

FHIR 기반 다중 의료 정보 중재 플랫폼 개발

이충섭¹, 임동욱¹, 노시형¹, 김태훈^{1,2}, 정창원^{1,2}

¹원광대학교 의료융합연구센터

²원광대학교병원 정보관리실, 스마트사업팀

e-mail : {cslee99, dw1316, nosij123}@wku.ac.kr,
{tae_hoonkim, mediblue}@wku.ac.kr

Development of multiple medical information mediation Platform based on FHIR

Chung-sub Lee¹, Dong-Wook Lim¹, Si-Hyeong Noh¹, Tae-Hoon Kim^{1,2},
Chang-Won Jeong^{1,2}

¹Medical Convergence Research Center, Wonkwang University

²Smart Business Team, Information Management of Wonkwang University Hospital

요 약

최근 의료데이터 표준화에 대한 중요성이 보건 의료 빅데이터 구축과 맞물려 보건 의료 데이터 표준화와 마이데이터 생태계 조성을 추진하고 있다. 그리고 개인들의 휴대용 기기 이용 증가와 모바일 환경으로 전반적인 디지털 헬스의 패러다임 변화에 따라 HL7 FHIR의 사용이 점차 확대될 것으로 예측된다. 본 논문에서는 의료 정보 표준인 HL7 FHIR와 의료 영상 표준인 DICOM으로 환자 정보를 전달하기 위한 다중 의료 정보 중재 플랫폼에 대해서 기술한다. 이를 구현하기 위해 HL7 FHIR의 Patient, Observation, DiagnosticReport, Bundle 리소스를 활용하여 환자 정보와 임상 리포트 정보를 전달하여 StudyList에서 보여줄 수 있도록 구현하였다. 현재 구현된 내용은 FHIR 기반의 임상 데이터로 의료 영상을 포함한 표준화된 정보로 제공하여 마이데이터 실증 플랫폼으로 활용될 것으로 기대된다.

1. 서론

의료 정보를 전달하기 위한 표준으로 HL7(Health Level Seven)[1]과 DICOM(Digital Imaging and Communication in Medicine)[2]이 대표적이라고 할 수 있다. HL7은 다양한 의료 서비스 제공 업체가 사용하는 소프트웨어 응용 프로그램 간에 임상 및 관리 데이터를 전송하기 위한 일련의 국제 표준이고 DICOM은 의료 이미지 및 관련 정보에 대한 국제 표준으로 의료 분야에서 정보를 공유하기 위해서 사용하고 있다. 하지만 단일 기관에서 의료 정보 교류는 정해진 규칙 없이 전달해도 데이터를 적용하는데 크게 문제가 되지 않기 때문에 국제 표준까지 적용하지 않더라도 정보 교류는 가능하다. 하지만 여러 기관의 의료 정보 교류를 한다면 HL7, DICOM 국제 표준을 사용하더라도 각 기관이 정한 데이터가 서로 달라 의료 데이터 표준화는 어려운 문제로 인식되고 있다 [3]. 따라서 보건복지부는 보건 의료 데이터 표준화 로드맵(21~25)을 발표하고 국제 기준에 맞는 보건 의료 데이터 표준화와 활용 생태계 조성을 추진하고 있다 [4]. 보건 의료 데이터 표준화 로드맵 중에서도 차세대 전송 기술 표준(Fast Healthcare Interoperability Resources : FHIR) 도입 부분의 내용이 HL7에서

개발한 차세대 의료 정보 프레임워크로 다양한 형태의 데이터 구현, CDA 등과의 데이터 매핑[5,6], 폭넓은 상호 운용성을 지원하는 특징을 갖고 있다[7]. 또한 미래 의료에서 가장 핵심적인 역할을 수행하는 것으로 PHR(개인 의료 정보)의 공유 및 활용을 통해 의료 서비스를 혁신하는 것이다. 이런 일환으로 국가에서는 1000개 의료 기관 및 참여 기관이 참여하여 마이헬스웨이 사업을 진행하고 있다[8]. 이렇게 다양한 기관 간의 데이터 공유 또한 표준화 형식이 달라 의미 전달이 제대로 이뤄지지 않을 수 있다는 점을 문제점으로 보고 HL7 FHIR를 기반으로 표준 연계 형식(API) 등을 마련하고 있다. 본 논문에서는 이런 의료 정보 표준인 HL7 FHIR[9]를 기반으로 환자 정보를 전달하기 위한 플랫폼에 대해서 기술한다.

