체적 데이터의 특징점을 이용한 효율적인 볼륨 랜더링

*김형균, **김용호
*조선대학교 컴퓨터공학과, **조선이공대학 컴퓨터정보과

Volume Rendering Using Special Point of Volume Data

Hyeong gyun Kim*, Yong Ho Kim**, Sang Beom Lee**
*Dept. of Computer , Chosun University, **Chosun College of Science & Technology
E-mail : multikim87@hanmail.net

요 약

본 논문에서는 3차원 형태로 체적 데이터를 효율적으로 랜더링 하기 위해서, 체적 데이터의 특징점을 추출하고 이를 이용하여 3차원 형태로 복원한다. 여기서, 3D Point(Vertext)를 이용하여 체적 데이터를 랜더링하고자 하여 체적소들에 대해 특정한 3D Points 추출하는 PEF 과정과 랜더링 과정을 담당하는 정점 변환 파이프라인 과정을 제안한다. 일반적으로, 고화질의 광선 추적 랜더링 처리의 경우 계산량이 많아 그 만큼 랜더링 속도가 떨어져 체적에 대한 다른 랜더링 기법들이 많이 제안되고 있지만, 본 논문은 다른 각도로의 접근하고자 하여, 기존의 광선 추적에 비해 저화질과 매끄럽지 않는 영상을 나타내지만, 추출된 데이터만 고려하기 때문에 계산량을 많이 줄일 수 있어 처리 속도가 개선되어 졌을 볼 수가 있다. 또한, 본 논문에서 기존의 광선 추적 기법에서 표현하는 회전, 절단, 축소/확대의 기능을 그대로 OpenGL을 이용하여 본 논문에서 제안한 처리 단계로 하여 3차원 랜더링 프로그램 제작 하였다.

키워드

Volume Rendering, Special Point

Ⅰ. 서 론

볼륨 랜더링이란 현실공간에 있는 물체를 컴퓨터라는 가상 공간으로 이동시켜 가시화 하는 방법이다. 즉, 실제 물체를 CT나 MRI같은 장치를 통해 샘플이되어 얻어진 단층 이미지를 통해서 체적 데이터를 시각화 하는 방법이다. 볼륨 랜더링의 응용 분야를 살펴보면 Medical Imaging, Modeling, Paleontology, Computational Fluid Dynamics, Education, Nondestructive Testing, Microscopic Analysis, Oil Exploration 등등 여러 분야에 응용이 되어 특수한 목적으로 연구되어지며 활용되고 있는 실정이다.

일반적으로, 볼륨 랜더링을 하기 위한 기법중 대표적으로 광선 추적 과정이 있는데, 이방법은 고화질의 랜더링의 결과는 얻겠지만, 매번 특정 변환을 거칠때마다 다시 처음부터 체적 데이터에 대해 계산이 이루어져야 한다는 단점을 가지고 있어 많은 계산량과 처리 시간이 길어져 비효율적인 랜더링 방식이라 말할 수 있다.

따라서, 본 논문에서 체적 데이터를 PEF 단계를 거치고, 거기서 얻은 특정한 체적 데이터를 컴퓨터 그래픽스에서의 정점 변환 파이프라인 단계를 통해 효율적인 체적 랜더링을 하는 방법을 제안한다.

여기서, 제안한 PEF(Point Extraction Function) 과정은 크게 3단계로 고주파 강화 필터링, 개량형 모폴로지 제거 연산, 특징점 추출로 분류되어 처리한다. 그 다음으로, 정점 변환 파이프라인 단계에서 Modelview 변환, Projection 변환, *Perspective division* 변환, *ViewPort* 변환을 거쳐 화면에 출력이 이루어진다.

제안한 방식을 통한 랜더링은 기존의 광선 추적 기법에 비해 추출된 데이터만을 랜더링시에

고려하기 때문에 다소 화질과 매끄럽고 정교한 묘사가 좀 떨어지지만, 처리량 감소와 빠른 처리 시간으로 효율적인 랜더링이 수행됨을 볼 수가 있다. 또한, 본 논문에서는 광선추적기법에서 표현하는 회전, 절단, 축소/확대 효과등을 제안된 기법을 통해 OpenGL를 이용하여 표현할 수 있도록 3차원 랜더링 프로그램을 제작 하였다.

