

의료 영상 판독 결과의 DICOM SR 변환

김용수*, 신승용**

Conversion of Radiology Report into DICOM SR

Yong-Soo Kim *, Seung-Yong Shin **

요약

DICOM(Digital Imaging and Communications on Medicine) 표준은 2004년 4월에 발표된 "Supplement 23: DICOM SR(Structured Reporting)"을 통해 모든 임상정보의 표준화된 교환이 가능하도록 확장함으로써 의사의 판독보고서와 신체의 특정 부위와의 관계를 체계적으로 연결할 수 있게 되었다. DICOM SR은 정보를 정확하게 표현하기 위해 코드체계를 사용하며, 구성 항목들의 계층적인 트리로서 구조화된 정보를 표현할 수 있다. 본 논문에서는 병원정보시스템의 영상 판독결과 보고서를 분석하여 발견(finding), 결론(conclusion) 및 권고(recommendation)로 세분화하고 구조화한 후 실제로 의사가 진료에 활용할 수 있도록 DICOM SR 시스템을 구현하였다. X-ray와 같은 영상 데이터는 판독결과나 환자의 정보와 같은 텍스트 데이터와 별도로 관리되고 있다. DICOM SR로 표현된 판독결과 보고서는 영상에 대한 참조가 가능하므로 텍스트와 영상이 통합된 정보를 제공할 수 있다.

Abstract

"Supplement 23: DICOM SR" announced on April 2000 made possible co-relations between the clinical reports and human body parts by standardizing the exchange of clinical information. DICOM SR uses its own coding schemes and values to represent information, which convey hierarchically structured content items. This paper analyzes radiology reports produced in HIS(Hospital Information System) and categorizes content structures into three parts such as, finding, conclusion, and recommendation, and implements a system which can be used by clinicians. Digital X-ray images and their reports have been managed separately. Since the report made by DICOM SR can refer to images, the integrated information of reports and images is possible.

▶ Keyword : 의료영상, 판독, 구조화된 보고서 시스템, 병원정보시스템, 의료영상저장전송시스템
Medical Image, DICOM, Structured Reporting System, HIS, PACS+

• 제1저자 : 김용수

• 접수일 : 2005.04..09, 심사완료일 : 2005.06.07

* 경원대학교 소프트웨어대학 소프트웨어학부, ** (주)엔에이치에스 의료정보팀

I. 서론

영상정보시스템의 주 기능은 의사들에게 환자에 대한 임상적 발견(clinical findings)을 효율적으로 검색하고 보고하는 기능을 제공함으로써 의료 서비스의 질과 생산성을 극대화하는 데 있다[1]. 대부분의 시스템에서 이러한 발견들은 텍스트 형태로 데이터베이스에 저장되고 있다. 텍스트로 보관할 경우 원하는 정보를 얻기 위해서 보고서 전문을 읽어보아야 하고 여러 보고서들 간의 비교도 어려운 구조적 취약점이 있다. 예를 들어 판독의가 여러 보고서들로부터 특정 병변에 대한 경과를 알고자 한다면, 보고서 전체를 읽어 보아야 한다. 그러나 구조화된 보고서 시스템(structured reporting system)에서 정보는 표준화되고, 명확하게 표현되며, 형식이 잘 정돈되어 있어서, 각 발견들에 대한 값의 추적이 용이하다. 구조화된 보고서는 텍스트로 작성된 것보다 시간을 더 효율적으로 사용할 수 있도록 해 주기 때문에 연구 및 신속한 진단에도 많은 도움이 된다.

