

# 이질적인 의무기록 콘텐츠의 융합을 위한 시스템 아키텍처와 소프트웨어 프로세스

김종호\*

## 요약

다양한 의료서비스를 정형화되고 효율적인 방법으로 제공하기 위하여 최근 의료기관의 전자의무기록 시스템의 도입이 활발하다. 그러나 국내에서 개발된 대부분의 전자의무기록시스템은 자료수집원 기반의 방식으로 개발되어 왔다. 이러한 시스템들은 시스템 아키텍처와 소프트웨어 프로세스의 태생적인 한계로 인해 전자의무기록시스템의 도입이 추구하는 다양한 목표를 충족시키지 못하고 있다. 이러한 한계를 극복하기 위해 본 연구는 수집원 지향 방식으로 획득한 의무기록 콘텐츠와 문제지향 방식으로 획득한 의무기록 콘텐츠를 융합할 수 있는 시스템 아키텍처와 이러한 시스템을 구축하기 위한 최적화된 소프트웨어 프로세스를 제시하였다. 이를 위해 문제지향식 의무기록 생성을 위한 진료 과정과 데이터 요구사항을 분석한 후 진료데이터저장소, 문제목록 데이터베이스, 동기화 모듈 등으로 구성되는 아키텍처와 나선형 소프트웨어 프로세스를 제시하고 프로토타입을 개발하였다.

## An Architecture and Software Process for the Convergence of Heterogeneous Medical Recording Contents

Jongho Kim\*

## Abstract

Most of electronic medical record systems which have been built in Korean hospitals are based on source oriented medical record approach. These systems hardly satisfy diverse objectives owing to the innate imperfections in system architecture and development methodology. Thus, the hybrid of source oriented and problem oriented approach is highly desirable. The purpose of this study is to present an architecture and methodology required to construct hybrid electronic medical record system and to develop a prototype based on them. Analyzing the clinical processes and data requirements of problem oriented medical record approach we developed a software process model as well as an architecture model which consists of legacy system, clinical data repository, problem list database, prospective plan database, user interface, and synchronization procedures.

Keywords : Medical Records, SOMR, POMR, CDR, Convergence

## 1. 서론

다양한 의료서비스를 정형화되고 효율적인 방법으로 제공하기 위하여 최근 의료기관의 전자의무기록 (Electronic Medical Record; EMR) 시

스템의 도입이 급속도로 확산되고 있다[1,2]. 그러나 국내에서 구축되고 있는 EMR은 초기에 기대했던 EMR의 도입목적을 충분히 달성하지 못하고 있다.

표 1은 EMR을 도입한 서울경기지역 500명 이상 8개 의료기관에 대해 전화 설문조사를 실시하여 획득한 EMR의 목표 별 달성 정도에 대한 조사결과이다. 설문 대상은 EMR 도입을 추진했던 의무기록실의 실무 담당자들을 상대로 자유로운 인터뷰 형식으로 실시하였다. 목표 항목의 설정은 최 등[3]과 황 등[4]의 연구를 참고하였다. 각 목표 항목은 ‘달성’, ‘보통’, ‘아니다’의

※ 제일저자(First Author) : 김종호

접수일:2011년 10월 05일, 수정일:2011년 11월 09일

완료일:2011년 12월 09일

\* 경성대학교 경영정보학과 jonghokim@ks.ac.kr

▣ 본 연구는 경성대학교 2011학년도 교내학술연구과제 지원에 의해 수행되었음

3점 척도로 평가되었으며 그 결과를 분석하면 전반적으로 볼 때 달성했다는 답변이 36% 정도 이고 보통이라는 답변이 43%, 그리고 달성하지 못했다는 답변이 21%로 집계되었다. 각 목표 별로 세분해서 살펴보면 데이터에 대한 접근성 향상, 자료의 질 향상, 다양한 형태의 데이터 검색, 신속 정확한 정보의 공유, 효율적인 인적자원관리 및 물적자원관리 등과 같은 목표는 상당히 달성한 반면 의사결정 및 진료의 질 향상, 임상연구 편의성 제공, 치료계획 과정에서의 정보지원, 연구 추적 검사 지원과 같은 목표는 거의 달성하지 못하였음을 알 수 있다.

이와 같은 조사결과는 근본적으로 EMR 개발 수행의 방향성이 편향되어 있고 개발방법과 시스템 구조의 한계 때문이다. 국내에서 수행되고 있는 EMR 프로젝트의 1차적 목표는 차트이송(Chart Delivery)과 종이를 없애는 운영효율 향상이 주목적이며 진료 품질의 향상이나 임상연구의 수월성 추구는 부수적인 목적으로 설정되고 있다. 또한 대부분의 EMR 개발 수행에서 요구사항의 획득 방법으로 서식을 수집, 분류하고 이를 시스템의 구성단위로 전환하는 자료수집원지향 의무기록(Source Oriented Medical Record; SOMR) 방식을 채택하고 있다. SOMR 방식의 EMR은 환자에 대한 사실을 수집하고 제

시할 때 환자를 종합적인 관점으로 관찰하기 보다는 서식이라는 도구를 이용하여 개별 에피소드를 수집하고 제시하는데 중점을 둔다. 따라서 이 방식은 EMR의 다양한 도입 목적들, 특히 임상자료의 효과적 활용과 같은 목표를 충족시키기 힘든 태생적인 한계를 지니고 있다[4].

반면 문제지향식 의무기록(Problem Oriented Medical Record; POMR) 방식의 EMR은 1960년대 말 Lawrence Weed[5,6]에 의해 고안된 것으로 종래의 기록방식과는 다른 체계적이고 과학적인 방식이다.

