

가상공간지도 기반의 3차원 가상공간 저작도구의 개발

정 일 홍*, 김 은 지**

The Development of Authoring Tool for 3D Virtual Space Based on a Virtual Space Map

Il-Hong Jung*, Eun-Ji Kim**

요 약

이 논문은 입력 영상에 대해 기존의 영상기반 렌더링 기법을 적용하고 가상공간지도라는 개념을 도입하여 사실적인 3차원 가상공간을 구축할 수 있는 효율적인 저작도구 개발에 대한 연구를 기술하고 있다. TIP 같은 기존의 기법들은 단일 영상을 사용하여 작은 3D 가상공간을 구축하는 반면 여기서 제안하는 저작도구는 복수의 영상을 사용하여 광범위한 가상공간을 구축한다. 이 저작도구는 입력영상 각각에 대해 작은 3차원 가상공간을 구축하고 먼저 정의된 가상공간지도를 사용하여 이 독립적인 3D 가상공간을 서로 연결하여 광범위한 3D 가상공간을 구축할 수 있게 설계되었다. 가상공간지도는 세 가지 구성요소와 세 가지 방향으로 구성되어있다. 세 가지 구성요소는 특정 공간, 연결점 및 통로이고, 세 가지 방향은 정방향, 역방향 및 양방향이다. 가상공간지도는 가상공간의 연결구조, 네비게이션 정보 등 다양한 정보를 가지고 있다. 또한 이 저작도구는 사용자가 광범위한 3차원 가상공간을 쉽게 구축할 수 있게끔 사용자 인터페이스를 제공하고 있다.

Abstract

This paper presents the development of a certain highly efficient authoring tool for constructing realistic 3D virtual space using image-based rendering techniques based on a virtual space map. Unlike conventional techniques such as TIP, for constructing a small 3D virtual space using single image, the authoring tool developed herein produces a wide 3D virtual space using multiple images. This tool is designed for constructing each small 3D virtual space for each input image, and for interconnecting these 3D virtual spaces into a wide 3D virtual space using a virtual space map. The map consists of three elements such as specific room, link point and passageway, and three directions. It contains various information such as the connection structure, the navigation information and so on. Also, the tool contains a user interface that let users construct the wide 3D virtual space easily.

▶ Keyword : (영상기반 렌더링)Image-Based Rendering, (가상공간)Virtual Space, (가상공간지도)Virtual Space Map, (네비게이션 시스템)Navigation System, (저작도구)Authoring Tool

• 제1저자 : 정일홍

• 접수일 : 2006.05.10, 심사완료일 : 2006.05.22

* 대전대학교 컴퓨터공학과 부교수, ** 대전대학교 컴퓨터공학과 대학원

I. 서론

최근 영상기반 렌더링 기법은 렌더링 비용의 절감, 높은 사실성의 제공, 낮은 복잡성, 낮은 요구사항 등의 장점을 살려 많은 연구와 발전이 되고 있다. 또한, 가상공간의 사실성을 높이거나 성능을 향상시키기 위한 여러 가지 이론과 기술, 알고리즘들이 개발되고 있다[1,2,3,4]. 영상기반 렌더링 기법은 기존의 렌더링 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 기법(IBM)을 적용하고 가상공간지도라는 새로운 개념을 도입하여 3차원 가상공간을 구축하는 저작도구의 개발에 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 가상공간지도 기반의 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.

이후 2장에서는 IBM(Image-Based Modeling and Rendering) 배경 모델링 기법들로서 평면 영상을 이용한 TIP 기법과 파노라마 영상을 이용한 실린더 기반의 기법에 관련된 기존의 연구에 대하여 기술한다[5,6,7,8]. 3장에서는 3차원 가상공간을 구축하기 위한 3차원 가상공간의 형태를 분류하고, 가상공간 지도의 정의 및 설계와 이에 따른 네비게이션 시스템의 설계에 관하여 서술하고 있다. 4장에서는 앞에서 설계한 3차원 가상공간 저작도구의 구현과 성능에 대해 기술한다. 마지막으로 5장에서는 본 연구의 결론 및 향후과제를 제시한다.

II. 관련 연구

이 장에서는 2차원 영상을 기반으로 3차원 가상공간을 구성할 수 있는 TIP 기법과 파노라마 영상을 기반으로 3차원 가상공간을 구성하는 기법에 대해 기술한다.

