

2D 의료영상의 3차원 입체 영상 생성

장성은, 정다운, 이우근, 김만배
강원대학교 IT대학 컴퓨터정보통신공학과
manbae@kangwon.ac.kr

3D Stereoscopic Image Generation of a Medical Image

Seong Eun Jang, Daun Jeong, Wookeun Lee, and Manbae Kim
Dept. of Computer and Communications Engineering, Kangwon National University

요약

3D 모니터의 보급으로 IT영역 및 의료영상 분야 에서도 3D 영상에 관한 산업 발달이 화두가 되고 있다. 의료 영상은 CT, MRI 영상의 정확한 판독이 필요하기 때에 2D 의료영상보다 구체적인 3D 정보를 얻을 수 있는 3D 입체영상에 관심이 높아지고 있다. 본 논문에서는 3D 의료 촬영기계가 아닌 기존의 2D 의료 평면 영상 한 장만을 이용한 3D 입체영상을 제작하는 방법을 제안한다. 실험 영상으로 CT의 2D 의료영상을 사용한다. 장기의 영역 분할을 한후, 각 장기 성분을 분석한다. 분리 한 장기들은 명암값에 의해 구분 되며, 이를 바탕으로 영상의 깊이 정보를 추출한다. 추출한 정보로 깊이맵을 작성한다. 작성된 깊이 맵과 기본 2D 의료영상과 합성, 깊이를 할당하여 3D영상을 구현한다.

1. 서론

3D 입체영상은 기존의 2D 영상과 다르게 구체적인 시각정보를 전달하는데 용이하며 문화산업 영역뿐만 아니라 의료 분야 에서도 3D 입체영상에 관심이 높아지고 있다. 의료 영상의 CT(Computed Tomography) 영상을 처리하는 기술은 영상을 판독해야하는 전문가에게 있어서 매우 중요하다. 현재에는 2D 의료영상을 판독하거나 특수한 장치를 통해 여러 장의 영상을 촬영하여 3D 영상으로 확인하고 있다. 특수한 장치를 사용하지 않고 새로운 방식으로 컴퓨터를 이용한 3D 입체영상을 제작 한다면 많은 시간과 비용을 단축할 것이다.

본 논문에서는 2D 의료 모델리티 영상을 통한 3D 입체 영상을 제작하는 기법을 제안한다. 2D 모델리티 의료 영상 한 장에서 장기 영역 분리, 에지 픽셀 추출, 장기의 명암을 조사하여 깊이맵을 생성한다. 생성된 깊이맵을 2D 영상과 부합하여 3D 입체영상을 생성한다. 실험영상으로는 복부 CT 영상을 이용하였다. 복부 CT 영상은 간, 담낭 등 장기 요소들이 있어 3D 변환 시 각 장기의 다양한 깊이를 관찰할 수 있기 때문에, 3D 입체영상의 구현에 적합하다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서 제안 방법을 설명한다, 3절에서는 제안기법을 설명하며, 실험결과는 4절에서 보여준다. 마지막으로 5절에서 결론을 맺는다.

2. 제안 방법의 블록도

그림 1은 본 논문에서 제안하는 전체 블록도를 보여준다. CT영상은 gray-scale로 [0, 255] 까지의 값을 가진다. 명암 값을 토대로 장기들이 영역을 찾은 후에, 발생하는 홀을 채운다. 분할된 장기를 토대로 명암 값을 분석하여 깊이 맵을 작성하여, 이 깊이 맵을 2D 이미지와 결합하여 입체영상을 생성하였다.

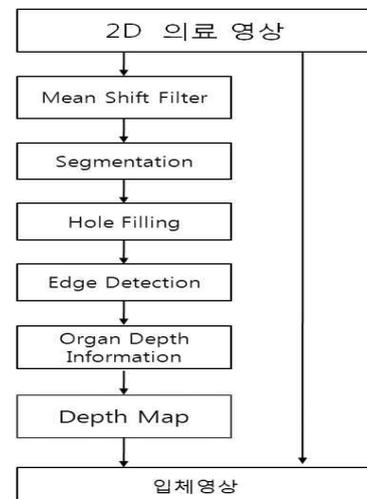


그림 1. 입체영상 생성 블록도

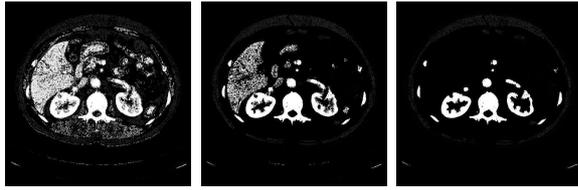
CT 영상의 명암 값으로 organ을 구분 하므로 명암 부분의 경계를 명확히 하여 segmentation하기 위해 mean shift segmentation을 이용하였다 [1]. mean shift는 픽셀의 컬러분포에서 유사한 컬러 값을 가지는 영역을 계산하여 같은 공간의 구역의 명암을 균일하게 segmentation하는 알고리즘이다. 기본적으로 mean shif filter를 수행한 후에, 얻어진 필터 출력데이터에 공간영역 및 레인지 영역을 설정하고, 영역분할을 하게 된다. 또한 커널 크기와 마스트 크기는 성능에 영향을 준다.