II. 제안한 PEF과정과 정점 변환 파이프라인 과정을 통한 볼륨 랜더링

본 논문에서는 체적 데이터의 특징점을 추출하여 특징점을 이용해 체적 랜더링을 수행하기 위해서 체적 묘사 과정은 그림 1과 같다. 그림 1은 체적 데이터로부터 특징점을 추출하여 체적 묘사하는 과정을 나타낸 것이다. 즉, 체적 데이터에서 물체를 표현하는 특징점들을 추출하여 이 데이터를 컴퓨터 그래픽스 기법을 이용하여 3D 체적 랜더링을 하게 된다.

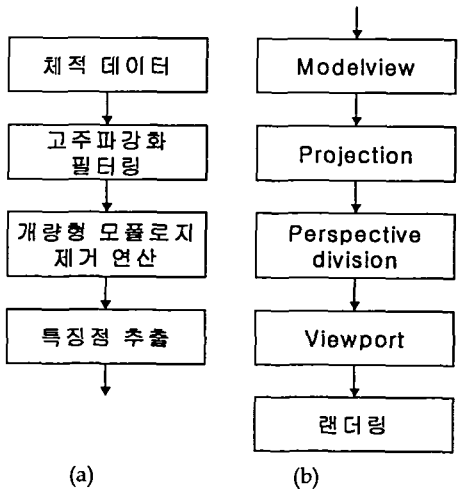


그림 1. 체적 묘사 과정

1. PEF 과정

PEF(Point Extrection Function) 과정은 체적 데이터로부터 보간한 뒤 특징점을 추출하는 과정(그림 1(a))이다. 일반적으로, 컴퓨터 그래픽스에서 물체를 작고 단순한 모양을 다양하게 나열하고 조합함으로써 표현을 하게 된다. 여기서 표현하게 되는 작은 단위인 Point를 이용한다. 그리고, 해당 좌표 특징점을 추출하기 위해서는 3단계의 과정을 거친다.

(1) 고주파 강화 필터링 : 저주파 성분은 차단하고 고주파 성분을 부각시키는 필터링으로 영상에서의 윤곽선을 뚜렷하게 해주는 효과로 흐릿한 영상이나 블러링된 영상을 아주 선명하게 보기 위한 필터링으로 영상에서 주로 사용된다. 여기서는 단층이미지의 각 영역의 경계에 대해 부각시키기 위한 효과로 간단한 고주파 강화 마스크(그림 2) 제시한다.

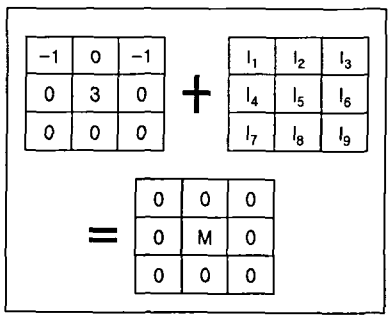


그림 2. 고주파 강화 마스크

(2) 개량형 모폴로지 제거 연산 : 그레이 영상에서 침식연산후 팽창연산을 수행하는 과정인데, 개량형으로 임계값 조건에 맞는 체적소만이 고려되게 변경하였다. 여기서, 마스크(3×3)로 9개의 체적소 중에서 가장 작은 세기 값을 가진 체적소를 결과 체적소로 세기 값으로 결정하는 침식연산과 가장 큰 세기 값을 가진 체적소의 세기값을 결정하는 팽창연산 수행함으로써 단층이미지의 물체의 경계의 부분의 노이즈(잡음)을 제거 할 수 있고, 같은 선상의 체적소들의 세기가 약간 다를 경우 같은 세기로 보간할 수 있다.

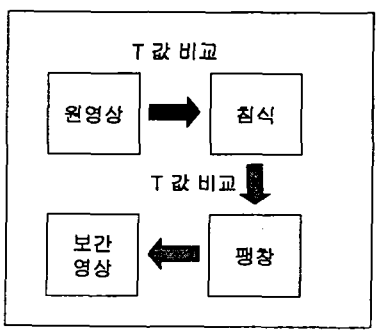


그림 3. 개량형 모폴로지 제거 연산

(3) 특징점 추출 : 위의 두 단계를 거쳐 얻은 체적소들을 대해 그림 4와 같이 물체라 인식되는 부분을 불투명도를 임계값으로 고려하여 적용된 특징점들을 추출하게 된다. 이 과정을 통해 추출

된 체적소의 위치와 물체의 값을 얻게 된다.