DICOM은 의료영상들을 저장하고 전송하기 위한 표준이며, 환자, 의사, 검사 등에 대한 정보가 제한적으로 명시되어 있다. 영상정보는 측정 값, 계산 값, 서술 데이터 등을 동반하는 것이 보통인데 서로 다른 시스템에 의해 관리됨으로, 의사는 영상과 관련 텍스트 정보를 따로 호출해서 보아야 한다. DICOM 표준은 2000년 4월에 발표된 "Supplement 23: DICOM SR"[2]을 통해 모든 임상 정보(영상, 보고서, 절차, 수치 결과 등)의 표준화된 교환이 가능하도록 확장함으로써 보고서의 내용과 영상의 특정 부위와의 관계를 명시적으로 연결하여 보고서와 영상의 통합을 가능하게 하였다.[3]

DICOM SR은 의료정보시스템들 간에 보고서 정보를 전송하기 위한 유연한 구조를 정의하며, 정보를 정확하게 표현하기 위해서 코드 체계(coding schemes)와 값(value)을 사용한다. 또한 대량의 비 영상 데이터를 구조화되거나 코드화된 형태로 교환하기 위한 방법과 과정에 대해서도 논의하고 있다. DICOM SR은 DICOM 구문을 사용하는 내용 항목(content item)들의 계층적인 트리로서 구조화된 정보를 표현하는 방법을 정의하며, 각 의료정보시스템간의 정보 교환에 있어서 텍스트, 코드, 수치, 항목 사이의 독립적이고 분명한 관계를 명시할 수 있게 한다. 그리고 영상

안에 매스에 대한 윤곽, 선과 같은 공간적인 좌표와 영상, 웨이브 폼에 대한 시간적인 좌표까지 표현할 수 있기 때문에 일반적인 멀티미디어 기술을 사용하는 것보다 의료 환경에 더 적합하다.

본 논문에서는 병원정보시스템과 의료영상저장전송시스템(PACS, Picture Archiving and Communications System)이 분리되어 있는 의료 환경에서 텍스트로 작성된 병원정보시스템의 판독 결과 보고서를 분석하여 구조화한 후 그것을 DICOM SR 표준 규격에 맞는 파일로 변환하는 인터페이스 엔진을 설계하고 개발하는 방법을 제시하고자 한다.

II. 구현

DICOM SR에서는 값 유형과 관계 유형을 사용하여 각 내용 항목들의 계층적인 SR 트리를 (그림 1)과 같이 구성하며, 여기서는 의료영상저장전송시스템에서 HL7(Health Level 7)을 이용하여 정보를 교환하는 방법 등을 참고하였다[4].

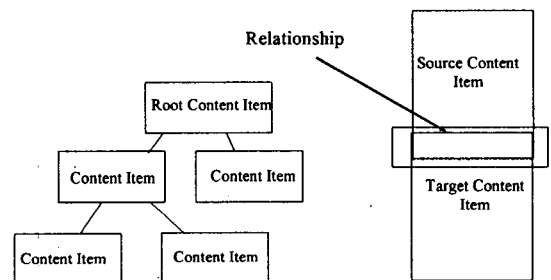


그림 1. 소스와 타겟 내용 항목
Fig. 1 Content Items of Source and Target

2.1 인터페이스 엔진의 기능 정의

본 논문에서는 의사의 판독보고서를 분석한 결과를 토대로 다음의 함수들을 이용해서 DICOM SR 형태의 파일로 변환하고 그 결과를 확인하려고 한다. 병원정보시스템에서 작성된 영상 판독 결과를 DICOM SR 파일로 변환하기 위해서 판독 프로그램에서 조회된 환자 및 검사 정보, 판독 결과를 다음의 각 함수로 전달한다.