3. 제안 기법

가. 영역 분할

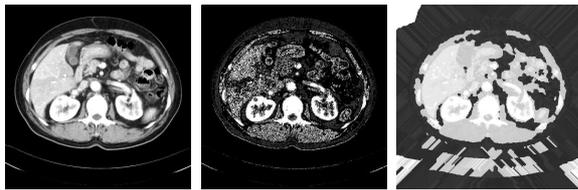
CT 영상의 명암 값으로 Organ을 구분 하므로 명암 부분의 경계를 명확히 하여 segmentation하기 위해 mean shift segmentation을 이용하였다 [1]. mean shift는 픽셀의 컬러분포에서 유사한 컬러

값을 가지는 영역을 계산하여 같은 공간의 구역의 명암을 균일하게 segmentation 하는 알고리즘이다. 기본적으로 mean shift filter를 수행한 후에, 얻어진 필터 출력데이터에 공간영역 및 레인지영역을 설정하고, 영역분할을 하게 된다. 또한 커널 크기와 마스크 크기는 성능에 영향을 준다.



a) k = 10 b) k = 20 c) k = 30
그림 2. kernel size 값에 따른 segmentation 결과

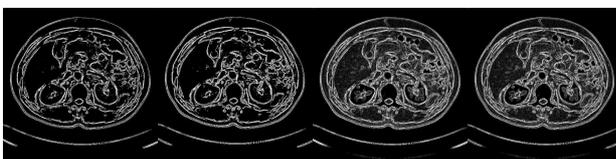
그림 2와 같이 kernel size와 mask size에 따라서 얻어지는 분할된 영역이 다르다. kernel size가 클수록 명암 값이 큰 부분만 남겨지고, mask size가 클수록 정확한 영상을 얻을 수 있다. 본 논문에서는 kernel size는 5, mask size는 전체영역으로 설정했다. 장기의 내부의 명암 값이 전부 같지 않기 때문에 얻어진 영상에는 홀(hole)이 발생한다. 이 홀을 채우기 위해 4-way 또는 8-way connectivity 알고리즘을 사용한다 [3]. 이 알고리즘은 값이 0인 값을 찾아내어 부분의 주위의 값을 이용하여 홀을 채우는 기법이다. 그림 3은 connectivity 기법을 적용하여 얻은 영상을 보여준다.



(a) 원영상 (b) mean shift (c) 8-connectivity
그림 3. 두 가지 필터를 적용한 영상.

나. 외곽선 추출하기

Mean shift segmentation의 영역분할 정확성을 검증하며 동시에 segmentation 경계를 명확히 분리하기 위해 캐니 에지 검출기를 사용한다 [2]. 캐니 에지는 상한 임계값과 하한 임계값을 설정하여 에지 정보를 추출 한다.



a) 100/500 b) 100/1000 c) 5/400 d) 5/10000
그림 4. 상한 및 하한 임계값에 따른 에지 영상

실험 결과 하한 임계값이 적을수록 핏줄 등의 세세한 부위 까지 에지를 볼 수 있으며 상한 임계값이 증가할수록 에지의 성분이 강해져 에지를 나타내는 선이 선명해진다. 얻어진 에지들은 영역의 경계선의 정확성을 향상시키는데 사용된다. 8-connectivity로 에지를 찾

아가는데, 에지 크기가 작은, 즉 노이즈 에지는 버리고, 크기가 큰 에지를 찾아가면서, 장기 경계선을 찾는다. 이 과정은 그림 5에서 보여진다.



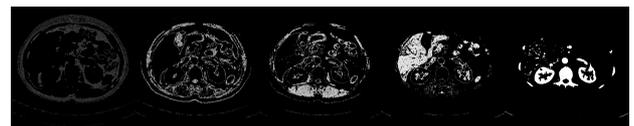
a) 8-connectivity의 사용전과 b)사용후

그림 5. Mean shift 영상과 에지 정보를 이용하여 경계선을 찾음

그림 5는 mean shift 영상과 에지 영상을 합성한 영상이다. 합성영상에서 알 수 있듯이 mean shift algorithm이 정확한 영역을 검출한 것을 알 수 있다.

다. 영상 명암도 분석

CT 영상은 장기에 따라 서로 다른 명암 값을 가지고 있다 [4]. 이를 바탕으로 각 장기마다 영상의 히스토그램을 이용하여 명암 값에 따른 장기를 분리시킬 수 있다 [5]. 영상은 mean shift algorithm 과 8-connectivity algorithm를 거친 영상으로 분석하였다. 실험 결과는 그림 6과 같다. 영상이 가리키는 숫자는 영상이 속한 명암 값이다.



a) 0-139 b) 140-179 c) 180-202 d) 203-229 e) 230-255

그림 6. 명암 값에 따른 organ 분리 영상

표 1. 명암 값에 따른 장기 분류

| 명암 분포 | 장기 |
|---------|----------|
| 0-139 | 핏줄, 윤곽선 |
| 140-179 | 지방성분, 담낭 |
| 180-202 | 지방 대부분 |
| 203-229 | 간 |
| 230-255 | 콩팥, 기타 뼈 |

그림 6과 표 1은 명암 값에 따른 장기들을 분류한 것이다. 표 1에 따르면 중요 장기는 140이상부터 발견할 수 있다. 또한 뼈와 같은 부분은 명암 값 254-255의 부분에 값이 몰려 있어 높은 밝기 값을 가진다. 140-229까지 주요 organ의 명암이 분포되어 있음을 확인할 수 있다.

