

정형화 수준에 따른 의료 데이터 분류 및 분석

이미연, 박예슬, 김명희*, 이정원
아주대학교, 이화여자대학교*

요약

최근 빅 데이터가 중요한 이슈로 부상하면서, 의료 분야에서의 빅 데이터 관리 및 활용에 대한 요구도 급증하고 있다. 하지만 의료 분야의 데이터는 데이터 자체의 특성과 의료 분야의 특수성으로 인해 다른 분야의 일반적인 빅 데이터와는 차별점이 많다. 따라서 의료 분야에서는 데이터 분석에 앞서 다양한 종류와 형태의 의료 데이터를 의미적으로 융합할 수 있는 방법이 전제되어야 한다. 본 고에서는 우선 의료 관련 데이터에 대한 기술(description) 표준 동향을 소개한다. 더불어 각각도의 기준에 따라 의료 데이터를 분류해봄으로써 그 다양성을 확인하고, 의료 데이터 융합의 필요성을 강조함으로써 의료 데이터 관리 기술의 나아갈 방향을 제시하고자 한다.

I. 서론

의료 환경에서는 다양한 조직(기관, 과 등)에서 다양한 전문가에 의해 다양한 종류와 형태의 정보가 생성되고 사용된다. 과거에는 주로 아날로그 중심의 의료 데이터를 전산화하기 위한 노력이 주를 이루면서, 전자의무기록(EMR; Electronic Medical Record)이나 처방전달시스템(OCS; Order Communication System)), 영상저장시스템(PACS; Picture Archiving and Communication System)과 같은 전자 차트 또는 의료 정보 시스템의 발전이 이루어져 왔다. EMR은 환자에 대한 모든 정보를 정보화한 전자적 형태의 기록으로 [1],[2], 대부분의 의료 기관에서 EMR 시스템을 사용하고 있다. 하지만 이조차도 공용되는 표준이 부재하고, 아직은 정보 전산화의 용이성에 초점을 맞추고 있어 데이터 간의 의미적 융합과는 거리가 멀다고 할 수 있다. EMR 관련 기존 연구들[1-4]도 효율적인 시스템 구축에 대한 연구들이 대부분으로, 데이터 자체에 대한 의미적인 분석이나 융합을 고려하지는 못하고 있고, 최근 들어 의미적인 접근이 시도되고 있다[5]. 또한 환자의 의료 영상 정보를 디지털화

하여 저장하기 위한 시스템인 PACS[6]도 다른 의료 데이터와 의 연관성이나 의미를 고려하지 않는다. 영상 데이터 관련해서는 이미지나 영상에 대한 분석/처리 기법[6],[7]과 PACS에 저장되어 있는 파일의 전송/교환에 대한 연구들[8],[9]이 진행되어오고 있다.

따라서 기존의 의료 분야에서의 정보 관리에 대한 이러한 한계를 인지하고, 최근에는 지능적인 정보 관리와 제공을 위한 노력들이 시도되고 있다. 빅 데이터 열풍과 개인 건강에 대한 관심이 높아지면서 의료 데이터의 관리와 활성화에 대한 요구도 많아지고 있다. 이러한 추세를 반영하듯, 국내에서도 국가, 건강보험심사평가원(심평원), 여러 의료 기관(병원)을 주체로 보건의료 정보의 개방·제공·활용을 위한 연구와 관련 사업을 추진 중에 있다. 최근에는 국내 보건의료 분야에서 연구개발의 표준 연계가 요구되는 5대 중점 기술군에 개인 건강 기록(PHR; Personal Health Record)과 전자 건강 기록(HER; Electronic Health Record), 스마트 헬스 데이터(Smart Health Data) 등이 선정되기도 하였다. 특히, 전자건강기록 시스템의 11대 주요 기술에는 의료 영상 저장 및 전송 기술, 메시지·문서 저장 및 전송 기술, 진단 검사 결과지 관리 기술과 같이 각종 의료 데이터의 관리 기술이 포함되어 있다. 이와 같이, 개인의 넘쳐나는 의료 및 건강 데이터의 관리에 대한 관심과 그 필요성에 대한 인식이 점점 높아지고 있다.

