

VRML 확장을 위한 VRML 데이터 변환 도구 개발

김해동*, 김성예, 구본기, 최병태
한국전자통신연구원 가상현실센터

Development of VRML Data Conversion Tool for VRML Extension

Haedong Kim, Sungye Kim, Bonki Koo, Byoungtae Choi
Virtual Reality Center, ETRI
E-mail : {hdkim, inside, bkkoo, btchoi}@etri.re.kr

요 약

인터넷상에서 가상현실을 표현하기 위한 그래픽스 포맷 표준화가 활발히 진행되고 있다. Virtual Reality Modeling Language 97 (VRML 97)은 이러한 표준화 노력으로 공인된 최근의 한 산물이며, 현재는 Web3D 컨소시움에서 VRML 확장 노드들을 추가하고 XML 문서 형식을 취하는 방향으로 VRML 97을 향상시킨 표준 포맷으로 발전시키기 위한 장을 마련하고 있다. VRML 확장을 위해 일반적으로 요구되는 중요한 요소 중 하나가 고화질의 이미지를 빠르게 얻는 것이다. 영상기반렌더링(Image-Based Rendering (IBR)) 기법은 이를 위한 좋은 방법 중 하나로, 우리는 이런 기능을 VRML에서 사용할 수 있는 VRML 확장 형태로 개발된 도구에 의해 데이터를 만들고 이를 지원하도록 VRML 브라우저를 수정하여, VRML 확장으로써의 IBR 기법의 유용성을 보이 고자 한다.

1. 서론

인터넷이 보편화 되고 컴퓨터 기술이 크게 발전 함에 따라 컴퓨터 사용자들에게는 좀 더 고화질의 이미지를 보고자 하는 요구가 증대되고, 또한 데이터 표현에 있어서는 표준화된 형식을 요구함으로써 그 활용성을 높일 필요성이 높아지고 있다. 영상기반렌더링 방법에 대한 연구는 고화질의 이미지를 빠른 시간에 얻도록 하기 위한 연구이고, Web3D 컨소시움은 이러한 그래픽스 포맷 표준화를 위한 토론의 장을 마련함으로써 데이터 활용성을 높이고자 노력하는 협의체이다.

Virtual Reality Modeling Language 97 (VRML 97)은 국제표준기구 (International Standards Organization (ISO))에서 공인한 최근 표준화된 가상현실 데이터 표현의 표준 포맷 규약이다. 최근, Web3D 컨소시움은 VRML 97을 발전시키기 위한 토론장으로 마련되었고, 다양한 토의 주제에 대한 메일링 리스트를 유지 관리하면서 네 팀으로 나뉘어 컨소시움과 멤버사이의 조정자 역할을 맡고 있다. 각 팀들은 여러 워킹 그룹들(working groups)로부터 제공되는 제안서들을 검토 하고 투표를 통해 잘 정리된 문서로 만들고 실험검증을 통해 표준화를 추진하고 있다. 컨소시움은 또한 공동 개발에 대한 Web3D 시장과 네트워크 3차원 그

래픽스 및 실시간 관련 기술들의 ISO 표준화 절차를 찾고 있다.[6]

컨소시움은 XML을 위한 World Wide Web Consortium (W3C), MPEG-4를 위한 Motion Pictures Experts Group (MPEG) 등과 같은 다른 선두 표준화 기구들과 함께 표준화 기술개발에 활발히 참여하고 있다. 그래서, 차세대 VRML 표준은 지형 데이터 (geographical data) 표현, 인간 애니메이션 (humanoid animation), 멀티미디어 콘텐츠 기술(multimedia content description) 등과 같은 다양한 내용을 기술할 수 있도록 요구되고 있다.

일반적이면서 중요한 요구 중 하나가 고화질의 이미지를 빠르게 얻는 것인데, IBR 기법은 이를 위한 좋은 해법 중에 하나다. 전통적인 그래픽스 표현 기법은 기하학적인 모델링 데이터를 기반으로 하기 때문에 장면을 표현하는 모델 복잡도(scene complexity)에 성능 변화가 크게 작용하기 쉽다. 그러나, IBR 기법은 이미지를 이용하기 때문에 모델 복잡도에 대한 영향이 크지 않고, 대신 이용되는 이미지의 해상도와 화질에 의해 영향을 받기 쉽다.

