

지식기반 진단 자동화를 위한 의료영상 처리 및 관리 시스템

송미영*, 조경은*, 채정숙*, 김준태*, 엄기현*, 조형제*, 차순주**
동국대학교 컴퓨터공학과*, 인제대학교**

Medical Image Processing and Managing System for Automatic Knowledge-based Diagnosis

Miyoung Song*, Kyungeun Cho*, Jeongsok Chae*, Juntae Kim*, Kyhyun Um*, Hyungje Cho*,
Soonjoo Cha**

Dept. of Computer Engineering, Dongguk University*, Inje University**

요 약

현재 뇌 질환의 진단은 전문의의 주관적인 판단에 의하기 때문에 보다 정량화되고 객관화된 근거를 제시할 수 있는 의료 영상 정보 분석 시스템이 필요하다. 본 시스템은 MR 영상에 대해 영상 처리 및 정보 관리를 통한 뇌 질환의 진단 및 계획이나 방법의 결정을 하는데 도움을 주기 위한 지식기반 의료 영상 처리 및 관리 시스템으로 의료 영상의 처리와 진단, 영상처리시스템 이용의 극대화, 시스템간의 유기적 연결 및 운용상의 문제점 등 의학영상에 관한 제반 연구를 수행함으로써 국내의 의료영상 기술을 선도하며, 의학영상분야 및 의과학 발전에 기여할 수 있을 것으로 생각된다.

1. 서론

MR 영상은 조직의 병리학적 상태에 대하여 높은 민감성과 기존 X-ray 관련 영상 기기의 방사능 노출에 따른 위험이 없다는 장점을 가지고 있어 그 이용이 점차 확대되고 있다. 특히 뇌 MR 영상은 조직의 병리학적 상태에 대하여 높은 민감성으로 인한 특성 때문에 질환의 조기 진단 및 조기 발견이 가능하게 함으로써 의료 영상 정보 처리를 통해 치료를 하기 위한 계획이나 방법의 결정에 있어 매우 중요한 역할을 하고 있다. 이와 함께 디지털 시스템의 발달로 의료 영상에 대하여 새로운 영상 촬영, 처리 및 분석 방법 등에 관한 연구가 활발하게 이루어지고 있고 이에 대한 개선 및 보완의 필요성이 증대되고 있다. 또한 컴퓨터의 데이터 처리 속도와 처리할 수 있는 용량이 늘어나면서 신체 내부의 구조들을 단순하게 2 차원 영상을 분석하는 것 것뿐만 아니라 다양한 의료 영상을 서로 비교할 때 효율성을 부여하며 단순한 진단

자료로서가 아닌 각종 수술 계획이나 의학 교육용 매체 등 많은 응용 분야에 도입된다. 그뿐 아니라 어느 부분이 장기인지 알 때 그 장기의 부피를 계산할 수 있고, 모양이 정상인지를 판단하여 질병의 진단이나 수술 계획에 도움을 줄 수 있다. 하지만 이 경우에는 2 차원 의료 영상 데이터에서 인체의 해부학적 구조를 분리해 내는 의료 영상 데이터의 분할 과정이 반드시 선행되어야만 한다 [1, 2, 3, 4, 5]. 이 논문에서 제안하는 지식기반 진단 자동화를 위한 의료영상 처리 및 관리 시스템은 처리되는 의료 영상 데이터에서 진단에 필요한 정보들을 자동 추출하고, 지식베이스를 활용하여 예상되는 이상 증세를 제시할 수 있는 시스템 개발을 목적으로 한다. 여기서는 의료 영상에 가장 많이 사용하는 의료 이미지인 MR 영상 중에서 머리 부위의 질병에 대한 진단을 할 수 있는 시스템에 필요한 영상처리 시스템을 구축하였으며 이 영상 처리 시스템에서 의료 영상 이미지를 분석하고 처리하는 시스템을 자세하게 설명한다. 또한 이 영상 처리 시스템에서 제공하는 다양한 영상 처리 기능과 도구들과 시스템의 특징들을 소개한다.

