

소형 감마 카메라용 의료영상 표현 시스템 설계

이수진, 김문희
건국대학교 컴퓨터공학부
e-mail:jini@cse.konkuk.ac.kr

Design of an Medical Image Presentation System for a Small Gamma Camera

Su Jin Lee, Moon Hae Kim
School of Computer Science & Engineering, Konkuk University

요약

요즘 의료 분야는 환자 병력·약제 정보등과 같은 다양한 의료정보가 증가함에 따라 정보화의 요구가 대두되고, 이는 디지털 영상의 등장과 함께 컴퓨터의 도움을 받는 소프트웨어의 개발로 이어지고 있다. 본 논문에서는 이러한 추세에 맞춰, 이전에 개발된 유방암 전용 소형 감마카메라로부터 신호를 획득하여 실시간으로 디지털 영상을 만들어 내고 화면에 디스플레이하는 의료영상 표현 시스템을 설계하고 구현한다.

1. 서론

환자의 병력, 약제 정보, 치료 정보 등과 같은 다양한 의료 정보가 증가함으로써 의료 분야는 정보화의 물결을 실감하고 있다. 특히, 방사선학 분야로부터 발전하기 시작한 일반적인 형태분석 분야는 디지털 영상의 등장과 함께 컴퓨터의 도움을 받는 소프트웨어의 개발로 이어졌다. 그러나, 기존의 의료영상 시스템들은 유닉스 플랫폼 상에서 수행되는 고가의 시스템이 대부분이다. 게다가, 유닉스 기반의 시스템들은 하드웨어와 소프트웨어에 관한 전문적인 지식을 요구할 뿐만 아니라 고가의 도입 비용에 따른 병원의 예산 문제로 인해 의사들이 임상에서 사용하기를 꺼려하는 내부적인 문제가 있다.

본 논문에서는 이러한 요구에 따라 가격이 저렴하고 조작성이 쉬운 PC상에서 의료영상 기기로부터 영상 신호를 받아들여 실시간으로 영상을 완성하고 표현 및 분석·처리하는 PC용 의료영상 표현 시스템을 설계하고 구현하며, 영상획득용 의료영상 기기는 소형 감마 카메라[8]를 사용한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 우선 2장에서는 본 논문연구의 바탕이 되는 관련연구로써 영상 구성에 사용되는 앵거로직(Anger Logic) 알고리즘[7]에 대해 알아보고 3장에서는 시스템 개발을 위한 전체적인 시스템 기능별 구성과 영상 완성 과정, 인터넷으로의 확장 설계 등을 살펴본다. 4장에서는 구현된 의료영상 표현 시스템의 구현과 결과화면을 소개하고 마지막으로 5장에서는 본 논문에서 연구한 결과를 정리하고 향후 연구 방향을 제시한다.

2. 관련연구

2.1 앵거로직(Anger Logic) 알고리즘

앵거로직은 핵의학 분야에서 영상을 완성하는데 널리 사용되는 알고리즘으로 본 논문에서도 영상 완성 과정에서 활용하였다. 감마 카메라의 검출기 부분에 하나의 방사성 신호가 부딪히는 동시에 그 위치값에 해당하는 X+, X-, Y+, Y- 4개의 영상신호가 발생하게 된다. 이 4개의 영상 신호에 대해 (식 1)과 같은 앵거로직 알고리즘을 적용하여 가상의 X, Y 위치값을 결정한다.

* 본 논문의 내용은 보건복지부 선도기술·의료공학기술개발사업의 지원연구과제인 "유방암 진단용 소형 섬광카메라 개발"의 일부 결과임.

