이기종간의 의료정보 통합을 위해서는 HL7 메시지를 이용할 필요가 있다. 따라서 [29]에서 개발한 HL7 인터페이스 엔진을 이용하여 메시지를 생성하고, 생성한 메시지를 TCP/IP를 통해 송·수신 할 수 있도록 하기 위한 네트워크 모듈을 플랫폼에 추가한다. 또한, 의료인의 의료 행위에 대한 보험 청구를 위해서는 CMS에서 제공하는 CMS-1500[30] 문서 구조에 맞게 메시지를 생성하여야 하는데, 이 문서를 XML 기반의 CDA 메시지로 변환하여 전송하도록 한다.

3. 설계한 플랫폼 기반의 EHR 시스템 구현

본 논문에서 설계한 플랫폼에 기반하여 EHR 시스템이 갖추어야 하는 기본적인 기능을 구현하는 *SeniCare*를 개발하였다. 그림 5는 *SeniCare*에서 구현하고자 하는 기능들을 나타낸 유즈케이스 다이어그램을 보인다.

3.1 기본 정보 관리

환자나 의료인의 이름, 성별, 생년월일, 주소 등과 같은 기본 정보뿐만 아니라, 환자의 가족력, 사회력, 알레르기, 병력 등과 같은 표준화 되지 않은 정보를 작성하고 관리한다. 그림 6은 환자의 기본 정보와 진료 및 건강 정보를 요약하여 출력한 화면을 보인다.