본 연구는 1999년도 한국과학재단 특정기초연구(과제 번호: 1999-1-303-002-3) 내용의 일부임

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2 장에서는 의료영상 처리 및 관리시스템의 전체적인 구조를 설명하고, 3 장에서는 영상 처리기의 기능들을 소개한다. 영상 처리기는 크게 영상강화와 복구를 위한 전처리기 모듈, 영상 처리기법을 제공하는 영상 기능 처리기 모듈, 영상의 전역 특징과 지역 특징 등의 영상 특징 추출기 모듈, 기본 편집기능과 그리기 편집기능을 지원하는 편집기 모듈로 구성되어있다. 이들 각각의 기능들을 각 장에 걸쳐서 살펴보도록 한다.

2. 의료영상 처리 및 관리 시스템의 구성

의료영상 처리 및 관리 시스템은 영상의 촬영정보와 촬영된 영상의 환자정보, 병력정보로 저장하고 관리하는 영상 상세 정보 입력기와 원 영상의 강화와 복구를 위한 전처리기, 영상의 필요한 정보들을 추출하는 특징추출기, 영상내에 그림 그리기 등의 편집을 가능하게 하는 영상 편집기, 영상의 촬영정보와 기타 환자, 병력정보를 확인하는 영상 상세 정보기로 구성된다. 이 구조도가 그림 1에 나타나며 전체 시스템에 대한 사용자 화면 인터페이스가 그림 2에 보여지고 있다.

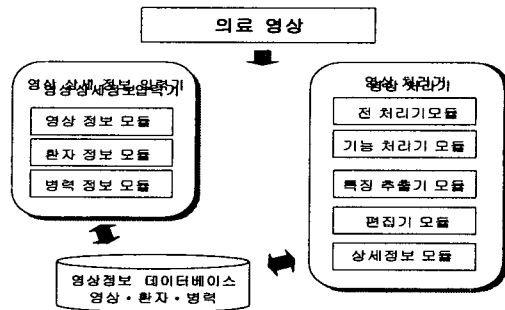


그림 1 시스템 구성도

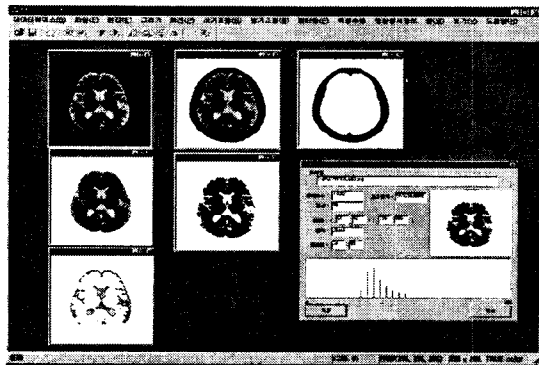


그림 2 화면 인터페이스

2.1 입력 의료 영상

뇌질환의 진단 및 치료를 목적으로 사용하는 의학 영상으로 해부학적 영상 (anatomical image)과 기능적 영상 (functional image)이 있다. 해부학적인 영상은 CT (Computed Tomography), MRI (Magnetic Resonance Imaging) 영상 등으로 뇌구조물 (brain organ), 뇌조직 (brain tissue), 뇌병변 (brain lesion) 등을 시각적으로 식별하는데 사용된다. 기능적 영상은 PET (positron emission tomography), SPECT (single photon emission computed tomography), fMRI (functional MRI) 영상으로 활성화 정도에 따라 뇌의 기능적인 현상이나 상태를 식별하는데 사용하며 또한 임상연구의 종류(뇌지도(brainmap) 연구, 뇌질환의 원인 규명, 뇌질환의 진단 및 치료 등)에 따라 관심영역 (ROI, region of interest)의 활성화 종류와 활성화량을 이용할 때 사용된다 [5, 6]. 본 의료 영상 처리 및 관리 시스템에서는 뇌의 구조를 파악하고 뇌 질환의 진단을 위해 MR 영상 중에서 T2 강조 영상을 사용하였다.

