



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

치의학 석사 학위논문

블록체인을 활용한
Clouding 환경에서 PHR 구축

2018 년 2 월

서울대학교 대학원
치 의 학 과 치 의 학 전 공
조 재 형

블록체인을 활용한
Clouding 환경에서 PHR 구축

지도교수 김 홍 기

이 논문을 치의학 석사 학위논문으로 제출함

2017 년 11 월

서울대학교 대학원
치의학과 치의학 전공
조 재 형

조재형의 석사학위논문을 인준함

2017 년 11 월

위 원 장 _____ 이 재 일 _____ (인)

부 위 원 장 _____ 김 홍 기 _____ (인)

위 원 _____ 허 민 석 _____ (인)

초 록

1. 목 적

EMR(Electronic Medical Record) 시스템이 도입 되면서 의료 정보의 기록 자체가 용이할 뿐만 아니라 정보를 폭넓게 활용하는 가능성을 높이게 되었다. 하지만 전자 의료 정보가 기록되는 형태가 의료기관 마다 상이하기 때문에 통합되지 않아 이를 활용하는데 많은 어려움이 있다. 따라서 국제적으로 PHR(Personal Health Record)을 구축하면서 의료 정보의 보안을 유지하면서 공유할 수 있는 시도가 많이 일어나고 있다. 본 연구의 목적은 EMR/PHR 시장의 성장과 함께 전자 문서 형태의 의료 정보가 어떻게 기록되어 저장되어 있는지 파악하고 해외의 기관들은 어떻게 이런 시장 환경의 변화에 적응하여 협력하고 있는지를 조사하는 것이다. 이런 분석을 토대로 국내에서는 PHR을 어떤 형태로 구축 하는 것이 국제적인 의료 시장 환경 변화에 빠르게 적응하고 기록된 의료 정보를 손쉽게 활용할 수 있는지에 대해 고찰해 보는 것이다.

2. 방 법

PubMed에서 EMR, PHR, cloud, HL7, BlockChain 등의 key word를 사용하여 2000년 이후로 발표 된 논문을 기준으로 검색을 하였다. 해당 논문을 분석하면서 연계된 reference를 참조하여 추가적으로 논문을 검색하여 국/내외 의료 기관들이 EMR/PHR 시장에서 어떻게 변화하여 적응하는 지에 대해 조사를 하였다. 이에 더하여 국내 의료기관의 의료정보 시스템의 현재를 분석하여 어떤 방식으로 PHR을 구축하는 것이 적합한지에 대한 방향성을 찾으려 하였다.

3. 결 과

현재 의료 패러다임은 치료에서 관리의 개념으로 변화하고 있는 중이다. 관리에서 중요한 것은 현재의 건강 상태를 아는 것 뿐 만 아니라 기존에 가지고 있던 질환과 그것에 대한 치료 과정을 아는 것이 중요하다. 의료 정보의 저장 형태가 EMR 시스템으로 기록/저장되고 있는 환경을 넘어서 EMR에 대한 정보와 부수적인 환자 의료 정보가 통합된 기록인 PHR로 저장되는 형태로 전환이 되고 있다. 이런 PHR의 형태는 환자의 건강 상태를 파악하는데 매우 용이하기 때문에 환자에게 맞춤 의료 서비스를 제공하기에 적합하다. 하지만 현재 EMR 시스템은 의료 기관 마다 각기 상이한 형태로 만들어졌고 그에 따라 의료 정보가 통합되어 PHR로 갖춰지는 것이 어렵다. 클라우드는 산발적으로 개발된 다양한 EMR 시스템 하에서 해당 시스템을 유지하면서 통합 된 PHR을 구축/가공하기 용이한 환경이기 때문에 적합한 대안이라 생각된다. 또한 의료정보는 개인 정보 중에서도 민감한 부분으로 보안/안정성의 문제를 블록체인 방식으로 해결할 수 있을 것으로 기대한다. 따라서 블록체인을 활용한 클라우드에서 PHR을 구축하게 되면 현재 의료 시스템을 유지하면서 의료 정보를 폭넓게 활용할 수 길을 열어 줄 것이다. 이렇게 구축된 의료 정보 시스템은 의료계 전체에 긍정적인 영향을 줄 뿐만 아니라 치의학에서 환자에게 적절한 의료 서비스를 제공하는데 도움이 될 것이며, 구강 질환과 전신질환의 관계를 파악하는데도 긍정적인 도움을 줄 수 있을 것이라 예측한다.

주요어 : 클라우드, 블록체인, EMR, PHR, HL7

학번 : 2014-23064

목 차

I. 서론	1
1. 의료정보의 변화	1
2. 산재되어 있는 의료정보	1
3. 치의학에서 정보학의 발전	2
4. PHR(Personal Health Record)이란 무엇인가	2
II. 본론	3
1. 의료 기관들의 협력 증대 필요	3
2. PHR의 적합한 구축 방향	4
3. 용어의 표준화	6
4. 클라우드 환경에서의 의료정보 시스템 구축	6
(1) 우리나라의 의료정보시스템	7
(2) 국내 의료정보 시스템 하에서 적합한 형태	8
(3) 블록체인을 활용한 클라우딩 기반의 통합 서버 구축	8
1) 클라우드 환경의 종류와 HL7	8
2) 블록체인을 활용한 클라우드	10
3) PHR 구축 방법 제안	11
III. 결론	13
IV. 참고문헌	15
Abstract	17

