

투명도 가중치 혼합방법을 이용한 다중 볼륨 렌더링 기법

홍헬렌, 김명희

이화여자대학교 공과대학 컴퓨터학과

hlhong@mm.ewha.ac.kr, mhkim@mm.ewha.ac.kr

Multi-Volume Rendering using Opacity Weighted Mixing Method

Helen Hong, Myoung-Hee Kim

Dept. of Computer Science & Engineering, Ewha Womans University

요 약

복잡한 인체기관의 해부학적 형태 및 상대적 관계를 파악하기 위하여 단일 볼륨에 대한 가시화 뿐 아니라 다중 볼륨에 대한 가시화가 요구된다. 본 논문에서는 특정기관의 표면을 추출하여 가시화하는 선택적 렌더링 방법과 투명도 가중치 혼합 방법을 이용한 다중 볼륨 렌더링 방법을 제안한다. 해부학적 형태로부터 관심부위의 표면을 추출하여 가시화하는 선택적 렌더링 방법은 분할된 외곽선으로부터 거리변환을 통하여 거리볼륨을 생성하고 이를 렌더링하는 방법으로 거리볼륨을 이용함으로써 가시화시간을 가속화시킬 수 있으며, 다중 볼륨 렌더링 방법은 투명도 가중치 혼합방법을 사용한 렌더링 방법으로 심장의 해부학적 형태와 좌심실, 우심실 간의 혼합된 렌더링 결과를 제시한다. 본 제안방법은 단일 볼륨 렌더링의 한계를 극복하여 복잡한 해부학적 형태로부터 관심부위의 형태와 상대적 관계를 효과적으로 나타낼 수 있다.

1. 서론

정확한 진단과 치료계획을 위하여 다양한 의료 영상 기기로부터 획득한 진단영상으로부터 내·외부 형태 파악을 위한 단일 볼륨 렌더링 뿐 아니라 서로 다른 형태의 볼륨 데이터들을 혼합함으로써 해부학적 데이터로부터 정상기관과 비정상기관의 구분을 뚜렷이 하거나 선택적으로 관심부위를 추출하여 상대적 관계를 파악하기 위한 다중 볼륨 렌더링 방법이 필요하다. 특히, 심근경색이나 국소빈혈과 같은 심장 질환 진단에 있어서 심장 박동에 따라 좌심실의 주기적 변화와 주변 기관과의 상대적 위치관계를 파악하는 것은 중요하다.

다중 볼륨 데이터를 위한 렌더링 방법은 크게 세가지로 나누어 볼 수 있다. 첫째, 기하학적 요소와 기하학적 요소를 혼합하는 방법, 둘째, 기하학적 요소와 볼륨적 요소를 혼합하는 방법, 셋째, 볼륨적 요소와 볼륨적 요소를 혼합하는 방법이다. 선이나 패치 등으로 표현되는 기하학적 요소를 가시화하는 표면 렌더링 방법은 깊이 정보를 가지고 있지 않으므로 두 개의 기하학적 요소가 서로 교차하는 경우, 교차부분에 잠음과 인공물질을 생성하고 실제감을 감소시키며 두 기하학적 요소의 특성을 가시화하기 위한 데이터 혼합은 전혀 이루어지지 않는다는 단

점을 가진다[1][2]. 반면, 볼륨적 요소를 가시화하는 직접 볼륨렌더링 방법은 광학적 파라미터에 따라 볼륨적 요소의 명암도를 계산함으로써 서로 다른 광학적 파라미터를 가진 볼륨적 요소라 할지라도 투영면 교차부분의 각 데이터를 일정 규칙에 의해 혼합함으로써 잠음과 인공물질 생성에 자유롭고 현실감 있는 영상을 생성할 수 있다 [3][4][5].

