

# DICOM 표준 영상을 위한 이미지 기반의 주석

장석환<sup>†</sup>, 김희율<sup>\*\*</sup>

## 요 약

본 논문에서는 DICOM 영상 내에 이미지 기반의 주석을 생성/삽입할 수 있는 새로운 DICOM 객체를 제안한다. 본 논문에서 제안한 주석 처리 방법은 이미지 자체를 주석으로 사용하기 때문에 사용자가 입력한 다양한 형태의 정보(문자, 스케치, 그림)를 주석 내에 쉽게 저장할 수 있다. 주석 영상은 원 영상과는 독립적으로 저장/관리 되기 때문에 원 영상에는 전혀 영향을 주지 않고 삽입/추가/변경 등이 가능하다. 또한, 제안된 주석은 DICOM 영상 내에 직접 저장되기 때문에 PACS/EMR이 설치되어 있지 않은 중소 병원에 매우 유용할 것으로 기대된다.

## An Image-Based Annotation for DICOM Standard Image

Seok-Hwan Jang<sup>†</sup>, Whoi-Yul Kim<sup>\*\*</sup>

## ABSTRACT

In this article, we present a new DICOM object able to create image-based annotations in DICOM image. Since the proposed image-based annotation uses images themselves of annotation, various types like character, sketch, and scanning image, etc., can be imported into annotation easily. The proposed annotation is inserted into DICOM image directly but they do not influence original DICOM image quality by using independent data channel. The proposed annotation is expected to be very useful to medium and small clinics that cannot afford picture archiving and communication systems or electronic medical record.

**Key words:** DICOM(다이콤), Graphic Annotation(그래픽 주석), Gray Scale Presentation State(그레이 스케일 표현 계층), PACS(의료영상저장전송시스템), EMR(전자의무기록)

## 1. 서 론

최근 들어 컴퓨터 기술과 인터넷 기술의 발전으로 인하여 의료 분야에도 많은 연구와 실험이 행하여지고 있다. 특히 인터넷 II, vBNS(very-high-speed backbone network service)등 초고속 인터넷 기술의 발전으로 원격 의료 정보 시스템(telemedicine)에 대

한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 효과적인 원격 의료 정보 서비스를 위해서 원격지에 위치한 판독의사의 소견이나 진단 내용을 정확하게 전달하기 위한 데이터 표현 및 저장 방법에 대한 요구가 증대되어 왔으며[1,2], EMR(Electronic Medical Record) 시스템을 구현하기 위해서 의무기록지의 효과적인 디지털화 방법에 대한 요구가 있어왔다[3-5]. 이러한 요구에 대응하기 위하여 DICOM 2000에는 의료 영상의 현재 상태나 주석 정보를 처리하기 위한 GSPS(Grayscale Softcopy Presentation State)가 추가되었다[6].

GSPS의 여러 가지 모듈 중에서 그래픽 주석 모듈(Graphic Annotation Module)을 이용하면 사용자가 직접 DICOM 영상에 그래픽 주석을 추가 할 수 있지

※ 교신저자(Corresponding Author) : 장석환, 주소 : 서울특별시 성동구 행당동 17번지(133-791), 전화 : 02)2290-0561, FAX : 02)2292-6316, E-mail : shjang@vision.hanyang.ac.kr

접수일 : 2003년 12월 17일, 완료일 : 2004년 7월 5일

<sup>†</sup> 한양대학교 대학원 전자통신공학과 박사수료

<sup>\*\*</sup> 종신회원, 한양대학교 전자전기컴퓨터 공학부 정교수  
(E-mail : wykim@hanyang.ac.kr)

만, 그래픽 주석 모듈에는 그래픽 객체를 화면에 표시하기 위한 불투명도나 색상 등과 같은 객체 속성이 정의 되어 있지 않기 때문에 인지적인 주석을 추가하는데 많은 제약 조건이 있어왔다. 또한, 의료 분야에서 사용되는 정보는 분야의 특성상 한번 입력된 정보는 변경이 쉽지 않아야 하며, 변경되더라도 변경 전의 정보와 변경 후의 정보를 모두 포함하는 것이 임상에서는 더욱 유용한 것으로 알려져 있다[7]. 그러나 GSPS는 벡터 형태로 그래픽 주석을 표현하기 때문에 한번 입력된 주석의 변경이 용이할 뿐만 아니라 변경된 내역을 관리하기 위한 별도의 시스템이 필요하다. 뿐만 아니라 기존의 표현 계층(Presentation State layer)은 DICOM 영상과 별도로 다른 문서로 관리 되기 때문에 PACS와 같은 별도의 DBMS(Database Management System)가 필요하다.