I. 서론

1. 의료정보의 변화

정보화 시대가 되면서 'Big Data'란 단어가 화두가 되어 있다. Big data를 활용해서 다양한 연구가 진행이 되고 있고 이 data는 양적으로 증가하는 속도가 빠르며 각 정보에 대한 사용자들의 접근이 훨씬 용이해 졌다. 이에 따라 의료업계에서도 많은 변화가 일어나고 있다. 그 중 하나로 몇 년 전까지만 해도 환자 개인의 의료 정보가 종이 문서에 기록되어 저장이 되었다면 근래에는 EMR(Electronic Medical Record) 시스템이 도입이 되면서 의료 정보가 컴퓨터의 언어로 정보화 되어 서버에 저장되고 있다. 의료 정보가 전자문서 형태로 보관이 되면서 의료 정보의 양이 급격하게 증가하기 시작하였고 그에 따라 EMR 시장의 성장이 함께 하게 되었고 2012년 기준 미국의 EMR 시장에서는 EMR 상품을 제공하는 업체가 700개 이고 그들이 제공하는 상품은 1,750개에 이른다.[1] 또한 이렇게 전자문서로 형태로 저장이 되었기 때문에 활용하기에도 용이해 졌다. 따라서 많은 의료기관들이 이런 정보를 활용하기 위해 협의체를 만들기도 하고 시스템을 새로 도입하기도 하였다.

2. 산재되어 있는 의료정보

EMR 사용이 증가 하면서 환자의 의료 정보는 증가 하고 있지만 이 정보들은 의미론적(semantically)으로 통합되어 있지 않은 것이 많다. EMR이 저장되는 것은 기본적으로 세 가지 형태가 있는데 의료기관의 개별 서버, 업체에서 제공하는 서버, 그리고 공동 클라우드에 저장되는 형태가 있다. 초기의 EMR에 저장되는 형태는 각 의료 기관 마다 개별적인 EMR 시스템 서버를 가지고 있고 이를 관리하는 시스템이었다. 이는 각 서버 마다 저장하는 방식이 동일하지 않기 때문에 환자 정보의 형태가 서버에 따라 상이하

게 된다. 예를 들어 암으로 치료받고 있는 환자의 의료 정보가 cancer라는 이름으로 기록 될 수도 있고 carcinoma나 다른 이름으로 기록 될 수도 있다. 이렇게 상이한 이름으로 각 서버에 저장이 되게 되면 추후 의료 정보를 바탕으로 한 의료 서비스 제공이나 연구를 위해 각 서버에서 정보를 추출하는 과정에서 중복이 되거나 제외되는 경우가 발생할 수 있다. 이에 따라 의료 정보를 추출하는 방법이 하나의 연구 분야가 되었으며, 온톨로지(FM, SNOMED CT, ICD 등)¹⁾ 기반으로 하여 의료 정보를 추출하기도 하고 치의학의 Consortium의 하나인 COHRI(Consortium of Oral Health Research and Informatics)에서 치과 관련 기관들을 위해 표준화 된 용어를 제공하고 있기도 하다. 시간이 흐르면서 업체에서 제공하는 동일한 서버에 다수의 의료기관이 공동으로 사용하거나 클라우드에 의료 정보를 저장하는 형태 등으로 발전하면서 이런 번거로운 작업에 소모되는 시간을 줄이는 등의 다른 형태로 발전하기도 했다.

3. 치의학에서 정보학의 발전

치의학 보다 앞서 의학에서 먼저 정보학이 발전해 왔고 치의학은 그에 따라 함께 성장하였다. 2006년 American Medical Informatics Association (AMIA)는 의료 정보에 대한 이차적인 사용에 관한 내용들을 논의하기 위해 전문가를 모집하였고 이들은 정보학의 발전을 위해 몇 가지 사항에 대해 논의를 하였다. 논의한 내용은 의학정보에 대한 접근과 사용, 그리고 이 정보를 사용한 이차적인 이용에 대한 효익에 대한 고찰 등에 관한 것이었다. 이들은 얼마 후에 dental component를 만들었고 이와 유사하게 ADEA에서도 마찬가지로 dental informatics section을 가지고 있다.[2]

4. PHR(Personal Health Record)이란 무엇인가

PHR(Personal Health Record) 또는 EHR(Electronic Health Record)은

1) 분산 환경에서 리소스에 대한 관계-의미 정보를 기계가 처리할 수 있는 표현

이미 1978년 부터 사용되기 시작한 용어^[3]인데, 현재 Personally Controlled Health Record(PCHR), Personal Medical Record(PMR), Electronic Health Record(EHR) 등 다양한 용어와 혼재되어 사용되고 있다. 따라서 여러 기관에서 PHR 에 대한 정의를 발표하고 있는 상황이다. 다양한 정의가 있겠지만 PHR의 기본적인 의미는 개인이 본인이나 가족의 일생 동안의 모든 건강에 대한 정보를 가지고 있는 기록을 의미한다. PHR 은 EMR의 정보를 포함할 뿐만 아니라 산재되어 있는 다양한 EMR 정보가 통합되어 있으며 개인의 건강에 영향을 미치는 혈당 수치나 신체 활동량 등에 대한 정보도 포함하고 있다. 따라서 이 기록이 안전하게 보관하면서 관리하게 되면 환자를 위한 맞춤 의료서비스를 제공할 수도 있고 의학 연구를 위한 자료로 사용될 수 있는 잠재력이 EMR 보다 높다.

II. 본론

1. 의료 기관들의 협력 증대 필요

우리나라에서는 아직 EMR 시스템이 도입되지 않은 의료 기관이 있기도 하고 EMR 시스템을 도입한 의료기관들 또한 각기 상이한 EMR 시스템을 사용하고 있어 이 시스템들은 호환이 되고 있지 않다. 환자들은 본인의 의료 기록 사본을 받아서 다른 병원에 제공하는 방법으로 의료 정보를 공유하고 있다. 서울대학교의과병원과 서울대학교치과병원만 해도 일부 의료정보를 제외하고는 서로 공유나 호환이 되지 않는다. 이렇게 환자 정보가 다르게 저장되고 있고 호환되지 않고 있는 것은 환자에게 제공할 수 있는 의료 서비스의 질이 향상되기 어려울 뿐만 아니라 환자의 의료정보를 바탕으로 의학적인 연구를 하는데 많은 어려움이 있다.