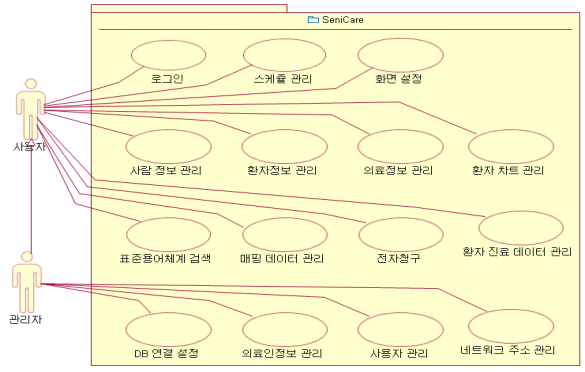


그림 5. *SeniCare*의 유즈케이스 다이어그램
Fig. 5. Usecase diagram of *SeniCare*

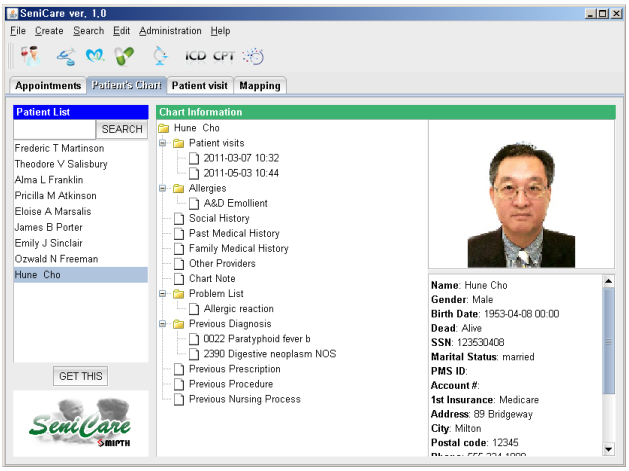


그림 6. 환자의 통합 정보 확인
Fig. 6. View of integrated information of a patient

3.2 의료정보의 작성

의료인이 환자의 진료 과정에 대한 의료정보를 표준용어체계에 기반하여 구축함으로써 의료정보의 표준화가 가능하도록 한다. 그림 7에서 보는바와 같이 환자의 진단에 대한 처치 정보를 입력하는 것을 예를 들면, 환자의 진단 결과는 ICD 코드로 표현하고, 진단에 대한 의료인의 처치 내용은 CPT 코드로 표현한다. 이 정보는 의료 행위에 대한 보험 수가를 계산하는 기준이 된다. 또한 의료인이 CPT 코드를 선택하는 과정에서, 기 구축되어 있는 ICD-CPT 매핑 데이터를 참조함으로써 특정 진단에 대한 적절한 처치를 결정하는데 도움을 얻을 수 있다. 또한, 그림 8의 매핑 도구를 이용하여 의료인의 주관적 판단으로 ICD-CPT 매핑 데이터를 생성할 수 있고, 이 데이터를 진단 과정에서 활용할 수 있다. *SeniCare*에서는 표준용어체계를 개별적으로 검색 및 확인할 수 있도록 함으로써, 사용자가 용어체계의 상세 내용에 대한 이해를 돕는다.

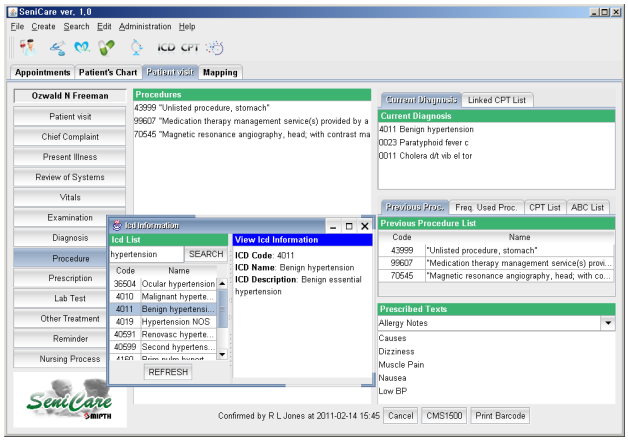


그림 7. 의료 표준용어체계 기반의 의료정보 작성
Fig. 7. Making medical information based on medical standard terminologies

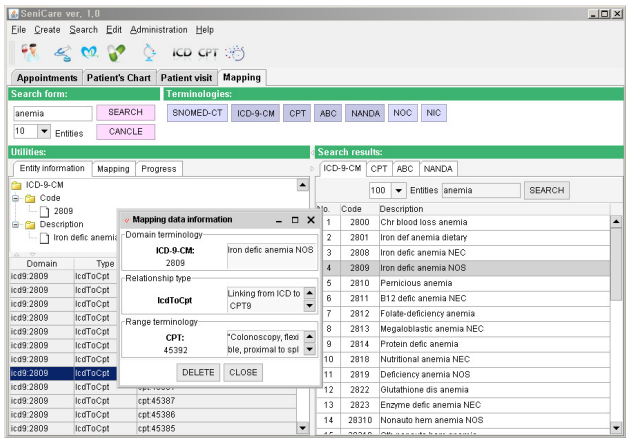


그림 8. SeniCare에서의 매핑 도구
Fig. 8. Mapping tool in SeniCare

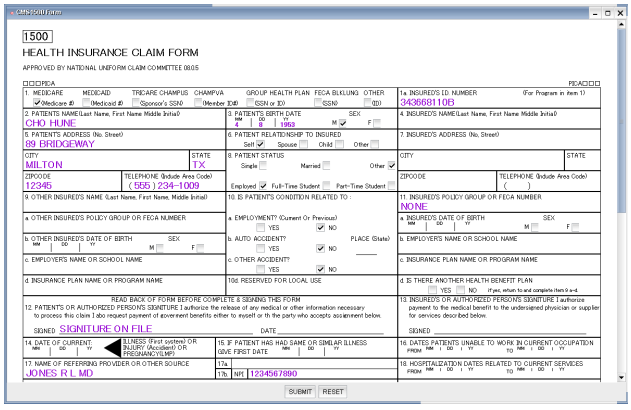


그림 9. CMS-1500 표준 문서 생성 도구
Fig. 9. CMS-1500 standard document creation tool

3.3 표준 청구 문서 생성 및 전송

의료 행위에 대한 보험 청구를 위해 작성해야 하는 CMS-1500 문서는 환자의 정보, 의료인의 정보, 진단 내용, 처치 내용, 청구 수가 등의 정보를 포함하고 있다. 그러나 이러한 정보들을 일일이 기입하는 것은 여간 번거로운 일이