2.2 영상 상세 정보 입력기

영상 상세 정보 입력기는 영상정보, 환자정보와 병력정보 모듈로 구성된다. 영상 정보 모듈은 영상의 크기, 종류, 영상의 촬영 방향, 위치, 약물사용여부 등의 정보들을 저장 관리하고, 환자 정보 모듈은 성명, 나이, 직업, 성별 등의 정보들을 기록하며 병력정보모듈은 영상의 병명과 기타 진단소견들을 기록하여 저장 관리한다. 이러한 영상 상세 정보 입력기를 통해 기록된 환자, 병력 정보들은 영상정보 데이터베이스에서 저장되고 관리된다.

2.3 영상 처리기

영상 처리기는 입력영상에서 필요한 특징 정보들을 추출하고 전처리기를 통해 원영상보다 강화된 영상을 제공하며 영상의 중요한 영역의 표시를 위한 그리기 편집과 확대/축소 등의 영상처리편집을 제공한다. 따라서 영상처리기는 특징 추출을 위한 전처리 과정으로 영상의 잡음제거나 영상의 질적 강화를 위해 처리를 하는 전처리기 모듈, 영상의 전역특징과 지역 특징을 추출하는 특징추출기 모듈과 영상 위에 그리기와 확대/축소 등의 편집기 모듈과 영상기능 처리기 모듈로 구성된다.

3. 영상 처리기의 구성

영상 처리기는 전처리기, 기능 처리기, 특징추출기, 편집기 그리고 상세 정보기로 이루어져있다. 이들을 다음 각 절에서 상세하게 살펴보도록 한다.

3.1 전처리기

전처리는 영상의 내용과 형태의 특성에 따라 다양한 기법을 적용하여 원영상을 보다 더 뚜렷이 구분하기 위한 영상 결과를 얻기 위해 영상을 조작하는 방법으로 영상을 개선하거나 복원하는 방법 등이 있다. 영상개선기법(Enhancement)은 대표적으로 영상의 픽셀 자체를 직접적으로 조작하는 콘트라스트의 증가 감소와 밝기를 조절할 수 있는 처리 기능이 있다. 본 시스템의 영상 전처리기능으로는 3x3 미디언 필터, 5x5 미디언 필터, 영상을 부드럽게 하는 로우 패스 필터, 영상의 경계를 날카롭게 하는 하이패스 필터의 영상 개선 및 픽셀 연산 처리를 위한 기능과 엠보싱 효과를 주는 처리 기능들이 있다.

3.2 영상 기능 처리기

영상기능 처리기에서는 원영상에 조작을 가하는 처리기로 원영상에 기본적인 조작을 처리하는 기본 영상처리기와 특징 추출을 위한 영상의 질을 강화하는 영상강화 처리기 등으로 구성한다. 기본 영상 처리기는 원영상 또는 영상의 원하는 부위를 확대/축소, 크기 조절, 회전 등의 기본적인 처리 기법들을 처리하며 영상 강화 처리기는 원영상에 밝기조정, 콘트라스트조정, 여러 레벨로의 양자화 등 다양한 영상처리 기법들을 적용하여 원영상보다 질을 강화하는 기법들을 지원한다. 영상 기능 처리기의 구조도는 그림 3에 나타난다.