본 논문에서는 IBR 기법을 이용하기 위한 VRML 데이터 변환 도구를 소개하고, VRML 확장으로써의 유용함을 테스트를 통해 보인다. 관련 연구 분야에 간단한 언급 후에 본 시스템에 대한 설명 및 구성을 소개하고 테스트 결과를 보인 후 결론을 맺는다.

2. 관련연구

현재 IBR과 관련된 많은 기법들이 연구되어지고 있는데, 본 장에서는 본 시스템과 관련된 IBR 기법들에 대해 간략히 살펴보고자 한다. IBR 기법들은 고화질의 렌더링된 이미지나 실사 이미지를 재사용하여 새로운 고화질의 이미지를 만들어 내기 위한 방법이다. 일반적으로, 기하모델(geometric model)을 이용한 포토 리얼리스틱(photo-realistic) 방법들로는 광선 추적법(ray tracing)이나 래디오시티(radiosity) 등을 들 수 있다.

Light Field 기법은 참조 이미지(reference image)

배열을 사용하여 새로운 시점에 맞는 새로운 이미지를 생성한다. 공간상에 하나의 평면이 주어지고, 이미지 시리즈가 서로 다른 시점들로부터 선택되어 새로운 이미지를 생성하는 방법이다. 매 이미지에 대해 카메라 평면상의 시점으로 시작하는 하나의 광선이 참조 이미지상의 각 픽셀로 맵핑될 수 있기 때문에, 이들 이미지들은 여러 광선들의 배열로 취급될 수 있다. 평면상의 다양한 시점에 대한 데이터베이스를 가지고 새로운 이미지를 생성할 수 있는 방법이다.[3] 이들 새로운 이미지들은 이미지의 2차원 배열 쌍으로부터 추정(extrapolated)되어 3차원의 새로운 이미지로 느낄 수 있다. 이와 유사한 방법이 Lumigraph에서도 사용된다.[2]

Layer Depth Image (LDI)는 하나의 3차원 데이터 구조로써, 하나의 특정 시점에서 모든 픽셀에 맵핑되는 모든 면들에 대한 색깔과 깊이 값, 면의 법선 벡터 값 등으로 구성된 새로운 데이터 형태를 갖는다. Shade, Gortler 등은 합성 이미지를 위해 미리 계산된 LDI를 얻는 두 가지 방법을 제안한다. 첫째, 여러 개의 다른 시점의 결과 이미지를 하나의 시점으로 와핑(warping)할 것을 제안한다. 와핑 과정에서 하나 이상의 픽셀이 동일한 LDI 픽셀로 맵핑되면 이들을 통합하여 하나의 정보로 구성하고 이들의 구성은 깊이 순을 유지한다. 한 장면(scene)으로부터 많은 샘플을 취하는 선택적인 방법으로 수정된 광선 추적기(modified ray tracer)를 사용할 수 있다. 이것을 사용하면 하나의 광선으로 출발되어 교차하는 모든 물체들의 색깔과 법선, 깊이 값들을 한꺼번에 구성할 수 있다. 각각의 교차점이 LDI속의 새로운 깊이 픽셀 정보를 기록하게 된다. 3차원 물체의 모든 면의 뷰(view)를 생성하기 위해서는 90도 뷰 각도를 갖는 6개의 미리 계산된 LDI들을 이용함으로써 얻어질 수 있다.[4][5]

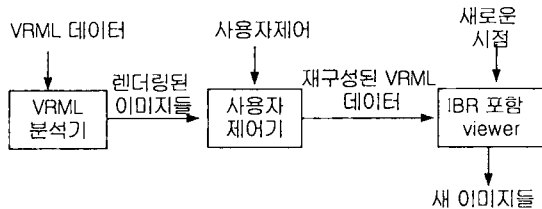
LDI 트리는 이전 방법을 개선한 것으로, 해상도에 따라 LDI를 계층적으로 구성한다는 것이다. 새로운 뷰를 생성할 때 선택 정책에 따라 계층적으로 구성된 트리 내 해상도를 선택함으로써 이뤄진다.[1]