2.1 TIP 기법을 이용한 3차원 가상공간 설계

TIP(Tour Into Picture)는 Youichi Horry가 제안한 방법으로, 2차원 이미지 내부를 3차원 공간으로 구성하여 간단한 네비게이션 시스템을 제공한다[5]. 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 네비게이션을 구현하게 된다. 다음은 TIP 기법을 이용하여 3차원 가상공간을 생성하는 전체적인 과정을 요약한 것이다 [5,6,7,10].

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

2.2 파노라마 영상을 이용한 3차원 가상공간 설계

이 방법은 일반 사진기로 촬영한 사진을 쪽 이어 붙여 파노라마 사진을 제작한 뒤 이 파노라마 영상을 관찰자를 싸고 있는 원통으로 만든 후 원통의 일부 영상만을 화면에 보여주는 방법으로써, 마치 관찰자가 촬영한 공간을 360도 훑어보는 효과를 주게 된다[1,8,9].

이 기법은 비교적 쉽게 구현 할 수 있으며 심하게 입력 영상이 왜곡되지 않는다. 가상공간의 사실성 측면에서는 사실성이 높다고 할 수 있다. 하지만 TIP 기법과는 달리 관찰자가 가상공간 내부를 시점을 변경하면서 네비게이션 할 수 없다는 단점이 있다. 관찰자의 시점을 회전변환에 의해 360도 돌아보고, 줌 인-아웃 할 수 있을 뿐, 가상공간 내부를 관찰자가 돌아다닐 수는 없다. 입력 영상이 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. 그림 1은 파노라마 영상을 이용하여 실린더에 3차원 가상공간을 구축하는 기법을 보여주고 있다.

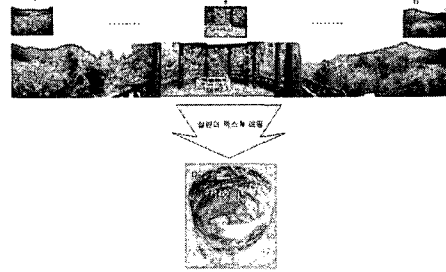


그림 1. 파노라마 영상을 이용한 실린더 기반의 기법 구현
Fig. 1. Technique based on cylinder using panorama images

이 기법을 간단하게 설명하면, 우선 그림 1에서 보듯이, 평면영상을 이어 붙여 입력영상을 사용하게 될 파노라마 영상을 제작한다. 그리고 3차원 공간상에 원통형으로 같은 크기의 여러 개의 사각형을 배열하여 요구하는 가상공간을 구성한다. 그리고 3차원상의 각 사각형에 입력된 파노라마 영상을 대응되도록 텍스처 매핑을 한다. 그리고 가상 카메라는 원통의 중점에 배치하면 가상공간이 생성된다.

III. MVSD(Map-Based Virtual Space Designer) 저작도구의 설계

본 장에서는 제안하고자 하는 가상공간지도 기반 3차원 가상공간 저작도구인 MVSD(Map-based Virtual Space Designer) 시스템의 설계에 대하여 설명하고자한다. 좀 더 자세히 서술하면, 먼저 각 입력영상마다 독립적인 3차원 가상공간을 구축한다. 이렇게 구축된 가상공간을 연결하기 위해 가상공간 지도를 정의하고, 가상공간 지도의 연결구조에 따라 각 가상공간을 연결하여 보다 광범위한 3차원 가상공간을 구축할 수 있도록 하는 것이다.

3.1 3차원 가상공간 구축

가상공간을 구축하기 위한 입력영상의 개수에 따라 3차원 가상공간을 단일영상기반 가상공간과 복수영상기반 가상공간으로 나누어 설계하고 구축기법을 정의한다.

단일 영상기반 가상공간은 TIP 기법이나 실린더 기반 기

법 같은 기존의 기법들을 사용하여 하나의 영상을 입력받아 구축된 하나의 가상공간으로 정의한다. 3차원 가상공간 구축기법은 저작도구 사용자에게 의해 선택되어지며, 기본 값으로 파노라마 영상은 실린더 기반의 기법을 사용하고, 일반적인 평면 영상은 TIP 기법을 사용한다.