하지만 의료 분야의 데이터는 양적으로도 방대하지만 종류와 형태, 속성이 각 기관과 질병에 따라 매우 다양하기 때문에 데이터에 대한 특성 분석을 통한 데이터 모델 정립이 선행되어야 한다. 또한 일반적인 빅 데이터 활용은 데이터 분석과 가공을 통한 의사 결정이나 예측을 목표로 한다. 반면에, 의료 분야에서는 의료 전문가(사람)가 아닌 시스템에 의한 의사 결정을 기피하는 성향이 강하기 때문에 의료 데이터를 통한 결정이나 진단 예측보다는 의료 전문가를 위한 효율적인 정보 제공 방법에 대한 연구가 더 실용성이 있을 것이다.

따라서 본 고에서는 의료 데이터의 다양성과 특성을 알아보고, 의료 데이터 융합의 필요성을 확인하고자 한다. 우선 의료

및 건강 데이터 기술을 위한 관련 표준 동향을 소개하고, 다양한 기준에 따른 의료 데이터의 분류를 제시한다. 이를 통해 의료 데이터의 의미적인 분석과 융합의 필요성을 강조하고, 현 의료 시스템의 발전 방향을 살펴본다.

II. 의료 데이터 기술 표준 동향

개인 건강 기록(PHR)의 중요성이 높아짐에 따라, 의료 데이터를 포함하는 건강 정보를 표현 및 기술(description)하기 위한 표준들도 제정되고 있다. 의료 데이터의 특성 분석에 앞서, 대표적인 건강 정보 기술 표준인 CCR, CDA, CCD에 대해 간략하게 소개한다.

1. CCR (Continuity of Care Record)

CCR[10]은 ASTM(American Society for Testing and Materials)의 헬스 레코드 표준 명세(standard specification)이다. 이 표준은 환자에 대한 의료 정보를 XML(eXtensible Markup Language) 기반으로 기술하기 위한 의료 정보 모델로서, <그림 1>과 같이 3가지의 주 요소를 포함한다. 헤더(Header)에는 CCR 데이터에 대한 기본적인 정보(식별자, 생성 날짜 등)를 기술한다. 바디(Body)에는 의학적 문제에 대한 정보

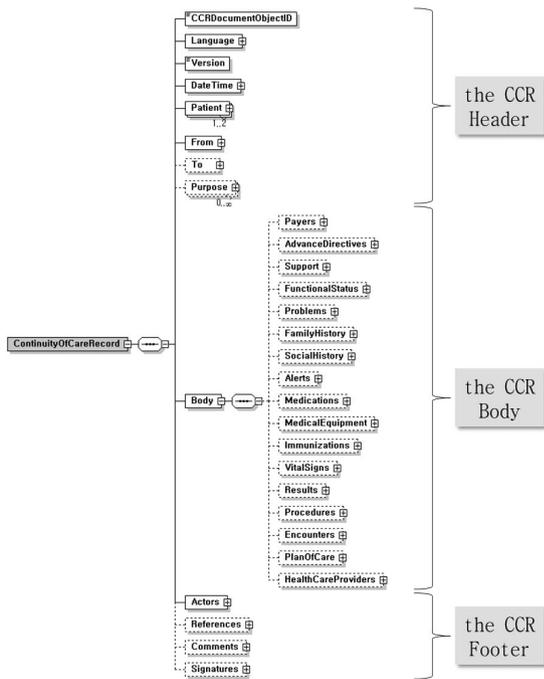


그림 1. ASTM CCR 구성 [10]

(시간, 상태 등), 가족력(혈액형, 유전 관계 등), 사회적 요인(생활 패턴, 환경 요소 등), 알레르기, 복용약 정보 등과 같은 중요 정보들이 포함된다. 풋터(Footer) 영역에는 CCR 데이터와 관련된 행위자, 부연 설명 등을 기술할 수 있다.