이에 본 논문에서는 의료 분야에 보다 적합하며 관리가 편리한 새로운 DICOM 객체인 CSPS(Color-scale Softcopy Presentation State)를 제안한다. CSPS는 기존의 의료 영상의 국제 표준인 DICOM을 준수하고 있으며, 인덱스 칼라(indexed color) 형태의 필기체로 주석을 표현 및 저장 할 수 있다. 또한, CSPS는 DICOM 이미지와는 별도의 데이터 채널을 사용하기 때문에 원본 의료영상에는 전혀 영향을 미치지 않을 뿐만 아니라 전자자의무기록(EMPR)에서 사용되고 있는 스캐닝된 영상도 일종의 주석 객체로서 DICOM 영상에 직접 삽입할 수 있다. 마지막으로 CSPS는 장비에 부착되어 있는 콘솔 장치(console system)에서 동작하는 독립형 시스템(stand-alone system)을 위하여 설계되었기 때문에 DICOM 데이터 대조표(DICOM data dictionary)에 직접 정의되었다.<sup>1)</sup>

본 논문은 2장 DICOM, 3장 CSPS(Color-scale Softcopy Presentation State), 4장 이미지 기반 주석, 5장 임상 적용 결과 그리고 6장 결론 순으로 구성된다.

## 2. DICOM

DICOM은 의료 장비들 간에 영상과 환자 정보를 전송하기 위한 국제 표준안으로서 ACR(American

College of Radiology)과 NEMA(National Electrical Manufactures Association)가 1983년 합동의원회를 만들어서 1985년에 DICOM 표준안을 제정하였다. 현재 업계에서는 1993년에 발표된 DICOM 3.0을 의료 장비간에 통신을 위한 국제 표준으로 사용하고 있다[8].

최근에 발표된 DICOM 2000과 2001에는 의료 서비스 향상을 위하여 많은 종류의 새로운 객체가 추가되었다. 그 대표적인 예가 GSPS로서 이는 어피어런스(appearance), 렌더링(rendering), 주석(annotation)에 대한 정보를 제공하며, 간단한 단문뿐만 아니라 복잡한 문서의 저장 및 검색 기능을 제공한다[6].

GSPS에 포함되어 있는 그래픽 주석 모듈(Graphic Annotation Module)을 이용하면 그래픽 주석을 DICOM에 추가할 수 있으며, 그래픽 주석 모듈은 벡터형태의 주석을 지원한다.

## 3. Colorscale Softcopy Presentation State (CSPS)

CSPS는 본 논문에서 제안한 DICOM 객체로서 주석 정보를 저장하기 위한 이미지 기반의 주석 정보와 여러 가지 정보(채널의 생성/변경된 날짜/시간, 사용자 번호/암호, 팔레트 정보)를 포함한다. 이러한 모든 정보는 시퀀스(sequence) 형태로 저장된다. 시퀀스는 한 그룹 안에 여러 개의 아이템(item)을 추가하기 위해서 DICOM 표준안에 정의되어 있는 데이터 구조로서, 표 1에 나타난 바와 같이 CSPS에서는 xx10부터 xx41까지 하나의 아이টে으로 취급된다. 아이টে은 모든 채널에 공통으로 추가되는 항목임으로 각각의 채널마다 생성/변경 정보와 사용자 정보를 개별적으로 추가할 수 있다. 이러한 생성/변경/사용자 정보는 사용자의 요구에 따라서 특정 이미지 주석 객체를 화면에 출력하는 등 본 논문에서 제안한 객체를 이용해서 구체적인 서비스 시스템을 제작하는데 유용한 정보로 이용될 수 있을 것이다.

CSPS는 표 1에 나타난 바와 같이 주석을 표현하는데 필수적인 8개의 속성으로 정의된다. 여기서 SQ, DA, TM, LO, US와 OB는 DICOM내에서 정의되어 있는 VR(value representation)로서 CSPS에서 사용된 VR에 대해서 간단하게 설명하면 아래와 같다.