- OpenSRFile: 생성할 SR 파일의 이름을 매개변수로 사용하며, SR 파일의 생성을 시작한다.
- AddDataElement: 데이터 요소를 생성한다.
- AddContainerNode: ROOT CONTAINER 노드 또는 일반 CONTAINER 노드를 생성한다. 생성하는 노드가 ROOT 노드가 아니라면 상위 노드와의 관계 유형을 명시한다. 여섯 번째 매개 변수에는 문자열 "CONTINUOUS" 또는 "SEPARATE" 중 하나를 사용한다.
- VerifyInfo: COMPLETION FLAG, VERIFICATION FLAG의 조합으로 표현되는 판독 상태, 판독의 이름, 판독 시간 그리고 판독 기관을 나타낸다.
- StartChild: 자식 노드를 생성하며, 하위 노드로 SR 트리를 확장한다.
- AddCodeNode: 코드화된 용어와 코드 체계만을 사용하여 CODE 노드를 생성한다.
- AddPNameNode: 인명을 표현하는 PNAME 노드를 생성한다.
- AddTextNode: 코드화된 형태가 아닌 텍스트 그대로를 사용하여 TEXT 노드를 생성한다.
- EndChild: 자식 노드가 끝나는 것을 표현하며, 상위 노드로 이동한다.
- EndReport: ROOT 노드의 모든 자식 노드가 끝나고 보고서를 마친다.
- CloseSRFile: SR 파일의 생성을 마친다.

〈표 1〉은 각 함수의 매개변수를 정의한 것이다.

표 1. 함수와 매개변수 정의
Table 1. Definition of Functions and Parameters

함수명	매개변수1	매개변수2	매개변수3	매개변수4	매개변수5	매개변수6	매개변수7
OpenSRFile	file name						
AddDataElement	group	item	value				
AddContainerNode	code value	coding scheme designator	code meaning	1 root	relationship type	continuity	
VerifyInfo	verifying organization	verifying date time	verifying observer name	completion flag	verification flag		
StartChild							
AddCodeNode	code value	coding scheme designator	code meaning	relationship type	code value	coding scheme designator	code meaning
AddPNameNode	code value	coding scheme designator	code meaning	relationship type	person name		
AddTextNode	code value	coding scheme designator	code meaning	relationship type	text value		
EndChild							
EndReport							
CloseSRFile							

2.2 템플릿 정의

〈표 2〉는 사용된 템플릿을 정의한 것이다.

표 2. 템플릿 정의
Table 2. Definition of Templates

	NL	Rel with Parent	VT	Concept Name	Value Set Constraint
1			CONTAINER	Diagnostic Imaging Report Documentation Titles	(LN,18747-6, "CT Report")
2	>	HAS CONCEPT MOD	CODE	(121049, DCM, "Language of Content Item and Descendants")	(kor, ISO639_2, Korean)
3	>	HAS OBS CONTEXT	CODE	(121005, DCM, Observer Type)	(121006, DCM, Person)
4	>	HAS OBS CONTEXT	PNAME	(121008, DCM, Person Observer Name)	홍길동
5	>	CONTAINS	CONTAINER	Diagnostic Imaging Report Heading	(121064, DCM, Current Procedure Descriptions)
6	>>	CONTAINS	.TEXT	(121065, DCM, Procedure Description)	Abdomen CT with Enhancement
7	>	CONTAINS	CONTAINER	Diagnostic Imaging Report Heading	(121070, DCM, Findings)
8	>>	CONTAINS	TEXT	(121071, DCM, Finding)	"Mild but irregular wall ..."
9	>	CONTAINS	CONTAINER	Diagnostic Imaging Report Heading	(121076, DCM, Conclusions)
10	>>	CONTAINS	TEXT	(121077, DCM, Conclusion)	"1. F/o Cecal diverticulitis ..."
11	>	CONTAINS	CONTAINER	Diagnostic Imaging Report Heading	(121074, DCM, Recommendations)
12	>>	CONTAINS	TEXT	(121075, DCM, Recommendation)	"abdomen US"

2.3 DICOM SR 파일 생성

DICOM SR 파일은 환자 모듈, 스터디 모듈, 시리즈 모듈, SR 문서 일반 모듈, SR 문서 내용 모듈의 다섯 부분으로 나눌 수 있는데, 마지막 다섯 번째 모듈이 내용의 트리 부분이며, SR 내용 모듈은 미리 정의한 템플릿에 의해서 구성되도록 하였다.

SR 파일의 생성을 위해 가장 먼저 환자, 스터디 모듈로서 환자 식별자, 환자 이름, SOP Class UID (Service-Object Pair Class Unique Identifier), 판독일, 판독의, Accession 번호 등과 같은 환자 및 검사 정보를 표현하는 데이터 요소들을 AddDataElement 함수를 통해 부호화한다.