2. CDA (Clinical Document Architecture)

CDA[11]는 보건 의료 정보의 표준화 추진 기구인 HL7 (Health Level 7)에서 제시하는 임상 문서의 구조에 대한 표준이며, 일종의 문서 템플릿이다. 크게 헤더와 바디로 구성되며 <그림 2>의 항목들을 포함한다.

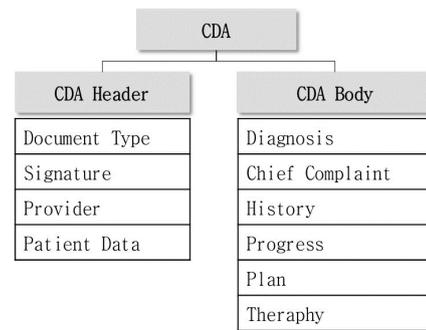


그림 2. HL7 CDA 구성 [11]

3. CCD (Continuity of Care Document)

CCD[12]는 ASTM의 CCR과 HL7의 CDA를 통합한 표준으로, 개인 건강 기록에 대한 전자 문서 표준이다. <그림 3>과 같이 헤더와 바디 부분으로 나뉘며, CCR과 유사한 정보를 기술할 수 있도록 구성되어 있다.

하지만 CCR, CDA, CCD 표준은 건강 정보의 넓은 범위를 포괄하고 있고 XML 형태로 표현 가능하다는 장점이 있는 반면, 의료 데이터의 상세한 표현이나 의미적인 관계를 표현하지 못하며 유연성이 떨어진다는 한계점이 있다.

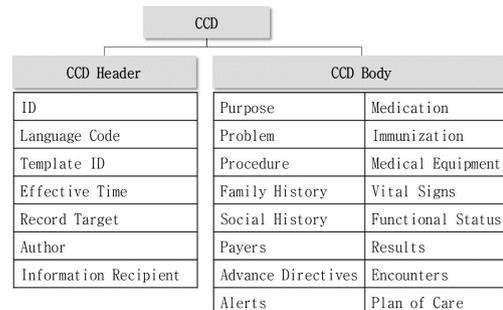


그림 3. HL7 CCD 구성 [12]

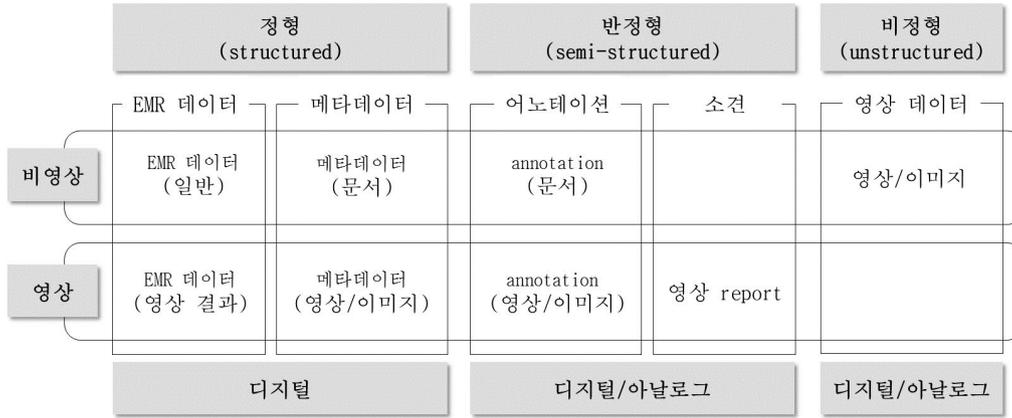


그림 4. 의료 데이터의 분류

Ⅲ. 의료 데이터의 다양성

현재에는 국내·외 의료 기관에 EMR 시스템이 보편화되면서 의료 데이터의 대부분이 전산화되어 생성되고 저장된다. 하지만 지금까지는 데이터를 종이 차트가 아닌 디지털로 옮기는 단순 전산화가 주 기능이었고, 효율적인 활용을 위해서는 진화해야 할 필요성이 대두되고 있다. 그에 앞서, 의료 데이터 관리의 향상을 위해서는 의료 데이터의 특성 분석과 데이터 모델의 정립이 반드시 선행되어야 할 것이다. 본 절에서는 의료 기관에서 생성 및 사용되는 각종 데이터들을 다양한 기준에 따라 분류해 봄으로써, 의료 데이터의 범위와 종류, 특성을 분석한다.