SQ는 시퀀스의 시작을 나타낼 때 사용되는 VR이며, DA는 0~9까지의 문자열로 yyyyymmdd의 형태

1) CSPS는 콘솔 장치에서 사용하기 위한 DICOM 객체이므로 IOD(Information Object Definition)나 SOP(Service-Object Pair)에 대한 정의는 필요치 않다.

표 1. 본 논문에서 제안한 객체에 대한 데이터 대조표<sup>2)</sup>

Attribute Name	Tag	Value Representation	VM
CSPS sequence	0071, xx01	SQ (Sequence of Items)	1
>Create Date	0071, xx10	DA (Date)	1
>Update Date	0071, xx11	DA (Date)	1
>Create Time	0071, xx20	TM (Time)	1
>Update Time	0071, xx21	TM (Time)	1
>User ID	0071, xx31	LO (Long String)	1
>Password	0071, xx32	US (Unsigned Short)	17
>Palette	0071, xx40	US (Unsigned Short)	3
>Image-based annotation	0071, xx41	OB (Other Byte String)	1

로 저장되며 날짜정보를 저장할 때 사용되는 VR이다. TM은 시간을 저장할 수 있는 VR으로서 백만분의 1초까지 표현할 수 있으며, LO는 문자열을 저장하기 위한 VR으로서 최대 64개의 문자를 저장할 수 있다. US는  $0 \sim (2^{16}-1)$ 까지의 정수를 저장할 수 있는 VR으로서 그 크기는 2바이트로 고정되어 있으며, OB는 길이에 제한 없이 NULL(00H)로 끝나는 문자열을 저장할 수 있는 VR이다. VM(value multiplicity)는 VR의 반복 개수를 나타낸다.

생성/변경 날짜 및 시간(xx10~xx21) 항목에는 채널이 처음 생성된 날짜/시간과 마지막으로 변경된 날짜/시간 정보가 저장된다. 채널의 수가 증가하면 채널의 관리를 위해서 반드시 필요한 항목이다. 사용자 ID와 암호(xx31~xx32) 항목은 인증된 사용자만이 채널 접근을 허용하기 위한 보안 항목이다. 암호는 리눅스/유닉스에서 사용하고 있는 암호화 체계인 MD5를 이용하여 암호화하여 사용자 암호를 보호하였다. xx40 항목은 칼라를 표현하기 위한 팔레트 정보로 그 크기는 768(256\*3)바이트를 할당하였다. 일반적으로 DICOM 영상에서 칼라 정보를 표현하기 위해서는 LUT를 사용하는데 팔레트 정보를 따로 정의한 이유는 LUT가 의무조항(mandatory)이 아니기 때문에 DICOM 영상에 추가되어 있지 않을 수도 있기 때문이다. 그러므로 LUT의 존재 유무에 무관하게 칼라 정보를 사용하기 위해서 CSPS내에 직접 팔

레트 정보를 정의하였다. 팔레트는 채널마다 추가되며, 한 채널에서는 256 색상만을 사용할 수 있지만, 채널 마다 다른 팔레트를 사용할 수 있기 때문에 원하는 팔레트를 선택하여 채널에 추가하면 사용하는 보다 다양한 색상을 사용할 수 있다. 팔레트의 크기는 상대적으로 작은 크기이기 때문에 전체 시스템에는 거의 영향을 주지 않는다.

xx41 항목은 이미지 기반의 주석 정보를 저장하기 위한 항목으로서 불투명도(opacity)와 주석 정보가 함께 저장된다. 채널에 표현된 데이터를 xx41 항목에 저장할 때는 한 픽셀이 1바이트로 저장되지만, 화면에 표시될 때는 팔레트 정보를 이용해서 인덱스 칼라 형태로 표현된다. xx41 항목은 4장에서 보다 상세하게 설명하겠다.

#### 4. 이미지 기반의 주석

이미지 기반의 주석(image-based annotation)이란 주석 정보가 벡터형태로 저장되는 GSPS와는 달리 이미지형태로 저장되는 것을 말한다. 그림 1은 이미지 기반 주석의 개념도를 나타낸다.