아니며, 또한 내용을 잘못 입력할 경우 보험 청구 요청이 반려될 수 있다. 따라서 그림 9와 같이 CMS-1500 문서를 자동으로 작성하고, 의료인이 직접 확인하여 수정할 수 있는 도구를 제공한다. 그리고 이 도구를 통해 생성한 문서는 HL7 메시지나 CDA 메시지로 변환하고 TCP/IP를 통한 전자적 전송이 가능하다.

4. Meaningful Use에 기반한 시스템의 평가

제안한 플랫폼에 기반하여 개발한 *SeniCare*가 CMS에서 요구하는 meaningful use의 조건을 어느 정도 충족하는지를 확인한다. 이를 위해, *SeniCare*에서 구현한 기능이 미국에서 2012년까지 EP를 대상으로 적용되는 1단계(Stage 1) meaningful use의 15가지 조건[4, 5]에 대해 충족 하는지를 비교하였다. 비교 결과, *SeniCare*가 15개의 조건 중 11개의 조건은 충족하였으나 4개의 조건은 부분적으로 구현되었거나 구현 가능한 조건임을 확인하였다. *SeniCare*에서 완벽히 구현되지 않은 항목은 (1) 전자처방(Computerized Physician Order Entry: CPOE)의 구현, (2) 약품과 약품, 그리고 약품과 알레르기 사이의 연관 정보의 제공, (3) 의료인의 의사 결정 지원을 위한 규칙 및 규칙에 대한 순응도 추적 가능한 도구의 구현, (4) 환자의 진단 기록에 대한 전자적 제공, (5) 환자의 핵심 진료 정보의 접근 및 교환기능이다. *SeniCare*에서 의료인이 전자처방을 할 수 있다. 그러나 (1)의 조건을 완벽히 충족하기 위해 처방정보를 전송하기 위한 추가 기능의 구현이 필요하다. *SeniCare*에서는 기본적으로 SNOMED-CT에서 정의한 약품목록을 제공하고 있다. (2)의 조건을 충족하기 위해 알레르기 목록 및 알레르기와 약품과의 연관 정보를 추가해야 한다. 의사 결정을 지원하기 위한 다양한 도구 및 방법이 활발히 연구되고 있다. 이들 연구를 기반으로 *SeniCare*와 CDSS의 연동을 통해 조건 (3)을 충족할 수 있다. 그리고 모든 EMR/EHR 시스템이 그렇듯, *SeniCare*에서도 기본적으로 환자의 건강 정보 및 진료 기록의 전자적 제공 및 전송은 가능하므로 (4)와 (5)의 조건을 충족한다고 할 수도 있다. 그러나 이러한 환자 정보를 표현하기 위한 표준[6]과, 환자 진료 기록의 안전한 전송을 보안 정책 등에 관한 충분한 연구 및 조사를 통해 이 조건들을 만족하는 기능을 구현할 필요가 있다.

5. 결 론

본 논문에서는 이기종간의 상호 운용성을 보장하는 EHR 시스템을 개발하기 위한 의료 표준에 기반한 EHR 플랫폼을 설계하고 구현하였다. 또한 개발한 플랫폼에 기반하여 미국 내 의원의 외래 진료를 지원하기 위한 EHR 시스템인 *SeniCare*를 개발하였다. 개발한 플랫폼에서는 전송 표준 및 방법, 용어 표준 및 활용, 의사 결정을 위한 지식 관리 등의 다양한 기반 기술을 통합하여 완성된 하나의 시스템을 구현하였고, 의료정보의 표준화를 위한 표준용어체계와 이기종간의 의료정보 교환을 위한 HL7 인터페이스 엔진을 탑재하여 전자적 의료 데이터 처리 및 교환이 가능하도록 하였다.

