# 통계 지식 기반(SSM)에서 대상 물체의 경계 검출기 설계

유상진*, 박종구**
성균관대학교 정보통신공학부
e-mail:bh1004@ece.skku.ac.kr

# Designing boundary detector of the object on SSM

Sang-Jin Yoo, Jong-Koo Park
*School of Info. & Comm. Eng., SungKyunKwan University

요 약

본 연구는 입력된 영상으로부터 특정한 형태를 이루고 있는 대상 물체를 추출함에 있어, 처리에 소요되는 시간 비용(Time cost)을 줄이는 것을 목적으로 하고 있다. 이를 위하여 특정 관심 지역(Region of Interest)이나 대상 물체(Target object)의 경계 검출(Boundary detection)을 하는 과정에 통계학적 수치 자료(SSM : Statistical Shape Model)를 사용한 접근법을 이용하였다. 또한, 향후 연구 방향인 의료 영상 해석(Medical image analysis)으로의 확장성을 고려, 의료 영상 해석에 많이 사용되어지는 MRI, CT, X-Ray 이미지가 Gray level 영상이라는 것을 감안하여 Gray level 영상을 연구 대상으로 삼았다.

## 1. 서론

입력된 영상으로부터 관심 영역(ROI)을 추출해 내고자 하는 것은 이미지 기반 해석(Image guided analysis) 분야에서의 끝임 없는 관심사이다. 더욱이 이미지 기반 해석의 범위가 일반 영상에 국한되지 않고, 의료 영상(Medical image)이나 인공위성의 사진 판독과 같이 그 영역을 넓힘으로써, 이미지 기반의 해석 적용 범위 또한 확장되어 왔다. 그리고, 각 분야에서는 더욱 정확하고 신속한 정보를 얻어내기 위하여 다양한 연구가 이루어지고 있다.

근래에 들어, 입력된 영상으로부터 추출된 대상물체의 집합을 이용하여 통계자료의 근간으로 사용하는 방법을 이용한 연구가 활발히 이루어져 왔다. 추출된 자료들을 기반으로 사용 가능한 정보(관심 대상물체에 관한 통계자료)로 변환한 후에, 이를 구조적(systemic)으로 사용할 수 있도록 하는 접근 방법이다. 이러한 통계학적 구조를 이용한 연구의 결과는 대상 물체의 검출 속도 향상이라는 장점을 제공하게 되었다.

## 2. 최근 연구 동향

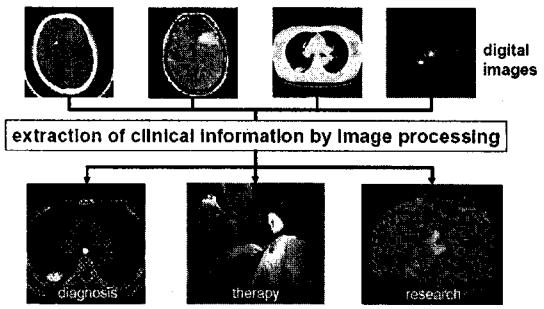
### 2.1 영상 기반의 해석 (Image-guided analysis)

영상 기반의 해석 분야 중에서 그 활용이 높고, 연구가 활발히 이루어지고 있는 분야로 의료 영상 처리를 꼽을 수 있다. 이는 전기·전자 공학과 기계공학의 발전으로 의료 영상을 얻고 처리하는데 컴퓨터를 이용한 분석 및 처리가 가능하게 되었기 때문이다. 특히, 핵자기공명영상(Magnetic Resonance Image, MRI)나 양전자 방사 단층 X-ray 촬영(Positron Emission Tomography, PET), 컴퓨터단층촬영(Computed Tomography, CT)등의 진보적인 영상들을 이용하여 뇌의 구조적, 기능적인 변화를 알아내고자 하는 많은 연구가 진행되어 왔다. 더욱이, 의료 영상 처리를 이용하는 학문 분야와 가상현실(Virtual Reality)이라는 분야가 접목을 이루면서, 의료 영상 처리를 이용한 학분 분야는 더욱 눈부신 발전을 이룩할 수 있게 되었다.