POMR 방식은 다양한 자료원에서 수집된 데이터로부터 시계열적 구조를 지닌 기초자료를 도출하고 이를 토대로 문제목록을 만든다. 그리고 모든 관찰은 문제와 연관 지어서 분석되며 문제목록을 바탕으로 진료 계획을 세우고 경과 기록을 작성한다. POMR 방식의 EMR은 다음과 같은 많은 장점을 가지고 있다. 첫째, 환자의 문제점에 대해 조직적이고 과학적인 사고를 가능하게 한다. 둘째, 진단이나 치료과정을 논리적으로 나타내기 때문에 치료에 참여하는 의료인들 간의 커뮤니케이션이 활발해진다. 셋째, 프로토콜, 가이드라인, 지표의 개발과 적용이 수월하다. 넷째, 질 평가의 도구로 활용된다. 다섯째, 임상연구, 교육, 수련의 유용한 도구로 활용될 수 있

<표 1> EMR 목표 성취 관련 조사

전자의무기록의 목표	서울, 경기지역 500명상 이상의 의료기관								계 (%)		
	B병원	J병원	K병원	C병원	D병원	S병원	H병원	A병원	달성	보통	아니다
데이터에 대한 접근성 향상	3	3	2	3	3	3	3	3	7(87%)	1(13%)	0(0%)
자료의 질 향상	3	3	2	3	1	2	2	3	4(50%)	3(38%)	1(12%)
의사결정 및 진료의 질 향상	1	1	1	2	1	2	2	1	0(0%)	6(75%)	2(25%)
다양한 형태의 데이터 검색	3	2	3	3	3	3	3	1	6(75%)	1(13%)	1(12%)
임상연구 편의성 제공	2	1	2	1	1	2	3	3	2(25%)	3(38%)	3(38%)
비용 절감	2	1	2	2	1	2	2	2	0(0%)	6(75%)	2(25%)
치료계획 과정에서의 정보지원	2	2	2	2	2	1	2	1	0(0%)	6(75%)	2(25%)
연구추적 검사 지원	2	2	2	1	1	1	1	2	0(0%)	4(50%)	4(50%)
환자진료 서비스 향상	3	2	2	1	1	3	2	2	2(25%)	4(50%)	2(25%)
신속정확한 정보의 공유	3	3	2	3	3	3	3	1	6(75%)	1(13%)	1(12%)
효율적인 인사, 물자 관리	3	3	3	3	1	3	2	2	5(63%)	2(25%)	1(12%)
계	-	-	-	-	-	-	-	-	32(36%)	37(43%)	19(21%)

다[7,8].

따라서 사용자들에게 친숙한 서식을 기반으로 운영효율향상을 추구하는 SOMR 방식의 EMR과 조직적이고 과학적인 진료를 추구하는 POMR 방식의 EMR을 적절히 혼용할 수 있다면 EMR의 거의 모든 목표를 균형 있게 달성할 수 있을 것으로 기대된다.

그러나 전반적으로 POMR 방식의 EMR의 개발과 관련된 연구는 상당히 미진한 실정이다. Ho 등[9]은 홍콩의 한 병원을 대상으로 POMR 기반의 EMR을 적용한 후 디지털화된 의무기록이 환자 진료에 주는 영향을 조사하였다. 이 연구를 통해 저자들은 유용한 EMR이 되기 위해서는 의사들의 인식과 노력이 가장 중요함을 지적하였다. 그리고 Bossen[10]은 덴마크 EHR(Electronic Health Record) 사업의 일환으로 개발된 POMR 방식의 EMR을 3개월 동안 내과 병동 66명의 환자에게 적용한 결과를 보고하였는데 의무기록과 환자의 상태에 대한 분류와 문제목록을 만드는데 많은 시간이 추가적으로 소요됨을 발견하였다. 그리고 POMR 방식은 SOMR 방식이나 시간 중심의 기록방식과 적절히 연계되어야 함을 지적하였다. 기존의 두 연구는 완성된 POMR 방식의 EMR시스템에 대해 사용자들의 태도를 조사한 행태적 연구에 그치고 있다. POMR 방식의 EMR이 어떤 구조를 가져야 하며 어떻게 만들어져야 하는지 그리고, 기존 SOMR 방식의 EMR과 어떻게 연계되어야 하는지에 대한 연구는 거의 없다. 따라서 본 연구의 목적은 POMR 방식과 SOMR 방식이 혼용되는 하이브리드 EMR 시스템의 아키텍처와 소프트웨어 프로세스를 제시하고 특정질환을 가진 개의 환자사례를 적용해서 프로토타입을 개발하는 것이다.

이러한 연구의 목적을 달성하기 위하여 본 논문은 2장에서 POMR의 진료과정과 이 과정에서 활용되는 데이터요구사항을 분석하여 하이브리드 EMR의 아키텍처 모델을 도출하였다. 그리고 3장에서는 이와 정합되는 소프트웨어 프로세스 모델을 설계한 후 4장에서 아키텍처와 프로세스 모델에 따라 프로토타입을 개발하였다.

## 2. EMR 아키텍처 설계

### 2.1 아키텍처 요구사항 분석과 패턴 적용

일반적으로 소프트웨어 아키텍처 모델을 만들기 위해서 두 가지 입력요소가 필요하다. 첫 번째 요소는 소프트웨어 개발의 대상이 되는 영역의 요구사항 분석 산출물이며 두 번째 요소는 아키텍처 설계 산출물의 스타일과 패턴이다[11]. 본 연구는 SOMR과 POMR을 비교하고 POMR의 진료과정을 분석하여 하이브리드 EMR의 아키텍처 요구사항을 분석하였다. 그리고 레이어(Layer), 데이터 중심(Data Centered), 데이터 흐름(Data Flow)의 3종류 스타일과 병행(Concurrency)과 지속성(Persistence)이라는 2종류의 패턴을 이용하여 아키텍처 설계를 수행하였다.