2005년 uxiUm이라는 EMR system을 제공하고 있는 기업인 Exan의 지원 하에 Tufts University School of Dental Medicine(TUSDM)에 치의학과 관련된 임상가, 교육자, 그리고 연구자들이 EHR을 강화할 방법을 모색하기

위해 모였다. 이 모임은 발전하여 2007년 US, Canada, Europe에서 모인 14개의 dental school에서 consortium에 참가한 멤버들은 data를 공유하기 위해 EHR을 표준화 하기로 하기로 하였고 이렇게 Consortium of Oral Health Research and Informatics(COHRI)가 만들어졌다.[4] 더 나아가 COHRI에 소속된 멤버 중에 University of Texas Health Science Center at Houston, Tufts university, University of California San Francisco, Harvard University는 EMR을 이용한 치의학 연구를 위해 'BigMouth'라는 EMR data를 한 곳으로 모아 데이터 저장소 역할을 하는 system를 별도로 만들었다.[5] 또한 American Association of Dental School(AADS)는 database와 electronic system에 관심을 가지고 있었는데 현재는 American Dental Education Association(ADEA)로 변형되었고 그 중 하나는 Clinical Information System(CIS)로 발전하여 의료 정보 기록과 공유를 위해 많은 협의를 진행하고 있다. 2008년 COHRI 멤버들은 University of California, San Francisco(UCSF)에서 모여서 의료정보 공유를 통한 효익을 창출하기 위해 'needs analysis'에 관한 행사를 추진하여 논의하기도 하였다. 이렇게 국외에서는 많은 의료기관들이 환자 의료정보를 공유하거나 통합하기 위해 많은 노력을 하고 있다.

우리나라에서도 다양한 방향으로 노력을 기울이고 있는데 그 중 하나로 질병관리본부에서 담당하고 있는 '한국인체자원은행사업'이 있다. 이 사업을 통해 축적한 데이터를 이용하여 의료 종사자들은 751편의 논문과 46건의 특허(2016년 말 기준)를 얻었다.[6] 또한 서울아산병원, 아주대병원, 서울성모병원, 가천길병원 등 4개 병원은 각기 보유한 EMR을 기반으로 익명화 데이터를 체계화 하여 통합된 의료정보 데이터 망을 추진하고 있다. 하지만 더 많은 의료기관이 참여하여 통합된 의료정보 시스템을 구축할 필요가 있다.

2. PHR의 적합한 구축 방향

PHR을 구축하는 방법은 크게 세 가지로 나눌 수 있다. Stand-alone

PHR, EMR-tethered PHR, 그리고 Interconnected PHR로 나누어진다.[7] 첫 번째, stand-alone PHR은 Google의 'Google Health'나 Microsoft의 'Healthvault'가 이에 해당하는데 개인이 직접 정보를 입력해야 하는 시스템으로 개인이 절대적으로 정보에 대한 권한을 가진다는 장점이 있지만 data quality가 낮을 수 있다. 이러한 단점 때문에 현재는 한계를 느끼고 병원과 협력을 하는 방향으로 흘러가고 있다. 두 번째로 EMR-tethered PHR이다. Mayo Clinic의 'Healthmanager'가 이에 해당되며, 이 방법은 병원이 PHR을 관리하는 방법으로써 data의 신뢰성이 향상된다는 장점과 동시에 이를 통해 다양한 의료 서비스를 제공할 수 있다는 장점도 있다. 하지만 다수의 병원에 환자가 다닐 경우 각기 다른 서비스를 이용해야 된다는 불편감이 있다. 마지막으로 PHR이 최종적으로 추구하는 지향점인 Interconnected PHR이다. 이것은 분산된 다수의 서버 혹은 하나의 서버에 저장되며 EMR-tethered PHR의 장점을 포함하며 더 나아가 각 의료기관들이 진료 정보를 공유할 수 있어 향상된 단일화 된 의료 서비스를 제공받을 수 있다. 하지만 진료 정보의 공유를 위해 용어에 대한 표준화가 필요하다.

위와 같이 정보를 입력하거나 저장하는 대상 뿐 만 아니라 저장되는 위치에 대한 것도 중요한 문제가 될 수 있다. 저장되는 형태는 크게 세 가지로 나누어진다. 개별 서버에 각기 저장되는 형태, 업체에서 제공하는 단일 서버에 저장되는 형태, 클라우드 서버에 저장되는 형태로 나누어질 수 있다.[8] 개별 서버에 저장되는 형태는 의료 정보를 저장하는데 있어 특별한 비용이 발생하지 않는다. 단지 저장하는데 필요한 하드웨어에 대한 비용만 발생할 뿐이다. 하지만 이렇게 개별 서버에 저장되게 되면 의료 정보가 산재되어 통합하는 것이 어려우며, 지금 우리나라에서 각 의료기관이 가지고 있는 형태이다. 두 번째로는 업체에서 제공하는 단일 서버에 저장되는 형태이다. 이것은 해당 업체를 이용하는 의료기관들은 동일한 표준화 된 용어를 사용할 수 있고 서버 사용에 대한 비용을 지불하면 된다. 하지만 이런 서버 구축 후에 각 의료기관에서 데이터를 새로 축적해야 하는 시간적인 한계가 있는 단점이 있고 아직 표준화 되었다고 보기엔 어려운 용어 사용에 대한 문제가 있다. 세 번째로는 클라우드 서버에 저장되는 형태이다. 업체

에서 제공하는 서버라는 점에서는 차이가 없으나 그 환경이 클라우드 시스템이라는 것이다. 클라우드 환경 하에서는 사용자(의료기관)가 데이터를 저장/조작 하는데 용이하며 사용자가 서버에 접속하는 환경이 다양해도 사용 가능한 장점이 있다. 따라서 클라우드에 Interconnected PHR 형태로 구축을 하는 것이 적합한 방향으로 보인다.