단일 영상기반 가상공간은 하나의 작은 가상공간으로써 독립적인 하나의 3차원 가상공간을 구성하거나 복수 영상기반 가상공간을 구성하는데 일부분으로 재사용될 수 있다. 그림 2는 하나의 영상을 입력받아 단일 영상기반 가상공간을 구축하는 방법을 도식화한 것이다.

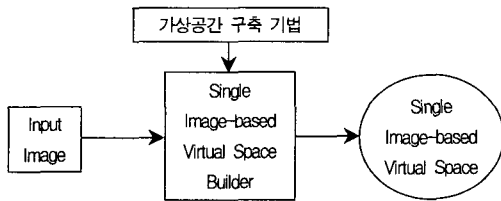


그림 2. 단일영상기반 가상공간의 구축
Fig. 2. Constructing a virtual space based on single image

복수 영상기반 가상공간은 여러 장의 영상을 입력받아 구축된 가상공간으로 정의한다. 먼저 입력영상 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, MVSD 가상공간 지도(Virtual Space Map)에 의해서 연결된다. 따라서 복수 영상기반 가상공간은 단일 영상기반 가상공간들이 MVSD 가상공간 지도에 의해서 연결된 광범위한 3차원 가상공간이라고 할 수 있다. 그림 3은 복수 영상기반의 가상공간을 구축하는 방법을 도식화한 것이다.

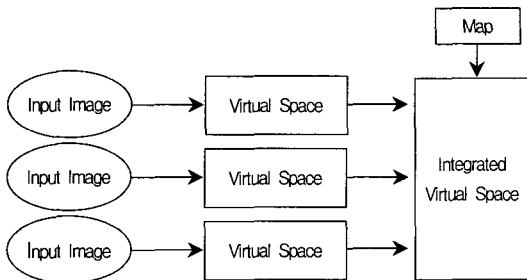


그림 3. 복수영상기반 가상공간의 구축
Fig. 3. Constructing a virtual space based on multiple images

3.2 MVSD 저작도구 시스템의 구성

MVSD 저작도구의 궁극적인 목표는 2차원 입력 영상을 이용하여 3차원 가상공간을 구축하는데 사용자에게 보다 높은 효율성과 편의성을 제공하는 것이다. 따라서 이 저작도구는 입력 영상 각각에 대해 작은 3차원 가상공간을 구축하고 먼저 정의된 가상공간지도를 사용하여 이 독립적인 3D 가상공간을 서로 연결하여 광범위한 3차원 가상공간을 구축할 수 있게 설계되었다. 또한 이 저작도구는 사용자가 광범위한 3차원 가상공간을 쉽게 구축할 수 있게끔 사용자 인터페이스를 제공하고 있다. 그림 4는 MVSD 저작도구 시스템의 구성도를 보여주고 있다.

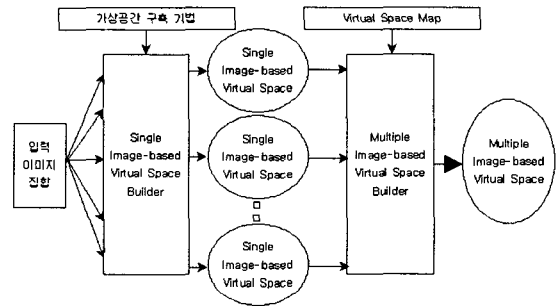


그림 4. MVSD 저작도구 시스템의 구성도
Fig. 4. Outline of MVSD authoring system

그림 4에서 보는 것처럼 MVSD 저작도구 시스템에 의해 구축된 복수 영상기반 가상공간은 단일 영상기반 가상공간의 집합체이며, 가상공간지도는 각각의 3차원 가상공간의 연결구조에 대한 정보와 관측자의 네비게이션 정보를 포함하게 된다. 복수 영상기반 가상공간은 정의된 가상공간지도에 의해 하나의 광범위한 3차원 가상공간으로 구축되며 네비게이션 시스템도 이것에 의해 정의된다.