2. 관련 연구

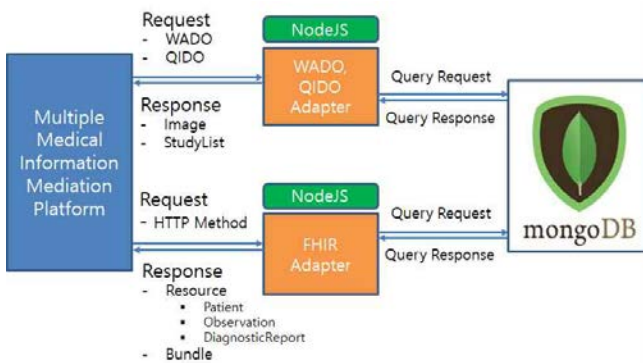
병원, 지역마다 서로 다른 의료 소프트웨어를 사용하고 있어서 시간과 비용이 많이 들고 새로 개발되는 많은 소프트웨어를 의료 기관마다 다르게 적용할 수 없어 의료 소프트웨어 간 정보 호환의 중요성이 부각되었다. 따라서 글로벌 헬스 데이터의 상호 운용성을 향상시키기 위해 건강 데이터의 전자 정보 교

환, 통합, 공유, 추출을 위해서 HL7을 개발하게 되었다. HL7은 1980년대부터 현재까지 계속 새로운 버전이 나오면서 개발되었다. HL7 버전중 V2 메시지, V3 RIM(Reference Information Model), V3 CDA(Clinical Document Architecture), FHIR를 많이 사용하고 있다. 그중에서도 PC에서 모바일 환경으로, 개별 서버에서 클라우드 환경으로, 윈도우 애플리케이션에서 웹 기반 애플리케이션으로 전반적인 헬스 IT 분야의 패러다임 변화에 따라 FHIR의 사용이 점차 확대될 것으로 예측된다. HL7 V2 메시지를 기반으로 다양한 의료정보 전달과 표현이 가능하지만 단순 텍스트 메시지 형태로 개발하다 보니 정보 입력 위치를 찾기가 어렵고 읽은 데이터가 어떤 데이터를 의미하는지 알기 어려워 개발하는데 단점으로 작용하고 있다. 그리고 스마트폰과 태블릿 등 휴대용 전자기기의 보급과 개인건강정보 관리를 위한 애플리케이션이 늘어나면서 HL7 V2 메시지 형태의 연동에서 RestAPI를 지원하는 HL7 FHIR 형태로 점차 변경되고 있다. 본 논문에서 제안하는 다중 의료 정보 중재 플랫폼은 앞서 언급한 HL7 FHIR의 다양한 리소스 중에서도 Patient, Observation, DiagnosticReport, Bundle 리소스를 기반으로 영상 기반 임상정보의 표준화에 중점을 두어 개발하였다.

3. 제안시스템

3-1. 전체 시스템 구조

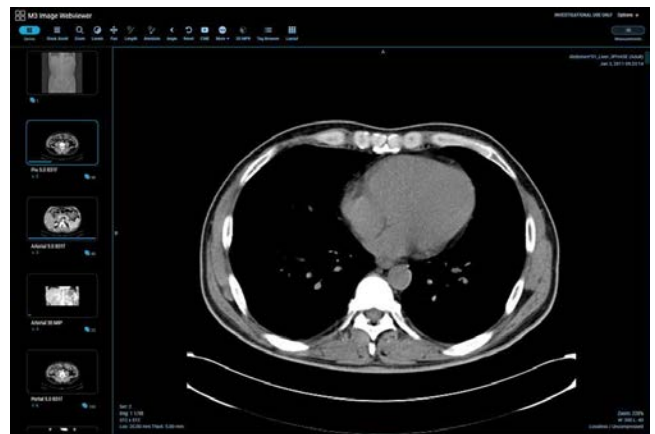
(그림 1)은 FHIR 기반의 다중 의료 정보 중재 플랫폼의 구조를 보이고 있다.