$$X = \frac{x+ - x-}{y+ + y-} \quad Y = \frac{y+ - y-}{y+ + y-}$$

(식 1) 앵거로직

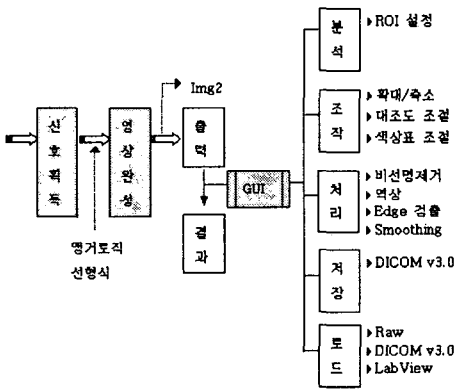
$$f(x) = 255x + 127.5$$

(식 2) 위치값 결정 선형식

3. 의료영상 표현 시스템 설계

3.1 시스템 기능별 구성도

영상 표현 시스템은 크게 감마 카메라의 검출기를 통해 획득된 후 게이트/지연 모듈기를 통해 시그널 컨디셔닝 과정을 거쳐 영상 신호로 바뀐 신호를 ADC 보드를 이용해 PC 내부로 입력받는 신호 획득 부분과 획득 신호에 대한 영상 구성 위치값을 구하여 PC내의 입력 배열로 저장함으로써 영상을 완성하는 영상 완성부, 사용자 편의의 인터페이스를 이용하여 완성된 영상에 대한 각종 분석 및 처리를 하는 GUI 부분으로 나눌 수 있다.



(그림 1) 시스템 기능별 구성도

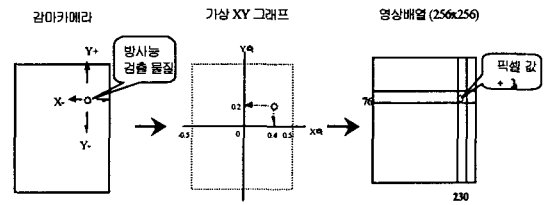
위의 (그림 1)은 영상표현 시스템의 기능별 각 부분을 도식화한 것이다.

3.2 신호획득 및 영상 구성

감마 카메라에서 검출된 한 개의 방사성 물질에 대한 위치를 나타내는 영상신호는 $x+$, $x-$, $y+$, $y-$ 로 표현되는 4개의 신호와 그에 따른 하나의 트리거 신호로 존재한다. 하나의 트리거 신호가 발생하는 동시에 4개의 입력채널에서 각각 영상신호를 받아들인다. 획득된 영상신호는 앵거로직 알고리즘의 적용을 통해 가상의 X,Y 좌표값을 얻게 되며, 이 좌표값은 (식 2)와 같은 선형식을 거쳐 실제 영상을 구성하게 되는 2차원 배열의 한 위치점으로 매핑(mapping)되어 픽셀 값을 표현하게 된다.

이러한 방법으로 전체 영상에 대한 위치의 픽셀 값을 증가시키는 과정을 반복하면서 영상을 완성해 나간다.

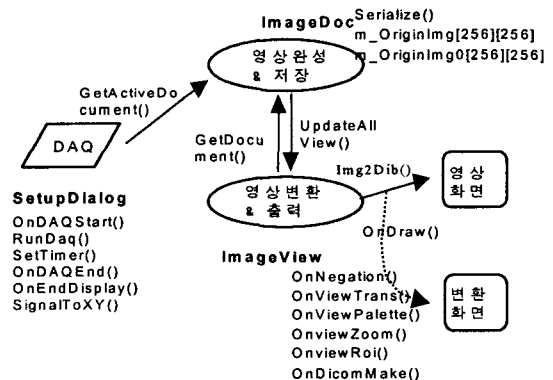
위의 과정을 그림으로 나타낸 것이 (그림 2)이다.



(그림 2) 좌표값 결정 및 영상배열 매핑 과정

영상 배열은 각 픽셀의 크기가 0~255 범위의 값을 가지므로 BYTE형을 이용한다. 윈도우즈 시리즈에서 영상을 표현할 때 정지 영상의 표준 인터페이스로 사용하는 DIB(Device Independent Bitmap) 형식으로 변환하여야 하며 변환된 DIB에서 팔레트 정보를 추출하여 원하는 위치에 영상의 크기만큼 출력한다.

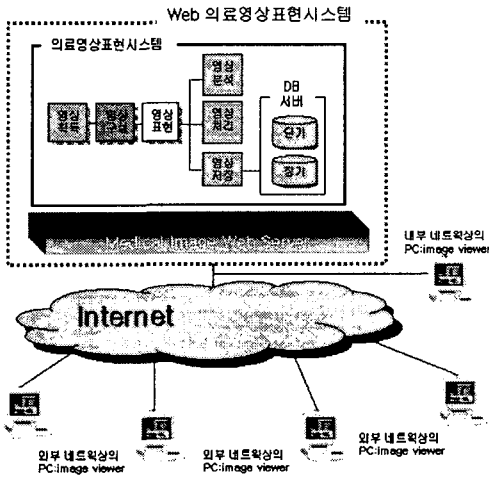
영상표현 시스템은 Visual C++ 6.0/MFC를 사용하여 구현되었으며 MFC의 문서/뷰 구조를 토대로 본 프로그램의 수행 과정을 살펴보면 (그림 3)과 같다.



