

# 조영제를 사용하지 않은 복부 CT 영상에서 신장의 추출에 대한 연구

\*김선주<sup>o</sup> \*유승화 \*\*김중철 \*\*\*노승무 \*박종원  
<sup>o</sup>충남대학교 공과대학 정보통신공학과  
<sup>\*\*</sup>충남대학교 의과대학 진단방사선과  
<sup>\*\*\*</sup>충남대학교 의과대학 일반외과  
 {next\_shyoo\_jwpark}@crow.chungnam.ac.kr

## A Study on the Segmentation of Kidney from the Non-Enhanced CT Image

\*Seon-Joo Kim<sup>o</sup> \*Seung-Wha Yoo \*\*Jong-Chul Kim \*\*\*Seung-Moo Noh \*Jong-Won Park  
<sup>o</sup>Dept. of Information Communications Engineering, Chungnam National University  
<sup>\*\*</sup>Dept. of Diagnostic Radiology, Chungnam National University  
<sup>\*\*\*</sup>Dept. of General Surgery, Chungnam National University

### 요약

본 논문은 조영제를 사용하지 않은 정상인의 신장의 추출에 관한 연구로서 복부 CT 영상의 특성을 파악하고 신장부분을 분석함으로써 신장의 자동적인 추출을 시행하였다. 처리과정에서 기준값에 의한 이진영상에서 각 장기의 서로 다른 화소분포의 특징을 이용하여 장기추출을 시행하였고 템플리트를 이용한 서브트랙션과 채우기 과정을 거쳐 단일 슬라이스에서 신장을 추출한 후 추출된 신장영상의 슬라이스들을 겹친 영상을 생성하여 단일 슬라이스 내에서 제거되지 못한 노이즈들을 제거하였다.

### 1. 서론

의료진단 기술의 발전과 함께 의학 영상의 획득과 분석, 그리고 진단을 위한 기술도 많은 발전을 거듭하고 있다. 의학영상 처리기술은 신체의 내부에 대한 이해 뿐만 아니라, 치료를 위한 계획이나 방법 등을 결정하는데 매우 중요한 역할을 하고 있으며, 이러한 과정에서 의사의 진단 등의 활동에 도움을 줄 수 있는 다양한 부가 정보의 필요성이 높아져 가고 있다. 이러한 부가 정보들은 영상 판독의 정확성 및 속도 향상, 그리고 판단의 근거를 확보하는데 도움을 주며, 기타 인체 내부에 대한 여러 각도의 분석을 가능케 해준다.

본 논문에서는 신장과 같은 특정 장기의 자동적인 추출 방법에 대하여 연구하였다. 현재까지 CT 영상에 대한 연구로 주어진 영상에서 특정 부분을 추출해 내하고자 하는 시도는 행해져 왔으나[1][2][3][4][5][6], 장기를 구성하는 명암값으로 thresholding 기법[4][5][6][7]을 사용하거나 대략적인 모양 정보나 다른 장기와의 인접해 있는 형태에 의존한 방법[7], 비슷한 명암값의 화소들끼리 모으는 방법[8]을 사용하였다. 그러나 신장은 여러 슬라이스에 걸쳐 그 형태가 일정하게 유지되고 있으며 복강에서의 위치 또한 변이가 적다. 따라서 신장이 간이나 비장에 인접한 경우, 이들의 일정한 모양 정보를 이용하여 간과 비장의 추출에 이용한 연구도 있었다[4][5][6]. 본 추출과정에서 이들과의 분리에 역점을 두었고 복강에서의 다른 장기들도 명암값이 신장과 일치하는 부분이 많이 분포하므로, 단위 면적당 명암값의 분포 차이를 이용하여 신장 부분만을 추출하였다.

신장을 추출하는 방법으로 크게 두 가지 방법을 사용하였는데 단일 슬라이스 내에서 신장 부분을 추출하는 과정과 처리된 슬라이스들을 겹침방식으로 한꺼번에 처리하여

남은 노이즈를 제거하는 과정으로 나누었다. 그림 1은 이러한 처리 과정을 나타낸다.