3.3 MVSD 가상공간지도(Virtual Space Map)

본 절에서는 MVSD 저작도구를 사용하여 광범위한 3차원 가상공간을 구축하기 위해 필요한 MVSD 가상공간 지도의 구성요소들에 대해 정의하고자 한다. MVSD 가상공간 지도는 단일 영상기반 가상공간들 간의 연결 구조를 나타낼 뿐만 아니라, 전체 가상공간을 네비게이션 할 때 중요한 지도 역할을 하게 된다. MVSD 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.

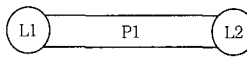
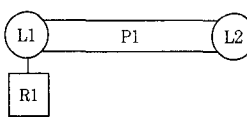
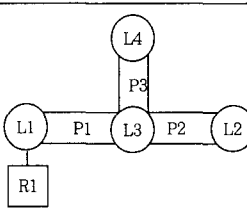
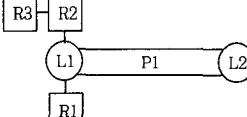
MVSD 가상공간지도는 세 가지 구성요소와 세 가지 방향을 정의한다. 먼저 특정 공간(Specific Room), 연결점(Link Point), 통로(Passageway)의 세 가지 구성요소와 정방향, 역방향, 양방향의 세 가지 방향이 그것이 된다. 표 1은 본 논문에서 제안하는 가상공간지도의 세 가지 구성요소와 방향들에 대해 표기법 및 기본 가상공간 구축 기법에 대해 설명하고 있다.

표 1. 가상공간 지도의 구성요소 및 기본 구축기법
Table 1. Components and basic constructing techniques of a virtual space map

구성요소	표기	내용	기본 가상공간 구축 기법
특정 공간 (Specific Room)	R	전체 가상공간 내에 존재하는 작은 실내 공간이다.	파노라마 이미지 기반의 실린더 기법
연결점 (Link Point)	L	개별적인 가상공간들이 서로 연결되는 지점의 가상공간을 의미한다.	파노라마 이미지 기반의 실린더 기법
통로 (Passage way)	P	가상공간 내에서 복도와 같은 역할을 하는 공간이다.	TIP
방향 (Direction)	→	관측자 네비게이션이 한쪽 방향으로만 가능하다	
	←	관측자 네비게이션이 두 가상공간 사이에서 양방향으로 가능하다	
	↔	관측자 네비게이션이 두 가상공간 사이에서 양방향으로 가능하다	

표 2는 MVSD 가상공간지도의 구성요소를 사용하여 가상공간지도를 구성하는 예를 보여주고 있다.

표 2. MVSD 가상공간지도의 구성 예
Table 2. Examples of constructing a MVSD virtual space map

MVSD 가상공간지도	설명
	두 장의 파노라마 이미지가 각각 L1, L2 연결점 가상공간에 입력된다. P1 통로공간의 입력 이미지로 두장이 입력되어야 하는데, 두 연결점의 이미지에서 각각 통로를 반영한 일부분을 입력한다. 이 두 이미지는 통로 P1을 양쪽 방향으로 움직일 수 있는 TIP 가상공간을 구축한다.
	위의 경우애다가 특정 공간 하나가 추가된 가상공간이다. 이 가상공간은 세 장의 입력 이미지로 구축된다. L1 연결점에서 R1 특정 공간으로 연결된다.
	통로 공간이 교차되는 경우의 예이다. 이 경우는 교차되는 통로에 연결점 공간으로 구성하여 교차지점에서 관찰자가 360도 관찰할 수 있도록 한다. 그리고 통로 공간은 항상 연결점 공간으로 구성하여 관찰자가 되돌아올 수 있도록 한다.
	이 예는 특정 공간에서 또 다른 특정 공간으로 연결된 것을 보인다. 특정 공간 간의 연결은 연결점 공간이 있을 수도 있고 없을 수도 있다.

3.4 MVSD 가상공간의 네비게이션 설계

MVSD 저작도구는 광범위한 3차원 가상공간을 구현하기 위해 여러 개의 입력영상을 사용하며 각 영상에 대하여 각각의 단일 영상기반 가상공간을 구축하게 된다. 그리고 각 3차원 가상공간을 가상공간지도를 이용하여 광범위한 복수 영상기반 가상공간을 구축할 수 있도록 설계하였다. 이러한 이유로 특정 가상공간에서 또 다른 가상공간으로의 네비게이션 기능을 설계할 필요성이 있다. 그림 5는 가상공간 간의 네비게이션 설계를 도식화 한 것이다.