고정된 임의 개수의 원본 이미지들을 와핑할 때, 최종 이미지 상에 보여져야 하는 영역들이 다른 이

이미지 상에 나타나지 않고 구멍이 생기는 오류가 발생된다. 이러한 오류들은 일반적으로 매우 작기 때문에 주변 픽셀 정보를 보간함으로써 매울 수 있다.[7]

3. VRML 확장용 VRML 데이터 변환 처리 도구

본 도구의 목적은 VRML 확장으로써 IBR 기법을 이용하는 것이 유용함을 보이는 것이다. 본 도구의 구성은 세 기능 부분으로 구성된다. 첫째가 VRML 데이터를 분석하는 부분이고, 두 번째는 사용자의 판단을 통해 필요한 원본 이미지를 선택적으로 구성하는 부분이고, 마지막으로 IBR 기법을 이용해 렌더링을 수행하는 부분이다. 그림 1은 본 도구의 처리과정을 보인 것이다. 먼저, VRML 데이터를 읽어들이고 이들을 렌더링한다. 렌더링된 이미지에서 이미지에 대한 정보를 추출하고, 사용자 제어기에서 가장 잘 반영하는 원본 이미지들을 선택하고 조정하며, 최종 IBR 렌더링 기능이 포함된 뷰어(viewer)에 의해 새로운 이미지를 만들어 테스트 해 보는 방법으로 구성된다.

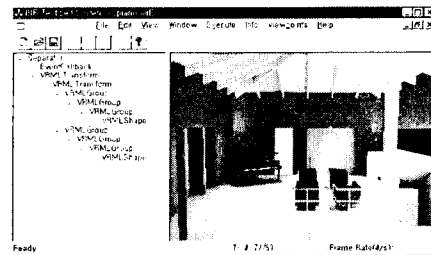


[그림 1] VRML 데이터 변환 처리 과정

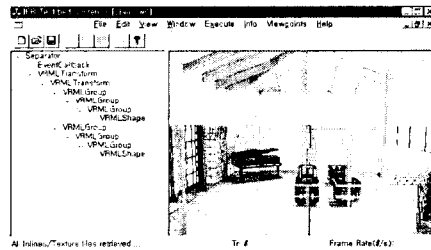
3.1 VRML 분석기

VRML 분석기는 기하학적인 VRML 데이터 정보를 표현하여 좋은 원본 이미지 획득을 돕는다. 예를 들면, 데이터의 장면 계층구조, 시점들의 위치들, 조명(light) 노드의 정도 등을 들 수 있다. 또한 이것은 VRML 데이터를 분석(parsing)하고 렌더링하는 기능을 갖는다. 또한, 다각형 데이터 정보 및 렌더링 속도 등 사용자가 VRML 데이터 구조를 파악하는데 필요한 정보를 제공한다. 데이터를 살펴본 후 알맞은

시점에서 이미지를 획득(capturing)하는데, 이때 획득된 이미지는 파일로 저장되어 원본 이미지 데이터로 이용되고, 이와 별도로 시점 정보, 이미지 정보도 정보 파일에 기록된다. 이미지 파일은 일반적으로 널리 쓰이는 BMP의 RGB 포맷으로 저장되고, 정보 파일은 각 픽셀에 대한 깊이정보, 관련 이미지 파일 이름, 카메라 위치 방향 시역(field of view) 등이 기록된다. 그림 2는 수행 예를 보인 것으로, 그림 2 (a)의 왼쪽 윈도우는 VRML 노드의 계층구조를 트리 형태로 가시화한 것이다. 만약 각 아이템(item)이 선택되면 오른쪽 윈도우에 있는 해당 물체가 하이라이트(highlight)되어 나타남으로써 VRML 데이터의 구조를 구별하고 편집하기 용이하게 구성되어 있다. 입체모드, 실선(wire-frame)모드, 텍스처 맵핑이 없는 모드 등 다양한 뷰잉(viewing) 모드가 지원되는데, 그 중 실선 모드가 그림 2 (b)에 나타나 있다.