CMS에서 규정한 meaningful use의 기준은 EHR 시스템이 갖추어야 하는 필요조건이지 충분조건은 아니며, 상호 운용성을 통해 의료정보의 효과적인 관리와 이용을 위한 환경을 구성하는데 그 목적이 있다고 하겠다. 따라서 meaningful use의 기준을 만족한다고 해서 좋은 EHR 시스템이라고 할 수는 없다. 왜냐하면 양질의 의료 서비스를 위한 다양한 프로그램들이 함께 제공되어야 하기 때문이다.

본 논문에서 개발한 *SeniCare*가 meaningful use를 모두 만족하지는 않는다 하더라도, 개발한 EHR 플랫폼을 이용하여 CMS에서 요구하는 조건들을 구현할 수 있는 기반은 되어있다. 즉, 본 연구는 다양한 프로그램을 개발할 수 있는 기반 환경을 제공하기 위한 플랫폼을 제공하는데 그 의의가 있다. 따라서 개발한 플랫폼은 지속적으로 수정 보완될 것이며, 개발한 플랫폼을 기반으로 개발된 *SeniCare* 또한 지속적인 추가 개발에 대한 연구가 수행될 것이다.

6) 개인 건강 기록(PHR)의 표현을 위해 ASTM (American Society for Testing Materials)의 CCR (Continuity of Care Record), HL7의 CCD (Continuity of Care Document)와 같은 표준이 사용된다.

참 고 문 헌

[1] 곽연식, 조훈, 김인숙, 김종효, 민원기, *의료정보학의 입문*, 비아이티 출판사, 2000.

[2] 김용욱, *Essential Elements of EHR System(v1.0)*, 군자출판사, 2006.

[3] Health Information Management Systems Society, “22nd Annual HIMSS Leadership Survery,” Available: http://www.himss.org/2011survey/healthcareCIO_final.asp, 2011, [Accessed: May 9, 2011]

[4] Centers for Medicare & Medicaid Services, “Medicare and Medicaid Programs; Electronic Health Record Incentive Program”, Avaliable: http://edocket.access.gpo.gov/2010/pdf/2010-17207.pdf, 2010, [Accessed: May 13, 2011]

[5] Centers for Medicare & Medicaid Services, “CMS EHR Meaningful Use Overview”, Available: https://www.cms.gov/EHRIncentivePrograms/30_Meaningful_Use.asp#TopOfPage, 2011, [Accessed: May 13, 2011]

[6] The Office of the National Coordinator for Health Information Technology, “Establishment of the Permanent Certification Program for Health Information Technology”, Available: http://origin.www.gpo.gov/fdsys/pkg/FR-2011-01-07/pdf/2010-33174.pdf, 2011, [Accessed: May 13, 2011]

[7] Walter H. Henricks, “Meaningful use of electronic health records and its relevance to laboratories and pathologists,” *Journal of pathology informatics*, vol. 3, No. 7, 2011.

[8] Health Information Management Systems Society, “HIMSS Online Buyer's Guide”, Avaliable: http://onlinebuyersguide.himss.org/index.asp?F_Pavilion=Y, 2011, [Accessed: May 13, 2011]

