

# 영상 기반의 사실적 3차원 가상공간 저작도구의 설계

오병선, 장봉석, 김진영, 김은지, 정일홍  
대전대학교 컴퓨터공학과

## The Design of Authoring Tool for Realistic 3D Virtual Space Based on 2D Image

Byong-Son Oh, Bong-Suk Chang, Jin-Young Kim, Eun-ji Kim, Il-Hong Jung  
Dept. of Computer Engineering, Daejeon University

### 요 약

기존의 영상기반 3차원 가상공간 구축 기법들은 단일 영상을 입력으로 하여 하나의 가상공간을 구축하기 때문에, 가상공간의 영역이 매우 협소하고 가상공간 내부에서 관찰자의 네비게이션 기능이 제한적이었다. 또한 특정 영상에 대해서만 사실성을 보장하기 때문에, 실세계를 반영한 모든 영상에 대해서 가상공간 구축 기법들을 일반화 할 수 없다. 이에 실세계를 촬영한 영상을 3차원 가상공간으로 복원하기 위해서 이러한 가상공간 구축 기법들을 통합해야 할 필요성이 있다. 본 논문에서는 한 장의 영상을 입력으로 하나의 가상공간을 구축했던 기존의 방법들을 통합하여 여러 장의 영상을 입력으로 여러 개의 가상공간을 구축하고, 가상공간 지도의 개념을 도입하여 이를 연결하여 광범위한 3차원 가상공간을 구축할 수 있는 IVSD(Image-based Virtual Space Designer) 저작도구의 설계에 관하여 기술하였다.

### 1. 서론

최근 영상기반 렌더링 기법이 렌더링 비용의 절감, 높은 사실성의 제공, 낮은 복잡성, 낮은 요구사항 등의 장점을 살려 많은 연구와 발전이 되고 있다. 가상공간의 사실성을 높이거나 성능을 향상시키기 위한 여러 가지 이론과 기술, 알고리즘이 개발되고 있다.[2][9] 기존의 기법들과는 달리 비용이 저렴하고 가상공간의 데이터의 양도 적으며, 하드웨어나 소프트웨어적인 요구사항의 제약이 적으므로, 가상공간에서의 사실성과 몰입감을 극대화하는데, 발전 가능성이 크다고 볼 수 있다. 본 논문에서는 기본적으로 실내 또는 실외를 촬영한 입력영상에 대해 기존의 영상기반 모델링 및 렌더링 기법을 적용하여 가상공간 지도라는 개념을 도입하여 3차원 가상공간을 구축하는 저작도

구의 설계에 대한 연구를 기술하고 있다.

입력 영상의 여러 가지 특성을 하나의 기법으로 일반화하여 가상공간을 생성할 수 없기 때문에, 기존의 기법들은 하나의 입력 영상으로 하나의 3차원 가상공간을 생성하였다. 또한 해당 기법에 적용 가능한 입력 영상에 대해서만 그 사실성을 보장하고 있다. 만약 모든 입력 영상에 대하여 하나의 기법만을 적용한다면, 결과적으로 생성된 가상공간의 장면의 사실성이 현저히 떨어질 것이다. 그래서 각 입력 영상마다의 특성을 분석하여 가장 적합한 3차원 가상공간 구축기법을 적용하여야 한다.

여기에서 제안하고 있는 영상기반 3차원 가상공간 저작도구는 광범위한 3차원 가상공간을 구축하는데 목표를 두고 있다. 실제 세계의 광범위한 공간을 각각의 세부공간으로 나누어 촬영한 뒤, 각 입력 영상에

대하여 적합한 영상기반 모델링 및 렌더링 기법을 선택하여 각각의 독립적인 3차원 가상공간을 구축한다. 그리고 나서 미리 정의된 연결 구조로 각각의 가상공간들을 통합하여 광범위한 3차원 가상공간을 구축한다. 또한 본 논문에서는 이렇게 구축된 광범위한 3차원 가상공간 내부구조를 반영하는 가상공간 지도(Virtual Space Map)를 정의하고, 각각의 3차원 가상공간을 관측자가 정의된 가상공간 지도를 통하여 네비게이션 할 수 있도록 네비게이션 시스템 설계를 제안한다.

IBMR 배경 모델링 기법으로 평면 영상을 이용한 TIP 기법과 파노라마 영상을 이용한 실린더 기법의 기법에 대하여 소개하고, 3차원 가상공간을 구축하기 위한 저작도구의 설계에 관한 내용을 다루고 있다.[1][7] 그리고 저작도구에 의해서 3차원 가상공간의 형태를 분류하고, 가상공간 지도의 정의 및 설계와 이에 따른 네비게이션 시스템의 설계를 설명하고 있다.