이미지 기반 주석의 크기는 원 이미지의 크기와 동일하기 때문에 원 이미지의 크기가  $3k \times 3k$ 라고 가정했을 때, 주석 정보를 저장하기 위해서 각각의 채널당 9M의 추가 공간이 필요하다. 그러나, 채널에 추가되는 주석 정보는 대부분 단순한 형태이기 때문에 JPEG, TIFF 혹은 JPEG-2K 등과 같은 공개되어 있는 압축 알고리즘을 사용하였을 때, 100k~200k 크기로 줄일 수 있으므로 저장 공간이나 전송에 대한 오버로드는 적다고 할 수 있다. 또한 본 논문에서 제안한 CSPS는 독립형 시스템에서 사용되도록 설계되

2) DICOM 2001에 GSPS가 0070 그룹에 할당되어 있기 때문에 0071의 사적인 데이터 요소(private data element)를 이용해서 제안한 객체를 DICOM 영상에 삽입하였다. 사적인 데이터 요소는 DICOM 표준에서는 사용하지 않는 영역으로 홀수 그룹 번호는 사적인 데이터 요소로 DICOM 표준에 예약이 되어 있다.

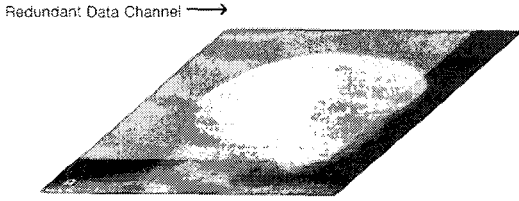


그림 1. 잉여 데이터 채널의 기본 개념도. 데이터 채널의 해상도는 원 영상과 동일하므로 주식 정보를 화면에 출력하기 위한 위치 혹은 방향에 대한 정의가 필요치 않음.

었기 때문에 주식 정보를 부호화/복호화 하는데 걸리는 시간은 전체 시스템 성능에 큰 영향을 주지 않는다.

이미지 기반의 주식에 저장된 데이터를 화면에 표시하기 위해서는 식(1)과 같이 원 영상과 주식 객체를  $\alpha$  비율만큼 섞어서 화면에 표시한다[9]. 이미지 기반의 주식에 저장되는 값은 0~255까지의 범위를 가지며, 이것을 화면에 출력할 때는 팔레트에 저장되어 있는 값을 참조하여 화면에 출력한다. 예를 들어서 주식 정보에 120의 값이 저장되어 있다고 했을 때, 사용자가 정의한 팔레트(0071, xx40)의 120번째  $r, g, b$  값을 가져와서 원 영상과  $\alpha$ 의 비율로 섞어서 화면에 출력한다. 주식 정보를 화면에 출력하기 위한 수식은 아래와 같다.

$$\begin{aligned}
 r &= \left( \sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot R_i + \left( 255 - \sum_{i=1}^n \alpha_i \right) \cdot R \right) / 255 \\
 g &= \left( \sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot G_i + \left( 255 - \sum_{i=1}^n \alpha_i \right) \cdot G \right) / 255 \\
 b &= \left( \sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot B_i + \left( 255 - \sum_{i=1}^n \alpha_i \right) \cdot B \right) / 255
 \end{aligned} \quad (1)$$

여기서,  $\alpha_i$ 는 불투명(opacity) 계수 ( $\alpha_i \leq 255$ ,  $\sum_{i=1}^n \alpha_i \leq 255$ ),  $R_i, G_i, B_i$ 는 화면에 표시하고 싶은 객체(주식 정보),  $R, G, B$ 는 원 영상,  $r, g, b$ 는 최종적

으로 화면에 표시될 영상,  $n$ 은 화면에 출력되는 채널의 개수를 나타낸다. 복수개의 채널을 한 화면에 출력할 때 발생할 수 있는 채널간의 간섭 현상을 최소화하기 위해서 각각의 채널의 불투명 계수를 독립적으로 설정할 수 있게 하였다. 단, 하나의 채널은 같은 불투명도를 갖는다.

하나의 의료 영상 내에 여러 개의 채널을 동시에 추가할 수 있으며, 불투명도를 조절하여 데이터 채널에 저장되어 있는 주식 정보와 의료 영상을 한꺼번에 한 화면에 표시하여 진단에 도움을 줄 수 있다. 데이터 채널은 그 자체를 하나의 독립된 영상으로 취급하여 압축하여 저장하며, 각각의 데이터 채널에는 사용자 ID가 추가 되어 있기 때문에 인증된 사용자만이 채널 내에 표시되어 있는 정보에 새로운 내용을 추가하거나 변경할 수 있도록 시스템을 설계하였다.