(a) 노드들의 계층구조



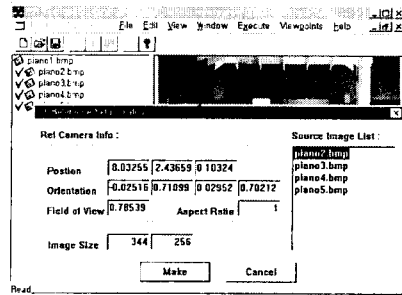
(b) 선택된 노드에 대한 실선 모드 뷰(view)

[그림 2] VRML 분석기

3.2 사용자 제어기

사용자 제어기는 사용자의 조정에 의해 장면을 잘 묘사할 수 있는 원본 데이터를 선택하는 것으로, 선택에 필요한 정보를 보여주고 이를 이용하여 장면

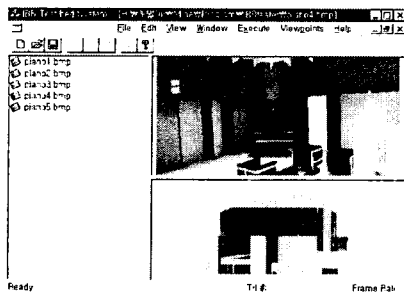
을 잘 표현할 수 있도록 데이터를 재구성한다. 우선, 원본 이미지들을 그림 3 (a)처럼 나열하고, 필요한 데이터를 선택하여 그 원본 데이터의 획득 위치 등을 그림 3 (b)처럼 확인한다. 선택된 이미지들은 구별하기 위해 체크 표시를 하여 달리 구별하고 이들에 대한 리스트를 유지한다. 그림 3 (a)와 (b)에서, 오른쪽 하단 윈도우는 VRML 데이터로부터 획득된 이미지의 시점을 표시하여 현재 획득된 이미지가 어디에서 얻어진 정보인지를 가시화 한다. 이것은 또한 x축, y축, z축 보기와 같이 선택적으로 볼 수 있어 시점의 위치를 파악하는데 도움을 준다. 선택된 이미지 아이템 중에서 LDI 기법을 제공하기 위해 하나의 참조 이미지(reference image)로 만든다. 이것은 대화 윈도우에 카메라 정보(위치, 방향, 시역 등)와 이미지 크기 등을 표시하여 현재 이미지에 대한 정보를 확인하고 이것들을 LDI로 만든다. 그림 3 (c)는 이러한 참조 이미지를 만드는 과정 중 하나를 보인 것이다. 사용자 제어를 이용함으로써 보다 직관적으로 정보를 얻어 필요한 LDI를 구성할 수 있다.



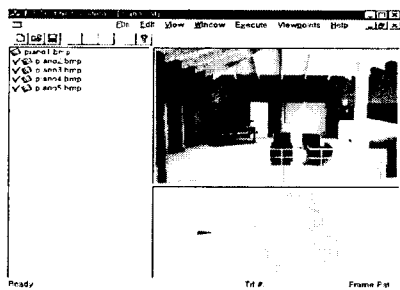
(c) 참조 이미지 만들기
[그림 3] 사용자 제어기

3.3 IBR 기능을 가진 뷰어(viewer)

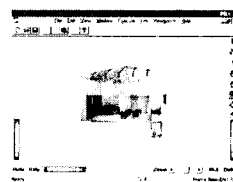
IBR 기능을 가진 뷰어는 재 구성된 데이터의 유용성을 점검하는 기능을 한다. 구성은 VRML 분석기에 있는 전통적인 기하모델 렌더러에 추가적으로 현재 시점에서 미리 구성한 LDI를 이용하여 렌더링함으로써, 미리 구성된 데이터의 표현 정도를 점검할 수 있다. 가끔 IBR 렌더러 결과가 구멍이 생기는 경우가 있는데 이는 참조 이미지에서 이에 대한 정보가 없기 때문이며 이러한 경우가 발생하면 데이터를 재구성하여야 한다. 이 뷰어의 유용성은 현재 기하 모델을 이용해 렌더링 되는 결과와 현 시점에서 IBR 렌더러를 이용한 결과를 비교함으로써 데이터의 타당성을 체크 할 수 있다. 일반적으로 정보 부족으로 생기는 조그마한 구멍은 휴리스틱(heuristic) 알고리즘을 이용하여 처리할 수 있지만, 그렇지 않은 경우는 원본 이미지로부터 추출된 정보의 부족에서 생기는 문제이므로 이를 보완할 이미지를 추가하거나 기존 이미지를 대체하여야 한다. 그림 4는 IBR 기능을 가진 뷰어의 그 결과를 보여준다.