#### 2.1.1 SOMR과 POMR

표 2는 SOMR과 POMR을 자료수집방법, 자료제시방법, 커뮤니케이션, 색인방법을 기준으로 비교한 표이다. 표 2를 통해서 알 수 있듯이 SOMR과 POMR 모두 나름대로의 장점과 단점을 지니고 있으며 어떤 방식을 사용하느냐에 대한 선택은 기존 행태적 연구를 미루어 볼 때 의료인의 선호가 가장 큰 영향을 미친다. 따라서 자료를 수집하거나 제시할 때 두 방식 모두 선택 가능해야 하며 두 방식 간에는 데이터의 변환과 교환이 거의 실시간으로 이루어져야 한다[7].

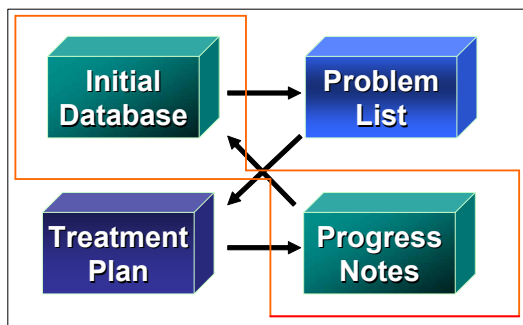
<표 2> POMR과 SOMR의 비교

항목	SOMR 기반의 EMR	POMR 기반의 EMR
자료 수집 방법	구조화된 서식을 이용하여 자료를 수집	시계열적인 환자 데이터의 수집과 문제목록의 생성
자료 제시	날짜별, 질환별, 의사별, 항목별 조회	Flow Sheet로 수십년 간의 자료를 한눈에 조회
의사 소통 도구	서식	문제목록
색인 방법	부서, 서식종류, 시간,	문제, 시간

#### 2.1.2 POMR의 구성요소와 진료과정

POMR은 그림 1과 같이 4가지 요소로 구성되어 있으며 요소들 간의 변환 과정을 진료의 과

정으로 볼 수 있다[7]. 기초자료 (Initial Database)는 면담과 관찰로부터 얻어 낸 과거병력, 진찰소견, 임상검사소견, 주소, 현병력, 가족력, 사회력, 이학적 소견 등으로 이루어진다. 의료인은 기초자료를 토대로 문제목록 (Problem List)을 만든다. 문제목록에 등재가 가능한 문제는 자각증상, 임상검사소견, 진찰소견, 투약, 수술 등 낮은 단계의 문제에서 증후군, 병리학적 정보가 결합된 증후군, 병인을 포함하는 증후군 등 높은 단계의 문제들까지 포함한다[8]. 따라서 문제목록은 기초자료에서 유의성을 갖지 못하는 단순 사실들을 정제하고 유의한 데이터들을 요약함으로써 얻어진다. 그리고 각 문제에 대해 초기 필요한 조치들을 제시하는 처치계획 (Treatment Plan)을 만든다. 처치계획은 진단계획, 치료계획, 환자교육 등을 포함한다. 경과기록 (Progress Note)은 진료가 진행되면서 새로이 얻게 되는 정보와 자료로서 기초자료 (Initial Database)와 비슷한 형식을 띠게 되며 만성질환자의 경우 기초자료와 경과기록을 구별할 필요가 거의 없다. 시간이 경과하고 진료가 진행됨에 따라 4가지 데이터 구성요소는 반복적으로 발생하고 갱신되면서 점차 누적된다. 중요한 사실은 4가지 구성요소의 형식과 내용은 질환과 의료인에 따라서 매우 다른 양상을 띠게 된다는 점이다.



(그림 1) POMR의 구성요소와 진료과정

### 2.1.3 아키텍처 스타일과 패턴

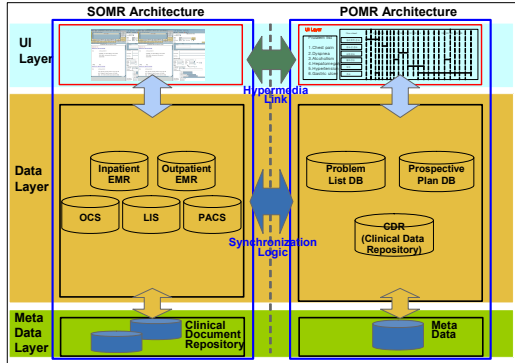
아키텍처 스타일은 일종의 설계 템플릿으로서 아키텍처의 기술방식 (Descriptive Mechanism)을 결정짓는다. 아키텍처 스타일은 시스템이 요구하는 기능을 수행하기 위한 컴포넌트의 집합, 컴포넌트 간 통신 (Communication), 조정

(Coordination), 협업 (Cooperation)을 위한 연결 모듈, 제약조건, 시스템 전체의 속성을 이해할 수 있는 의미론적 모델 등을 포함한다. 아키텍처 스타일은 1) 데이터 중심형 (Data-centered) 2) 데이터 흐름형 (Data-flow) 3) 호출응답형 (Call and Return) 4) 객체지향형 (Object-Oriented) 5) 레이어형 (Layered) 으로 분류되는데 본 연구는 데이터 중심, 데이터 흐름, 레이어 3가지의 아키텍처 스타일을 활용하여 하이브리드 EMR 시스템을 설계하였다[12,13].

또한 아키텍처 패턴은 시스템의 행위적 요소들에 대한 규칙을 의미한다[14]. 병행 (Concurrency), 지속성 (Persistence), 분산 (Distribution) 등 다양한 형태의 패턴들이 아키텍처의 설계에 활용되는데 본 연구는 주로 병행 패턴과 지속성 패턴을 이용하였다.