데이터 채널을 화면에 출력할 때, 추가된 채널의 개수에 따라서 발생하는 원 영상의 밝기 감소 현상을 없애기 위해서 데이터가 존재하는 부분은 식(1)과 같이 화면에 출력하고 데이터가 없는 부분에는 원 영상만을 출력하였다. 다시 말해 주식 객체가 존재하는 부분은 원 영상과 함께 화면에 출력하고 나머지 부분은 투명하게 처리하여 추가된 데이터 채널로 인해 원영상의 밝기가 감소되지 않도록 하였다. 구체적인 예외 처리는 아래와 같다.

```

CSPS_Display_Annotation (DICOM image, alpha) {
  if (look up image_original (7EF0, 0010) and
      image_annotation (0071, xx41) flag in DICOM image) {
    for y=1:height {
      for x=1:width {
        image_out(x,y) = image_annotation (x,y) != 0 ?
          (alpha*image_annotation(x,y) +
           (255-alpha)*image_original(x,y)) : image_original(x,y);
      }
    }
    display image_out on the screen;
  }
}
    
```

그림 2는 주식 정보를 화면에 출력할 때 나타날 수 있는 원영상의 밝기 감소 현상을 도식적으로 표현

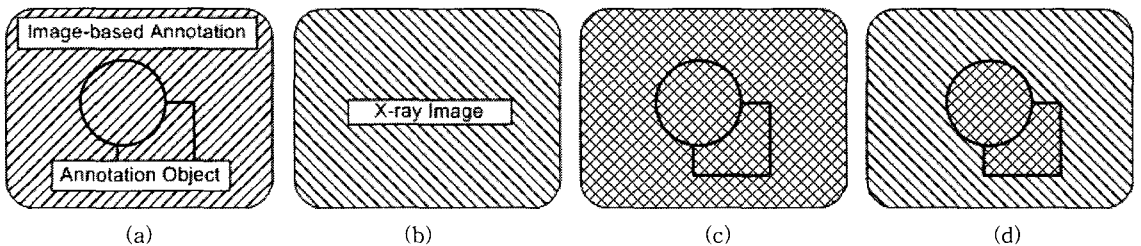


그림 2. 이미지 기반 주식 개념도. (a) 데이터 채널에 표현되어 있는 주식 정보. (b) 의료 영상 원본. (c) 예외 처리를 하지 않았을 때, 식(1)에 의한 오버랩 표현. (d) 본 논문에서 제안한 방법에 의한 오버랩 표현.

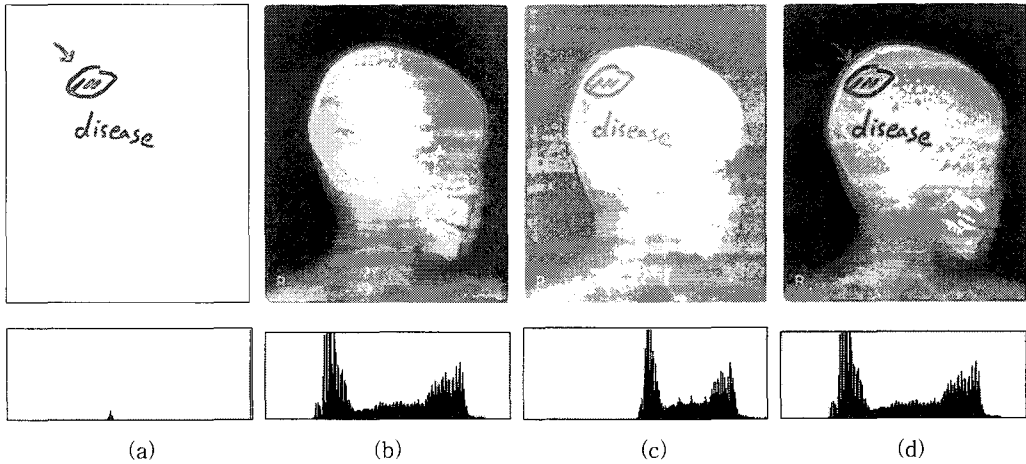


그림 3. 실제 의료 영상에 대한 이미지 기반 주석. 히스토그램을 보면 예외 처리를 한 경우 주석 정보를 화면에 출력할 때 영상 대비의 변화량이 거의 없음을 알 수 있음. (a) 디지털 펜을 이용해서 수기로 작성된 주석 정보. (b) 임상용 의료 영상 원본. (c) 예외 처리를 하지 않고 이미지 기반의 주석을 화면에 출력했을 때 영상 대비가 저하된 영상. (d) 본 논문에서 제안한 예외 처리 방법을 이용해서 주석 객체를 화면에 출력한 결과.