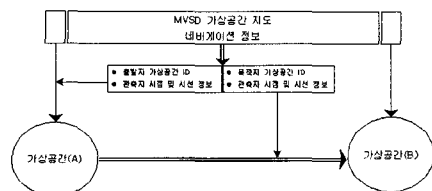


그림 5 복수영상기반 가상공간의 네비게이션 설계
Fig. 5. Design of virtual space navigation system based on multiple images

MVSD 가상공간지도는 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 MVSD 가상공간지도의 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 6은 가상공간 내부에서 관측자에 의한 네비게이션 수행 과정을 도식화한 것이다.

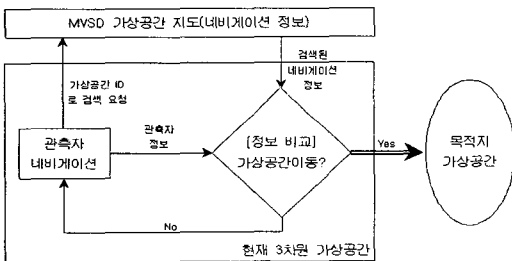


그림 6. 가상공간 사이의 네비게이션 수행과정
Fig. 6. Navigation process steps between virtual spaces

IV. MVSD 저작도구의 구현

본 장에서는 단일 영상기반 가상공간을 구축하기 위해 사용된 각 영상기반 모델링 및 렌더링 기법 등의 구현과 영상기반 가상공간 구축을 위해 사용된 MVSD 가상공간지도의 구현에 대해 기술하고자한다. 그리고 MVSD 저작도구에 의해 구축된 3차원 가상공간에서의 네비게이션 시스템의 구현을 포함하고 있다.

4.1 영상기반 3차원 가상공간 모델의 구현

MVSD 저작도구는 여러 개의 입력영상에 대해서 독립적인 각각의 단일 영상기반 가상공간을 구축하고, 이들을 상호 연결하여 복수 영상기반 가상공간을 구축하도록 설계하였다. 본 절에서는 각각의 단일 영상기반 가상공간의 구현에 대하여 다루고자 한다. 3차원 가상공간 구축기법에 따른 3차원 가상공간 구현에 앞서 일반적인 단일 영상기반 가상공간의 모델을 정의하도록 한다. 이 모델 내부에는 가상공간을 구축하기 위한 기본적인 설정을 포함하고 있어야 할 것이며, 어떠한 3차원 가상공간 구축기법에서도 일반화 되어야 할 것이다.

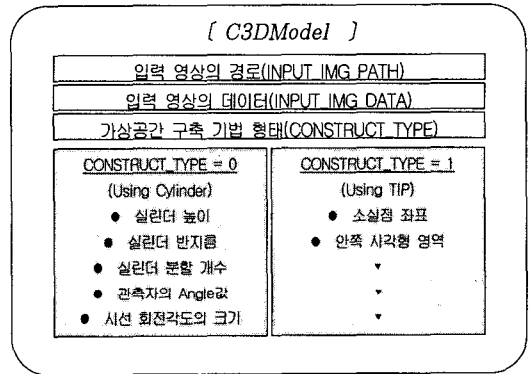


그림 7. 영상기반 3차원 가상공간 모델
Fig. 7. 3D virtual space model based on 2D image

그림 7은 영상기반의 3차원 가상공간의 모델을 표현하고 있다. 이 모델은 크게 3차원 가상공간을 구축하기 위해 필요한 일반적인 요소들과 각 구축기법들이 요구하는 특별한 요소들로 나눌 수 있다. 일반적인 구성요소들은 입력영상의 경로와 입력영상의 데이터, 그리고 구축기법 형태로 구성되며, 구축기법 형태(CONSTRUCT_TYPE)의 값은 내부적으로 각 기법에 따라 미리 정수 형으로 정의되어 있어야 한다. 그리고 구축기법에 따른 특별 구성요소들은 구축기법 형태의 지정에 따라 각기 다른 요소들로 구성된다. 예를 들어 실린더 기반의 기법을 지정하면 실린더 기하의 분할개수, 실린더 높이 및 반지름과 같은 요소들이 되며, TIP 기법을 지정하면 소실점의 좌표와 안쪽 사각형과 같은 기법 들만의 고유한 요소들이 구성요소가 되는 것이다.