3. 용어의 표준화

PHR을 공유하거나 하나의 서버에 저장하기 위해서는 통일된 용어가 필요하다. 통일되지 않은 용어를 사용하게 되면 의료 정보가 누락되거나 중복으로 저장될 가능성이 높기 때문이다.

용어의 표준화란 보건의료에 사용되는 용어들을 개념 단위 별로 정리하여 그에 해당하는 코드를 유일하게 부여함으로써 향후 의료기관들이 의료 정보를 공유하는 것을 유용하게 하기 위한 행위로 정의된다.^[9] 우리나라의 보건의료 표준화 연구는 2004년 12월에 시작하여 2009년 11월 까지 진행되었다. 의료, 보건, 진단, 치과, 의약품 등에서 사용되는 용어를 수집하고 수집된 용어를 분절하거나 재조합 하고 정의되지 않은 용어를 재정의 하여 통합된 용어(KOSTOM)을 만드는 것이 목표였다. 2011년 기준으로 보건복지부, 국군의무사령부, 부산대병원, 원광대병원, 대구한의대에서 사용되고 있고 많은 기관에서는 사용되고 있지는 않다. 오랜 기간을 거쳐 보건의료 용어를 표준화 하였지만 이 용어를 사용하는 의료기관은 많지 않으며 아직도 많은 의료 기관들이 표준화 된 용어가 필요하다는 지적을 하는 것을 보면 표준화 된 용어에 대한 발전이 더욱 필요하며 또한 이 사용을 위한 홍보도 필요한 것으로 보여진다.

4. 클라우드 환경에서의 의료정보 시스템 구축

정보의 양이 방대해지면서 이 정보들에 대한 저장과 관리의 문제는 중요해졌고 이전에는 여러 이유로 버려졌던 데이터가 저장 되면서 부터 아무

런 관계가 없어 보이는 정보들의 연관 관계를 분석하면서 의미를 새롭게 찾아내는 경우도 많아지고 있다. 이런 추세에서 클라우드 환경²⁾은 데이터 관리의 효과적인 대안으로 많이 사용되고 있다. 의료기관 역시 EMR 사용의 증대와 함께 클라우드 환경은 의료 데이터의 저장과 활용에 큰 도움이 될 수 있을 것이라 생각하며, 컨설팅 전문 기관인 McKinsey 역시 의료/보건 분야에서 빅데이터 활용의 용이성이 높아 기대 효과가 클 것으로 분석했다.[10] 하지만 의료정보는 개인의 privacy가 문제될 소지가 매우 크기 때문에 이런 부분의 문제의 해결은 의료정보 공유에 있어서 가장 큰 이슈이며 이러한 문제 해결 방안으로 '블록체인'이라는 네트워크 알고리즘을 활용하는 것을 고려해 볼 수 있다.

(1) 우리나라의 의료정보시스템

국내의 의료정보 시스템은 현재 EMR, PACS(Picture Archiving Communication System)³⁾, HIS(Hospital Information System)으로 OCS(Order Communication System) 등이 주축을 이루고 있으며, 현재 의료 영상은 DICOM(Digital Imaging and Communications in Medicine) 국제표준 프로토콜에 의해 메커니즘과 형식이 정의되고 대부분의 의료영상 관련 장비와 솔루션들이 호환성을 유지하도록 생성되었다. 또한 국제표준인 HL7(Health Level Seven)을 기반으로 호환되고 영상 획득부, 영상 저장, 데이터베이스, 영상조회, 전송부분으로 구분된다.[11]

우리나라의 의료정보 시스템 시장은 2009년 기준 약 9천3백만 달러였고 2009년-2016년 연간 약 6.8%의 성장률로 지속적인 성장이 예상된다.[12] 우리나라는 IT 강국으로 불리지만 시장 규모나 의료정보시스템 개발은 다른 선진국에 비해 뒤쳐져 있다. 하지만 관련 제도만 의료정보 시스템 시장을 위해 개선만 된다면 더 빠른 성장이 예상된다.

-
- 2) 데이터를 인터넷과 연결된 중앙컴퓨터에 저장해서 인터넷에 접속하기만 하면 언제 어디서든 데이터를 이용할 수 있는 환경을 의미
 - 3) 의료영상장비에서 바로 디지털로 변환된 영상을 획득하여 네트워크를 이용해 영상을 전송하고 컴퓨터 화면을 통해 판독을 저장할 수 있도록 지원하는 시스템