한 그림이며, 그림 3은 실제 영상의 적용예이다. 그림 2-C는 예외 처리를 하지 않았을 때 주석 정보에 의해서 나타날 수 있는 간섭 현상을 보여 준다.

그림 4는 데이터 채널이 생성되는 순서를 보여 준다. 데이터 채널은 사용자 ID와 암호를 검사하여 인증된 사용자만이 주석의 수정 및 삽입이 가능하고 인증되지 않은 사용자는 새로운 주석을 삽입 할 수만 있지 기존의 주석을 수정 할 수 없도록 시스템을 설계하였다. 본 논문에서 제안한 CSPS의 존재 여부는 DICOM 정보에서 0071 그룹을 찾아서 처리하는 방식을 사용하고 있으며, 기존의 DICOM 리더에 CSPS (0071 그룹)을 처리할 수 있는 부분을 추가하여 구현하였다.

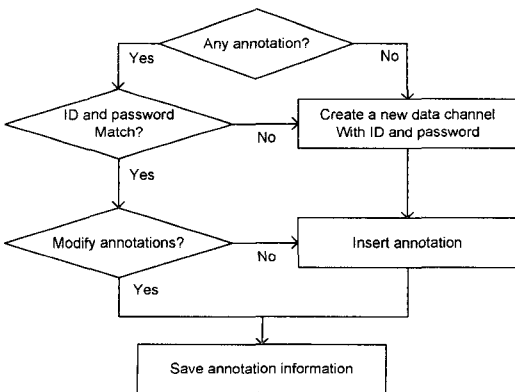


그림 4. 주석 객체의 추가 및 변경 흐름도.

표 2는 이미지 기반 주석의 구체적인 데이터 구조를 보여준다. 불투명도를 설정하기 위해서 1바이트를 할당하여 0~255까지 불투명도를 변화시킬 수 있다. 또한, 데이터 채널의 크기를 저장하기 위해서 3바이트를 할당하여 압축한 상태로 물리적인 크기가 2<sup>24</sup>(약 16M)바이트의 영상까지 데이터 채널에 추가할 수 있다.

표 2. 이미지 기반의 주석정보의 구조

불투명도	압축된 주석 데이터의 물리적인 크기	주석 데이터(영상)
1 byte	3 byte	1-n

### 5. 임상 적용 결과

본 논문에서 제안한 주석 처리 방법은 이미지 자체를 주석으로 사용하기 때문에 수기로 입력된 정보를 저장할 수 있을 뿐만 아니라, 병원에서 사용되고 있는 의무 기록지나 각종 검사 결과도 스캐닝하여 일종의 주석 정보로 DICOM 영상에 추가할 수 있다. 이렇게 함으로써 의료 영상과 함께 관련된 모든 정보들을 -의사의 진단 소견, 각종 검사 결과 등- 하나의 파일로 관리할 수 있다. 또한 불투명도(opacity)를 자유롭게 조절할 수 있으므로 의료 영상만을 화면에 출력하거나, 진단의사의 소견만을 화면에 표시하거나, 의료 영상과 진단 소견을 함께 화면에 출력할

수 있다.

일반적으로 그래픽 형태로 진단정보를 입력하는 것은 텍스트 형태로 진단정보를 입력하는 것보다 가독성을 높일 수 있기 때문에 임상에서 더욱 효과적이다. 그러나 중소 병원의 의료 현장에서 그래픽 형태의 주식과 디지털 의무 기록지(Digital Patient Record)를 사용하기 위해서는 고비용의 PACS/EMR 시스템을 구축해야만 가능하다. 그러나 본 논문에서 제안한 방법을 이용하여 DICOM 내에 직접 그래픽 주석을 추가하면 구현이 용이하고 적은 비용으로 시스템을 구축할 수 있기 때문에 경제성이 매우 높다. 마지막으로 본 논문에서 제안한 CSPS는 DICOM의 기본 구조를 충실히 따르고 있기 때문에 DICOM을 지원하는 다른 장비와 영상을 자유롭게 교환할 수

있으므로 원본영상의 보존은 물론 사용의 편의성까지 제공한다.