이렇게 정의된 3차원 가상공간 모델을 기반으로 MVSD 가상공간지도의 구성요소 중에서 주로 특정 공간(Specific Room)과 연결점(Link Point) 가상공간을 구축하기 위한

기법으로 파노라마 영상을 이용한 실린더 기반 가상공간 구축기법을 구현하였고, 가상공간 지도(Virtual Space Map)의 구성요소 중 통로(Passageway) 공간을 구축하기 위한 기법으로 평면 영상을 이용한 TIP 가상공간 구축기법을 구현하였다. 그림 8은 실린더 기반 가상공간 구축기법을 사용하여 구축된 가상공간을 보여주고 있다.

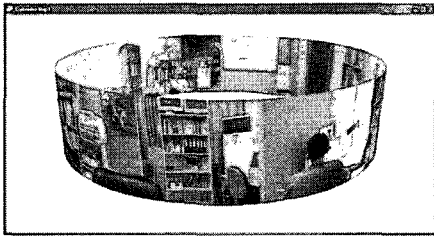
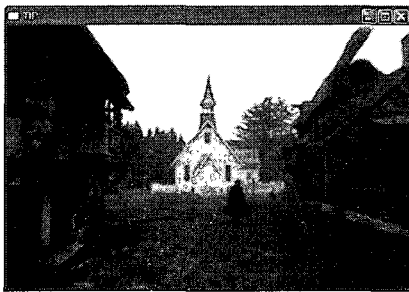


그림 8. 실린더 기반 3차원 가상공간의 구축
Fig. 8. Virtual space constructing based on cylinder technique.

그림 9는 TIP 가상공간 구축기법으로 구현된 가상공간을 보여주고 있고 관측자의 시점을 변경한 가상공간을 보여주고 있다.



(a) TIP 기법으로 구현한 3차원 가상공간



(b) 관측자의 시점 변경
그림 9. TIP 기법을 이용한 3차원 가상공간의 구축
Fig. 9. 3D Virtual space constructing based on TIP technique.

4.2 MVSD 가상공간지도 및 네비게이션 시스템 구현

MVSD 제작도구는 궁극적으로 단일 영상기반 가상공간을 상호 연결하여 복수 영상기반의 광범위한 가상공간의 구축을 목표로 하고 있다. 복수 영상기반 가상공간을 구축하기 위해서는 가상공간들을 상호 연결해 주는 가상공간지도의 구현이 이 논문의 핵심 부분이다.

우선 가상공간 지도를 구현하기 위해서 가상공간지도 내부에 존재하는 네비게이션 정보에 대한 정의가 필요하다. 이 네비게이션 정보는 출발지 가상공간 ID, 목적지 가상공간 ID, 출발지에서의 관측자 시선, 목적지에서의 관측자 시선으로 구성된다. 표 3은 네비게이션 정보의 구성과 데이터에 대한 설명이다.

표 6. 네비게이션 정보의 구성과 설명
Table 3. Components and description of navigation information

네비게이션 정보	데이터 형태	설명
출발지 가상공간 ID	정수	네비게이션 정보를 검색하기 위한 키(Key)가 된다.
출발지 관측자 시선	실수	출발지 가상공간에서 목적지 가상공간으로 향한 방향을 각도로 나타낸 것으로 현재 관측자의 시선과 이 값이 일치할 경우 가상공간 간의 네비게이션이 시작된다.
목적지 가상공간 ID	정수	네비게이션이 수행될 때, 목적지가 되는 가상공간의 ID이다.
목적 관측자 시선	실수	출발지 가상공간에서 목적지 가상공간에 도착했을 때, 관측자가 바라보아야 할 시선을 각도로 나타낸 것이다.

현재 관측자의 시선이 변경될 때마다 현재 가상공간 ID를 키(Key)로 사용하여 가상공간 지도상의 네비게이션 정보를 검색하게 된다. 그리고 관측자 시선과 출발지 시선의 각도와 일치하게 되면 전진(Forward) 네비게이션을 가능하게 하고, 관측자가 전진하여 다음 가상공간 즉, 목적지 가상공간으로 이동하게 된다. 그리고 나서 목적지 가상공간에서는 질의한 네비게이션 정보에서 목적지 관측자 시선으로 현재 관측자 시선을 갱신한다. 이러한 처리 과정을 각 가상공간마다 반복을 하면서 복수영상 가상공간을 네비게이션 하게 된다.