<그림 4>는 일반적인 의료 데이터를 3가지 기준으로 분류하고 있다. 첫째, 의료 분야에서는 영상이나 이미지 데이터가 많기 때문에 의료 영상 관련 데이터인지 여부로 구분할 수 있다.

- 비영상 데이터: 영상과 관련 없는 데이터로서, 환자에 대한 일반적인 신상 정보, 문진 정보, 각종 검사(혈액 검사 등) 결과지 등이 있을 수 있다.
- 영상 데이터: 주로 의료 검사의 결과로 생성되는 영상이나 이미지 자체와 그에 대한 메타데이터, 관련 판독 보고서 등에 해당한다. 현재의 시스템에서는 연관된 데이터들이 별개로 저장 및 관리되고 있기 때문에, 의미적인 융합을 통한 효율적인 정보 제공과 조회 방법이 필요하다.

이외에도 <그림 4>와 같이 데이터의 형식, 전산화 여부에 따라서도 다양한 부류가 존재하며, 다음 각 세부 절에서 설명한다.

1. 정형화 정도에 따른 분류

일반적으로 데이터는 정형화 정도에 따라 정형(structured) 데이터, 반정형(semi-structured) 데이터, 비정형(unstructured) 데이터로 분류할 수 있고, <표 1>은 이러한 기준에 따른 의료 데이터의 분류 예이다.

정형 데이터는 종류와 형식이 정해져 있는 규격을 갖는 데이터로, 크게 2가지 종류의 의료 데이터가 포함된다. 첫 번째는 주로 의료 기관에서 사용하는 EMR 시스템에서 고정된 필드에 정해진 형식(수치, 날짜 등)의 값으로 기입하거나 항목으로 선택하는 유형의 데이터이다.

두 번째는 각종 자료들의 메타데이터이다. 환자 개인의 모든 의료 데이터들에 대한 정보로서, 데이터의 신뢰성 보장이나 데이터 해석을 위해서도 반드시 제공되어야 한다. 기본적으로는 환자에 대한 정보(이름, 나이, 신체 정보 등), 데이터 생성에 관련된 정보(생성 기관, 생성자, 생성일 등) 등이 포함될 수 있다. 특히 국내에서는 의료 영상 정보 교환을 위한 표준인 DICOM(Digital Imaging and Communication in Medicine)[13]을 기반으로 한 의료 영상 메타데이터 표준[14]이 제안된 바 있고, <표 2>에 보인 환자 정보, 검사 정보, 영상 정보, 장비 정보 등을 포함하고 있다. 또한 일반적인 정보에 더해, 각 의료 영상의 종류 별로 세부적인 메타데이터를 정의하고 있는 표준[15]도 제안되고 있는 추세이다.

이러한 정형 데이터들은 항목과 값의 타입이 정해져 있으므로, 비교적 획득과 관리가 용이하다. 하지만 의료 기관마다 사용하는 EMR 시스템이 다르고 메타데이터 표준도 아직 널리 공용되지 못하고 있기 때문에, 이에 대한 표준이 필요하고 다른 유형의 데이터와의 연관 관계에 따른 융합 관리가 요구된다.