[9] The Office of the National Coordinator for Health

Information Technology, “Certified Health IT Product List”, Available: http://onc-chpl.force.com/ehr-cert/EHRProductSearch, [Accessed: May 13, 2011]
[10] S.H. Han, M.H. Lee, S.G. Kim, J.Y. Jeong, B.N. Lee, “Implementation of Medical Information Exchange System Based on EHR Standard,” *Healthcare Informatics Research*, vol. 16, no. 4, pp.281-289, 2010.
[11] H.H. Kim, K.-W. Cho, H.S. Kim, J.-S. Kim, J.H. Kim, S.P. Han, C.B. Park, S. Kim, Y.M. Chae, “New Integrated Information System for Pusan National University Hospital,” *Healthcare Informatics Research*, vol. 17, no. 1, pp.67-75, 2011.
[12] H.J. Ryu, W.S. Kim, J.H. Lee, S.W. Min, S.J. Kim, Y.S. Lee, Y.H. Lee, S.W. Nam, G.S. Eo, S.G. Seo, M.H. Nam, “Asan Medical Information System for Healthcare Quality Improvement,” *Healthcare Informatics Research*, vol. 16, no. 3, pp.191-197, 2010.
[13] “Health Level 7”, Available: http://www.hl7.org, [Accessed: May 13, 2011]
[14] “Digital Imaging and Communications in Medicine”, Available: http://medical.nema.org, [Accessed: May 13, 2011]
[15] “Systematized Nomenclature of Medicine-Clinical Terms”, Available: http://www.ihtsdo.org, [Accessed: May 13, 2011]
[16] “International Classification of Diseases”, Available: http://www.who.int/classifications/icd/en, [Accessed: May 13, 2011]
[17] “Current Procedural Terminology”, Available: http://www.ama-assn.org/ama/pub/physician-resources/solutions-managing-your-practice/coding-billing-insurance/cpt.page, [Accessed: May 13, 2011]
[18] “Logical Observation Identifiers Names and Codes ”, http://loinc.org, [Accessed: November 5, 2010]
[19] Medical Informatics Platform for Telehealth Development Center, “SeniCare”, Available: http://medinfo.knu.ac.kr/senicare, [Accessed: May 13, 2011]
[20] J. Kim, H. Jung, and D.W. Bates, “History and Trends of Personal Health Record Research in PubMed,” *Healthcare Informatics Research*, vol. 17, no. 1, pp. 3-17, 2011.
[21] 이인근, 김화선, 조훈, “표준 의학 용어체계의 매핑을 위한 시스템의 설계 및 개발,” *한국지능시스템학회 논문지*, 제21권, 2호, pp.237-243, 2011.
[22] “Clinical Document Architecture”, Available: http://hl7book.net/index.php?title=CDA, [Accessed: May 6, 2011]
[23] “ABC”, Available: http://www.abccodes.com/ali /products_services/pro_description.asp, [Accessed: November 5, 2010]
[24] “North American Nursing Diagnosis Association”, Available: http://www.nanda.org, [Accessed: November 5, 2010]
[25] “Nursing Interventions Classification”, Available: http://www.nursing.uiowa.edu/excellence/nursing_knowledge/clinical_effectiveness/nic.htm, [Accessed: November 5, 2010]
[26] “Nursing Outcomes Classification”, Available: http://www.nursing.uiowa.edu/excellence/nursing_knowledge/clinical_effectiveness/noc.htm, [Accessed: November 5, 2010]
[27] M.C. Weinstein and H.V. Fineberg, *Clinical Decision Analysis*, W.B. Saunders Company, 1980.
[28] M. Johnson, G. Bulechek, H. Butcher, J.M. Dochterman, M. Maas, S. Moorhead, and E. Swanson, *NANDA, NOC, and NIC Linkages*, Mosby, 2006.
[29] T. Tran, H.S. Kim, H. Cho. “A Development of HL7 Middleware for Medical Device Communication,” *In Proceedings of SERA'2007*, pp. 485-492, 2007.
[30] “CMS-1500”, Available: https://www.cms.gov/ElectronicBillingEDITrans/16_1500.asp, [Accessed: November 5, 2010]

저 자 소 개

김화선(Hwa Sun Kim)

한국지능시스템학회 논문지, 제 21권 2호 참조

E-mail : pulala@paran.com

조훈(Hune Cho)

한국지능시스템학회 논문지, 제 21권 2호 참조

E-mail : hunecho@mail.knu.ac.kr

이인근(In Keun Lee)

한국지능시스템학회 논문지, 제 21권 2호 참조

E-mail : inkeunlee@gmail.com