### 2.2 EMR 아키텍처의 설계

본 절은 POMR의 구성요소 및 진료과정을 분석한 산출물과 스타일, 패턴을 이용하여 하이브리드 EMR 아키텍처가 포함해야 할 구성요소, 구성요소의 개발방법과 활용방안, 구성요소 간 관계를 기술하고 설명한다. 하이브리드 EMR 아키텍처는 그림 2와 같이 SOMR 세부 아키텍처와 POMR 세부 아키텍처로 양분되며 POMR 세부 아키텍처는 다시 임상데이터저장소 (Clinical Data Repository; CDR), 문제목록 (Problem List) 데이터베이스, 진료 계획 (Prospective Plan) 데이터베이스로 세분된다. 그리고 SOMR과 POMR을 연계하기 위해서 하이퍼미디어 링크와 동기화 로직이 필요하다. 또한 SOMR과 POMR 모두 3가지 레이어를 공통적으로 가지고 있는데 사용자 인터페이스 (User Interface; UI) 레이어는 사용자가 획득한 환자의 데이터를 입력받거나 시스템의 내용을 효과적으로 제시하는 기능을 구현하고 데이터 (Data) 레이어는 환자의 데이터가 효율적으로 저장될 수 있는 논리적, 물리적 구조를 담고 있다. 마지막으로, 메타데이터 레이어는 시스템 내에 존재하는 모든 구성요소의 유형 및 요소들 간 관계에 대한 정보와 각 유형별 인스턴스들에 대한 정보를 관리하는 기능을 수행하는 모듈들로 구성된다.



(그림 2) 하이브리드 EMR 아키텍처

2.2.1 SOMR 세부 아키텍처

그림 2의 좌측에 있는 SOMR 아키텍처는 이미 운영 중인 레거시 (Legacy) 시스템을 의미하며 처방전달시스템 (Order Communication System; OCS), 의료영상저장전송시스템 (Picture Archive Communication System; PACS), 임상병리시스템 (Laboratory Information System; LIS) 등과 같은 기간 시스템과 SOMR 방식의 EMR이 보완적 관계를 맺으면서 구성되어 있다. 특히 SOMR 방식의 EMR은 서식표준화, 용어 표준화 작업을 통해 전자서식 (Form)과 항목 (Medical Record Item), 항목의 도메인 (Domain)에 대한 정의인 용어의 계층적 구조를 데이터베이스 또는 XML (eXtended Markup Language) 형태로 표현하며 추가적으로 임상문서저장소 (Clinical Document Repository)와 서식에 대한 색인 (Index), 인증 등의 유틸리티 모듈을 포함한다[2,15].

2.2.2 Clinical Data Repository (CDR)

CDR은 한 환자를 중심으로 포착되는 다양한 현상들을 시계열적으로 저장할 수 있도록 그림 1의 기초자료 (Initial Database)와 경과기록 (Progress Notes)을 구조화한 데이터 저장소이다. CDR에 축적되는 의료데이터는 다양한 장소에서 다양한 방식으로 발생한다. X선 촬영, 전산화 단층촬영(CT), 자기공명영상장치(MRI), 초음파진단기, 내시경 등을 통해 생성되는 이미지 데이터와 동영상 데이터 그리고 문진 중에 청진기를 통해 얻어지는 음성 데이터, 임상병리실에서 환자의 혈액과 배설물, 분비물 등을 분석해서 만드는 임상데이터, 간호사들이 환자의 체온, 혈

압, 박동수 등을 체크해서 만드는 증상데이터, 의사의 환자검진에서 발생하는 진단데이터, 원무과에서 환자에게 부여하는 신상데이터 그리고 수납과 의료보험 청구과정에서 재무 데이터 등이 발생한다. 이들 데이터는 일차적으로 핵심 기간시스템인 처방전달시스템, 의료영상저장전송시스템, SOMR 방식의 전자의무기록시스템에 저장되며 추출, 변환 로직이 포함된 동기화 모듈을 통해 프로세스 별로 산재되어 있던 환자 데이터는 CDR로 이송되어 시계열적으로 통합된다.

CDR은 자유로운 연구검색을 가능하게 하며 프로토콜, 가이드라인, 임상지표의 개발과 적용을 돕고 환자관계관리시스템 (Customer Relationship Management; CRM)과 연계, 임상 의사결정지원시스템 (Clinical Decision Support System; CDSS) 개발, 무작위대조연구 지원을 위한 플랫폼 기능을 수행함으로써 전체 병원시스템의 허브 (Hub)와 지식베이스 역할을 한다. 또한 CDR은 OCS, PACS, LIS, SOMR 기반의 기간 시스템과 상호 시스템 개선의 요구사항을 교환하면서 의료정보시스템의 고도화를 촉진한다[16,17].

2.2.3 문제목록 데이터베이스

문제목록 (Problem List)은 CDR의 데이터를 정제 (Filtering), 선별 (Selection), 요약 (Summary)함으로써 생성되며 그림 1의 문제목록 구성요소와 대응된다. 주로 설명할 수 없는 환자의 개인적 호소, 비정상적 신체검사소견, 임상검사소견, 증후군, 진단명 등이 문제목록 (Problem List) 데이터베이스에 저장된다. 문제목록 (Problem List)은 환자의 일생 동안 발생하는 모든 문제를 기록, 분류하고 지속적으로 관리하는 것을 목표로 한다. 문제목록 (Problem List) 데이터베이스의 설계 시 HL7 (Health Level 7)표준을 준용하여 개별 문제에 대해 우선순위, 발생시각, 분류, 상태 등을 추가적으로 기술할 수 있도록 하는 것이 바람직하다[18,19]. 이를 통해 의료인은 환자의 문제목록 (Problem List)에 대한 처치 우선순위를 정하고 우선되는 문제항목 순으로 대응되는 치료과정을 적용할 수 있다.