(그림 1) 다중 의료 정보 중재 플랫폼 구조

제안한 플랫폼은 의료영상과 환자 정보를 보여준다. 의료영상을 보여줄 때는 최초 영상촬영 단위인 환자의 StudyList를 QIDO 서비스를 이용하여 Node 서버에 요청하고 Node 서버는 mongoDB에 해당 목

록을 조회하고 QIDO Adapter에서 JSON 메시지를 생성하여 StudyList에 전달하여 목록을 보여준다. StudyList 목록의 Viewer 버튼을 클릭하면 WADO 서비스를 이용하여 Node 서버에 요청하고 Node 서버는 mongoDB에 해당 Study의 영상을 조회하여 WADO Adapter에서 JSON 메시지를 생성하여 이미지 뷰어에 전달하여 이미지를 보여준다. (그림 2)는 의료영상을 보여주는 이미지 뷰어 화면이다. 환자 정보를 보여줄 때는 StudyList에서 HTTP Method를 이용하여 StudyInstanceUID 항목을 검색조건으로 Node 서버에 전달하고 해당 조건으로 mongoDB에 검색하여 데이터를 조회한다. 조회 결과는 FHIR Adapter에서 FHIR 리소스(Patient, Observation, DiagnosticReport, Bundle 등)의 형태로 생성하여 전달한다. 또한 FHIR 리소스의 형태로 찾은 호출이 번거롭다면 개발 취향에 따라 번들의 형태로 리소스를 조합하여 한번에 전달 가능하다.



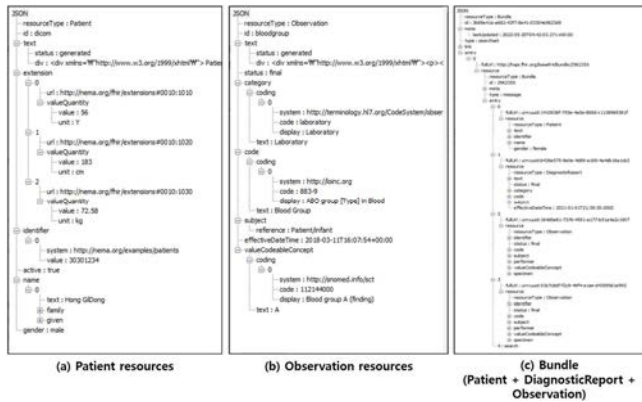
(그림 2) 의료 영상 이미지 뷰어

본 시스템에서는 두가지 형태 모두 FHIR Adapter에서 지원하도록 개발하였다.

3-2. 메시지 형태

Patient 리소스는 환자에 대한 광범위한 건강 관련 활동 데이터를 다루는 리소스이다. resourceType에 Patient라고 명시하여 Patient 리소스임을 보이고 name(환자명), identifier(환자ID), telecom(연락처), address(주소), gender(성별), birthDate(생년월일) 등을 입력할 수 있다. (그림 3)의 a는 Patient 리소스의 구조이다. Observation 리소스는 헬스케어의 중심 요소로 진단지원, 과정 모니터링, 기준선과 패턴 결정 등의 정보를 다루는 리소스이다. resourceType에 Observation이라고 명시하여 Observation 리소스

임을 보이고 본 연구에서는 혈액형 정보를 전달할 수 있는 리소스로 활용하고 있다. (그림 3)의 b는 Observation 리소스의 구조이다. DiagnosticReport 리소스는 임상 리포트, 임상 내용 등의 정보를 다루는 리소스이다. resourceType에 DiagnosticReport라고 명시하여 DiagnosticReport 리소스임을 보이고 본 연구에서는 임상 리포트 정보를 전달할 수 있는 리소스로 활용하고 있다.