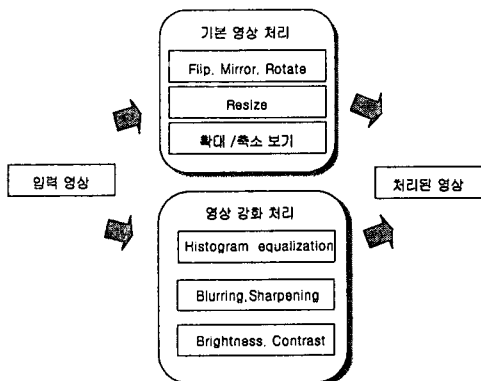


그림 3 영상 기능 처리기

3.3 특징 추출기(Feature Extraction)

특징추출은 영상의 특징들을 추출하는 방법으로 영상의 경계 검출(Edge Detection)과 영상 분할(Segmentation) 처리 등을 필요로 한다. 영상 경계 검출은 영상의 명암 차이를 이용한 에지 검출 연산자들을 적용하여 영상의 경계를 검출하는 방법이며 소벨, 가우시안, 라플라시안, 로버트의 에지 검출이 있다. 영상분할은 영상의 동질성을 만족하는 부분에 대한 영역을 분할하는 방법으로 분할 방법들로는 픽셀의 위치에 상관없이 명암에 의해서만 분류하는 점기반분할(Point-based segmentation)방법과 그레이 수준에서 명암의 비연결성을 찾는 경계 기반 분할(Edge-based segmentation)방법 그리고 각 픽셀이나 경계 대신 전체 영역을 고려하는 영역기반 분할(Region-based segmentation)방법 등이 있다.

본 의료영상 처리 및 관리시스템의 특징 추출기는 크게 전역특징 추출기와 지역특징 추출기로 구성되며 그 구조도가 그림 4에 나타난다. 전역특징 추출기는 입력영상이나 원 영상을 조작하여 영상 전체의 특징들을 추출하며, 지역 특징 추출기는 전역 특징에서 영상 분할을 한 후 경계 검출을 한 결과 이미지를 통해 추출된 레이블 영상에 대한 특징들을 추출한다.

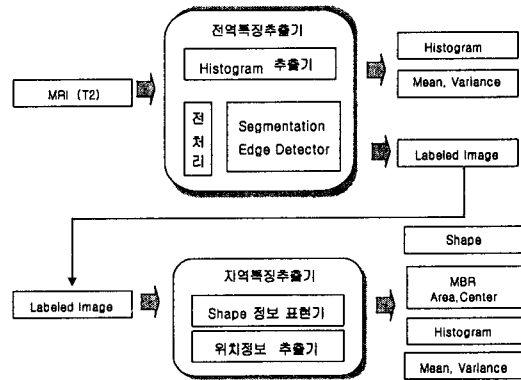


그림 4 특징 추출기

3.3.1 전역 특징

전역특징은 한 영상을 대표하는 특징으로서 원 영상에서 전체적인 특징들을 추출하는 방법으로 히스토그램, 평균, 표준편차, 레이블 영상 등을 추출하며 이들은 모두 정규화된 값과 원영상의 값을 유지한다.

3.3.2 지역특징

지역적인 특징은 전역특징 추출기의 영상 분할 단계를 거쳐 분할된 영역인 객체의 지역적인 특징들을 추출하는 방법으로 다음 그림 5와 같이 객체의 형태(Shape), 윈도우(MBR), 중심점(Center), 면적(Area:체적), 색상의 평균(Mean)과 표준편차(Variance), 모멘트(Moment) 등을 추출한다.

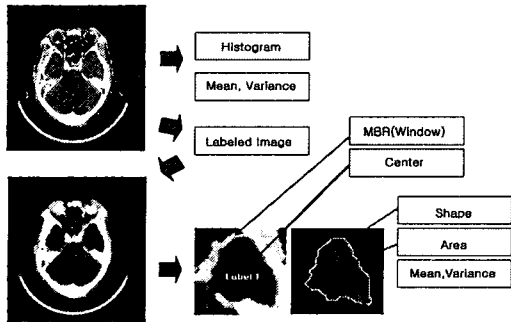


그림 5 특징 추출 정보

3.4 영상 편집기

영상 편집기는 크게 영상의 영역을 복사/삭제 등의 기본 편집기능과 영상의 중요한 부분을 표시하기 위한 그리기 편집 기능을 제공한다. 그리기 편집모들은 자유선, 도형, 선의 종류, 색상을 편집할 수 있도록 지원한다. 영상 편집기의 구조도가 그림 6에 있다.