(2) 국내 의료정보 시스템 하에서 적합한 형태

현재 각 의료기관에서는 각기 EMR 시스템을 개발해 왔고 통합된 PHR을 가지고 있지 않고 의료기관의 개별 서버에 데이터를 축적하고 있다. 하나의 서버에 통합된 PHR 시스템을 구축하는 것은 비용이 많이 소모되며 개발을 위한 시간도 많이 소모된다. 클라우드 환경을 이용하게 되면 현재 산발적으로 개발되어 있는 상이한 EMR 시스템 하에서 사용자(의료기관)으로 하여금 해당 시스템을 유지하면서 통합된 의료 정보 시스템을 구축하는데 용이하며 데이터 사용에 높은 자유도를 줄 수 있기 때문에 적합한 저장 형태는 클라우드 시스템일 것이다. 2014년 기준으로 아태지역 의료기관의 30%가 클라우드 컴퓨팅을 이용하고 있으며 PACS도 클라우드 환경에서 이용할 수 있는 솔루션이 등장하였다. 이러한 발전은 클라우드 환경에서의 통합을 더욱 용이하게 해준다. 하지만 사용의 편리함은 있지만 클라우드 환경 하에서는 보완성이 지켜지는 것이 매우 중요한 문제가 될 수 있다. 따라서 보완성만 제대로 갖추어 진다면 PHR을 구축하기 위한 최적의 환경이라 할 수 있을 것이다. 이렇게 클라우드 환경 하에서 의료정보 시스템이 구축이 된다면, 모바일 기반 의사결정, 원거리 약 처방 등 PHR의 구축도 훨씬 용이하고 그에 따라 환자에게 맞춤형 의료 서비스를 제공하는 것도 수월해 질 것으로 예상된다.

(3) 블록체인을 활용한 클라우드 기반의 통합 서버 구축

1) 클라우드 환경의 종류와 HL7

클라우드 환경은 크게 세 가지 종류가 있는데 사용자(customer)의 자유도의 범위가 어느 정도냐에 따라 분류가 된다. 전통적인 서버 관리는 맨 좌측에서 보는 것과 같이 서버 관리, 데이터 저장, 네트워킹 형성 등을 관리하게 되는데 클라우드 환경에서는 기본적인 관리 부분은 클라우드 업체에서

제공하고 사용자에게 주어진 자유도에 따라 분류가 된다. 가장 낮은 단계는 클라우드 환경에서 동작하는 응용 프로그램을 서비스 형태로 제공하는 SaaS(Software as a Service)이다. 예를 들어 메일 서비스가 있는데, 사용자는 이 시스템이 무엇으로 이루어져 있고 어떻게 동작 하고 있는지 그리고 메일을 백업을 어떻게 하는지 알 필요가 없고 그저 서비스 형태로 원하는 단말기(PC, 태블릿, 스마트폰 등)에서 메일을 주고 받으면 된다. 두 번째는 PaaS(Platform as a Service)로 서비스를 개발 할 수 있는 안정적인 환경 (Platform)과 그 환경을 이용하는 응용 프로그램을 개발 할 수 있는 API(Application Programming Interface)까지 제공하는 형태이다. 이 형태는 현재 금융 회사들에서 주식 매매 프로그램 개발을 위해 많이 사용하고 있는 방식이다. 세 번째는 IaaS(Infrastructure as a Service)인데 이것은 데이터에 대한 보완, 클라우드 내에서의 시스템 관리에 대해서도 사용자가 관여할 수 있는 형태이다. 최근에는 BaaS(Blockchain as a Service)란 단어도 사용되고 있는데 이는 사용자의 자유도에 따른 분류가 아니라 블록체인 알고리즘을 클라우드에 적용한 클라우드 서비스를 칭하는 용어이다.

Enterprise IT (Legacy IT)	Infrastructure (as a Service)	Platform (as a Service)	Software (as a Service)
Application	Application	Application	Application
Security	Security	Security	Security
Database	Database	Database	Database
Operating Systems	Operating Systems	Operating Systems	Operating Systems
Virtualization	Virtualization	Virtualization	Virtualization
Servers	Servers	Servers	Servers
Storage	Storage	Storage	Storage
Networking	Networking	Networking	Networking
Data Centers	Data Centers	Data Centers	Data Centers

HL7은 다양한 보건의료정보시스템 간 정보의 교환을 위하여 미국국립표준연구소(ANSI)가 인증한 표준으로서 현재 미국뿐 만 아니라 전 세계적으로 가장 널리 쓰이고 있는 보건의료정보의 표준이라 할 수 있다.

특히 미국을 비롯하여 영국, 호주, 뉴질랜드, 일본, 대만 등의 국가에서는 이미 HL7을 국가 표준으로 정하여 사용해 오고 있다. 우리나라는 2000년 5월 International Affiliates Charter Agreement)에 서명하여 정식으로 국제지부(HL7 Korea) 회원으로 발족하였다.[13] 표준화 된 HL7을 사용하게 되면 통신의 효율성을 향상시킬 수 있고 인터페이스 구축 비용을 낮출 수도 있는 장점이 있다.

개별 의료기관(사용자)이 의료정보를 사용하고 편의에 따라 가공할 수도 있는 환경인 IaaS가 PHR을 구축하는데 적합한 클라우드 환경이 될 것이며, 저장된 데이터를 표준화 된 HL7를 사용하여 의료데이터 공유 시 용이하도록 하는 것이 효율적일 것이다.