따라서 본 논문에서는 투명도 가중치 혼합 방법을 이용한 다중 볼륨 렌더링 방법을 제시한다. 본 방법은 다중 볼륨 데이터로부터 획득한 정보를 효율적으로 제시함으로써 복잡한 해부학적 형태로부터 관심부위의 이해도를 높이고 상대적 관계 파악을 용이하게 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 분할모형을 위한 선택적 렌더링 방법을 살펴보고, 3장에서는 투명도 가중치 혼합방법을 이용한 다중 볼륨 렌더링 방법 및 결과를 보여주며, 마지막으로 4장에서 본 논문에서 제시한 다중 볼륨 렌더링에 대한 결론을 맺는다.

2. 분할모형을 위한 선택적 렌더링

선택적 렌더링 방법은 원볼륨과 분할모형 정보를 고려하여 복잡한 해부학적 형태로부터 관심부위의 표면을 추출하여 가시화하는 것으로 분할된 외곽선으로부터 거리변환을 통하여 거리볼륨을 생성하고 이를 렌더링한다. 본 방법은 원볼륨의 특정 표면수준을 선택하여 가시화할

본 연구는 정보통신부 '97-2차 국제공동연구지원사업 연구비 지원에 의한 결과임

수 있으며, 거리볼륨을 이용함으로써 가시화 시간을 가속화시킬 수 있다.

그림 1은 선택적 렌더링 단계를 도식화한 것으로 영상확득, 단면영상처리기, 입체영상처리기, 영상조작기로 구분되어 수행된다.

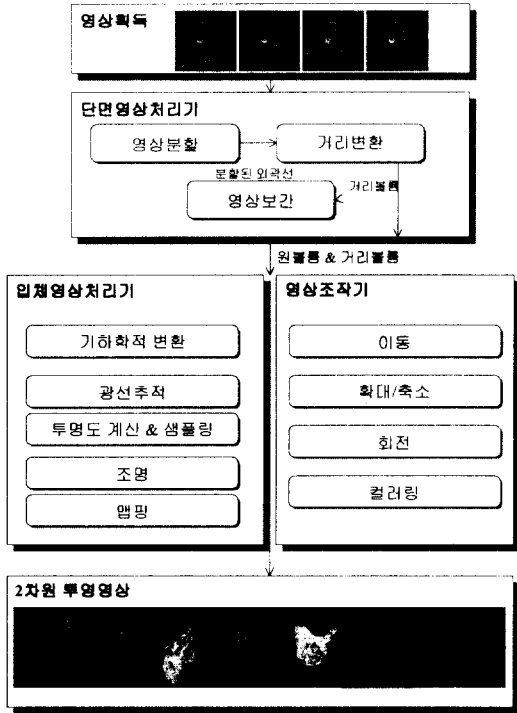
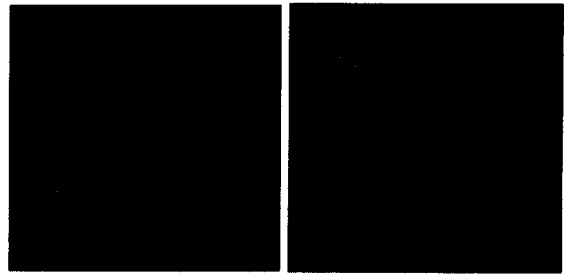


그림 2. 선택적 렌더링 단계

단면영상처리기는 영상분할모듈, 거리변환모듈, 형태기반보간모듈을 포함한다. 영상분할모듈은 그레이-레벨 영상으로부터 특정 부위를 선택하여 원볼륨으로부터 분리하는 것으로 본 논문에서는 활성 외곽선 모델을 사용하여 분할하였다. 거리변환 모듈은 일련의 외곽선들의 집합으로부터 거리볼륨을 생성하기 위하여 2단계 거리메트릭을 적용하여 원볼륨의 그레이-레벨 변화를 거리변화로 나타내는 것으로 외곽선은 0, 외곽선 외부는 양수값, 외곽선 내부는 음수값을 갖게 된다. 형태기반보간모듈은 거리볼륨에 선형적 보간법을 적용하여 등방해상도의 거리볼륨을 생성한다. 입체영상처리기는 객체좌표계와 화면좌표계를 정의하는 기하학적 변환모듈과 광선추적모듈, 투명도계산 및 샘플링 모듈, 조명모듈, 맵핑모듈로 이루어지며, 영상조작기는 이동, 회전, 확대/축소, 컬러링 기능을 포함한다.