#### 2.1.1 의료 영상 처리 (Medical Image Processing)

컴퓨터를 이용하여 의료 영상 자료(Medical

image data)의 분석과 그 처리를 위한 연구가 여러 분야에서 활발히 진행되어 왔다. 그로 인해 영상(image)의 역할이 변화하기 시작하였다. 과거 영상들의 역할이 교육용이나 과학적, 학문적 연구의 결과를 보여주기 위해서 사용되어졌었다면, 오늘날의 영상은 연구의 목적이외에도 의료 행위를 위한 하나의 도구로서 사용되어진다. 디지털 의료 영상을 활용할 수 있는 분야를 <그림 1>과 같이 나누어 볼 수 있으며, 각 분야별로 이루어지는 연구를 <표 1>에 정리하였다.




<그림 1> 이미지 기반의 해석 개요도

| 적용 분야 | 설명 |
|---|---|
| 진단 (Diagnosis) | 종양과 같은 질병의 위치 검색 |
| 치료 (Therapy) | 방사선 치료를 위한 계획을 세울 때 |
| 연구 (Research) | 종양의 크기 변화와 같이 지속적인 관찰이 필요한 경우 |

<표 1> 의료 영상의 적용 분야

### 2.1.2 영상 기반 수술 (Image-guided surgery)

의료 영상을 이용한 또 다른 분야로 가장 많이 활용이 되고 있는 분야 중의 하나가 영상 기반의 수술(Image Guided Surgery)이라 할 수 있다. 영상 기반의 수술 보조 시스템은 정확성을 요구하는 뇌나 신경 수술을 비롯한 각 종 부위의 수술을 보조하는 기반 시스템으로 자리를 잡았다. 영상 기반의 수술 기법의 주된 장점을 다음과 같이 요약할 수 있다.

- 예전에는 쉽게 접근 할 수 없었던 신체 부위에서 발생한 종양이나 질환의 위치를 절개하는 과정 없이도 알 수 있게 되었다.
- 환자의 가장 적은 부위만을 절개하는 방식인 MIS (Minimally invasive surgery, )가 가능하다.
- MIS로 인한 환자의 고통이 상대적으로 줄어들었다.
- 의사의 수술 정밀도가 높아졌다.

### 2.2 통계학적 접근 방법 (Statistical approach)

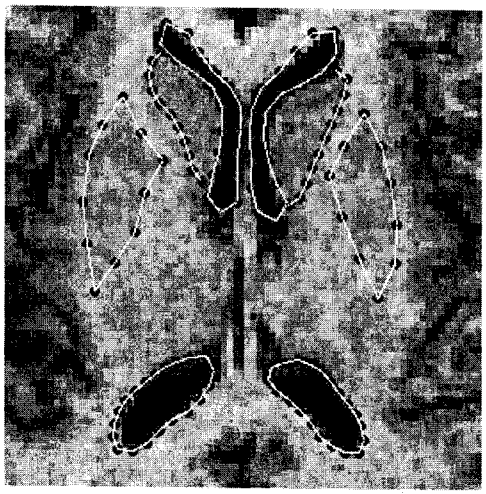
통계학적 구조를 통하여 원하는 물체 모양의 주된 변화(Principal modes of variation of shape) 뿐 아니라 그 평균 모형과의 차이(co-variation between target object and mean shape)의 정보까지 알 수 있다. 형태 상관관계(shape correlation)가 통계학적 모델의 형태 변화 모드(the modes of variation of shape of the statistical model)를 통해 얻어 질 수 있다. 이를 다시 정리하면, 모형은 n-차원 유클리디안 공간에서의 경계 기준점(Landmark point)들의 집합으로 표현되어진다. SSM을 통하여 대상 물체의 특정한 모습을 이루는 경계 기준점들의 발생하는 위치 정보를 얻고, 이 기준점들을 이용하여 추출해 내고자 하는 대상의 형태를 알아 낼 수 있는 것이다.