2.2.4 진료계획 데이터베이스

진료 계획 (Prospective Plan) 데이터베이스는 과거 환자 데이터와 문제 목록을 분석하여 미래

진료행위에 대한 계획을 문제와 대응시키면서 저장하고 환자 진료에 개입되는 모든 의료인이 공유할 수 있도록 한다. 진료 계획 데이터베이스는 그림 1의 처치 계획 (Treatment Plan) 구성 요소와 대응된다. 진료 계획은 세부적으로 진단 계획, 치료계획, 환자 교육계획 등으로 구성되며 일정기간이 지난 후 계획에 대한 실적이 발생되면 두 내용을 비교하여 진료에 대한 품질관리에 활용될 수 있다.

### 2.2.5 메타데이터

메타데이터는 시스템 내 존재하는 정적 요소와 동적 요소를 모두 유형화해서 관리하는 데이터베이스다. 메타데이터가 관리하는 시스템 자원은 테이블이나 XML 형태로 표시되어 있는 환자의 데이터와 동기화 모듈과 같은 프로그램에서 활용되는 패러미터 (Parameter) 등 매우 다양하다. 메타데이터의 활용은 단순히 시스템 내 존재하는 자원들의 명세를 관리하는데 그치지 않고 데이터를 찾기 위한 인덱스 구설도 수행한다.

### 2.2.6 사용자 인터페이스 계층과 하이퍼미디어 링크

CDR, 문제목록 (Problem List) 데이터베이스, Problem 데이터베이스의 내용들 효과적으로 제시하고 기존 SOMR 기반의 EMR 시스템의 내용과 연계하기 위해서 다양한 프리젠테이션 기법과 하이퍼미디어 기능을 활용하는 것이 필요하다. 그 중 플로우시트 (Flow Sheet)는 가장 기본적인 프리젠테이션 기법이다. 무빙타임윈도우 (Moving Time Window)라는 UI 테크닉을 플로우시트 (Flow Sheet)와 함께 활용하면 수십 년간의 환자 과거력을 한눈에 파악할 수 있고 진료계획표 (Clinical Pathway; CP)와 연계해서 환자에 대한 진료계획을 작성하면 이를 개인별 워크리스트 (Work List), CRM 시스템과 연결시킬 수 있다[20].

하이퍼미디어 기능을 이용하여 플로우시트 (Flow Sheet)와 CDR의 상세 데이터 그리고 SOMR 시스템을 효과적으로 연계하면 의료인은 사고와 연상의 흐름에 따라 네비게이션할 수 있고 SOMR과 POMR의 경계를 인식하지 못한다. 이외에도 문제목록 (Problem List), 타임라인시트 (Time Line Sheet), 교차테이블 (Cross Tabulation), 산포도 (Scatter Plot)와 같은 다양한 프리젠테이션 방법들을 플로우시트 (Flow

Sheet)와 연동하면 환자를 다각적인 관점으로 파악할 수 있다[21].

그러나 여기서 유의해야 할 점은 이러한 프리젠테이션들을 만들기 위한 질의가 비교적 많은 시스템 자원을 요구한다는 사실이다. 따라서 CDR은 OCS나 SOMR 기반의 EMR과 다른 프리젠테이션 위주의 논리설계와 물리설계를 수행하는 것이 필요하다.

### 2.2.7 동기화 모듈

동기화 모듈은 이질적인 SOMR, POMR 두 개의 시스템이 상호 동기화될 수 있도록 하는 로직을 구현한다. 동기화 모듈을 통해서 데이터는 단방향이 아닌 양방향으로 움직인다. 따라서 의료인은 취향에 따라 SOMR 기반의 EMR 또는 POMR 기반 EMR의 사용자 인터페이스를 이용하여 데이터를 입력할 수 있다. SOMR과 POMR 시스템 간에는 거의 실시간으로 데이터의 변환과 적재가 이루어지는데 이러한 동기화에 대한 규칙을 설정하는 것은 소스시스템과 타깃시스템의 구조에 굉장히 의존적이다. 따라서 본 연구에서는 동기화와 관련된 구체적인 로직보다 일반적인 가이드라인을 제시하고자 한다.

첫째, 맵핑과정에서 코드 통일화가 필수적이다. 입원, 외래, 응급 각 부문에서 활용되고 있는 코드가 SOMR 시스템과 POMR 시스템에서 통일된 형태로 업그레이드되거나 관리되지 않는다면 맵핑과정에서 데이터 불일치가 가능성이 높다. 따라서 각 부문의 통합작업이 이루어지기 이전에 코드간 비교작업을 하는 프로세스가 필수적이다.

둘째, 시간과 관련해서 클리닝 작업이 필요하다. OCS나 EMR에 저장되어 있는 각종 데이터들은 처방된 시각과 그것이 실제 집행된 시각이 불일치하는 경우가 대부분이다. 따라서 문제항목의 신뢰성과 타당성 확보를 위해서 직접 차트와 전환 데이터를 대조해서 일치시키는 작업이 필요하다.

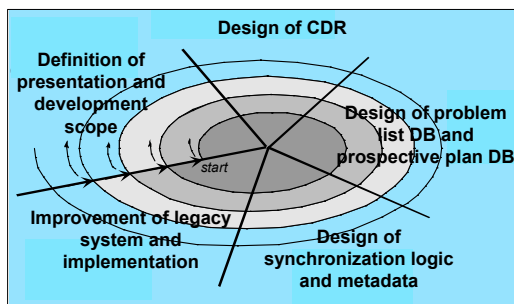
셋째, 환자를 중심으로 수집되는 모든 데이터가 유의적이지 않다. 예를 들어, 많은 검사치들 중 실제 의미를 가지는 것은 일부이다. 따라서 이들 데이터를 필터링해서 유의적인 데이터들만을 얻는 과정이 필요하다. 런타임 시점에서 사용자의 필터링 프로세스 이외에도 원시데이터가 데이터베이스에 로딩되는 시점에서 필터링하는

것이 요구된다. 즉, 임상적으로 유의적인 데이터를 선별해서 로딩하는 작업이 필요하다.