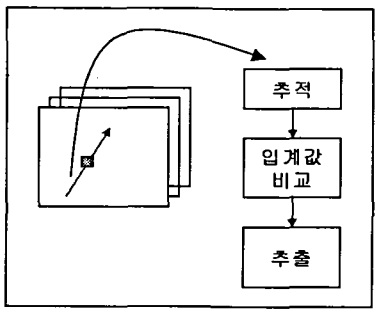


그림 4. 특징점 추출

2. Vertex Transformation Pipeline 과정

3D 공간상에서 점, 선등 다양한 primitive들로 그린 모양들을 물체와 viewer와의 관계를 고려해서 하나의 화면으로 모으는 작업이 필요하게 된다. 그 과정이 바로 Vertex Transformation Pipeline (정점 변환 파이프)의 과정을 거치게 된다.

그림 1(b)에서 보는것과 같이 크게 네단계를 거쳐 실공간의 좌표 데이터가 원 공간의 좌표 데이터 이동해 화면상에 보여지게 된다. Modelview 단계에서 primitive들을 투영 범위내에 물체를 위치시키기 위해서 특정 변환을 주기 위해서 Translation, Rotation, Scaling의 변환을 주고 Projection 단계에서 Orthographic과 Perspective Projections이 있는데, 첫번째의 투영은 뷰잉 볼륨이 모든 면이 같은 크기의 사각형으로 화면에 정확한 모양과 치수를 표현할 때 자주 사용된다. 본 논문에서도 이 방식을 택했고, 두번째의 투영은 뷰잉 볼륨의 뒷부분과 앞부분의 넓이를 다르게 주어 같은 크기의 물체라도 관찰자로부터 멀리 떨어진 물체를 작게 나타내어 원근감을 제공한다. Perspective 단계에서 좌표계를 표준화 할 때 사용되고, Viewport 단계에서 Clipping영역에 대한 지정으로 확대·축소 할 수 있게 한다.

실질적으로, 체적소들을 Primitive 형태로 변환하여 그 데이터를 Vertex Transformation Pipeline 과정을 통해 랜더링을 수행하게 되며, 특정 변환위치에 제어 변수를 선언함으로써 자유자재로 회전, 이동, 크기를 제어할 수가 있게 된다. 그리고 추출된 체적 데이터의 세기값에 임계값을 부여함으로써 다양한 형태로의 랜더링을 가능케 한다.

III. 실험 및 결과

본 논문에서 제시한 과정을 통해 간단한 3D 체적 랜더링 프로그램을 제작하였다. 본 프로그램의 개잘 환경은 Pentium(R) 4 CPU 2.00GHZ로 운영환경은 Window 2000 Sever이고, 메모리가 512MB이고, 개발 툴은 Microsoft Visula Studio 6.0환경에서 OpenGL 라이브러리는 glut 라이브러리를 사용하여 프로그램을 제작 하였다.

프로그램은 전통적인 광선 추적 기법에서 표현 가능한 불투명도, 회전, 절단, 축소·확대의 효과를 본 논문에서 제안한 과정을 통해 시뮬레이션을 통해 결과를 분석해 본다.

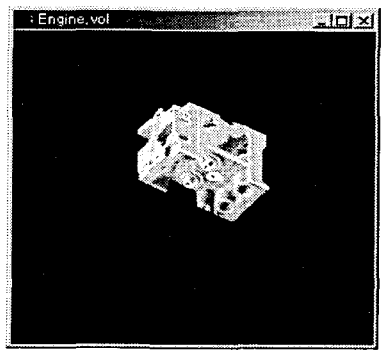
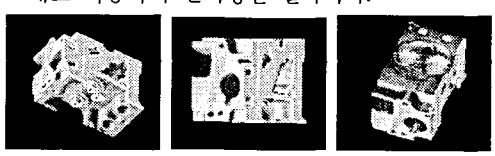


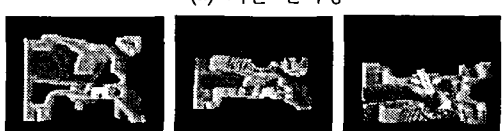
그림 5. 제안된 기법을 이용한 랜더링 결과

그림 5는 체적 데이터인 엔진에 대한 랜더링을 한 결과이다. 여기선, 사용자의 입력에 의해 임계값에 따라 랜더링을 수행하도록 하였다. 임의의 특정 임계값을 주었기 때문에 완벽한 잡은 제거와 매끄러운 랜더링이 수행 되지 않았지만, 그런대로 별 차이가 없이 효율적으로 랜더링이 수행됨을 볼 수가 있었다.