4.3 MVSD 저작도구의 사용자 인터페이스 및 기능 구현과 비교 분석

본 절에서는 MVSD 저작도구의 전체적인 인터페이스의 구현을 다루고자 한다. 그림 10은 MVSD 저작도구의 기능을 요약하여 보여주고 있는 메인 인터페이스이다.

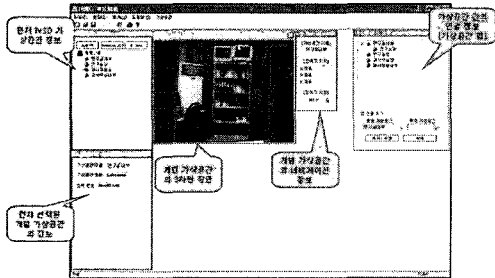


그림 10. MVSD 저작도구의 전체 사용자 인터페이스의 예
Fig. 10. Example of the MVSD authoring tool's user interface

주요 인터페이스 기능으로 현재 저작도구 내의 가상공간의 정보, 현재 선택된 개별 가상공간의 정보, 개별 가상공간의 3차원 장면 보기, 개별 가상공간의 네비게이션 정보, 가상공간간의 연결정보(가상공간지도) 등이 있다.

MVSD 저작도구는 복수 영상기반 가상공간을 구축하는 것이 목적이므로 사용자에게 의해서 입력영상을 추가하여 새로운 3차원 가상공간을 구축할 수 있어야 하며, 현재 가상공간에 대한 정보를 사용자에게 전달할 수 있어야 한다. 그리고 현재 추가되어 있는 여러 가상공간의 연결 구조를 알기 위해서 가상공간지도의 연결 정보가 있어야하며 사용자에게 의해서 연결 구조를 지정 또는 수정할 수 있어야 한다. 마지막으로 사용자는 현재 위치한 가상공간의 네비게이션 정보와 관측자 정보를 알아볼 수 있도록 구현하였다.

그림 11은 현재 저작중인 가상공간에 새로운 가상공간을 추가하는 것을 나타내고 있다. 그림 11에서 보는 것과 마찬가지로 새로운 가상공간을 추가하기 위해서는 가상공간의 이름, 구축형태(기법), 입력영상을 사용자에게 의해 입력받아야 한다. 그리고 가상공간에 대한 ID(식별자)는 MVSD 저작도구에서 내부적으로 임의의 정수로 설정된다.

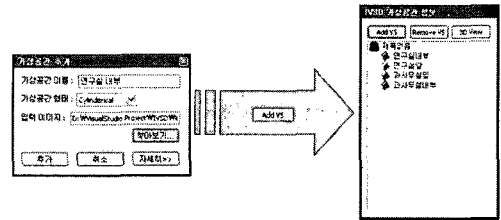


그림 11. MVSD 저작도구의 새로운 가상공간의 추가
Fig. 11. Process of inserting new virtual space using the MVSD authoring tool

그리고 현재 추가된 3차원 가상공간은 개별적으로 3차원 장면을 볼 수 있어야 한다. 복수 영상기반 가상공간에서 가상공간 간의 네비게이션 하기 위해서는 출발지와 목적지의 관측자 정보가 필요하기 때문에 각 3차원 가상공간을 미리 관측함으로써 필요한 네비게이션 정보를 알아내어야 한다. 그래서 이 정보를 바탕으로 가상공간지도도를 생성할 수 있다. 그림 12는 각 가상공간에 대한 3차원 장면 보기를 한 그림으로써 창(window) 옆에 대화상자가 나타나 관측자의 네비게이션 정보를 보여주고 있다.