### 3. 소프트웨어 프로세스의 설계

아키텍처에 대한 설계가 종료되면 연이어서 컴포넌트, 인터페이스, 클래스 및 데이터의 설계가 수행된다. 그리고 설계 산출물을 기반으로 구현과 테스트의 과정이 진행된다. 이와 같은 소프트웨어의 분석, 설계, 구현, 테스트 활동들은 소프트웨어 프로세스 모델이 포함하는 다양한 철학과 전략, 순서 (Sequence)에 따라 폭포수 모형 (Waterfall Model), 점진적 모형 (Incremental Model), 나선형 모형 (Spiral Model), 재귀/병행 모형 (Recursive/Parallel Model) 등 다양한 형태를 띠게 된다[22].

본 연구는 하이브리드 EMR의 구축을 위해 나선형 모형을 제안한다. 그 이유는 환자의 유형과 질환에 따라서 POMR의 4가지 구성요소를 구현하는 CDR에서 표현해야 할 변수와 변수군에 대한 정의가 달라지기 때문에 폭포수 모형처럼 한 번에 모든 유형의 환자에 대한 변수를 정의해서 CDR을 설계하는 것은 현실적으로 불가능하기 때문이다. 따라서 그림 3과 같이 질환별 또는 의사별로 필요한 변수와 프레젠테이션의 요구사항을 수집한 후 개발해야 할 프로토타입의 적정한 범위를 정하고 CDR설계, 문제목록 데이터베이스설계, 치료계획 데이터베이스설계, 동기화 로직 설계, 메타데이터 설계와 기존 시스템의 개선을 시도하는 반복적인 소프트웨어 프로세스를 수행함으로써 개발의 범위를 점진적으로 확대하고 개선해 나가는 나선형 모형의 적용이 바람직하다.



(그림 3) 하이브리드 EMR 소프트웨어 프로세스

표 3은 그림 3의 각 단계에 대한 자세한 설명이다. 특히, 레거시 시스템의 보완에서 가장 중요한 요소는 시간에 대한 고려이다. 같은 종류의 검사, 투약, 투석 등 의료 활동은 시간이 지나면서 반복적으로 수행되며 수행 시점과 기록 시점의 차이가 큰 경우가 많다. 따라서 OCS나 EMR 시스템의 데이터를 수정하여 의료 활동의 빈도, 시점, 기간을 정확히 하는 것은 CDR에 저장되는 데이터의 품질을 향상시키며 CDR 데이터를 활용하는 문제목록과 치료계획 데이터베이스의 데이터 신뢰성도 함께 높일 수 있다.

<표 3> 소프트웨어 프로세스의 각 단계

단계	설명
UI와 개발범위 정의	SOMR 방식에 기반하여 변수그룹과 변수들의 집합을 정의
CDR 설계	시계열 프리젠테이션을 위한 변수그룹에 대한 논리적, 물리적 설계
문제목록과 치료 계획 설계	HL7 표준에 의거 문제목록과 향후 치료계획을 수용하는 데이터베이스의 설계
동기화 로직 및 메타데이터 설계	SOMR 방식의 EMR, CDR, 문제목록, 치료계획에 대한 동기화 로직 설계
기존 시스템의 개선과 개발	POMR 방식의 EMR 데이터의 품질 향상을 위한 기존 시스템의 개선

### 4. 프로토타입 개발

#### 4.1 프리젠테이션 정의와 개발범위 설정

우선 문헌조사와 전문가 면담을 통해 ‘중증뇌손상’과 ‘신부전증’을 복합적으로 가진 환자를 진료하기 위해 필요한 변수군과 항목들을 파악하고 이 항목들을 이용하여 제시 받기를 원하는 프리젠테이션의 종류와 기능을 정의하였다. 프리젠테이션은 플로우시트 (Flow Sheet), 문제목록 (Problem List), 치료계획 (Prospective Plan)의 3종류가 정의되었으며 각 프리젠테이션에서 필요한 데이터를 집계하기 위하여 CDR이라는 특수한 데이터베이스를 만들고 이 데이터베이스에 원시데이터를 공급하기 위하여 외래, 응급, 입원 EMR 시스템과 OCS, LIS, PACS에 산재된 환자 관련 데이터를 추출, 변환, 적재하는 단방향 동기화 프로그램을 개발하는 것을 범위로 설정하였다. 메타데이터 설계와 레거시 시스템의 보완



은 본 개발의 범위에서 제외하였다.

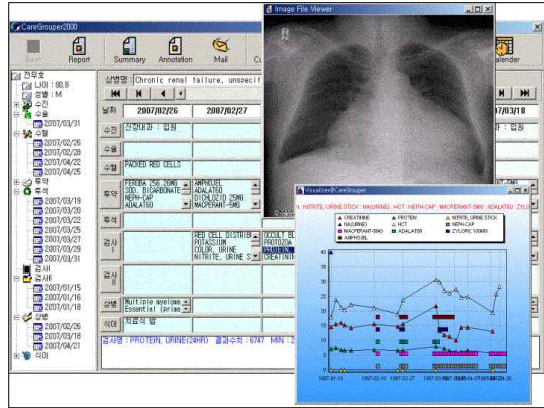
#### 4.2 CDR, 문제목록, 치료계획 데이터베이스의 설계

본 연구는 사용자의 프리젠테이션 요구사항을 기초로 하여 ‘측정과 관찰’, ‘문제항목’, ‘계획’, ‘투약’, ‘검사’, ‘협진’, ‘교육’, ‘치료와 처치’의 8개 변수군을 도출하고 각 변수군마다 필요한 항목들을 추가로 정의하였다. 그리고 개체 관계형 모델링과 테이블 변환을 통해 22개의 테이블을 정의하였다. 또한 각 테이블의 칼럼에 대한 원천(Source)을 추적하여 사용자로부터 입력받아야 할 칼럼과 레거시 시스템으로부터 데이터를 추출하고 적재해야 할 칼럼으로 구분하였다.