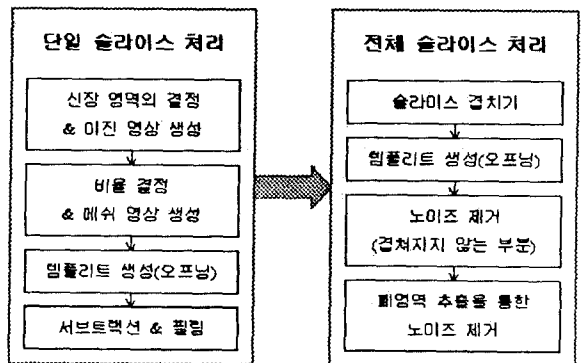


그림 1. 장기 추출 과정

### 2. 단일 슬라이스의 처리

#### 2.1 신장 영역의 결정 및 이진 영상생성

단일 슬라이스의 처리는 하나의 슬라이스 내에서 복부의 여러 장기 가운데 신장을 추출해 내는 과정이다. 신장은 척추를 중심으로 양쪽이 대칭적으로 위치하고 CT 슬라이스에서 복강의 하단부에 위치하고 있다. 신장영상은 복강에서 양쪽 신장이 높이가 대칭을 이루지 않을 경우, 단일 슬라이스 내에서 크거나 모양이 다르게 나타나며 한쪽 신장만 나타나는 경우도 있다. 그리고, 신장은 전반적으로 둥근 모양이나, 내부에 혈관이나 다른 조직들로

채워져 있으므로 덩형이나 말굽 형태를 가지고 있다. 본 연구에서는 신장 내부의 큰 혈관, 노란 등의 부분은 추출에서 제외시켰다. 정상인의 신장은 CT 영상에서 대부분 명암값 88 과 90 으로 구성되며 고른 분포를 보이므로 본 연구에서는 이들 값을 이진 영상으로 표현하여 이진 영상(그림 2)에서 화소의 개수와 hole 의 개수의 비율의 차이로서 신장과 다른 장기를 분리하였다. 이러한 hole 의 비율은 다른 조직의 비율과 구분이 되므로 신장영역의 hole 의 비율을 기준값 값으로 설정하여 전체 영상을 단위 면적당 hole 의 분포에 따라 추출 여부를 결정하였다.

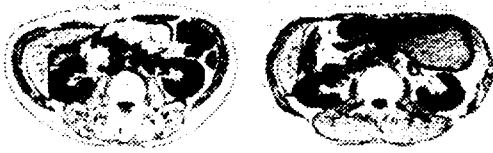


그림 2. 이진 영상

**2.2 비율 결정 및 메쉬 영상생성**

메쉬 추출에 필요한 기준값 결정을 위한 비율은 이진 영상에서 신장 내부를 구성하는 화소와 hole 의 비율로서 결정하였다. 비율을 구하는 방법은 이진 영상에서 신장을 구성하는 부분의 화소의 개수와 hole 을 구성하는 화소의 개수를 인식하여 hole 의 비율 구한 것이다. 신장 내부의 hole 을 인식하는 방법으로, 화소와 화소 사이의 hole 을 인식하는 방법을 사용하였고 이들의 개수를 신장을 구성 화소의 개수와 대비시켜 비율을 계산하였다(그림 3).

계산한 비율을 바탕으로 메쉬 영상을 생성하였다. 메쉬 영상은 전체 영상을 주어진 크기의 영역들로 나누어 각각의 영역을 단위 메쉬로 설정하고 전체 영상을 메쉬 단위로 기준값 값에 의해 처리한 영상을 말한다.



그림 3. hole 비율의 예 (a) 화소 = 24, hole = 8 일때 비율 = 34 % (b) 1 화소 hole 의 인식 (c) 2 화소 hole 의 인식

메쉬 영상은 단위 메쉬 내에서 hole 의 개수가 계산된 비율에서 구한 기준값 이상이면 메쉬에 포함된 모든 화소들을 255 로 처리하고 hole 의 개수가 비율보다 작으면 모두 0 으로 처리하여 생성하였다(그림 4).



그림 4. 기준값 값이 5 (hole 의 화소 개수)일때 (a) 255 로 처리된 단위 메쉬 (b) 0 으로 처리된 단위 메쉬

이진 영상을 메쉬 처리하면 다른 장기의 hole 의 비율은 신장의 비율에 비해 높으므로, 단위 메쉬 내에서 정해진 기준값보다 hole 을 구성하는 화소의 개수가 많은 메쉬를 255 로 처리하여 신장부분이 아닌 부분들을 제거할 수 있다(그림 5).

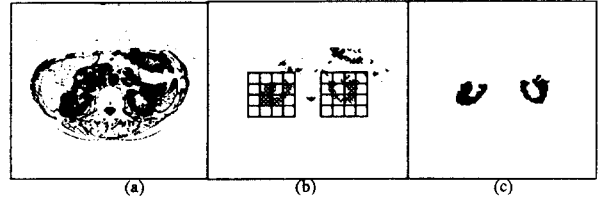


그림 5. (a) 이진 영상 (b) 메쉬 표현된 신장의 위치 추적 영상 (c) 폐영역 추출된 신장영상

**2.3 템플릿 생성**

메쉬 처리된 신장과 분리된 노이즈를 제거하기 위해 신장의 위치를 추적하여 신장부분만을 추출해내었다. 신장의 위치를 추적하기 위해 척추의 피크값을 중심으로 오른쪽과 왼쪽, 그리고 아래 방향을 격자 방향으로 탐색해 나가며 신장을 구성하는 화소들을 추적하여 그 좌표값들을 저장하였다. 저장된 좌표값을 사용하여 폐영역추출 방식을 시행하여 신장부분을 구성하는 메쉬 영상을 검출하였다.