(a) 획득된 이미지 미리보기



(b) 참조 이미지 구성을 위한 선택



(a) IBR 포함 뷰어



(b) 결과 IBR 이미지

[그림 4] IBR 기능 포함 뷰어

4. 구현 및 실험 결과

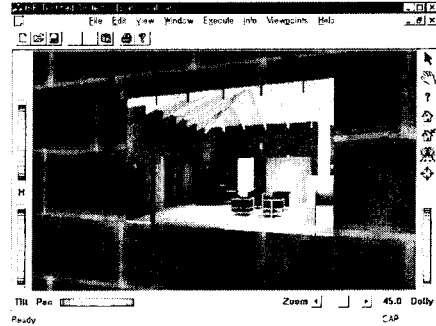
본 도구는 PC 환경에서 C++, Microsoft Foundation Class (MFC), Open GL 그리고 Open Inventor 라이브러리를 이용하여 구현되었으며, 실험에 이용된 데이터 집합은 77,753개 삼각형과 5,402KB 크기의 모델링 데이터로 그림 5에 나타나 있다. 그림 5에서, (a)는 새로운 시점에 대해 IBR 방법을 사용하여 발생된 이미지이고, (c)는 기하 모델을 렌더링한 것으로 중앙의 그림이 IBR 렌더링된 그림 (a)와 유사하다. 그림 5 (b)는 획득된 원본 이미지이고, 이것을 텍스처 맵핑 소스(source)로 사용하여 그림 5 (d)를 얻는다. 그림 5 (c)와 (d)는 같은 시점으로, 그림 5 (d)의 기둥 위치나 아래 의자의 모양이 찌그러져 보이는 어색함을 보이고 있다. 즉, 그림 5 (d)는 시점과 물체 사이의 거리가 고려되지 않았기 때문에 보이지 않아야 할 부분인 기둥 뒤 검은 부분이 보이거나, 기둥이나 의자처럼 보여야 할 부분도 원래 표현되어야 할 형상과 달리 왜곡되어 보인다.



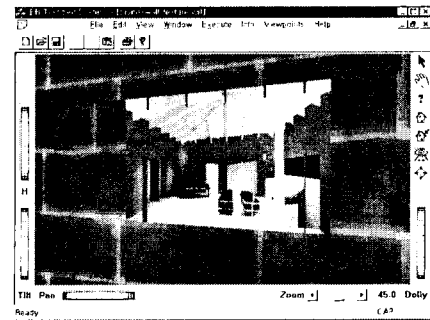
(a) IBR 기법으로 렌더링된 이미지



(b) 텍스처 맵 (맵핑 원본 이미지)



(c) IBR 기능 포함 viewer (기하모델뷰)



(d) 단순 텍스처 맵핑 뷰(view)

[그림 5] IBR 과 단순 텍스처 맵핑의 비교

표 1은 IBR 방법과 한 장의 소스 이미지로 단순히 텍스처 맵핑만 하는 경우의 렌더링 속도를 비교한 것이다. 그 표에서, 이미지 데이터 크기는 참조 이미지 데이터의 크기와 단순 텍스처 맵핑에 사용된 맵핑 데이터 크기만을 의미한다. 표 1의 결과에서 알 수 있듯이, IBR 기법의 렌더링 속도가 단순히 하나의 맵핑 소스를 이용한 텍스처 맵핑보다는 느리지만 좀 더 사실감을 느낄 수 있게 해 준다.