표 1. 정형화 정도에 따른 의료 데이터의 분류

구분	일반 정의	의료 데이터의 분류	
정형 (Structured) 데이터	규격과 형태가 정해져 있어 고정된 필드에 저장되는 데이터	EMR 데이터	의료 기관에서 사용하는 전자 차트 시스템 내의 특정 필드에 숫자나 항목 선택과 같은 정형 값으로 저장되는 데이터
		메타데이터	문서, 영상/이미지와 같은 각종 의료 데이터에 대한 메타데이터로서, 표준 등에 기반하여 정의된 구성 요소에 따라 저장되는 데이터
반정형 (Semi-structured) 데이터	고정된 형태는 아니지만, 일종의 스키마를 포함하는 데이터	어노테이션 (annotation)	영상/이미지 또는 의료 문서에 의료 전문가가 수기 또는 디지털로 추가 작성한 코멘트로서, 텍스트 형태이지만 포함되는 내용이나 용어 등에 일정한 규칙이 존재하는 데이터
		의료 전문가 소견	의료 전문가가 의료 문서(리포트) 내에 작성하는 텍스트로서, 일반적으로 비정형으로 분류되지만 포함되는 내용이나 용어 등에 일정한 규칙이 존재하는 데이터
비정형 (unstructured) 데이터	형태가 불규칙한 데이터	의료 검사 영상 / 이미지	의료 검사의 결과인 동영상 또는 이미지 데이터

반정형 데이터는 대부분 텍스트 형태로 필드가 고정되어 있지는 않지만, 자료의 특성에 따라 텍스트 내에 포함되는 내용을 정의할 수 있는 데이터 부류이다. 크게는 의료 전문가의 소견이 담기는 문서 데이터와 여기에 추가되는 코멘트(comment)가 해당된다. 텍스트 데이터는 일반적으로는 비정형 데이터로 분류되지만, 의료 분야의 특수성에 의해 텍스트 내에 포함되는 항목이나 내용이 어느 정도 정해져 있는 경우가 많다. 예를 들어, 의료 영상 검사의 판독 보고서 내에는 의료 전문가가 기술 과정, 환자에 대한 간략한 정보, 검사/진단 결과 등을 텍스트 형태로 기술한다. 하지만 질환에 따라 달라지기는 하겠지만, 일반적으로 환자 정보에는 흡연 여부, 지병, 통증 정도 등의 정보가 포함되고, 검사/진단 결과에는 증상 명칭, 증상의 정도 등이 간략하게 나열된다. 따라서 이러한 유형의 정보도 장황한 문장으로 제공하는 것보다, 간단한 구문 처리를 통해 필요한 항목을 추출하여 조회가 용이하도록 제공하는 것이 가능할 것이다.

비정형 데이터는 형태가 불규칙하여 정의하기 어려운 항목들로서, 일반적으로 텍스트와 이미지 등이 해당한다. 의료 분야에서는 대부분의 텍스트 데이터는 반정형으로 분석할 수 있으므로, 영상이나 이미지 데이터만 비정형으로 고려할 수 있다. CAG(Coronary Angiography), 각종 초음파 영상 등과 같은 다양한 종류의 동영상 데이터와 CT(Computed Tomography), MRI(Magnetic Resonance Imaging),

EKG(Electrocardiogram; ECG) 등과 같은 이미지(그림, 사진) 데이터가 포함된다. 현재의 의료 시스템에서는 이러한 영상/이미지 데이터를 디지털 또는 아날로그 형태로 저장하고 있으며, 파일과 관련 메타데이터를 제공하고 있다. 하지만 영상이나 이미지 파일을 그대로 제공하는 것보다, 간단한 처리 과정을 통해 영상/이미지로부터 알아낼 수 있는 데이터를 레코드 형식으로 가공하고 연관 데이터와 함께 제공하는 것이 의료 시스템의 효율성 향상에 기여할 수 있는 방법일 것이다.