템플릿은 폐영역추출된 메쉬영상을 오프닝하여 신장부분이 모두 포함될 수 있는 크기로 확대 시킨 부분으로 이진 영상에서 원하는 영역을 서브트랙션 하기 위해 사용된다. 이것은 영상에서 템플릿 영역 밖의 노이즈 부분이 포함되지 않도록 하면서 입력영상의 정보를 소실없이 추출할 수 있도록 하기 위해서 사용된다. 템플릿 생성시 영상의 확대를 위해 사용되는 오프닝 방법은 기존의 dilation 알고리즘 대신 처리속도 단축을 위해 자체 개발한 확장방식을 사용하였다.

**2.4 서브트랙션과 필터링**

오프닝된 템플릿 영상을 이진 영상에서 서브트랙션 하면 전체 영상 중에서 템플릿 부분에 속하는 부분만 추출되므로 신장부분의 추출이 가능하다(그림 6).

이진 영상에서 서브트랙션된 신장부분은 내부에 작은 hole 을 포함하고 있으므로 화소와 화소 사이를 인식하여 메우는 방법을 사용한 필터링 과정을 통해 채워주었다.



그림 6. (a) 이진 영상에서 추출될 신장부분 (b) 추출된 신장영상

**3. 전체 슬라이스의 처리**

전체 슬라이스 처리과정은 신장추출을 위한 커다란 두 과정 중의 하나에 해당하는 과정으로서 각각의 처리된 슬라이스들을 모아 동시에 처리하는 방식이다. 단일 슬라이스에서 처리된 각각의 슬라이스에는 신장의 부분이 아닌 노이즈 부분이 존재하고 있다. 이것은 영상에서 간과 같이 큰 부분을 차지하는 것과 달리 신장은 작은 영역에만 존재하므로 위치와 hole 의 비율 정보만으로 추출해 내기가 어렵기 때문이다.

**3.1 겹친 영상의 생성**

이 과정에서는 노이즈를 포함하는 추출된 신장영상 슬라이스들을 차례로 입력영상으로 받아들여 저장하고 이들 영상을 하나의 영상에 나타내는 방식을 사용하였다.

겹친 영상에서 신장의 경우, 형태가 모든 슬라이스에 걸쳐 등근 모양이 일정하고 복강에서의 분포 또한 위치의 변이가 크지 않고 인접 슬라이스와의 변이도 거의 없는 것으로 조사되었다(그림 7). 따라서 겹친 영상은 대체로 신장을 구성하는 일정한 부분에서 집중되어 진하게 나타나고 노이즈는 겹쳐지지 않았다.



그림 7. 다양한 겹친 영상

### 3.2 템플리트를 이용한 노이즈의 제거

겹친 영상에서 제거되어야 할 노이즈 부분은 흐리게 나타나는 특성이 있으므로 신장이 아닌 노이즈 부분의 제거에 사용될 수 있다. 그러나 같은 사람의 신장 부분이라도 복강내의 위치에서 약간씩의 변이가 있을 수 있으므로 겹친 부분을 추출하여 오프닝을 통해 확장시켜 위치변이로 인한 손실을 방지하였다(그림 8). 노이즈 제거는 생성된 템플리트 영상을 각 입력 영상에 서브트랙션시켜 템플리트 밖의 화소를 제거하는 방법을 사용하였다.



그림 8. (a) 겹친 영상 (b) 영상 (a)에 대한 템플리트 영상

### 3.3 페어링추출을 이용한 노이즈의 제거

오프닝 된 템플리트 영역은 신장의 크기보다는 여유 있는 크기이므로 템플리트를 이용한 제거방식에서도 처리되지 않는 노이즈가 남아있을 수 있다. 이들을 위해 마지막 단계인 페어링 추출방법을 사용하였다. 추출하고자 하는 신장영역을 포함한 모든 객체들이 크기가 제한된 템플리트 영역 내에 있으므로 노이즈 부분보다 신장이 더 큰 객체라고 보고 템플리트 내에서 가장 큰 객체만을 추출하는 페어링추출 방식을 적용하였다(그림 9).