이러한 자료들이 사용되어 질 수 있는 예를 들어 보면, 특정 환자의 이미지로부터 얻은 해부학적 구조와 통계학적 특성들에 의거한 예측과 비교해 종양의 확장 전의 해부학적 구조가 어떠했었는지 예측하는데 사용할 수 있다.

### 2.2.1 SSM (Statistical Shape Model)

주어진 모형(shape)의 학습 자료(Training sample)들을 이용하여 통계적 모형 모델을 만들 수 있다. 통계적 모형 모델의 간략한 개념은 학습 자료 집합에서의 각 모형은 어떤 한 점에서부터 그 옆의 점에 이르기까지 항상 일정해야 하는 표지(標識)된 $n$개의 기준점(Landmark point)으로 표현이 된다는 것이다. 이렇게 표지된 점들은 필요한 일련의 과정을 거쳐 사용자가 사용할 수 있는 의미 있는 데이터로 변화하여 나타나게 된다.

SSM을 의료 영상 해석 분야에 적용한 경우를 살펴보기로 하자. 이 예는 뇌를 구성하고 있는 각 부분들을 나타내며, 자기 공명 영상(MRI)으로부터 얻은 여러 이미지로부터 표지되어 표현된 경우이다 <그림 2>.



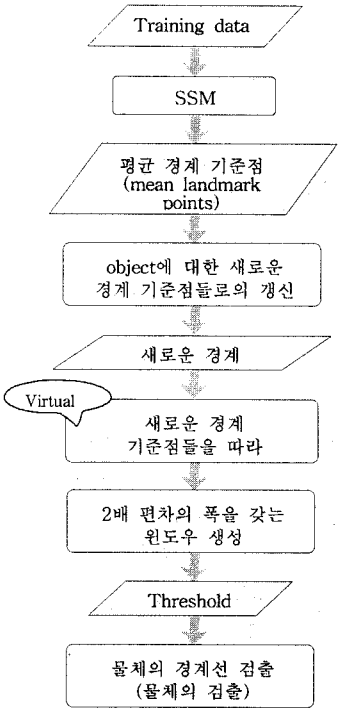
<그림 2> SSM을 이용하여 얻은 뇌의 구조

### 3. 통계 지식 기반의 대상물체 경계 검출

본 연구는 관심 대상 물체를 추출하는 방법을 통계 자료를 이용하여 접근하는 것으로, 연구의 동기는 MRI 자료로부터 필요한 뇌의 영역만을 얻어내는 연구 논문에서 시작한다.[?] 의료 영상으로 사용되어지는 MRI, CT와 같은 영상들이 Gray level의 영상으로 이루어져 있다는 것을 감안해, 여러 번에 걸친 histogram 실행으로 얻어진 임계값(threshold value)을 이용한 분할(Segmentation) 작업이 요구되어졌다. 이러한 점들을 착안해 본 연구에서는 SSM을 통하여 관심 분야의 영역에 대한 기준점들에 대한 정보를 바탕으로 대상 물체의 경계를 접근함에 있어 용이함과 신속함을 제공하는 것에 초점을 두고 있다.

이를 위하여 경계를 이루는 기준점들에 대한 정보와 통계 자료가 필요하다. 이 자료를 이용하여 새로운 대상 물체의 경계를 이루는 구역으로 접근할 수 있다. 새롭게 설정되는 구역의 의미는 새로운 물체의 경계를 이루는 기준점들이 이루는 경계선이 발생할 확률이 상대적으로 높은 구역임을 의미한다. 새로운 물체의 경계가 본 연구에서 제시된 일련의 과정을 거쳐 생성된 영역 안에 들어 올 경우, 그 영역에 대해서만 Histogram과 같은 기존의 방법을 사용하여 물체를 구별해 낼 수 있다는 것이 본 연구에서 추구하는 바이다.