2) 블록체인을 활용한 클라우드

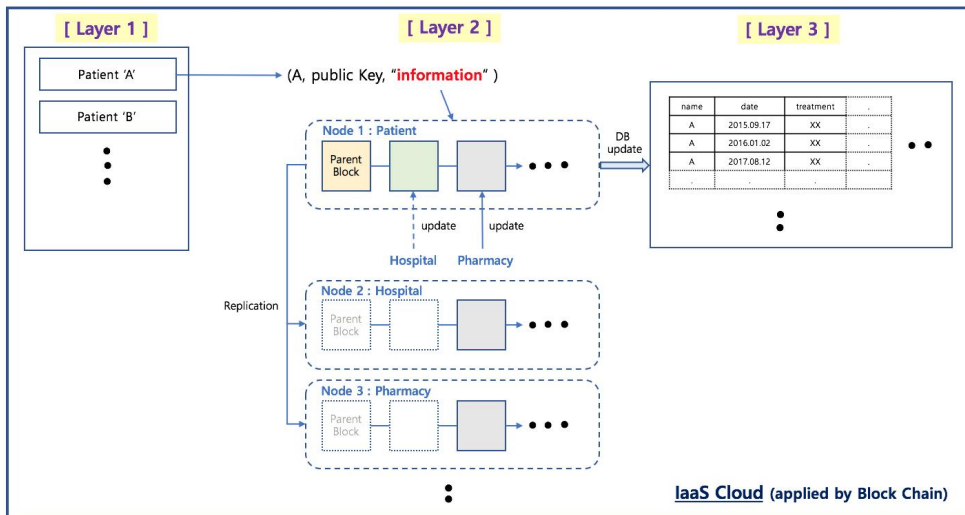
2008년 10월 Nakamoto Satoshi(익명 개발자)는 'Bitcoin: A peer to peer electronic cash system'이라는 논문을 발표했다.[14] 비트코인을 암호화폐로 사용하는 것이 논문의 본 주제였으나 여기에 내포된 P2P(peer to peer)를 활용한 블록체인 알고리즘은 그동안 네트워크 환경에서 맞게 되는 수많은 난제들을 해결하는 원동력이 되었다.

블록체인이란 정보를 블록 형태로 담게 되고 그 정보들이 시간의 순서에 따라 블록들이 연결이 되게 된다. 이때 정보의 입력과 동시에 단순히 연결이 되는 것이 아니라 정보를 입력하고자 하는 사용자가 블록을 생성하고자 하면 그 정보가 P2P로 연결된 모든 네트워크 사용자에게 전송이 된다. 그 정보를 모든 사용자가 확인을 하고 나면 비로써 블록이 연결이 되게 된다. 그리고 형성된 블록 형태의 정보들은 모든 사용자가 공유를 하고 있다. 이렇게 모든 사용자들이 동일한 형태의 정보를 가지고 있기 때문에 누군가 악용하기 위해 수정하고자 하면 다른 네트워크 사용자들이 가지고 있는 형태와 다르기 때문에 수정이 되지 않아 제3자의 보증이 필요하지 않다. 따라서 네트워크의 알고리즘 만으로 정보의 형태가 완전성을 갖추게 된다. 기존의 비트코인이나 이더리움에 활용한 블록체인은 permissionless blockchain

이었다면 현재는 permissioned blockchain도 제안되고 있다. permissionless는 사용자의 제한이 없으나 PoW(Proof of Work)와 mining process를 통해 블록을 형성하도록 하는 것이었다면 permissioned는 사용자에게 제한을 두고 허가된 사용자만이 시스템을 사용할 수 있으며 mining process가 따로 존재하지 않는다.[15] permissionless blockchain을 사용하게 되면 블록을 업데이트 하는데 많은 시간이 소요될 뿐만 아니라 네트워크 사용자들을 관리하기 어려운 문제가 있고 permissioned blockchain의 사용으로도 정보의 완전성을 갖추도록 하는 많은 기술이 개발[16][17]되었기 때문에 의료정보 시스템을 구축하는데 있어서 permissioned blockchain이 가장 적합할 것으로 기대된다.

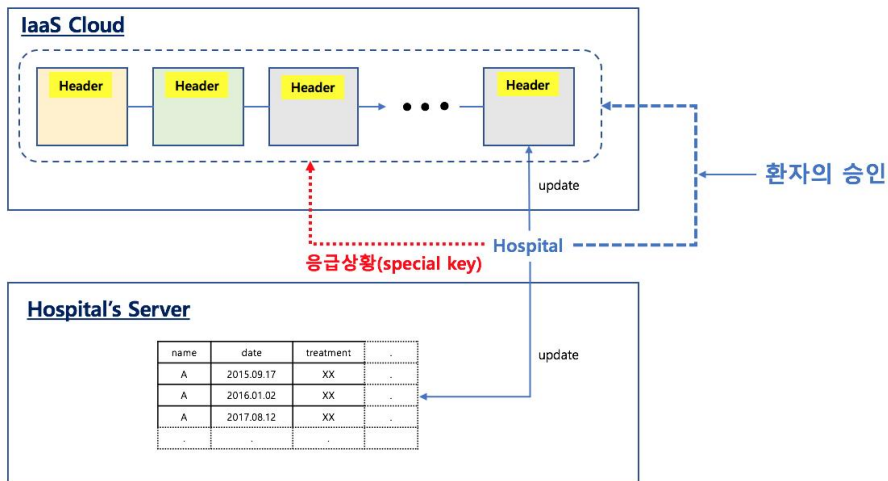
이런 블록체인 알고리즘을 클라우드 환경에서 적용한다면 정보의 소실이나 보안의 문제를 해결하면서 의료정보의 통합을 원활하게 할 수 있는 환경을 구축할 수 있을 것으로 생각한다.