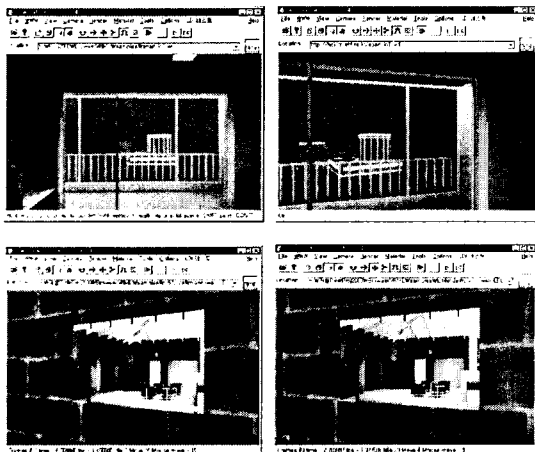
표 1. IBR 과 단순 텍스처 맵핑의 비교표

	IBR	단순 텍스처 맵핑
이미지 데이터크기	4,767KB	581KB
렌더링속도	초당 약 5~6 프레임	초당 약 20~25 프레임

표 2. IBR 과 전통인 렌더링 방법의 비교표

	IBR	전통적인 렌더링 방법
파일 크기	4,769KB	5,402KB
렌더링속도	초당 약 5~6 프레임	초당 약 2~4 프레임

표 2는 IBR 방법과 전통적인 기하 모델을 이용한 렌더링의 속도를 비교한 것인데, IBR 방법이 전통적인 것보다 빠르게 나타났다. 그러나 비교 대상 데이터에서 볼 수 있듯이 모델링 데이터의 파일 크기가 5M의 대용량의 복잡한 모델임을 알 수 있다. 즉, 기하 모델보다 효과적이기 위해서는 모델 복잡도가 높고 기하 모델로는 표현하기 힘든 데이터로써 제한된 시점 영역을 갖는 경우에 IBR 방법을 사용하면 효과적임을 알 수 있다. 그러므로, IBR 기법은 웹 포털(web portal)이나 창밖에 보이는 좀 가까운 배경을 표현하는데 유용하다. 다음 그림 6은 Blaxxun 브라우저를 수정하여 만든 것으로, 그림 6의 상단 두개에서 창밖에 있는 건물이 IBR 기법을 이용하여 생성된 것이고, 그림 6의 하단 두개에서 벽을 통해 보이는 건물 내부 그림이 또한 IBR 기법을 이용한 것이다. Blaxxun 3D 브라우저는 소스가 공개되어 있어 VRML 확장으로써 IBR 기법을 추가하기가 용이하다.



[그림 6] IBR 기법이 적용된 VRML 확장 브라우저

5. 결론

본 도구는 세 부분으로 구성되었으며, 그들의 구성 요소인 VRML 분석기, 사용자 제어기 그리고 IBR 기능이 포함된 뷰어를 소개하고, 그들의 역할들을 기술했다. IBR 기법 적용의 필요성을 설명하고, 본 도구를 이용하여 변환하여 IBR 기법을 사용할 수 있도록 VRML 데이터를 표현함으로써의 장점을 테스트를 통해 보였다. 본 도구의 장점은 필요한 정보를 가시화하여 VRML 데이터 분석을 도와 주고, 사용자 선택 시 판단에 도움이 되는 정보를 제공하며, 이를 최종 점검해 볼 수 있도록 구성되어 직관적인 데이터 변환을 돕고 있다. 이렇게 변환된 데이터는 Blaxxun 3D 브라우저에 IBR 기법을 수행할 수 있도록 수정하여 테스트 한 결과, 전통적인 기하 모델을 이용한 렌더링 기법과 단순 텍스처 맵핑의 중간적인 입장에서 제한된 시점 영역을 가지며 복잡한 데이터에 유용함을 알 수 있다.

[참고문헌]

- [1] Chang, Bishop and Lastra, "LDI Tree:A Hierarchical Representation for Image-Based Rendering ", Proc. SIGGRAPH 99, 1999
- [2] Gortler, Cohen, et. al., "The Lumigraph", Proceeding of SIGGRAPH 96, Aug. 1996, pp. 43 - 54
- [3] Levoy and Hanrahan, "Light Field Rendering", Proceeding of SIGGRAPH 96, Aug. 1996, pp.31 - 42
- [4] Shade, Gortler, et al., "Layered Depth Images", Proceeding of SIGGRAPH 98, 1998, pp. 231 - 242
- [5] Alan Watt: "3D Computer Graphics Third Edition", Addison-Wesley, 2000
- [6] Web3D consortium site, "http://www.web3d.org"
- [7] Jason C. Yang, "A Light Field Camera For Image Based Rendering", Partial fulfillment of the requirements for the degree of MS at the MIT, June, 2000