그림 5는 불투명도( $\alpha$ )의 변화에 따라 화면에 출력된 영상을 보여 준다. 불투명도가 0이면 주석 정보는 화면에 전혀 출력되지 않고(그림 5-A), 불투명도가 255이면 원 영상이 전혀 출력되지 않는다(그림 5-C). 1~254 사이의 값일 때는 주석 정보와 원영상이 일정 비율로 화면에 출력된다. 그림 6은 스캐닝한 데이터와 수기로 입력된 데이터를 한 화면에 출력한 결과를 보여준다.

## 6. 결 론

본 논문에서는 이미지 형태로 주석 정보를 처리할

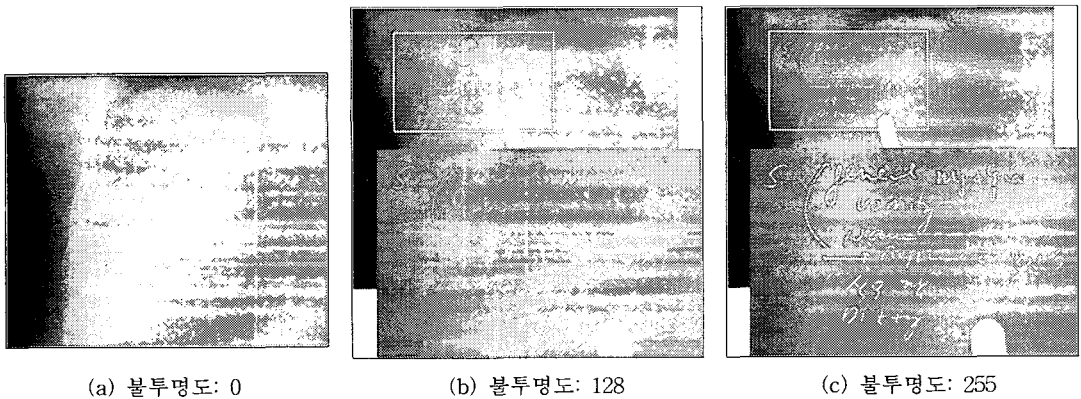


그림 5. 사용자가 수기로 입력한 주석 정보를 불투명도( $\alpha$ )를 변화 시키면서 출력한 결과.

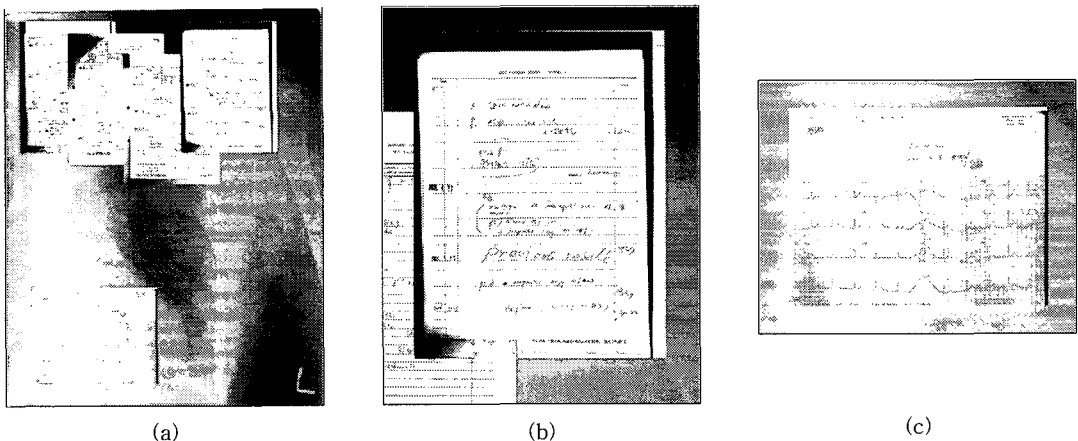


그림 6. 본 논문에서 제안한 주석처리 방법을 임상에 적용된 결과. (a) 스캐닝된 문서와 수기로 입력된 여러 가지 주석 정보가 포함된 전체 영상. (b) 스캐닝된 의무 기록지와 수기로 입력된 주석 정보. (c) 스캐닝된 심전도 결과와 수기로 입력된 주석 정보.