(그림 3) Single and Bundle Resources

(그림 3)의 a, b와 같이 단일 리소스를 활용하여 정보교환이 가능하다. 하지만 너무 빈번한 요청이 발생하여 성능에 많은 영향을 줄 수 있다. 그래서 FHIR에서는 여러 단일 리소스를 한번에 처리할 수 있는 번들 리소스를 제공한다. (그림 3)의 c는 Patient, DiagnosticReport, Observation 리소스를 합쳐서 생성한 번들 리소스의 구조이다. resourceType에 Bundle이라고 명시하여 Bundle 리소스임을 보인다. 번들 리소스의 entry 태그 하위에 resource 단위로 추가할 수 있다. Patient 리소스에는 혈액형을 포함할 수 있는 정규 명세가 없다. 그래서 Observation 리소스에 혈액형을 추가하여 연동하였다. 물론 Patient 리소스의 Extension에 추가하면 한번의 동작으로 모든 메시지 처리가 완료되겠지만 혈액형을 지원하도록 명확히 명세된 리소스에 포함하여 메시지를 처리하였다. 이렇게 번들 리소스를 사용하면 정규 명세를 이용하면서 전송동작의 트랜잭션을 간소화하는 장점이 있다.

3-3. 전체 UI

본 논문에서 제안하는 다중 의료 정보 중재 플랫폼의 전체 UI는 (그림 4)와 같다. (그림 4)의 StudyList는 환자 정보와 임상 리포트 정보를 보여

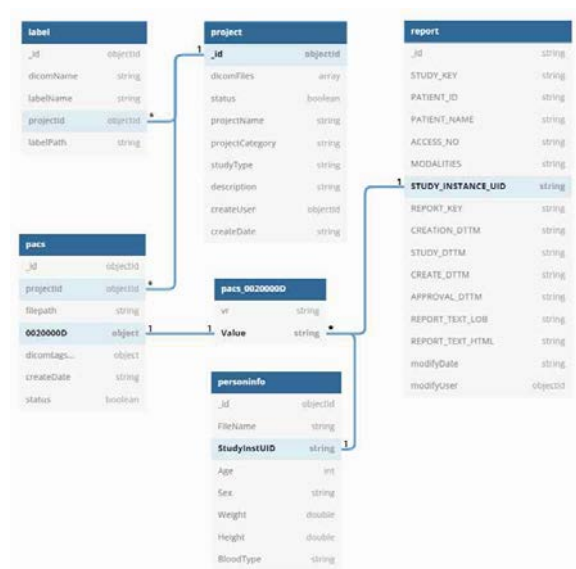
주는 UI이다. StudyList 로딩 시 서버에 환자와 관련된 정보가 없는 경우 Patient와 Report의 버튼이 플러스 형태로 나타나게 된다. 사용자는 버튼을 눌러서 수동으로 입력할 수 있다. 환자 정보가 서버에 존재하는 경우에는 플러스 버튼이 입력 완료 버튼으로 변경되게 된다. 아이콘을 클릭하면 관련 다이얼로그가 팝업된다. (그림 4)의 a는 환자 정보로 나이, 성별, 몸무게, 키, 혈액형 관련 정보들을 보여준다. (그림 4)의 b는 임상 리포트 정보로 사용자가 환자의 임상 리포트를 남기는 부분으로 사용자가 입력한 형태 그대로 띄어쓰기, 줄바꿈, 폰트 굵기, 폰트 크기 등의 문서 형태까지 HTML 형식으로 데이터베이스에 저장된다.



(그림 4) 다중 의료 정보 중재 플랫폼의 UI

3-4. 데이터베이스 구조

데이터베이스 스키마는 해당 시스템의 데이터 발생 규칙과 관계 등을 분석 후 데이터를 기반으로 읽기, 처리 방안들을 고려하였으며 데이터베이스가 NoSQL인 mongoDB를 사용하므로 Document를 설계 후 Collection을 명명하는 방식으로 설계하였다.