라. 깊이맵 생성

segmentation된 명암과 장기별 위치를 고려하여 깊이 값을 임의로 설정 한다. 3D 영상 생성시 입체화 되는 정도를 설정 하는 것으로 명암 값이 클수록 앞으로 가까이 보이고 낮을수록 멀어져 보인다.

이를 고려해서 명암 값을 재설정한다. 본 논문에서는 간을 짙은 색 앞에 두고 담낭, 콩팥과 뼈, 지방, 그 외 성분을 순서대로 depth를 설정하였다.

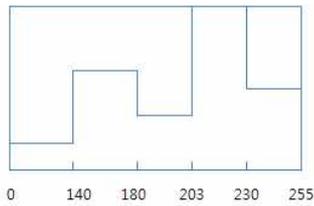


그림 7. 명암 별 깊이맵

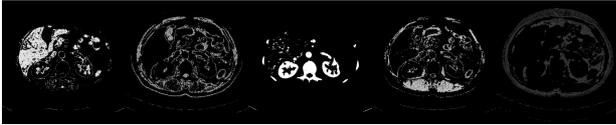


그림 8. depth 순서대로 배열한 장기 영상

그림 7을 깊이맵으로 깊이 값을 배정해 주었다. 그림 8은 깊이 값에 따라서 정렬한 영상으로, 왼쪽부터 앞에 튀어나와 보이는 대로 순서를 정하였다. 그림 8은 mean shift filter를 적용한 후 깊이를 설정해 준 영상이다.

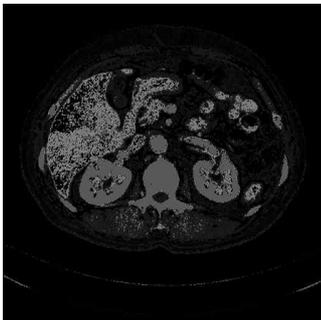
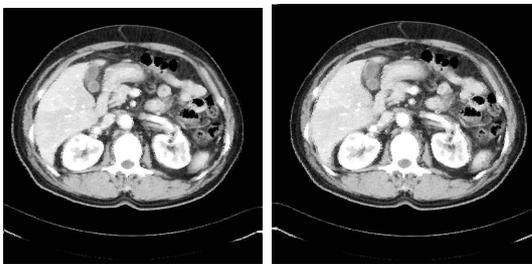


그림 8. 깊이 맵

4. 입체 영상 생성

생성된 depth map을 바탕으로 좌영상과 우영상을 생성한다. 생성된 좌우영상을 3D 모니터를 통해 보게 되면 입체감 있는 영상을 볼 수 있다. 그림 9에서 생성된 좌우 영상을 볼 수 있다.



a) 좌영상 (b) 우영상

그림 9. 좌우 입체영상

5. 결론

본 논문에서는 2D 의료 모델리티 영상을 통한 3D 입체영상을 제

작하는 기법을 제안하였다. Mean Shift Filter 알고리즘으로 장기 영상을 segmentation한다. 다음으로 케니 에지 알고리즘을 사용하여 외곽선을 추출하여 mean shift filter 알고리즘을 검증, 히스토그램 분석, 깊이맵을 생성하여 마지막으로 좌 우 영상을 생성하여 3D 영상을 완성 하였다. 기대 효과로 의료와 그래픽을 융합함으로써 기존의 의료영상의 보다 발전한 신 분야의 생성과 의료영상 처리의 한 부분으로 의료 기기에 적용 되어 진단의학에 발전을 도모할 것을 기대한다, 향후 CT뿐만 아니라 다른 의료 영상에도 적용하는 것과, 콘솔을 MFC로 제작하여 간단하게 2D영상을 3D영상으로 생성 하는 것을 목표로 하고 있으며, 나아가 추가 연구를 통해 3D영상을 통한 가상실험을 가능하게 하는 것이 계획이다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음.
(NIPA-2010-(C1090-1011-0003))

참고 논문

- [1] Cheng, Y., Mean shift, mode seeking, and clustering, IEEE PAMI, 17, pp. 790-799, 1995.
- [2] Canny J. F. A computational approach to edge detection, IEEE PAMI, 8(6), pp. 679-698, 1986.
- [3] M. Sonka, et. al., *Image Processing, Analysis, and Machine Vision*, Thomson, 2009.
- [4] 김성환, 김선철, 디지털 의료영상처리, 대학설서집, 2006,
- [5] 정환, 이완, 김문찬, 디지털 의료영상학, 정문각, 2003.