#### 4.3 소프트웨어 프로세스의 설계

동기화 로직의 설계를 위해 CDR, 문제목록(Problem List) 데이터베이스, 치료계획(Prospective Plan) 데이터베이스의 변수들 중 레거시 시스템으로부터 추출 및 적재되어야 할 변수들을 선별한 후 SOMR 방식 EMR인 응급, 외래, 입원 EMR과 OCS, PACS, LIS의 분석을 수행하였다. SOMR 방식 EMR은 서식 기반의 EMR이기 때문에 서식분석을 통하여 항목을 추출하고 이를 데이터베이스의 변수와 맵핑하는 방식으로 이루어 졌다. 그리고 동기화를 위한 추출/적재 주기와 변환 로직도 정의하였다.

설계 산출물을 바탕으로 Microsoft Access™를 이용하여 3개의 데이터베이스를 정의하였으며 동기화 로직은 VB 모듈로 구현하였다. 그리고 UI 프리젠테이션은 비트컴퓨터의 임상연구지원 프로그램인 Care Grouper™를 활용하였다. 그림 4는 프로토타입의 플로우시트(Flow Sheet) 프리젠테이션을 보여주는 화면이다.



(그림 4) 프로토타입의 플로우시트 화면

#### 4.4 시스템의 기대효과

본 시스템의 기대효과는 첫째, 환자의 데이터를 다각적인 관점에서 논리적으로 조직화할 수 있다. CDR과 플로우시트(Flow Sheet)를 활용하여 수십 년간 누적된 임상 자료를 한눈에 연결하여 볼 수 있으므로 만성질환, 중증질환에 효과적으로 대처할 수 있고 경과기록의 조직적이고 과학적인 작성과 논리적인 진료계획 수립이 가능해진다. 둘째, 임상, 연구, 교육의 유기적 순환관계를 정립할 수 있다. 임상과정을 통해 획득된 데이터는 연구과정을 통해 지식화되고 검증된 후 교육에 활용되며 의료인은 획득된 지식을 바탕으로 다시 임상에 활용함으로써 지속적으로 지식이 확대 재생산 되는 토대를 마련할 수 있다. 셋째, 문제 목록의 디지털화를 통해 환자 생애 동안 발생하는 모든 문제를 기록할 수 있고 환자의 상태를 다른 문제들과 함께 전체적인 맥락에서 파악할 수 있다. 넷째, 의료 데이터웨어하우스와 연계가 수월하여 경영지표와 임상지표를 활용한 병원의 전략경영을 실현할 수 있고 CRM시스템, 진료계획표(Critical Pathway), 진료품질관리 프로세스의 도입을 촉진할 수 있다.

### 5. 결론

국내 EMR의 개발수행은 종이기록을 단순하게 문서형태로 디지털화하여 차트이송을 없애는 데만 집중하고 있다. 그러나 병원 내 사용자들은 여기에 그치지 않고 EMR이 임상 의사결정과 진료의 질 향상, 임상연구의 수월성 제고 등에 활



용될 수 있도록 진화되기를 바라고 있다. 다시 말해 사용자들은 연구에 필요한 환자들을 다양한 방법으로 효과적으로 검색할 수 있고 효과적인 사용자 인터페이스 기법을 이용하여 장기간의 환자 데이터 변화를 한 눈에 파악한 후 이로부터 문제목록을 도출하고 향후 진료 계획을 수립할 수 있는 기능이 제공되기를 절실히 원하고 있다.

이러한 방향으로 EMR이 진화되기 위해서는 아키텍처와 사용자 인터페이스, 기능, 개발방법론 등에서 다음과 같은 4가지의 근본적인 변화가 필요하다.

첫째, CDR의 도입이 필수적이다. CDR의 핵심적인 기능은 병원의 기간시스템인 OCS, LIS, PACS, EMR을 통해 수집되는 자료들을 변환해서 체계적으로 저장하고 의사, 간호사를 비롯한 의료인들에게 의미 있는 프리젠테이션을 제공하는 것이다.

둘째, 사용자 인터페이스도 플로우시트 (Flow Sheet) 중심으로 변화해야 한다. 각 진료과별, 의사별로 환자들의 의무기록 중에 관심을 두는 항목이 다르므로 유의한 데이터만 로딩하는 시점에서 필터링하고 과별, 의사별, 질환별로 사용자 인터페이스를 커스터마이징 (customizing)할 수 있는 기능을 제공하는 것이 필요하다.

셋째, 문제목록의 전산화를 통해 환자 생애 동안 발생하는 모든 문제가 효과적으로 관리되어야 한다. 따라서 EMR은 의료인들이 방대한 임상데이터로부터 유의한 데이터만 필터링하고 요약하여 문제목록과 치료계획을 작성하고 조직화할 수 있도록 하는 기능을 제공해야 한다.

넷째, 프로토타이핑 전략, 위험관리 (Risk Management), 재귀/병행 개념을 도입하여 EMR 개발 방법론을 혁신할 필요가 있다. 특히, 과별, 클리닉별, 의사별, 질환별로 요구사항을 분리하고 분석/설계/개발을 병행해서 진행하는 점진적 (Incremental)인 시스템 확대 전략은 프로젝트의 위험을 상당히 감소시킬 수 있다.