그림 2는 표면수준이 0인 선택적 렌더링 적용 결과이다. 512x512 크기의 EB-CT 가슴부위 영상 49장으로부터 활성외곽선모델을 사용하여 좌심실, 우심실 모델을 생성한 후, 거리변환 및 형태기반 보간을 적용하여 렌더링하였다.



(a) 좌심실 (b) 우심실

그림 2. 선택적 렌더링 결과

3. 투명도 가중치 혼합방법을 이용한 다중 볼륨렌더링

본 논문에서 제시한 다중 볼륨렌더링 방법은 해부학적 볼륨과 분할모델로부터 생성된 거리볼륨을 혼합하여 가시화하기 위한 방법으로 세가지 서로 다른 렌더링 방법을 바탕으로 영상을 생성하며 생성된 프레임 버퍼값에 투명도 가중치 혼합방법을 적용하여 다중 볼륨렌더링 결과를 얻는다. 그림 3은 다중 볼륨 렌더링 구조를 나타낸 것이다.

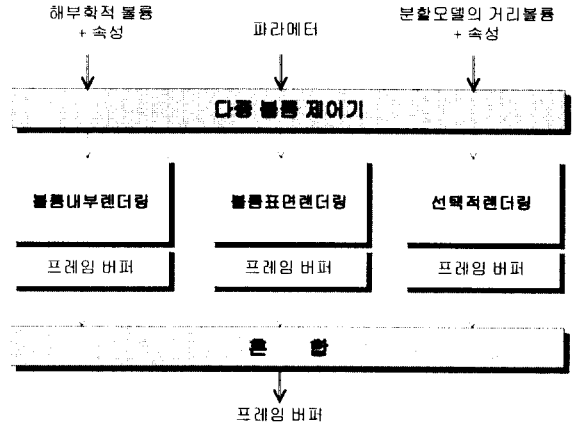


그림 3. 다중 볼륨 렌더링 구조

해부학적 볼륨과 분할모델의 거리볼륨을 혼합하기 위하여 렌더링 형태와 혼합 결과를 조절하는 여러 개의 파라미터가 설정된다. 각각의 볼륨 렌더링 방법에서 지정된 파라미터에 따라 다중 볼륨 데이터가 렌더링된 후, 각각의 결과가 (식 1)과 같은 투명도 가중치 혼합방법에 따라 혼합되어 렌더링된다. I 함수는 영상의 명암도를 나타내고 wf 는 가중치를 나타내며, α 함수는 해당 볼륨의 투명도를 나타낸다. (식 1)의 혼합결과는 첫 번째 볼륨의 투명도값에 영향을 많이 받게 된다.

$$I(V_k) = wf \cdot I(V_1) + (1.0 - wf \cdot \alpha(V_1)) \cdot I(V_2) \quad \text{식 1}$$