보고서의 내용은 템플릿에 정의되어 있는 SR 트리 구조를 사용하여 구성하였다. SR 트리 부분에는 일반적인 SR 문서 및 SR 문서 내용 모듈이 있는데 AddContainerNode 함수를 호출하여 트리의 ROOT 노드를 만들고 StartChild 함수를 호출하여 필요한 자식 노드를 생성하여 SR 트리를 구성하였다. 보고서 표제와 내용항목의 제목은 각각 DCMR (DICOM Content Mapping Resource)에 정의 되어 있는 LOINC(Logical Observation Identifiers, Names and Codes)과 DCM(DICOM Defined Codes) 코드 체계를 이용하였다.

검사 정보와 판독 내용은 AddTextNode 함수로 부호화되며, 판독 내용은 템플릿에 정의되어 있는 발견, 결론, 권고의 세 가지 항목을 사용하고 각각의 이름은 <표 3>과 <표 4>의 코드를 이용하였다.

StartChild 함수를 사용해서 자식 노드를 생성하고, 자식 노드로부터 상위 노드로 이동할 때에는 EndChild 함수를 사용하며, 전체 보고서 내용을 마치기 위해서는 EndReport 함수를 사용하였다.

표 3. DCMR 코드 정의
Table 3. DCM Coding Scheme Designator

Coding Scheme Designator (0008,0102)	Code Value (0008,0100)	Code Meaning (0008,0104)
DCM	121060	History
DCM	121062	Request
DCM	121064	Current Procedure Descriptions
DCM	121065	Procedure Description

DCM	121066	Prior Procedure Descriptions
DCM	121068	Previous Findings
DCM	121069	Previous Finding
DCM	121070	Findings
DCM	121071	Finding
DCM	121072	Impressions
DCM	121073	Impression
DCM	121074	Recommendations
DCM	121075	Recommendation
DCM	121076	Conclusions
DCM	121077	Conclusion
DCM	121078	Addendum

표 4. LN 코드 정의
Table 4. LN Coding Scheme Designator

Coding Scheme Designator (0008,0102)	Code Value (0008,0100)	Code Meaning (0008,0104)
LN	18745-0	Cardiac Catheterization Report
LN	11540-2	CT Abdomen Report
LN	11538-6	CT Chest Report
LN	11539-4	CT Head Report
LN	18747-6	CT Report
LN	18748-4	Diagnostic Imaging Report
LN	11522-0	Echo Heart Report
LN	18760-9	Echo Report
LN	11541-0	MRI Head Report
LN	18755-9	MRI Report
LN	18756-7	MRI Spine Report
LN	18757-5	Nuclear Medicine Report
LN	11525-3	Obstetric Echo Pelvis+Fetus Report
LN	18758-3	PET Scan Report
LN	11528-7	Radiology Report

2.4 결과 분석

병원정보시스템에서 사용하는 판독 결과보고서의 구조를 분석하면 환자 식별자, 성명, 나이, 성별, 검사명, 촬영일, 판독일, 판독의, 판독 내용의 등의 정보로 되어있고, 판독

내용은 하나의 텍스트 형태로 저장된다. 이렇게 하나의 구조를 발견, 결론, 권고의 세 부분으로 나누어서 각각 의미 있는 항목으로 분리하여 저장될 수 있도록 하였다. 이렇게 정의한 구조를 템플릿으로 만들었으며, 판독 프로그램의 화면 구성과 데이터베이스의 테이블을 템플릿에 맞추어서 변경하여 모든 판독 결과는 이 템플릿에 의해 제한되도록 하였다.

DICOM 속성 태그를 이용하여 데이터 요소를 만들고, SR 트리가 되는 보고서 표제와 내용항목의 제목을 위한 코드는 DCMR에 정의되어 있는 LOINC(LN), DCM 코드 체계를 이용하였다(5). 보고서 표제는 병원정보시스템에서 사용하는 검사 구분을 LN 용어체계의 각 부분과 일치 시켜서 사용하였다.