(그림 3) 프로그램 수행도

3.3 인터넷 기반 의료영상 표현 시스템 설계

기존의 의료영상 시스템은 각각의 병원이나 진료소에 구축되어 독자적으로 로우컬(local)에서 운영되고 있다. 그렇기 때문에 시스템 운영이 여의치 않은 소규모의 병원이나, 지리적으로 외지이거나 낙후된 농어촌 등에서 거주하는 사람들은 질적으로 높은 의료서비스를 받지 못하고 있는 실정이다. 이러한 문제점은 인터넷과 의료영상 시스템을 접목함으로써 해결이 가능하다. 장비를 갖춘 대형 병원에서 발생되는 의료영상을 인터넷 하에서 상호교류, 공유함과 동시에 웹 상에서 영상을 판독하도록 함으로써 질 높은 의료서비스를 제공하게 될 것이다. (그림 4)는 인터넷 기반 의료영상 표현 시스템의 개략적인 구성도이다.



(그림 4) 인터넷 기반의 의료영상 표현 시스템

의료영상 표현 시스템을 설치할 수 없거나 규모가 작은 개인 병원 등에서는 인터넷이 가능한 PC를 사용하여 의료영상 웹 서버에 접근하여 인증 과정을 거친 후, 해당 환자의 영상을 다운로드할 수도 있고, 대형 병원의 방사선학 전문의에게 소견 진단을 의뢰할 수도 있을 것이다. 또한 이러한 인터넷 기반의 시스템은 119센터나 병원의 응급 앰블런스 등에서도 유용하게 활용될 것이다.

4. 구현결과

본 영상 표현 시스템은 VC++ 6.0/MFC를 이용하여 개발되었으며, 신호획득을 위한 ADC 보드는 National Instrument 사의 DAQ 보드를 사용하였다. 구현된 시스템의 기능을 살펴보면 다음과 같다.

- Zoom In & Zoom Out

영상 전체와 부분적 확대/축소 기능 뿐 아니라 관심영역(ROI)에 대한 확대/축소 기능을 두어 좀 더 정확한 영상 진단을 가능하게 한다.

- 관심영역(ROI : Region Of Interest) 설정

병소 예상 부위에 대한 관심영역을 사각형, 타원, 직선, 다각형 등의 다양한 형태로 설정하여 정량적 분석을 할 수 있으며[2] 단일영상에 복수 개의 ROI를 설정할 수 있다. 여기서 정량적 분석이라 함은 설정 영역내의 픽셀 값의 평균, 최대, 최소, 소, 분산, 표준편차 값을 말한다.

- ROI Copy & Paste

설정된 관심영역의 위치정보(coordination)를 복사하여 다른 영상에 적용하거나 작업 후에 동일 영상에 대해 같은 ROI를 적용할 수 있도록 함으로써, 좀 더 정확하고 융통성 있는 분석과 진단을 하도록 한다.

- 콘트라스트 조절 및 팔레트 조작

획득영상의 픽셀 값의 분포가 너무 조밀하거나 픽셀 값의 크기가 너무 작을 경우, 영상에 대한 가시적 진단이 어렵다. 이런 경우 원 영상의 데이터에는 아무런 변화 없이 팔레트의 상한 치와 하한 치를 재조정하고, 이미지 픽셀 값의 차이에 따라 색상차를 두드러지게 구분하여 영상에 적용시킴[3]으로써 병소 예상 부위를 쉽게 구분할 수 있도록 한다.