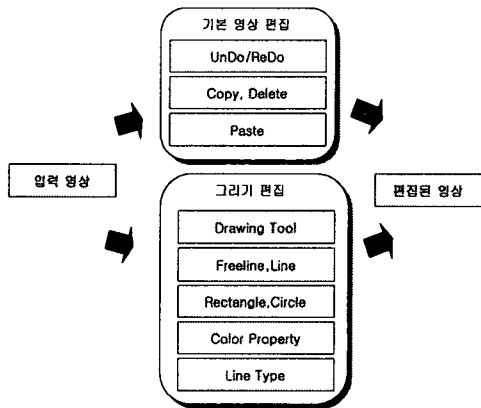


그림 6 영상 편집기

4. 구현 환경 및 실험

의료영상 정보관리시스템의 개발 환경은 IBM 호환 PentiumII-333 시스템을 기본으로 데이터베이스는 Oracle SQL을 사용하고 Micorsoft Visual C++ 6.0으로 구현하였다. 본 연구에서 구현된 의료 영상 처리

및 정보 시스템은 뇌 MR 영상들을 사용하여 영상의 특징추출과 영상 강화를 위한 다양한 전처리 기법과 영상 처리 기법을 지원한다. 또한 입력 영상에서 전역특징과 머리, 두피, 백질, 회질, 뇌척수액 등의 영상을 분할하여 지역 특징들을 자동으로 추출 가능하며 영상에 대한 다양한 편집을 할 수 있도록 지원한다.

5. 결론 및 향후 연구과제

본 논문에서는 지식기반 진단 자동화를 위한 의료 영상 처리 및 관리 시스템을 개발하였다. 의료 영상 중에 가장 많이 사용하는 의료 이미지인 MR 영상 중에서 머리 부위의 질병에 대한 진단을 할 수 있는 시스템에 필요한 영상처리 시스템을 구축하여 입력되는 의료 영상 이미지를 분석하고 처리하는 시스템을 구축 실험하였다. 또한 다양한 영상 처리 기능과 도구들을 구축하였다. 현재 뇌영역의 3 차원 가시화를 위한 연구 단계에 있으며, 3 차원 가시화를 위해서는 의료 영상에서 뇌 영역 분할이 정확히 이루어져야 한다. 향후 과제는 영상의 정확한 영역분할 방법을 좀 더 개선하고 이를 바탕으로 3 차원 가시화가 이루어질 수 있도록 해야 하며 현재까지 자동적으로 추출된 전역 및 지역 특징들을 이용하여 뇌의 질환을 판별할 수 있는 연구도 필요하다.

[참고문헌]

- [1] R. L. Arenson, et al. "The Digital Imaging Workstation", Radiology, 176:303-315, 1990
- [2] P. Kokol, "Some ideas about intelligent medical system design", 12th IEEE Symposium on Computer-Based Medical Systems, pp. 48-52, 1999
- [3] A.C. Dhanantwari and S. Stergiopoulos, "Adaptive processing to correct for organ motion artifacts in X-ray CT medical imaging systems", Sensor Array and Multichannel Signal Processing Workshop, IEEE, pp. 261-265, 2000.
- [4] 고선영, "영역 확장 기반 추적을 이용한 효율적인 3차원 의료 영상 분할 기법", 한국과학기술원 석사학위논문 1999
- [5] 김명희 외 2 인, "의료영상의 3차원 가시화기술 및 발전방향", 한국정보과학회지 제 16권, 제 12호, 1998.12, pp. 13-21
- [6] 백철화, "의료영상을 이용한 뇌기능 분석 기술", 한국정보과학회지 제 16권, 제 12호, 1998.12, pp. 32-35