2. 저장 방식에 따른 분류

최근에는 실제 의료 기관에서 대부분의 의료 정보를 전산 시스템을 통해 기술, 생성, 저장, 조회, 관리하고 있지만, 여전히 아날로그 형태의 차트를 사용하고 있다. 의료 정보의 특성 상, 의료 전문가가 수기로 그림을 그리거나 종이 차트에 표시하는 데이터들이 많고, 응급 상황 등에서 수기로 기입하는 상황이 빈번하게 발생하기 때문에 완전한 디지털화가 이루어지지 못하고 있다. 또한 같은 종류의 데이터일지라도 의료 기관에 따라 디지털과 아날로그 형태로 사용하는 방식이 다르기 때문에, 데이터 융합 시 이에 대한 고려도 필요하다.

〈그림 4〉에도 보였듯이, 아직 아날로그 형태로 사용되고 있는 정보로는 주로 전산화되어 있는 데이터(문서)의 출력물에 의료 전문가가 수기로 추가 기입하는 어노테이션 데이터가 포함

표 2. 의료 영상 메타데이터 구성 [14]

분류	세부 항목	설명
환자 정보	환자 기본 정보 (이름, ID, 출생일, 성별 등)	환자에 대한 일반적인 정보 기술
	임상실험 분야의 환자 정보 (임상실험 프로토콜명, 식별자 등)	임상실험과 관련된 환자 정보 기술
검사 정보	일반 검사 정보 (검사 식별자, 검사일 등)	환자에게 실시된 검사에 대한 정보 기술
	환자 검사 정보 (진단 내용, 진단 코드, 과거 정보 등)	검사 시점에서의 환자 정보 기술
	임상실험 검사 정보 (식별자, 명세서)	임상실험과 관련된 검사 정보 기술
시리즈 정보	시리즈 일반 정보 (영상 획득 장비 타입, 영상 처리 날짜, 담당자 등)	영상 처리 과정에 대한 일반적인 정보 기술
	임상실험 시리즈 정보 (임상실험 관련 영상 데이터 담당자)	임상실험과 관련된 시리즈에 대한 정보 기술
영상 정보	영상의 일반적 정보 (이미지 식별자, 생성 날짜, 타입 등)	영상이미지의 일반적 속성 기술
	이미지 픽셀	픽셀 배열 정의
	SOP 정보 (SOP 인스턴스 생성 장비, 날짜 등)	SOP 인스턴스 확인을 위한 속성 기술
장비 정보	의료장비 정보 (제조사, 설치 장소 등)	의료장비의 일반적 정보 기술

된다. 또한 종이 차트로 생성 및 보관되는 이미지 데이터(심전도 검사 결과 등)도 있으며, 의료 전문가가 수기로 그리거나 표기하는 그림 차트도 일반적으로 많이 사용되고 있다.

3. 특성에 따른 분류

의료 데이터의 융합과 효율적인 제공을 위해서는 각각의 데이터의 속성을 고려할 수 있다. 현재의 의료 시스템에서는 모든 의료 데이터를 개별적으로 관리하여 의료 전문가가 의사 결정에 필요한 정보를 직접 찾고 선별한다. 하지만 융합 데이터 모델에 따라 데이터의 속성에 기반하여 분류하고 관련 데이터들을 연관시켜서 저장한다면 효율적이고 의미 있는 데이터 제공이 가능해질 것이다. 본 고에서는 다음과 같은 의료

데이터의 속성을 제시해본다.

첫째, 의료 데이터가 반드시 필요한 항목인지 여부에 따라 다음과 같이 분류 가능하다.

- 필수(mandatory) 데이터: 데이터의 신뢰성과 관련되거나 해석을 위해 반드시 요구되는 데이터 항목이다. 즉, 현재의 환자 상태에 대한 진단을 위해서 반드시 필요한 정보의 종류들이 있을 것이며, 세부적으로도 필수적인 항목들이 있을 것이다.
- 선택적(optional) 데이터: 필수 항목 이외의 부가적인 정보가 있을 수 있다. 예를 들어, 환자에 대한 긴급한 의사 결정을 내려야 하는 시점에 필요한 정보는 아니지만, 추후 관리를 위해서는 저장되어야 하는 정보들이 있을 수 있다.