3) PHR 구축 방법 제안

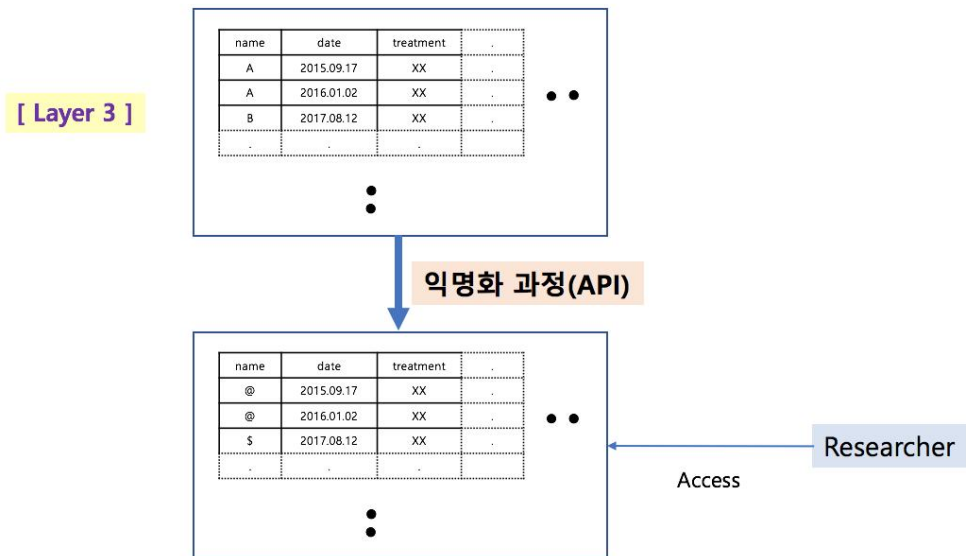


사용자(의료기관, 환자 등)가 활용하기 좋은 IaaS(Infrastructure as a Service) 클라우드 기반으로 승인된 사용자만이 사용할 수 있도록 폐쇄적으

로 운영하며 승인 방식은 private key를 각 사용자에게 제공하여 접속할 수 있도록 한다.[18] IaaS 기반이기 때문에 사용자들은 개별 API(Application Program Interface)를 형성하여 데이터를 원하는 형태로 가공하여 사용할 수 있도록 하며 데이터가 커질 때 사용 환경의 크기도 확장할 수 있는 자유도를 줄 수 있도록 한다. 클라우드는 몇 개의 layer로 구성이 되는데 환자의 기본 정보가 저장되어 있는 'Layer 1', 개별 환자 정보 내에 의료 정보가 블록체인 형태로 저장되어 있는 'Layer 2', 그리고 각 환자 별로 표준화된 HL7, KOSTOM 등을 적용한 database로 저장된 'Layer 3'으로 구성된다. Layer 1은 환자를 식별할 수 있는 public key가 있는데 이 것은 클라우드 내의 환자의 위치를 찾아 낼 수 있는 주소와 같은 역할을 하게 된다. Layer 2는 여러 개의 node로 구성되는데 각 node는 환자, 의료기관, 약국 등 개별 사용자들로 지정이 된다. 각 사용자가 블록을 업데이트, 즉 환자 정보를 업데이트 할 때 동시에 다른 node들도 동일한 블록이 복제되어 chain으로 연결되게 된다. 이렇게 다수의 node들로 구성이 되면 외부 침입자가 발생했을 때 정보를 변경하기 어려워지게 되어 정보의 높은 완전성을 구축할 수 있게 된다. Layer 3은 HL7, KOSTOM 등을 적용하여 표준화시켜 database를 구축하도록 하여 각 사용자들이 환자의 의료정보(PHR)를 확인하거나 연구로 활용하고자 할 때 이용하기 용이하다.



환자의 의료정보를 업데이트 할 권한을 가진 사용자들은 블록(환자정보)을 업데이트 할 때 클라우드와 기존의 사용자가 사용하는 서버에 동시에 정보를 저장한다. 또한 사용자는 클라우드에 환자정보를 업데이트 할 수 있지만 Header(블록의 정보)에 동일한 블록체인에 연결될 정보에 암호화 된 주소가 기록되어 있어 자동으로 연결되도록 하고 환자의 PHR을 열람을 할 수 없도록 구조를 형성한다. 하지만 상황에 따라 환자의 PHR을 열람해야 하는 상황이 발생할 경우가 있으므로 그 때는 환자의 동의를 구하고 PHR을 열람할 수 있도록 한다.



연구 목적으로 클라우드 DB에 있는 환자의 의료정보를 이용해야 하는 경우가 있다. 이런 경우를 위해서 클라우드 내에 있는 API(Application Program Interface)를 이용하여 해당 DB의 익명화 과정을 거쳐 새로운 DB를 형성해 놓는다. 그리고 사용자로 등록이 되어 있는 연구자는 해당 DB에 접속을 하여 연구 목적으로 사용할 수 있으며 사용된 History는 DB에 정보를 남겨놓는다.

Ⅲ. 결론

현재 의료 패러다임은 치료에서 관리의 개념으로 변화하고 있다. 관리에서 중요한 것은 현재의 건강 상태를 아는 것 뿐 만 아니라 기존에 가지고 있던 질환과 그것에 대한 치료 과정을 아는 것이 중요하다. 의료 정보의 저장 형태가 EMR 시스템으로 기록/저장되고 있는 환경을 넘어서 EMR에 대한 정보와 부수적인 환자 의료 정보가 통합된 기록인 PHR로 저장되는 형태로 전환이 되고 있다. 이런 PHR의 형태는 환자의 건강 상태를 파악하는데 매우 용이하기 때문에 환자에게 맞춤 의료 서비스를 제공하기에 적합하다. 하지만 현재 EMR 시스템은 의료 기관 마다 각기 상이한 형태로 만들어졌고 그에 따라 의료 정보가 통합되어 PHR로 갖춰지는 것이 어렵다. 국외 의료 기관에서도 마찬가지로 이런 다양한 EMR 시스템 때문에 통합하기 위해 많은 노력을 기울였다. 이런 일환으로 여러 의료 기관들이 협의체를 만들어 의료 정보를 통합하기 위한 노력을 기울였고 그 결과로 BigMouth라는 통합 데이터 저장소를 만들고 ADEA는 CIS(Clinical Information System)을 만들었으며 HL7도 개발되었다. 우리나라는 최근에 들어서 이런 통합된 의료 정보를 구축하기 위해 표준화 된 용어인 KOSTOM을 개발하였으며, 질병관리본부에서 ‘한국인체자원은행사업’을 관리하여 진행하고 있다.