## 2. IBMR 배경 모델링 기법

### 2.1. TIP(Tour Into Picture) 기법

Tour Into Picture(TIP)는 Youichi Horry가 제안한 방법으로, 2차원 이미지 내부를 3차원 공간으로 구성하여 간단한 애니메이션 시스템을 제공한다.[1] 이 방법의 목표는 정밀한 3차원 장면 모델을 구현하는 것이 아니며, 2.5차원 구조의 간단한 장면 모델을 구현하여 3차원 가상공간에서 네비게이션이 가능하게 하는 것이다.

TIP에서는 우선 입력된 이미지를 배경 이미지와 전경 오브젝트 이미지로 나누어야 하는데, 먼저 전경 오브젝트가 될 이미지 부분을 제거하고, 그 공간을 배경과 유사한 이미지로 대체시켜 나눈다. 배경을 모델링하기 위해 5개의 사각형 영역과 소실점을 지정하여야 한다. 장면 속에 가상의 소실점은 자동적으로 생성되는 것이 아니라, 사용자가 직접 명시하여야 한다. 그리고 5개의 사각형 영역을 지정하여 큐브와 같은 가상 공간영역을 생성하게 된다. 입력 이미지에서 추출한 전경 오브젝트 이미지는 가상공간 안에 존재하는 사물이 되는데, 배경 모델링에서 생성한 3차원 가상공간 내에서 사용자가 자유롭게 위치시키거나 정렬하여 입력 이미지와는 다른 새로운 3차원 장면을 연출하게 된다.

이렇게 배경 모델링을 거쳐 3차원 가상공간을 생성하고, 전경 오브젝트를 추가하여, 새로운 장면을 연출하고, 카메라 속성을 변경하거나 오브젝트의 위치를

변경하여 3차원 애니메이션을 구현하게 된다. 다음은 TIP 기법을 이용하여 3차원 가상공간을 생성하는 전체적인 과정을 요약한 것이다[1].

1. 입력 이미지를 배경이미지와 전경 오브젝트들로 나눈다.
2. 배경 이미지에서 원근 투영을 정의한다.
3. 2차원 평면의 배경 이미지에서 배경 모델링한다.
4. 전경 오브젝트 모델을 한다.
5. 가상 카메라(Virtual Camera)를 설정한다.
6. 장면(Scene)을 렌더링 한다.

### 2.2. 파노라마 영상을 위한 실린더 기반의 기법

이 방법은 일반 사진기로 촬영한 사진을 쪽 이어 붙여 파노라마 사진을 제작한 뒤, 이 파노라마 이미지를 관찰자를 싸고 있는 원통으로 만든 후 원통의 일부 이미지만을 화면에 보여주는 방법으로써, 마치 관찰자가 촬영한 공간을 360도 훑어보는 효과를 주게 된다.[7]

이 기법은 비교적 쉽게 구현 할 수 있으며, 심하게 입력 이미지가 왜곡되지 않는다. 가상공간의 사실성 측면에서는 높다고 할 수 있다. 하지만 TIP 기법과는 달리 관찰자가 가상공간 내부를 시점을 변경하면서 네비게이션 할 수 없다는 단점이 있다. 관측자의 시점을 회전변환에 의해 360도 돌아보고, 줌 인-아웃 할 수 있을 뿐, 가상공간 내부를 관찰자가 돌아다닐 수는 없다. 입력 이미지가 관찰자 주변의 벽에만 적용이 되기 때문이다. 어떤 측면에서 보면 이 기법은 가상공간을 구축하는데 비교적 적당하지 않을 수도 있다. 그러나 넓은 공간의 풍경이나 외부의 전경을 간단하게 구현할 수 있고, 관찰자의 네비게이션이 필요하지 않은 가상공간을 구축할 때 사용할 수 있다. 무엇보다 간단하고 쉽게 사실성 높은 장면을 연출할 수 있다는 장점이 있다.

## 3. IVSD 저작도구의 설계

### 3.1 3차원 가상공간의 종류

가상공간을 구축하기 위한 입력영상의 개수에 따라 3차원 가상공간을 단일영상기반 가상공간(SIVS)과 복수영상기반 가상공간(MIVS)으로 나누어 설계하고 구축기법을 정의한다.