판독 상태를 나타내는 SR의 COMPLETION 정보와 VERIFICATION 정보는 4개의 조합으로 구성되는데, 본문에서는 병원정보시스템에서 사용하는 판독내용 저장(No Sign), 판독서명 완료(Sign Out)의 두 상태로만 구분했으며, 각 정보는 "PARTIAL", "UNVERIFIED"와 "COMPLETED", "VERIFIED"의 두 조합으로 표현했다.

검사 정보는 "PROCEDURE DESCRIPTIONS" 개념 이름의 차식노드로 "PROCEDURE DESCRIPTION" 개념 이름을 중복해서 사용함으로써 각 검사를 나열하였다. 해당 환자에 대한 다수의 검사가 존재하는 경우에 판독은 각 검사별로 이루어질 수도 있지만, 서로 관련된 검사의 경우 여러 검사를 묶어서 하나의 판독으로 간주할 수 있다. 이와 같은 경우 ACCESSION 번호는 각 검사마다 존재하므로 스티디 모듈에 모두 위치시킬 수 없어서, SR 내용 모듈에 각 검사 정보에 해당하는 ACCESSION 번호를 "HAS PROPERTIES" 관계 유형을 사용해서 명시하였다.

언어정보는 ROOT 노드에 "HAS CONCEPT MOD" 관계 유형을 사용하여 한국어로 지정하였다. 이것은 각 하위 노드로 상속되어 하위 노드들은 모두 한국어로 지정되는데, 이런 경우 한국어, 영어 모두 사용할 수 있다.

프로그램은 미리 정의한 템플릿의 트리 구조를 그대로 부호화하여 CONTAINER, TEXT, CODE, PNAME 값 유형만을 사용해서 BASIC TEXT SR을 생성할 수 있는 것이 특징이며, 사용할 코드 체계는 템플릿에 의해 제한된다.

본 논문에서는 영상 뷰어(viewer)의 기능이 없기 때문에 영상과의 연결을 구현하지 않았지만, 영상 뷰어에서 판독을 하는 시스템에서는 SR 문서와 영상과의 연결을 통하여 판독 보고서를 통해 해당 영상을 함께 볼 수 있어야 할 것이다.

(그림 2)는 (그림 3)의 판독내용을 DICOM SR 파일로 변환 시킨 것을 PiviewSTAR 5050 (INFINITT CO. Ltd., SEOUL KOREA) 안에 포함된 SR Manager 프로그램 사용하여 확인한 것이다.