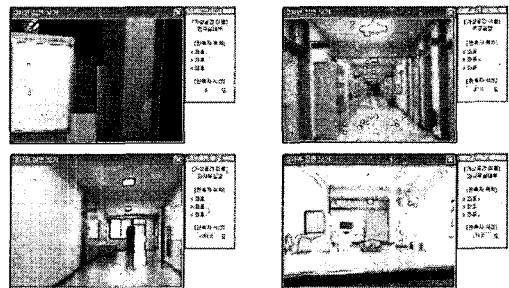


그림 12. 가상공간의 3차원 장면 보기의 예
Fig. 12. Example of each virtual space with navigation information

구축된 광범위한 가상공간을 평가하는 가장 중요한 지표는 구축된 가상공간의 네비게이션 기능이다. 네비게이션 기능에는 가상공간에서 관측자 시점 이동이 가능한지, 관측자 360도 회전 기능 등이 있다. 표 4에서는 기존의 가상공간

구축기법과 본 논문에서 제안한 가상공간 구축기법으로 구축된 가상공간에 대한 네비게이션 기능을 비교 분석하였다. 표 4에서 MVSD 저작도구로 구축된 3차원 가상공간의 네비게이션 기능이 기존의 기법보다 우수함을 보여주고 있다.

표 4. 기존의 기법과 새로운 기법간의 네비게이션 기능 비교
Table 4. Comparison of navigation function between contentional techniques and new technique

가상공간 구축기법	관측자 시점 이동	관측자 360도 회전
Cylinder-based	불가능	가능
TIP	가능	불가능
MVSD	가능	가능

V. 결론

본 논문에서는 여러 장의 영상을 입력하여 여러 개의 가상공간을 구축하고 가상공간지도의 개념을 도입하여 이를 연결함으로써 광범위한 3차원 가상공간을 구축할 수 있는 MVSD 저작도구의 설계에 관하여 기술하였다.

MVSD 저작도구는 사용자가 입력 영상을 쉽고 빠르게 3차원 가상공간으로 구축할 수 있도록 구현되었고 렌더링 된 가상공간을 사용자가 직접 여행할 수 있도록 각 가상공간 특성에 맞는 네비게이션 시스템을 제공한다. 따라서 이 저작도구를 사용하면 가상공간에 대해 잘 모르는 사용자도 손쉽게 3차원 가상공간을 저작하고 네비게이션 할 수 있게 해준다.

이 논문에서 제안한 MVSD 저작도구에 의한 3차원 가상공간은 영상을 기반으로 하고 있으므로 3차원 모델기반 렌더링 같은 기존의 전통적인 방법보다 빨리 가상공간을 구축할 수 있다. 그리고 이 저작도구로 구축된 가상공간의 네비게이션 기능은 영상을 기반으로 가상공간을 구축하는 기존의 기법인 TIP 이나 실린더 기법보다 더 우수하다. 이러한 장점을 이용한다면 로컬 시스템에서만이 아니라 인터넷상에서도 3차원 가상공간을 구축할 수 있을 것이다.

향후 MVSD 저작도구의 설계에 대한 연구를 개선하기 위해서는 아래와 같은 제반 문제점들을 해결해야 할 것이다. 이 MVSD 저작도구는 특정 가상공간에서 인접한 가상공간

으로 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] 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.
- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 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.

- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] Chen, S. E. "Quicktime VR - An Image-based Approach to Virtual Environment Navigation" Proc. SIGGRAPH '95 (Los Angels, California, August 6 -11, 1995). In Computer Graphics Proceedings, Annual Conference Series, 1995. ACM SIGGRAPH, pp. 29-38.
- [9] 이희만, "스테레오 비전을 이용한 가상환경 구현", 한국 컴퓨터정보학회논문지, 제9권, 제3호, pp. 79-85, 2004.9.
- [10] 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).

저자 소개



정 일 홍

1993년 에리조나주립대학 컴퓨터공학과 졸업 (공학석사)
 1998년 에리조나주립대학 컴퓨터공학과 졸업 (공학박사)
 1998년~현재 대전대학교 컴퓨터학과 교수
 <관심분야> 컴퓨터 그래픽스, 멀티미디어, 애니메이션, 가상현실, 영상처리, 디지털 콘텐츠



김 은 지

1999년 대전대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학석사)
 2004년 대전대학교 대학원 컴퓨터공학과 박사과정 수료
 2002년~2005년 정보통신진흥원 지원 프로그래밍 전문 강사
 <관심분야> 컴퓨터그래픽스, 애니메이션, 디지털 콘텐츠, 가상현실