- 의료영상 국제 파일 포맷(DICOM) 변환

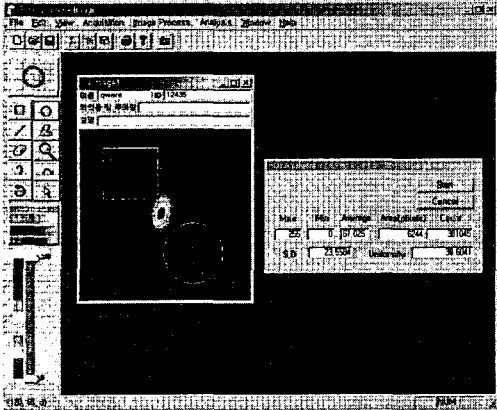
감마 카메라로부터의 획득영상을 매체에 저장하기 위한 기본적인 영상 형태로써 의료영상 국제표준인 DICOM(Digital Image and Communications in Medicine)[4,5] 영상 포맷을 선택한다. DICOM 포맷으로의 영상 변환은 차세대 의료 정보 시스템이라 불리고 있는 의료 영상 저장 전송 시스템 (PACS : Picture Archiving and Communication System) 구축[6,7]에 유용하게 활용될 것이다.

- 다양한 포맷의 이미지와의 호환

의료 영상표현 시스템은 획득영상 뿐만 아니라 DICOM 이미지와 LabView 이미지 포맷과도 호환 가능하여 영상 로드 뿐만 아니라, 위에서 언급한 모든 기능들을 적용할 수 있다.

(그림 5)는 개발된 영상 표현 시스템의 실행화면으로 메뉴에서 Acquisition, Image Processing, Analysis 가 주작업을 하게 된다. 그림의 영상은 개발된 소형 감마 카메라를 이용하여 실제로 신호를

획득하여 완성한 획득영상으로 의료영상 국제표준 포맷인 DICOM v3.0으로 저장한 것이다. 또한 ROI를 통한 영상 분석 및 영상의 가시화를 돕기 위한 컬러맵을 적용시켰으며, 영상을 출력할 때에 영상해더의 정보를 함께 출력하도록 하였다.



(그림 5) 영상표현 시스템 실행화면

카메라 개발”, 대한핵의학회지, 제32권, 제4호, 1998

[2] Kewei Chen, "ImgPrces toolbox for PET", <http://www.indirect.com/www/keweic/imgetl.html>, Sept.12, 1999

[3] RANDY CRANE, "A simplified approach to Image Processing", Prentice Hall, 1997

[4] <http://www.nema.org/medical/dicom.htm>

[5] http://www.xray.hmc.psu.edu/dicom/dicom_intro/DICOMIntro.htm

[6] 탁계래, 김우생, 이상범, "의료영상 저장 전송시스템(PACS)의 발전 및 연구 동향", 정보과학회지, 제16권, 제12호, 1998

[7] D.W.Kim, "Implementation of WWW-Based Medical Image Management System", 충북대학교 대학원 석사학위 논문, 1998

[8] 이수진, "소형 감마 카메라를 위한 PC용 의료영상 표현 시스템 설계 및 구현", 건국대학교 대학원 석사학위 논문, 2000

5. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 소형 감마 카메라를 이용하여 획득한 신호에 앵거로직과 위치 결정 선형식을 적용하여 PC상에서 영상을 구성한 후 획득영상을 진단하기 위해 요구되는 여러 가지 기능들을 구현해 보았다.

이번 연구를 통해 구현된 영상 표현 시스템은 고가의 유닉스 플랫폼 상에서 동작하는 기존의 상용 영상 표현 시스템과 동일한 기능과 인터페이스를 갖는 반면, PC상에서 영상을 획득하고 병변 진단을 위한 여러 가지 영상 분석 및 처리를 한다는 것에 커다란 의미를 둘 수 있다.

앞으로의 향후 과제로는 영상 분석 및 처리 기능을 좀더 강화하고, 획득영상용 데이터베이스(DB)를 구축하여 영상의 저장 및 검색, 관리를 보다 용이하게 하여야 한다. 또한 개발된 본 시스템을 인터넷과 연동시켜 클라이언트/서버 구조를 갖춰 원격진료(Tele-medicine) 등에 활용할 수 있는 방안 및 요즘 각광을 받고 있는 내장형 시스템에서의 응용 기술 방안 등을 연구하여야 할 것이다.

참고문헌

[1] 김중호 외 9인, "NaI (TI) 섬광결정과 위치민감형 광전자증배관을 이용한 유방암 진단용 소형 감마