(그림 5) 다중 의료 정보 중재 플랫폼의 데이터베이스 구조

본 논문에서 제안하는 다중 의료 정보 중재 플랫폼의 데이터를 관리하는 데이터베이스 스키마 전체 구조는 (그림 5)와 같다. Project 추가 시 해당 Project 정보를 저장하기 위한 project Collection, Project 생성 시 또는 추후 업로드 되어지는 DICOM 태그 정보를 추출하여 자체 구축되어 있는 DICOM WEB SERVER로부터 정보를 받아 저장하는 pacs Collection으로 설계하였다. pacs Collection의 Document는 각각의 DICOM 파일의 태그 정보를 저장하고 있으며, 태그 정보들은 Embedded Document 형태로 구성되어 VR, Value를 key로 각각의 값을 저장하고 (그림 5)와 같이 관계를 표현할 수 있다. 그리고 Study 단위로 촬영된 영상의 임상 리포트를 관리하는 report Collection, Study 단위로 연구에 필요한 환자 정보를 저장할 personinfo Collection으로 설계하였다. pacs Collection에 Document Database의 특징인 Embedded Document 형태로 저장된 "0002000D"는 DICOM 태그의 값 중 StudyInstanceUID를 의미하고 하위 Value 객체에 저장되어 있으며, 해당하는 값은 personinfo Collection의 StudyInstanceUID, report Collection의 StudyInstanceUID와 레퍼런스 방식으로 참조된다.

4. 결론 및 향후연구

본 논문에서는 환자 정보와 의료영상기반의 임상 리포트 정보를 HL7 FHIR 메시지로 연동하는 플랫폼을 제안하였다. 개발된 플랫폼을 통해 의료영상뿐만 아니라 환자 정보와 임상 리포트 정보를 FHIR 기반의 표준 리소스 형태로 변환하여 연동하였다. 보통의 웹 연동은 일반적인 RestAPI 형태로 연동할 수 있지만 국제표준인 HL7 FHIR의 Patient, Observation, DiagnosticReport, Bundle 리소스의 형태로 RestAPI를 연동했다는 데 큰 의미가 있다고 할 수 있다. 현재 논문에서 연동한 데이터는 방대한 HL7 FHIR 리소스 중 일부만 사용하였지만 추후 연동 시에는 실제 환경에서 발생할 수 있는 더 많은 메시지들을 HL7 FHIR 형태로 연동할 계획이다.

사사표기

본 연구는 보건복지부의 재원으로 한국보건산업진흥원의 보건의료기술 연구개발사업 (HI18C1216), 그

리고 한국 연구재단 (NRF-2021R1A5A8029876)(NRF-2020R1I1A1A01074256)의 지원으로 수행함.

참고문헌

- [1] AlQudah AA, Al-Emran M, Shaalan K (2021) Medical data integration using HL7 standards for patient's early identification. PLoS ONE 16(12): e0262067. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0262067>.
- [2] Bidgood WD Jr, Horii SC, Prior FW, Van Syckle DE. Understanding and using DICOM, the data interchange standard for biomedical imaging. J Am Med Inform Assoc. 1997;4(3):199-212. doi:10.1136/jamia.1997.0040199.
- [3] Laura Dunlop, "Electronic Health records: Interoperability Challenges and Patient's Right for Privacy", Shidler Journal of Computer and Technology, 3:16, 2007.04.06.
- [4] Health and Medical Data Standardization Roadmap, http://www.mohw.go.kr/react/al/sal0301vw.jsp?PAR_MENU_ID=04&MENU_ID=0403&CONT_SEQ=365431&page=1.
- [5] M. Mercorella, M. Ciampi, M. Esposito, A. Esposito and G. De Pietro, "An Architectural Model for Extracting FHIR Resources from CDA Documents," 2016 12th International Conference on Signal-Image Technology & Internet-Based Systems (SITIS), 2016, pp. 597-603, doi: 10.1109/SITIS.2016.99.
- [6] Rinner C, Duftschmid G. Bridging the Gap between HL7 CDA and HL7 FHIR: A JSON Based Mapping. Stud Health Technol Inform. 2016;223:100-6. PMID: 27139391.
- [7] Rishi Saripalle, Christopher Runyan, Mitchell Russell, Using HL7 FHIR to achieve interoperability in patient health record, Journal of Biomedical Informatics, Volume 94, 2019, 103188, ISSN 1532-0464, <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2019.103188>.
- [8] Ministry of Health and Welfare Press Release, http://www.mohw.go.kr/react/al/sal0301vw.jsp?PAR_MENU_ID=04&MENU_ID=0403&page=1&CONT_SEQ=363763
- [9] Bender, Duane & Sartipi, Kamran. (2013). HL7 FHIR: An agile and RESTful approach to healthcare information exchange. Proceedings of CBMS 2013 - 26th IEEE International Symposium on Computer-Based Medical Systems. 326-331. 10.1109/CBMS.2013.6627810.