단일영상기반 가상공간은 TIP 기법이나 실린더 기반 기법 같은 기존의 기법들을 사용하여 하나의 영상

이나 이미지를 입력받아 구축된 하나의 가상공간이라 정의한다. 3차원 가상공간 구축기법은 저작도구 사용자에게 의해 선택되어지며, 기본 값으로 파노라마 영상은 실린더 기반의 기법으로 하고, 일반적인 평면 영상은 TIP 기법으로 한다.

단일 영상기반 가상공간은 하나의 작은 가상공간으로써, 복수 영상기반 가상공간을 구성하는데 일부분으로 재 사용될 수 있고, 또한 독립적인 하나의 3차원 가상공간으로 남을 수도 있다. [그림 1]은 하나의 영상을 입력받아 단일 영상기반 가상공간을 구축하는 방법을 도식화한 것이다.

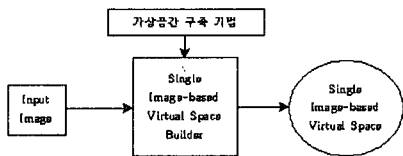


그림 1. 단일영상기반 가상공간의 구축

복수 영상기반 가상공간은 여러 장의 영상을 입력받아 구축된 가상공간으로 정의할 수 있다. 우선은 입력 영상 각각에 대하여 독립적인 3차원 가상공간을 생성하고, 이 가상공간들은 복수 영상기반 가상공간의 구성요소가 되며, 홀로 독립적인 가상공간으로 남을 수도 있다. 그리고 미리 정의된 연결 구조 즉, IVSD 가상공간 지도(Virtual Space Map)에 의해서 연결된다. 따라서 복수 영상기반 가상공간은 단일 영상기반 가상공간들이 IVSD 가상공간 지도에 의해서 연결된 광범위한 3차원 가상공간이라고 할 수 있다.

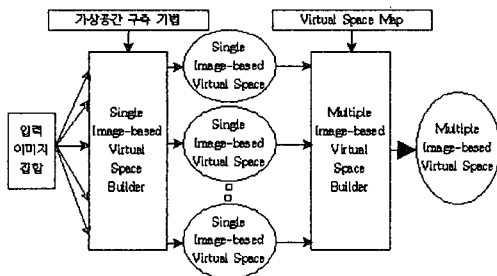


그림 2. 복수영상기반 가상공간의 구축

[그림 2]에서 보는 것처럼, 복수 영상기반 가상공간은 단일 영상기반 가상공간의 집합체이며, 가상공간 지도는 각각의 3차원 가상공간의 연결구조에 대한 정보와 관측자의 네비게이션 정보를 포함하게 된다. 복

수 영상기반 가상공간은 정의된 가상공간 지도에 의해 하나의 광범위한 3차원 가상공간으로 구축되며, 네비게이션 시스템도 이것에 의해 정의된다.

### 3.2 IVSD 가상공간 지도(Virtual Space Map)

본 절에서는 IVSD 저작도구를 사용하여 광범위한 3차원 가상공간을 구축하기 위해 필요한 IVSD 가상공간 지도의 구성요소들에 대해 정의하고자 한다. IVSD 가상공간 지도는 단일 영상기반 가상공간들 간의 연결 구조를 나타낼 뿐만 아니라, 전체 가상공간을 네비게이션 할 때 중요한 지도 역할을 하게 된다. IVSD 가상공간 지도를 먼저 구성해 놓으면 여러 가지 이점이 있을 수 있다. 먼저 가상공간을 구축하기 위한 입력영상의 개수를 알 수 있고, 입력영상을 평면영상으로 촬영해야 되는지, 파노라마 영상으로 촬영해야 되는지 촬영 형태를 미리 정의하고 촬영할 수 있게 된다.

IVSD 가상공간 지도는 세 가지 구성요소와 세 가지 방향으로 정의한다. 먼저 특정 공간(Specific Room), 연결점(Link Point), 통로(Passageway)의 세 가지 구성요소와 정방향, 역방향, 양방향의 세 가지 방향이 그것이다. [표 1]은 이 세 가지 구성요소와 방향들에 대해 표기법 및 기본 가상공간 구축 기법에 대해 설명하고 있다.