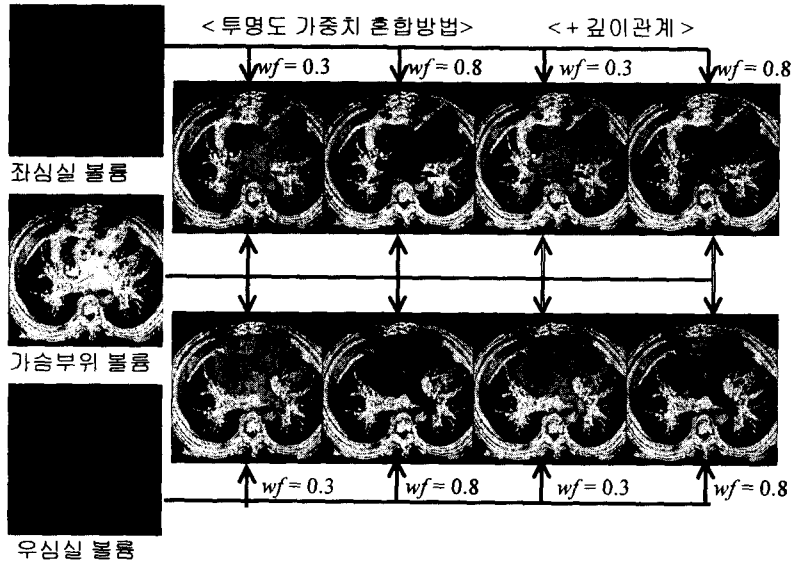


그림 4. 다중 볼륨 렌더링 결과

본 방법은 사용자가 가중치 비율을 조절하면서 혼합 결과를 결정할 수 있으며, 해부학적 볼륨과 분할모델의 거리볼륨을 함께 혼합하여 가시화함으로써 복잡한 해부학적 형태로부터 특정부위의 형태와 상대적 관계를 용이하게 파악할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 투명도 가중치 혼합방법은 혼합된 여러 볼륨들 간에 깊이관계를 충분히 표현하지 못한다는 단점을 가지고 있다. 따라서 본 연구에서는 볼륨들 간의 깊이 정보를 고려한 투명도 가중치 혼합방법을 사용하여 이와같은 문제점을 부분적으로 개선하였다. 그림 4는 다중 볼륨 렌더링 결과로서 512x512 크기의 EB-CT 가슴부위 영상 49장으로부터 생성된 해부학적 렌더링 결과와 좌심실, 우심실의 선택적 렌더링 결과를 투명도 가중치 혼합방법 및 깊이관계를 고려한 혼합방법을 적용하여 얻은 결과이다.

4. 결론 및 향후연구방향

본 논문에서는 특정기관의 표면을 추출하여 가시화하는 선택적 렌더링 방법과 투명도 가중치 혼합방법을 이용한 다중 볼륨 렌더링 방법을 제시하였다.

해부학적 형태로부터 관심부위의 표면을 추출하여 가시화하는 선택적 렌더링 방법은 분할된 외곽선으로부터 거리변환을 통하여 거리볼륨을 생성하고 이를 렌더링하는 방법으로 거리볼륨을 이용함으로써 가시화시간을 가속화시킬 수 있으며, 원볼륨으로부터 일정 수준의 표면을 추출하여 가시화할 수 있다는 장점을 가진다.

또한 투명도 가중치 혼합방법을 사용한 다중 볼륨 렌더링 방법은 해부학적 볼륨과 특정부위의 볼륨을 혼합하여 가시화함으로써 단일 볼륨 렌더링의 한계를 극복하여 복잡한 해부학적 형태로부터 관심부위의 형태와 상대적

관계를 효과적으로 나타낼 수 있으며 대퇴골 영상과 암부위 영상을 혼합하여 가시화하는 등 다른 부위로의 응용 또한 가능하다. 향후 연구로는 여러 볼륨간의 정확한 깊이관계를 표현하기 위한 방법 개선이 필요하다.

참고문헌

- [1] Helen H., Myoung-Hee K., "A Remote Diagnosis Support System for Orthopedic Deformity Analysis with Three-Dimensional Foot Model", The Third Korea-Germany Joint Conference on Advanced Medical Image Processing, Aug., 1998.
- [2] Helen H., Jung-Jin K., Myoung-Hee K., "A Medical Telediagnosis Support System for Orthopedic Deformity Analysis", '99 SCS Western Multiconference - Medical Sciences Simulation, Jan., 1999.
- [3] Min C., Adrian L., "Parallel Multi-Volume Rendering on Distributed Memory Architecture", First Eurographics Workshop on Parallel Graphics and Visualization, Bristol, pp. 173-187, 1996.
- [4] Jaeg J.R., "A Direct Multi-Volume Rendering Methods Aiming at Comparison of 3D Images and Methods", IEEE Trans. on Information Technology in Biomedicine, Vol. 1, No. 1, pp. 30-43, 1997.
- [5] Min C., John V.T., Adrian L., "CROVE-A Rendering System for Constructive Representations of Volumetric Environments", International Workshop on Volume Graphics, Swansea, pp. 275-294, 1999.