수 있는 새로운 DICOM 객체를 제안하였다. 본 논문에서 제안한 주석 객체의 가장 큰 특징은 원 영상과 독립된 데이터 채널 자체를 주석정보로 이용하며, DICOM 영상 내에 주석 정보를 직접 삽입하는 것이다. 본 논문에서 제안한 주석정보를 이용하면 임상에서 아래와 같은 장점을 얻을 수 있다.

1) 디지털 펜이나 마우스 등의 입력 장치를 이용하여 필기체로 직접 진단 정보를 입력하거나 스케치 등이 가능하므로 진료현장에서 실시간으로 진단 혹은 처방을 입력할 수 있기 때문에 사용자의 편의성이 증대된다.

2) 이미지 자체를 주석 객체로 사용하기 때문에 의 무기록지나 아날로그 장비의 진단 결과 등 기존의 아날로그 문서를 스캐닝한 후 하나의 이미지로 DICOM 영상에 쉽게 추가할 수 있다.

3) 주석 객체가 DICOM 영상에 직접 삽입되기 때문에 PACS와 같은 DBMS가 추가로 필요하지 않다.

4) 비 표준 DICOM 객체를 위한 사적인 데이터 요소(private data element)를 사용하기 때문에, DICOM 표준을 따르는 다른 DICOM 객체들과 충돌을 일으키지 않는다.

## 참 고 문 헌

- [1] S. N. Laxminarayan, C. Roux and A. V. Sahakian, Biomedical information technology: Medicine and health care in the digital future, IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine, vol. 1, pp. 1-7, 1997.
- [2] M. H. Williams, G. Venters and D. Marwick, Developing a Regional Healthcare Information Network, IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine, vol. 5, pp. 177-180, 2001.
- [3] J. Dahle and D. W. Callahan, Methodology for the development of an electronic medical record, Proceedings of the Thirty-Fourth Southeastern Symposium on System Theory, pp. 406-411, 2002.
- [4] R. I. Kitney and C. Forbes Dewey Jr., The electronic medical record (EMR) and object relational databases, Proceedings of the 20th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, vol. 20, pp. 1181-1184, 1998.
- [5] N. J. Rodriguez, J. A. Borges, V. Murillo, J. Ortiz and D. Z. Sands, A Study of Physicians Interaction with Text-Based and Graphical-Based Electronic Patient Record Systems, Proceedings of the 15th IEEE Symposium on Computer-Based Medical Systems, pp. 357-360, 2002.
- [6] American College of Radiology and National Electrical Manufacturers Association, *Digital Imaging and Communication in Medicine (DICOM): Revision PS 3.1-2000~PS 3.15-2000. Draft Standard*, ACR-NEMA Committee, Rosslyn, Va., 2001.
- [7] R. J. Anderson, A security policy model for clinical information systems, Proceedings of IEEE Symposium on Security and Privacy, pp. 30-43, 1996.
- [8] American College of Radiology and National Electrical Manufacturers Association, *Digital Imaging and Communication in Medicine (DICOM): version 3. Draft Standard*, ACR-NEMA Committee, Working Group VI, Washington DC, 1993.
- [9] Donald Hearn and M. Pauline Baker, *Computer Graphics C Version. 2nd Edition*, Prentice Hall, pp. 162-163, 1997.



장 석 환

1996년 인천대학교 전자공학과  
졸업(공학사)  
1998년 한양대학교 대학원 전자  
공학과 졸업(공학석사)  
2001년 한양대학교 대학원 전자  
통신공학과 박사수료

관심분야: DICOM 표준, 의료 영상처리, 컴퓨터비전, 패  
턴 인식 등



김 회 율

1980년 한양대학교 전자공학과  
졸업(공학사)  
1983년 Pennsylvania State Uni-  
versity 전기공학과 졸업  
(공학석사)  
1989년 Purdue University 전기  
공학과 졸업(공학박사)

1989년 9월~1994년 2월 University of Texas 조교수  
1994년~현재 한양대학교 전자전기컴퓨터 공학부 정교수  
관심분야: 영상처리, 컴퓨터비전, 패턴 인식, 머신비전,  
MPEG-7 등