표 1. 가상공간 지도의 구성요소 및 기본 구축기법

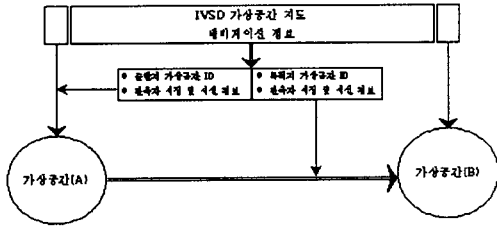
구성요소	표기	내용	기본 가상공간 구축 기법
특정 공간 (Specific Room)	R	파노라마 이미지 기반의 실린더 기법전체 가상공간 내에 존재 작은 실내 공간이다.	
연결점 (Link Point)	①	개별적인 가상공간들이 서로 연결되는 지점의 가상공간을 의미한다.	파노라마 이미지 기반의 실린더 기법
통로 (Passageway)	②	TIP가상공간 내에서 복도와 같은 역할을 하는 공간이다. (Tour Into Picture)	
방향 (Direction)	→	관측자 네비게이션이 한쪽 방향으로만 가능하다	
	←	관측자 네비게이션이 두 가상공간 사이에서 양방향으로 가능하다	

### 3.3 IVSD 가상공간의 네비게이션 설계

IVSD 저작도구는 광범위한 3차원 가상공간을 구현하기 위해 여러 개의 입력영상을 사용하며, 각 영상에 대하여 하나의 단일 영상기반 가상공간을 구축하게 된다. 그리고 각 3차원 가상공간을 가상공간 지도를 이용하여 광범위한 복수 영상기반 가상공간을 구축할

수 있도록 설계하였다. 이러한 이유로, 특정 가상공간에서 또 다른 가상공간으로의 네비게이션 기능을 설계할 필요성이 있다.

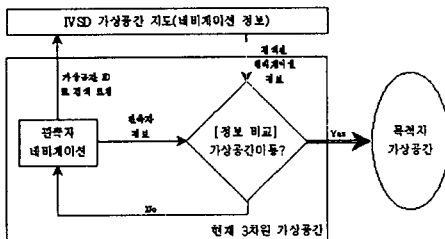
[그림 3]은 가상공간 간의 네비게이션 설계를 도식화한 것이다.



[그림 3] 복수영상기반 가상공간의 네비게이션 설계

IVSD 가상공간 지도는 관측자의 출발지와 목적지의 네비게이션 정보를 포함하고 있어야 한다. 이 네비게이션 정보는 우선 출발지 가상공간의 식별자(ID)와 관측자의 시점과 시선 정보를 가진다. 이 출발지 정보를 가지고 관측자의 현재 가상공간에서의 처음 위치와 시점을 초기화하게 된다. 그리고 관측자의 시점 및 시선 변경을 거치면서 IVSD 가상공간 지도의 네비게이션 정보를 검색하게 된다. 현재 관측자의 시점 정보와 검색한 목적지 네비게이션 정보가 일치할 경우에 관측자가 다음 3차원 가상공간을 이동할 수 있도록 현재 관측자 상태를 변경한다. 그리고 관측자의 가상공간 이동이 결정되면, 검색된 목적지 네비게이션 정보의 목적지 가상공간 식별자와 관측자 시점 정보를 가지고 다음 가상공간으로 이동한 다음 관측자의 위치를 초기화하게 된다.

위와 같은 처리과정을 각 가상공간 마다 반복하면서, 복수 영상기반 가상공간을 네비게이션 하도록 한다. [그림 4]는 가상공간 내부에서 관측자에 의한 네비게이션 수행 과정을 도식화한 것이다.



[그림 4] 가상공간 사이의 네비게이션 수행 과정

#### 4. 결론

여기에서 다룬 IVSD 저작도구에 의한 3차원 가상공간은 영상을 기반으로 하고 있으므로 기존의 전통적인 방법보다 매우 빨리 가상공간을 구축할 수 있다. 이러한 장점을 이용한다면 로컬 시스템에서만 아니라 인터넷상에서도 IVSD 가상공간을 구축할 수 있을 것이다. 그래서 인터넷상의 여러 사용자들이 실시간으로 가상공간 내부에 접속하여 네비게이션 할 수 있고, 사용자간에 상호 작용할 수 있도록 개선되도록 하여야 할 것이다. 이 저작도구의 설계에 대한 연구는 인터넷상의 3차원 쇼핑몰 구축이나 온라인 게임의 3차원 가상공간, 실시간 시뮬레이션 시스템과 같은 분야와 연계되어 활용될 수 있을 것이다.