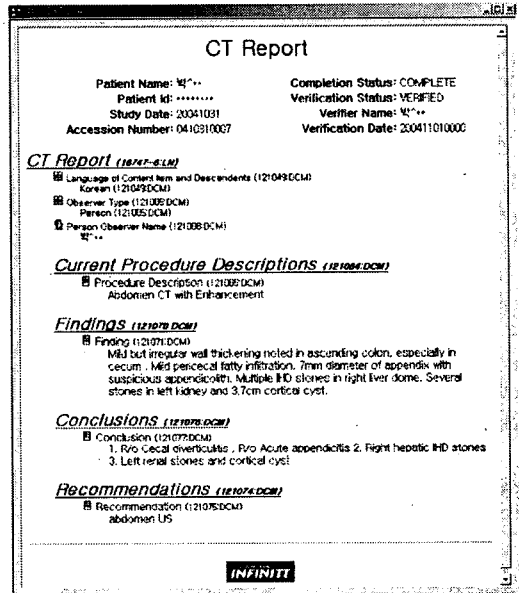


그림 2. SR Manager로 본 SR 파일
Fig. 2 SR File from SR Manager

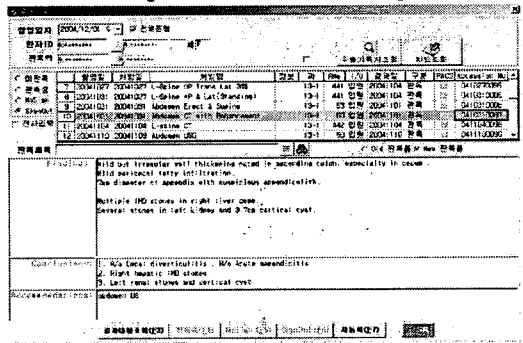


그림 3. 영상의학과 판독 화면의 예
Fig. 3 Reporting Example from Medical Image Department

III. DICOM SR 보고서

의사가 환자를 진단하기 위해서 환자의 과거력과 이전 검사 보고서들이 필요하다. 의사들은 완벽한 최신의 정보를 가진 판독결과와 의료영상의 통합된 데이터를 원한다. 데이터가 통합되어 있지 않으면 서로 분리된 시스템으로부터 영상과 판독결과를 추출해야함으로 불편하다. 그러나 통합 시스템에서는 발견과 증거간의 관계를 쉽게 관찰할 수 있기 때문에 효율적인 진단에 도움을 준다. 영상과 관련된 증거와 발견들은 매우 중요한 정보가 될 수 있는데 DICOM SR의 출현 전까지는 이러한 데이터 타입을 위한 표준이 없었다(6). DICOM SR은 유연하며 많은 장점을 가지고 있지만 구현하기가 쉽지 않고, 현재까지는 SR 사용에 대한 충분한 동기 부여가 없었다. 그러나 의료영상과 관련 텍스트를 통합함으로써 얻는 장점이 자명하기 때문에 머지않아 활발히 논의될 것으로 본다.

SR을 구현하기 위해서는 보고서 용어 체계의 표준화가 선행되어야 하며, 사용자는 정의된 코드를 이용하여 간단한 클릭만으로 SR 트리를 쉽게 구성할 수 있어야 한다. (그림 4)는 영상에 DICOM SR을 적용한 예이며 결과가 구조적으로 표현되어 있다.

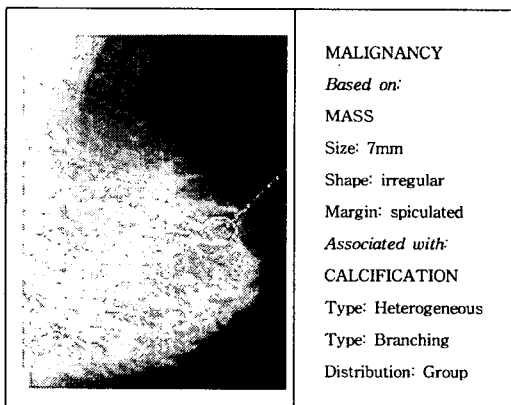


그림 4. DICOM SR로 표현된 보고서
Fig. 4 Report represented by DICOM SR

판독의들은 서로 다른 보고서 작성 방식을 갖고 있으며, 미리 정의해 놓은 샘플 보고서를 사용한다. 이런 보고서는 잘 정돈되어 있어서 약간의 수정만으로도 사용할 수 있는데, DICOM SR에서 사용하는 템플릿의 개념으로 확장하여 생각할 수 있다. 판독 내용은 판독의가 직접 판독 워크스테이션에서 판독 내용을 입력하든지, 구술된 판독 내용을 다른 사람이 입력하여 데이터베이스에 저장하는데 이러한 과정 중 잘 못 입력되는 경우가 있으며, 심지어 다른 영상의 판독 내용으로 잘 못 입력되는 경우도 발생할 수 있다. 전자에 관해서는 오타 등의 오류를 줄이기 위해 미리 정의된 코드를 입력하는 시스템이 필요하다. 후자의 경우에는 구술된 것이 입력하는 사람에 의해 오류가 발생하지 않도록 하는 음성 인식 시스템이 필요하다(7). 결국 이러한 것들은 판독 업무의 생산성과 정확성을 향상시켜줄 것이며, 이를 바탕으로 SR 보고서 시스템은 정확한 보고서를 만들어 낼 수 있게 된다.