둘째, 물론 법적으로 환자에 대한 모든 의료 정보는 5~10년 동안 보관해야 하지만, 데이터의 유용성 정도에 따른 관리도 필요한 부분이다. 따라서 과거 이력의 축적 여부가 의미가 있는지에 따라 다음과 같이 데이터 종류를 분류할 수 있으며, 이에 따라 관리 또는 제공해야 하는 데이터의 범위가 결정될 수 있을 것이다.

- 이력형(historical) 데이터: 과거에 기록된 모든 이력 데이터가 의미 있는 항목이다. 환자 개인에 대해 모든 시점에서 생성된 데이터 값이 현재의 상태와 연관되는 데이터이다.
- 이전형(previous) 데이터: 해당 데이터에 대한 모든 과거 이력 값이 필요하지는 않지만, 바로 이전 시점의 값이 의미 있는 항목이다.
- 현재형 데이터: 과거 이력 정보가 큰 영향이 없는 데이터 항목이다. 즉, 과거 시점에 생성된 데이터보다는 현재의 값이 중요한 항목에 대해서는 저장은 하되, 기본적인 제공은 고려하지 않아도 될 것이다.

이와 같이, 의료 데이터는 양도 방대할 뿐만 아니라, 그 종류와 형태, 저장 방식, 특성도 다양하다. 또한 이러한 데이터의 특성은 의료 기관과 질병의 종류 등에 따라 세부적으로도 확연하게 달라질 것이다.

현 의료 시스템에서는 이러한 의료 데이터들을 별개의 데이터로 관리하며 의료 전문가가 직접 연관 데이터들을 찾아서 조회하는 방식으로 제공되고 있다. 따라서 의료 데이터의 효율적인 관리와 의미 있는 정보 제공을 위해서는 단순 전자적 저장이나, 그림 4의 복합적인 특성을 갖는 다양한 의료 데이터가 개별적으로 관리되기보다는 연관 관계와 속성을 기반으로 융합될 필요가 있다. 이를 위해서는 의료 데이터 융합 모델을 정의할 필요가 있으며, 현 의료 시스템의 개선과 향상을 위해서 반드시 선행되어야 하는 연구이다.

IV. 결론

현재까지의 의료 시스템은 의료 분야에서 생성되는 정보들을 전산화하기 위한 시스템 구축과 일반화에 중점을 두고 발전해 왔다. 하지만 이러한 시스템은 단순하게 데이터 축적과 용이한 접근을 목표로 하며, 지능적인 데이터 관리나 제공에는 한계가 있다고 할 수 있다. 따라서 본 고에서는 의료 정보 관리 기법의 개선과 향상을 위해서는 의료 데이터의 융합을 위한 데이터 모델의 정립이 우선적으로 필요함을 강조하였다. 의료 데이터들은 종류와 정형화 정도, 저장 방식, 속성 측면에서 매우 다양하며, 이는 의료 기관과 질환 별로 다시 세부적으로 달라진다. 따라서 국내 의료 기관에서 활용 가능한 체계적인 의료 데이터 기술 표준이 필요할 뿐만 아니라, 의미적인 연관 관계 분석을 통한 융합 모델이 필요하다. 이러한 분석과 융합은 방대한 양의 의료 데이터를 효율적이고 체계적으로 관리, 제공, 활용하기 위해서는 필수적으로 요구되는 연구이다. 나아가 이러한 연구는 현 의료 시스템의 발전과 방대한 의료 데이터의 활용성 향상을 견인할 것으로 기대할 수 있다.

Acknowledgement

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 정보통신·방송 연구개발 사업의 일환으로 수행하였음. [14-824-10-023, 개인 건강 정보 기반 개방형 ICT 힐링 서비스 플랫폼 개발].