향후 IVSD 저작도구의 설계에 대한 연구를 개선하기 위해서는 아래와 같은 제반 문제점들을 해결해야 할 것이다. 이 IVSD 저작도구는 여러 개의 가상공간을 연결하여 광범위한 가상공간을 구축하고 있는데 특정 가상공간에서 인접한 가상공간으로 이동할 때, 네비게이션 상의 문제점이 존재한다. 관찰자가 속해 있는 가상공간이 변경될 때, 장면(Scene)이 부드럽지 않게 넘어가게 되는 것이다. 이를 해결하기 위해 블렌딩(Blending) 기법과 같은 처리를 하거나 또 다른 기법을 적용하여 가상공간과 가상공간 사이의 장면(Scene) 전환을 부드럽게 해야 할 것이다.

#### [참고문헌]

- [1] Youichi Horry, Hen-ichi Anjyo, Kiyoshi Arai, Tour Into The Picture : Using a Spidery Mesh Interface to Make Animation from a Single Image, SIGGRAPH 97, pp 225-232.
- [2] Debevec, P.E., Taylor C.A., and Malik J. "Modeling and Rendering Architecture from Photographs: A Hybrid Geometry- and Image-based Approach" Proc. SIGGRAPH '96 (New Orleans, Louisiana, August 4 - 9, 1996). In Computer Graphics Proceedings, Annual Conference Series, 1996. ACM SIGGRAPH, pp. 11-20.
- [3] Meier, B.J. "Painterly Rendering for Animation" Proc. SIGGRAPH '96 (New Orleans, Louisiana, August 4 - 9, 1996). In Computer Graphics Proceedings, Annual Conference Series, 1996. ACM SIGGRAPH, pp. 477-484.
- [4] H. W. Kang, S. Y. Pyo, K. Anjyo, and S. Y.

- Shin. "Tour Into the Picture using a Vanishing Line and its Extension to Panoramic Images". Computer Graphics Forum, Vol. 20, No. 3., pp. 132-141, 2001 (also presented at Eurographics 2001 Conference).
- [5] H. W. Kang. "Tour Into the Video: Image-based Navigation System for Video Sequences of Dynamic Scenes". Ph.D. Dissertation, Dept. of Computer Science, KAIST, Feb. 2002.
- [6] H. W. Kang and S. Y. Shin. "Tour Into the Video: Image-based Navigation System for Video Sequences of Dynamic Scenes". Accepted to ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology, 2002.
- [7] Chen, S. E. "Quicktime VR - An Image-based Approach to Virtual Environment Navigation" Proc. SIGGRAPH '95 (Los Angeles, California, August 6 -11, 1995). In Computer Graphics Proceedings, Annual Conference Series, 1995. ACM SIGGRAPH, pp. 29-38.
- [8] Chen, S. E. and Williams, L. "View Interpolation for Image Synthesis" Proc. SIGGRAPH '93 (Anaheim, alifornia, August 1 - 6, 1993). In Computer Graphics Proceedings, Annual Conference Series, 1993. ACM SIGGRAPH, pp. 279-288.
- [9] Levoy, M. and Hanrahan, P. "Light Field Rendering" Proc. SIGGRAPH '96 (New Orleans, Louisiana, August 4 - 9, 1996). In Computer Graphics Proceedings, Annual Conference Series, 1996. ACM SIGGRAPH, pp. 31- 42.
- [10] McMillan, L. and Bishop, G. "Plenoptic Modeling: An Image-based Rendering System" Proc. SIGGRAPH '95 (LosAngels, California, August 6 -11, 1995). In Computer Graphics Proceedings, Annual Conference Series, 1995. ACM SIGGRAPH, pp. 39-46.
- [11] Meier, B.J. "Painterly Rendering for Animation" Proc. SIGGRAPH '96 (New Orleans, Louisiana, August 4 - 9, 1996). In Computer Graphics Proceedings, Annual Conference Series, 1996. ACM SIGGRAPH, pp. 477-484.
- [12] Seitz, S. M., and Dyer, C.R. "View Morphing" Proc. SIGGRAPH '96 (New Orleans, Louisiana, August 4 - 9, 1996). In Computer Graphics Proceedings, Annual Conference Series, 1996. ACM SIGGRAPH, pp. 21-30.
- [13] Gortler, S. J., R. Grzeszczuk, R. Szeliski, and M. F. Cohen (1996). The Lumigraph. In Proc. SIGGRAPH '96, pp. 43-54.
- [14] Seitz, S. M. and C. R. Dyer (1996). View Morphing. In Proc. SIGGRAPH '96, pp. 21-30.