IV. 결론

본 논문에서는 IHE(Integrating the Healthcare Enterprise)에서 정의하는 "Report Creator"가 갖는 기능 중 DICOM 부호화를 통한 DICOM SR 파일을 생성하는 기능을 구현하였다. "Report Creator"는 "Image Display"와 함께 구현되어야 하며 생성된 SR 파일을 DICOM C-Store 서비스를 이용하여 "Report Manager"로 전송해야 한다. 그러하여 SR 판독보고서 시스템은 영상 뷰어와 함께 존재하여 관련 영상과의 연결을 통해 완벽한 통합이 이루어진다. DICOM SR 시스템은 다음의 세 가지 환경에서 응용이 가능하다.

첫째, CD 매체에 환자의 의료영상을 저장할 때 판독 보고서를 SR 파일로 변환하여 함께 저장할 수 있다.

둘째, 영상의학과 영역에서는 많은 종류의 촬영 장비들이 존재하며, 이런 장비들은 영상을 만들어 내는 기능 외에 영상 및 측정 결과를 가지고 요약된 보고서를 생성해 내는 기능을 갖고 있다. 이렇게 출력된 보고서들은 대부분 환자 및 의료진에게 제공되는데

이것을 DICOM SR의 형태로 영상과 함께 영상 뷰어에서 조회할 수 있도록 하여 보고서를 통합할 수 있다.

셋째, 네트워크와 보안 기능의 발달로 원격판독에 대한 관심이 높아지고 있다. 원격판독센터에서는 여러 병원의 의료영상들이 집중되어 저장되고, 전문 판독의들에 의해서 판독이 이루어진다. 이렇게 생성된 판독결과 보고서가 해당 병원에 되돌려 질 때 판독결과 보고서의 표준화 된 교환의 수단으로 DICOM SR을 사용할 수 있다.

DICOM SR은 또한 웹 혹은 다른 방식으로 보고서를 전달하기 위해서 HTML, PDF, XML이나 HL7 등의 다른 표준의 형태로 변환되어 전송될 수도 있다.

DICOM SR은 단지 표준화된 정보 교환의 수단으로만 의미가 있는 것이 아니라, DICOM SR을 구현하기 위해서 구조적 형태로 데이터베이스에 축적된 환자 및 검사 정보와 보고서의 내용 들은 지식 기반 정보 처리 시스템과의 결합으로 임상 의사결정지원 시스템(clinical decision support system), 증거기반진단 시스템(evidence-based diagnostic system) 등으로 발전될 수 있다.

참고문헌

[1] D. Sluis, K. P. Lee and N. Mankovich, "DICOM SR-integrating structured data into clinical information systems", Medicamundi, August, 2002.

[2] DICOM, "Supplement 23:Structured Reporting Storage SOP Classes", NEMA, Rosslyn VA, Final Text April 6, 2000.

[3] Donald E. Van Syckle, "Understanding the DICOM SR Supplement", DICOM Structured Reporting Workshop, March 29-30, 2000.

[4] 임동현, "HL7을 이용한 병원정보시스템(HIS)와 의료 영상저장전송시스템(PACS)의 연동", 가천의과대학교 보건대학원 석사 논문, 2001.

[5] 정덕영, "Windows 구조와 원리 그리고 Codes", 가남사, 2003:57-58.

[6] Herman Oosterwijk, "DICOM explained in the context of Structured Reporting"NEMA Workshop, March 29-30, 2000.

[7] Bruce I. Reiner, MD, Eliot L. Siegel, MD, and Kaushal Shastri, "The Future of Radiology Reporting", Chapter 9, 2002:83:90-91.

저자소개

김 용 수



경원대학교 소프트웨어대학 소프트웨어학부
 <관심분야>운영체제, 성능분석/관리

신 승 용



(주)엔에이치에스 의료정보팀
 <관심분야> DBMS, 의료정보