참고 문헌

- [1] W. MacKinnon, M. Wasserman, "Implementing Electronic Medical Record Systems", IT Professional, 11(6), pp.50-53, 2009
- [2] 전영주, "전자의무기록(EMR)의 활용과 환자정보보호", 보건의료산업학회지, 7(3), pp.213-224, 2013
- [3] C. Zhao, L. Zhang, "Research of information presentation for electronic medical record based on ontology", Proceedings of the 2013 6 International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering, Vol.3, pp.489-492, 2013
- [4] 나현석, 윤성열, 박석천, "다중플랫폼 환경에서 효율적인 의료정보 데이터 교환을 위한 매핑 시스템 설계 및 구현", 한국정보기술학회논문지, 10(12), pp.143-150, 2012
- [5] S. Perera, C. Henson, K. Thirunarayan, A. Sheth, S. Nair, "Semantics Driven Approach for knowledge Acquisition From EMRs", IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics, 18(2), pp.515-524, 2014
- [6] H. Greenspan, A.T. Pinhas, "Medical Image Categorization and Retrieval for PACS Using the GMM-KL Framework", IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine, 11(2), pp.190-202, 2007
- [7] Y. Tao, Z. Peng, A. Krishnan, X.S. Zhou, "Robust Learning-Based Parsing and Annotation of Medical Radiographs", IEEE Transactions on Medical Imaging, 30(2), pp.338-350, 2011
- [8] F. Valente, C. Viana-Ferreira, C. Costa, J.L. Oliveira, "A RESTful Image Gateway for Multiple Medical Image Repositories", IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine, 16(3), pp.356-364, 2012
- [9] "DICOM RIS/PACS Telemedicine Network Implementation using Free Open Source Software", IEEE Latin America Transactions, 11(1), pp.168-171, 2013
- [10] ASTM International, "ASTM E2369-12: Standard Specification for Continuity of Care Record (CCR)", 2012
- [11] Health Level 7 International, "HL7 Implementation Guide for CDA Release 2", from http://www.hl7.org/implementation/standards/product_brief.cfm?product_id=7.
- [12] Health Level 7 International, "HL7 Implementation Guide: CDA Release 2 - Continuity of Care Document (CCD)", 2007
- [13] NEMA(the National Electrical Manufacturers Association), "The DICOM Standard", 2014, from <http://medical.nema.org/standard.html>
- [14] TTAK.OT-10.0245, "PACS 표준 Log 메타데이터 구성요소", 정보통신단체표준, 2008
- [15] TTAK.KO-10.0375, "의료용 심장전도기 메타데이터 구성요소", 정보통신단체표준, 2009

약 력



이 미 연

2003년 이화여자대학교 공학사
 2005년 이화여자대학교 공학석사
 2012년 이화여자대학교 공학박사
 2012년~2014년 아주대학교 유비쿼터스 컨버전스
 연구소 전임연구원
 2014년~현재 아주대학교 전자공학과 연구조교수
 관심분야: 유비쿼터스 컴퓨팅, 모바일 컴퓨팅, 상황인지,
 데이터 모델링, 바이오·의료 데이터 모델링,
 온톨로지



박 예 슬

2010년~현재 아주대학교 전자공학과 학사과정
 관심분야: 임베디드 소프트웨어, 바이오·의료
 데이터 모델링, 온톨로지



김 명 희

1979년 서울대학교 계산통계학과 석사
 1986년 독일 괴팅겐대학교 전자계산학과 박사
 1987년~현재 이화여자대학교 컴퓨터공학과 교수
 2000년~현재 이화여자대학교 컴퓨터그래픽스/
 가상현실 연구센터 센터장
 관심분야: 바이오·의료 영상 컴퓨팅, 가상현실,
 시뮬레이션



이 정 원

1995년 이화여자대학교 공학사/석사
 1995년~1997년 LG종합기술원 주임연구원
 2003년 이화여자대학교 공학박사
 2003년~2006년 이화여자대학교 컴퓨터학과
 BK교수, 전임강사(대우)
 2006년~현재 아주대학교 전자공학과 부교수
 관심분야: 임베디드 소프트웨어, 모바일 상황인지,
 온톨로지