이러한 변화의 방향을 수용하고 EMR의 도입 목표를 균형 있게 달성하기 위하여 본 연구는 SOMR 방식과 POMR 방식이 혼합된 하이브리드 EMR 아키텍처와 소프트웨어 프로세스를 제시하고 특정 질환을 가진 한 환자를 대상으로 프로토타입을 개발하였다. 개발된 프로토타입은

CDR, 문제목록 데이터베이스, 치료계획 데이터베이스의 데이터 레이어와 플로우시트 (Flow Sheet) UI 프리젠테이션 및 동기화 모듈로 구성되어 있다.

하이브리드 EMR 시스템은 전자의무기록이 지향하는 진화의 방향 중 하나이지만 현장에서 현상 적용에서 현실적인 제약도 많이 존재하고 있다. 보안 문제, 법적문제, 권한문제, 윤리문제 등을 심도 있게 고려해야 하고 경제성과 기술적 성능에 관한 문제도 해결해야 할 과제이다. 또한 본 연구는 운영시스템이 아닌 프로토타입을 구현하는 수준에 머물고 있기 때문에 앞으로 현장 적용을 통해 사용자로부터 평가와 피드백을 섭렵하는 것이 중요한 향후 과제로 남아있다.

## 참 고 문 헌

- [1] Park RW, Shin SS, Choi YI, Ahn JO, Hwang SC. Computerized Physical Order Entry and Electronic Medical Record Systems in Korean Teaching and General Hospitals: Results of 2004 Survey. *Journal of American Medical Informatics Association* 2005;12(6):642-647.
- [2] Seo JW, Kim KH, Choi JW, Ha KS, Chin HJ, Kim JU, et al. Implementation of Electronic Medical Records at Seoul National University Hospital. *Journal of Korean Society Medical Informatics* 2006;12(3):213-225.
- [3] Choi EY, Chang YS, Chin HJ, Chung EJ, Byeun NS, Yoo DH. et al. User's Satisfaction on the Electronic Medical Record System in Seoul National University Bundang Hospital. *Journal of Korean Society Medical Informatics* 2005;12(1):45-55.
- [4] Hwang JI, Yu SJ, Chin HJ, Seo JW, Needs Assessment for Functionalities in Electronic Health Record Systems in General Hospitals. *Journal of Korean Society Medical Informatics* 2005;12(1):57-70.
- [5] Weed LL. Medical records, medical education, and patient care, in the Problem-Oriented Record as a Basic Tool. Chicago:Year Book Medical Publishers:1969.
- [6] Weed LL. Medical Records that guide and teach. *New England Journal of Medicine* 1968;278:593-600.
- [7] Min YI, Hong CG. Problem Oriented Medical Recording. Seoul:Daehan Medical Books:2006.

[8] Bu YK. Electronic Medical Record and Improvement of Quality in Medical Recording. Journal of Korean Society of Quality Assurance in Health Care 1997;4(1):32-35.

[9] Ho LM, McGhee SM, Hedley AJ, Leong JCY. The application of a computerized problem-oriented medical record system and its impact on patient care. International Journal of Medical Informatics 1999;55(1):47-59.

[10] Bossen C. Evaluation of computerized problem-oriented medical record in a hospital department: Does it supply daily clinical practice?. International Journal of Medical Informatics 2007;76(8):592-600.

[11] Pressman RS. Software Engineering. Singapore:McGraw Hill;2005.

[12] Barroca L, Hall P (eds.). Software Architecture: Advances and Applications, New York:Addison-Wesley;2003.

[13] Shaw M, Garlan D. Software Architecture. New York:Prentice Hall;1996.

[14] Buschmann F. Pattern Oriented Software Architecture. New York:Wiley;1996.

[15] Payne TH, Graham G. Managing the Life Cycle of Electronic Clinical Documents. Journal of American Medical Informatics Association 2006;13(4):438-445.

[16] Lee JH. The Development and Utilization of Clinical Indicators. Inje Medical Journal 2002;23(2):205-216.

[17] Schubart JR, Einbinder JS. Evaluation of a data warehouse in an academic health sciences center. International Journal of Medical Informatics 2000;60(3):319-333.

[18] Doin RH, Alschuler L, Beebe C, Boyer S, Biron PV, Boyer SL, Essin D, Kimber E, Lincoln T, Mattison JE. HL7 Clinical Document Architecture. Journal of American Medical Informatics Association 2001;8(6):552-569.

[19] Doin RH, Alschuler L, Boyer S, Beebe C, Behlen FM, Biron PV, Shabo A. HL7 Clinical Document Architecture, Release 2. Journal of American Medical Informatics Association 2006;13(1):30-39.

[20] Gall W, Duftschmid G, Dorda W. Moving time window aggregates over patient histories. International Journal of Medical Informatics 2001;63(3):133-145.

[21] Hazlemurst B, Frost HR, Sittig DF, Stevens VJ. MediClass: A System for Detecting and Classifyin

g Encounter-based Clinical Events in Any Electronic Medical Record. Journal of American Medical Informatics Association 2005;12(5):517-529.

[22] Goldberg A, Rubin KS. Succeeding with Objects: Decision Frameworks for Project Management. Massachusetts:Addison-Wesley;1995.



**김종호**

1994년 : KAIST 경영정책학과 (공학사)  
 1996년 : KAIST 경영정보공학과 (공학석사)  
 2003년 : KAIST 경영공학과 (공학박사)

2003년~2006년: 삼성SDS 책임  
 2006년~2008년: 가톨릭대학교 연구조교수  
 2008년~2011년: 현대경제연구원 연구위원  
 2011년~현재: 경성대학교 경영정보학과 전임강사  
 관심분야 : EMR, 스마트콘텐츠, 소셜커머스 등