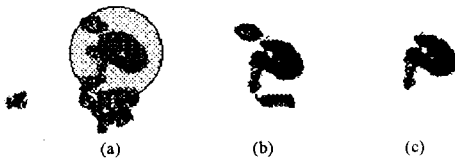


그림 9. (a) 템플리트를 이용한 노이즈 제거 전의 영상 (b) 3개의 노이즈를 가진 페어링 추출 제거 전의 영상 (c) 노이즈 제거 후의 영상

## 4. 결론

신장은 크기가 다른 장기에 비해 작은 장기이므로 위치 탐색이나 노이즈 제거 과정에 어려움이 있었다. 특히 간이나 비장의 말단부위와의 블러링으로 인한 파셜 볼륨 효과로 신장 부위만의 추출이 어려웠다. 총 30명의 신장 슬라이스를 처리하였는데, 그 중 한 사람의 결과 영상을 그림 10에 나타내었다.

본 논문에서 사용한 hole의 비율을 구하는 방법은 신장과 다른 장기를 구분하는데 효과가 있었고 무엇보다 임의로 부여하지 않고 개인차를 고려하여 처리하는 영상 자체에서 이러한 비율을 결정하여 사용한 점이 좋은 결과를 가져왔다. 전체 처리과정은 슬라이스 단위에서 추출된 영상을 한꺼번에 나타내어 신장의 위치를 비교하여 노이즈를 제거할 수 있었던 점이 유효했고 크기가 제한된 페어링 내에서의 크기 비교로 남은 노이즈를 제거할 수 있었다.

그러나, 손실부분의 복구에 대한 과제가 남게 되는데, 본 논문의 추출 방법이 다른 장기와의 hole의 분포 차이에 의한 것이므로 같은 사람의 신장 내에서 밀도가 다른 부분이 존재하는 경우, 화소의 손실이 발생하게 된다. 앞으로의 연구에서 이 점을 해결해야 할 것이다.

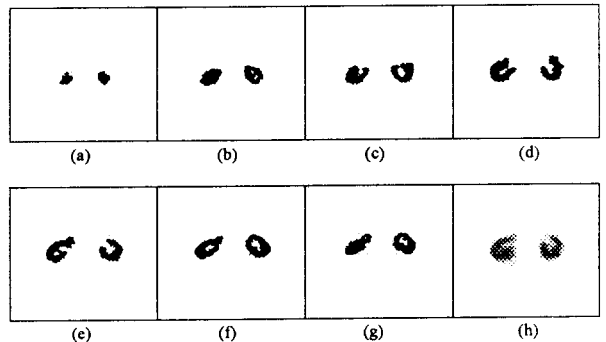


그림 10. (a)-(g) 추출된 신장의 결과 영상 (h) 영상 (a)-(g)를 겹친 영상

## 5. 참고문헌

- [1] M.J. Carlotto "Histogram Analysis Using a Scale-Space Approach" IEEE Transaction on PAMI, p.p121-129, January 1987.
- [2] 임지영, 김명희 "의료영상 영역분할을 위한 파라미터 추정" 1997년 한국정보과학회 가을 학술 논문 발표집, p.p 513-516.
- [3] R. D. Henkei "Segmentation in Scale Space", Proceedings of 6<sup>th</sup> international conference. On Computer Analysis of Images and Pattern, CAIP 1995, Prague 1995.
- [4] S.W. Yoo, Y.C. Sung, J.S. Cho, S.M. Noh, K.S. Shin and J.W. Park "Segmentation of Liver and Spleen by using Lattice Estimation System in Abdominal CT Image", Proceedings of the ITC-CSCC '99, Volume 2, p.p 991-994, 1999.
- [5] 유승화, 유현경, 성운창, 김재평, 조준식, 노승무, 신경숙, 박종원 "복부 CT image에서 간과 비장의 추출에 대한 연구", 1999년 제 11회 영상처리 및 이해에 관한 워크샵 발표 논문집 p.p 165-171.
- [6] 유승화, 성운창, 유현경, 김재평, 조준식, 노승무, 신경숙, 박종원 "복부 CT 영상에서 메쉬 필터를 이용한 간과 비장의 추출을 위한 연구", 1999년 한국정보과학회 봄 학술발표 논문집 p.p 579-581.
- [7] D.G. Health, B.S. Kuszyk and E.K. Fishman "Automatic Liver Segmentation Technique for Three-dimensional Visualization of CT Data", Radiology, Nov. 1996.
- [8] L.A. Farjo, D.M. Williams, P.H. Bland, Issac R. Francis and C.R. Meyer "Letermination of Liver Volume from from CT Scans Using Histogram Cluster Analysis". J Comput Assist Tomogr, Vol. 16, No. 5, 1992.
- [9] 유승화, 조준식, 노승무, 신경숙, 박종원 "조영제를 사용한 복부 CT 영상에서 명암값 확장을 이용한 장기추출", 2000년 제 12회 영상 처리 및 이해에 관한 워크샵 발표 논문집 p.p 246-251.
- [10] H.E. Burdick "Digital Imaging, theory and application" 1997 by The McGraw\_Hill, inc.