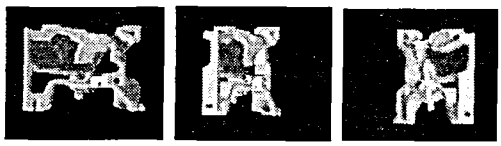
그림 6은 광선추적기법에 몇가지 표현기법들을 그대로 적용하여 랜더링한 결과이다.



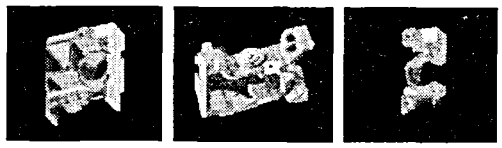
(a) 기본 랜더링



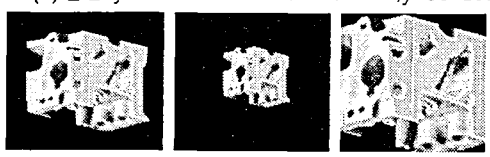
(b)x축회전 0도 60도 120도



(c)x축회전 0도 60도 120도



(d)절단 y=50~100 x=50~100 x,y=50~100



(e) 원영상 축소 확대

그림 6. 영상 조작 예

Ⅳ. 결론

본 논문에서는 체적 데이터로부터 특징점을 추출하여 3D 체적 랜더링하는 방법을 제안하였다. 이방법을 사용함으로써 광선 추적 기법에 비해 사용되는 체적소가 상대적으로 적은 데이터가 고려됨을 볼수가 있었다. 향후의 연구과제로는 현재 기법에서 다른 Primitive 객체를 사용하여 표현한다면 보다 랜더링이 매끄럽고 적용되는 데이터 수 또한 많이 줄어들 것으로 기대가 된다. 그리고 세기값에 따른 컬러 효과를 추가하므로써 가시화되는 영상의 질을 향상시킬 수 있을 것으로 생각이 되어 진다. 최종적으로, 본 논문은 기존의 다른 랜더링보다는 약간은 떨어진다 할 수 있는 요소가 많다. 하지만, 다른 시각으로 접근법과 그리고 primitive의 객체의 속성만 제대로 잘 추출할 수 있게 된다면, 다른 기법에 비해 보다 고속의 효율적인 랜더링을 수행할 것을 기대가 되어 진다.

[참고문헌]

[1] Proceedings of the IEEE International Conference on Image Processing 1997, 1998

[2] N. Memon, P.W.Wong, "Protecting Digital Media Content," Comm. of the ACM, Vol.41, No.7, pp.35-43, 1998

[3] M.D.Swanson, M. Kobayashi and A. H. Tewfik, "Multimedia Data-Embedding and Watermarking Technologies," Proc. of the IEEE, Vol. 86, No.6, pp.1064-1087, 1998

[4] R. Anderson Ed., "Information Hiding," in Lecture Notes in Computer Science, Vol.1147, Springer, 1996

[5] R.Anderson and F.A.P.Petitcolas, "On the Limits of Stegangoraphy," IEEE JSAC, Vol. 41, No.7, pp.474-481, 1998

[6] 松井甲子雄, "電子透かしの基礎", 森北出版株式會社, 1998(in Japanese)

[7] W. Bender, D. Gruhl, N.Morimoto and A Lu, "Techniques for Data Hiding," IBM Syst. J., Vol. 35, pp.313-336, 1996

[8] N. Nikolaidis, I. Pitas, "Copyright Protection of Images Using Robust Image Signature," In proceedings of the IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing, IEEE Press, pp.2168-2171, 1996

[9] C. I. Podilchuk, W.Zeng, "Image-Adaptive Watermarking Using Visual Models," IEEE JSAC, Vol.16, No.4, pp.525-539, 1998

[10] I. Cox, J. Kilian, T. Leighton and T. Shamoon, "Secure Spread Specturm watermarking for Multimedia," Tech. Rep. 95-10, NEC Research Institute, 1995