클라우드 환경은 산발적으로 개발된 다양한 EMR 시스템 하에서 해당 시스템을 유지하면서 통합 된 PHR을 구축하고 해당 PHR의 정보를 가공하여 사용하는데도 용이한 환경이기 때문에 현재 국내에서 PHR을 구축하는데 적합한 대안이라 생각된다. 또한 현재 정보를 안전하게 관리할 수 있는 블록체인 방식을 클라우드 환경에 도입한다면 정보 활용의 용이성과 함께 정보의 안정성과 완전성도 확보할 수 있을 것으로 기대된다. 이렇게 구축된 의료 정보 시스템은 의료계 전체에 긍정적인 영향을 줄 뿐만 아니라 치의학에서 환자에게 적절한 의료 서비스를 제공하는데 도움이 될 것이며, 구강 질환과 전신질환의 관계를 파악하는데도 긍정적인 도움을 줄 수 있을 것이라 예측한다.

IV. 참고문헌

- [1] Mandl KD, Kohane IS. Escaping the EHR trap- the future of health IT. N Engl J Med. 2012.
- [2] Safran C, Bloomrosen M, Hammond WE, Labkoff S, Markel-Fox S, Tang PC, Detmer DE, Expert Panel. Toward a national framework for the secondary use of health data: an American Medical Informatics Association white paper. J Am Med Inform Assoc 2007;14(1):1-9, Oct 2006
- [3] Britain G. Computerisation of personal health records. Health Visit, 1978
- [4] Paul C, Elsbeth Kalenderian, Consortium for Oral Health-Related Informatics: Improving Dental Research, Education, and Treatment, Oct 2010
- [5] Muhammad F, Elsbeth Kalenderian, BigMouth:a multi-institutional dental data repository, Journal of medical informatics association, 2014
- [6] <http://cdc.go.kr>
- [7] A Future of Medical Information System: Establishment of Hospital-oriented Personal, J Korean Med Assoc, 2009
- [8] R.Cederberg, Electronic Health Records in Dentistry: Clinical challenges and ethical issues, Teledentistry, 2015
- [9] 김석일, 한국의료표준용어(KOSTOM) 소개, 2012
- [10] McKinsey&Company, The big-data revolution in US health care: Accelerating value and innovation, April 2013
- [11] I.S,Cho and H.S,Kwon, "Efficient Sharing System of Medical Information for Interoperability between PACS System", Journal of The Korean Institute of Communications and Information Sciences (KICS), vol.13, no.3 pp.498-504, 2009.
- [12] 이종택, 의료정보시스템의 기술 및 시장 동향 분석을 통한 주요 이슈 도출 및 향후 발전 방향, 한국지능정보시스템학회, Nov 2013

- [13] 한국보건산업진흥원, Health Level Seven(HL7)과 개발도구, Dec 2002
- [14] Nakamoto Satoshi, Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system, Oct 2008
- [15] Alevtina, Zhigang, Secure and Trustable Electronic Medical Records Sharing using Blockchain, Aug 2017
- [16] Qi xia, BBDS: Blockchain-Based Data Sharing for Electronic Medical Records in Cloud Environments, 2017
- [17] Chet Stagnaro, White Paper: Innovative Blockchain Uses in Health Care, 2017
- [18] Edoardo, Leonardo, Blockchain-based Database to Ensure Data Integrity in Cloud Computing Environments, 2017

Abstract

Building PHR in a Cloud Server applied by Blockchain

Jaehyung Cho

School of Dentistry

Seoul National University

1. Objectives

With the introduction of the EMR(Electronic Medical Record) system, it is easy to record and utilize medical information easier than before. However, since the form in which the electronic medical information is recorded differs from one medical institution to another, it is difficult to integrate it. Therefore, many attempts have been made to establish a PHR(Personal Health Record) and consider how to share medical information while maintaining the security of it. The purpose of this study is to analyze how electronic medical record is stored along with the growth of EMR market and how overseas institutions are adapting to changes in market environment. Based on this analysis, the study recommends how to build a PHR in Korea in the current medical market environment and it could be a good structure to secure and utilize the recorded medical information.

2. Methods

In PubMed, key words such as EMR, PHR, cloud, HL7, and blockchain were used to search since 2000. In analyzing the these articles, research the related references to investigate how the national/overseas medical institutions adapt to the changing EMR market. In addition, we analyzed the current status of the medical information system in Korean medical institutions and tried to find out the direction of how to construct the PHR.

3. Result

Currently, the medical paradigm is changing from treatment to management. In management, it is important not only to know the current health condition, but also to know the existing disease and the treatment process for it. In addition to the environment in which the format of medical information is recorded/stored in the EMR system, recently the information is converted to PHR, which is an integrated record of the EMR information. This type of PHR is suitable for providing personalized medical services to patients because it is very easy to identify the patient's health condition. However, at present, the EMR system is different for each medical institution, and it is difficult to integrate the medical information into PHR. The cloud is a suitable alternative because it is an environment where it is easy to construct/process integrated PHR while maintaining the system under various sporadically developed EMR systems. In addition, medical information is a sensitive part of personal information, and it is expected that security/stability problem can be solved by blockchain method. Therefore, constructing PHR in the cloud using the blockchain will pave the way for broader utilization of medical information while maintaining the current medical system. This recommended system will not only have

a positive impact on the entire medical system, but will also help to provide appropriate medical services to patients in dentistry, and will also positively assist to help understanding the relationship between oral and systemic diseases.

Keyword : cloud, blockchain, EMR, PHR, HL7

Student number : 2014-23064