#### 3.1 경계 검출 과정 개요도

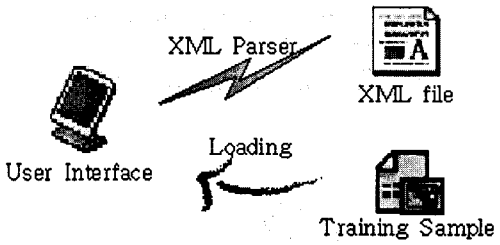



<그림 3> 경계검출 과정의 개요도

### 4. 구현 및 실험 방법

#### 4.1 구현

본 연구의 구현은 Visual C++를 개발툴로 사용하였으며, 학습 샘플은 대상 물체의 형태(type)에 따라 기준점을 임의의 과정을 거쳐 발생시켰다. <그림 4>에 프로그램 구현 부분을 도식화하였다.




<그림 4> 프로그램 구현 도식화

#### 4.2 XML의 활용

향후의 연구가 인터넷 기반과 같은 다른 구조(architecture)에서도 이루어 질 수 있는 점과 데이터를 효율적으로 불러 올 수 있는 점을 감안하여, 학습 샘플에서 얻어낸 경계 기준점들에 대한 정보는

User Interface를 통해 물체의 각 형태별로 XML 파일에 저장이 되며, 이를 위하여 별도의 해석기(parser)가 필요하다.

### 4.3 학습 샘플의 생성

학습 샘플은 크게 몇 가지의 형태(type)로 이루어지도록 고안이 되었으며, 그 형태는 도형을 이루는 기본 요소 중에서 사각형, 원, 다각형으로 구성하였다. 기준점들을 만들어 내는 기본적인 과정은 다음과 같다.

- 각 형태에 따라서 그 모양을 결정하는 경계 기준점들이 존재하며, 기준점들의 숫자가 정해져있다. (예, 사각형은 4개의 경계 기준점을 갖는다.)
- 각 기준점들의 위치는 난수 발생을 기반으로 하는 프로그램의 과정(procedure)을 통하여 생성된다.
- 생성된 몇 몇의 기준점에는 임의의 값(garbage value)을 첨가하여 일반 환경에서 발생할 수 있는 예외 상황을 포함시킨다.

## 5. 결론

<그림 5>는 본 연구의 결과로 기대되어지는 결과를 그림으로 나타낸 것이다. 로고 집합이 사각형, 원형, 그리고 다각형으로 판단되어 지는 그림으로 구성되어 있으며, 4각형의 학교 로고만을 검출해내는 것이 목적이라고 가정하자. 각 로고가 나타날 수 있는 형식이 정해져있다면 사각형의 로고는 입력 영상의 상단에 존재하게 되며, ①이라고 표현된 부분이 경계의 기준점을 그리고 ②라고 표현된 부분이 검출하고자 하는 경계 영역이 발생할 확률이 상대적으로 많은 부분임을 나타낸다.

<그림 5> 윈도우 만들기 예

그림과 같이 영역이 할당되었다면, 할당된 영역에 대해서 집중적으로 경계를 검출하는 일련의 과정을 적용함으로써 더욱 빠르고, 정확한 물체를 추출해 낼 수 있다.

## 참고문헌

[1] C.Davatzikos, D. Shen, A. Mohamed, and S. Kyriacou. A work for predictive modeling of anatomical deformations. *IEEE Transactions on Mdeical Imaging*, 20(8), August 2001.

[2] Xiaodong Tao, Jerry L.Prince, and Christos Davatzikos, "Using a Statistical Shape Model to Extract Sulcal Curves on the Outer Cortex of the Human Brain", vol. 21, IEEE Transactions on Medical Imaging, May, 2002

[3] T. F. Cootes and C. J. Taylor, "The use of active shape models for locating structure in medical images," in *Proc. Int. Conf. Information Processing in Medical Imaging (IPMI)*, 1993, pp. 3347

[4] Ramesh Jain, Rangachar Kasturi, Brian G. Schunck, "Machine Vision", 142-143, 1995

[5] Nick Efford, "Digital Image Processing, a practical introduction using Java", 164-175, 2000

[6] Milan Sonka, Vaclav Hlavac, Roger Boyle, "Image Processing, Analysis, and Machine Vision", 123-134, 1998