

QuickTimeVR을 이용한 큐브 가상현실 공간 구현

이종찬* · 박경숙** · 김응곤***

1. 서론

가상현실은 원초적(primary) 감각 입력을 컴퓨터에 의해서 생성된 정보와 대체함으로써, 참여자로 하여금 실질적으로 다른 장소에 있다고 확신하도록 만드는 기술이다[1]. 또한 가상현실은 사용자로 하여금 마치 현실 세계처럼 생생한 3차원적 상황과 상호 작용할 수 있게 만드는 컴퓨터 환경에 대한 전자적 모의(electronic simulation)라 표현하듯이 그 개념을 간단하게 정의하기가 쉽지 않다[2]. 단어 자체가 가상(Virtual)과 현실(Reality)이라는 상반된 의미를 하나로 묶었을 뿐 아니라 가상현실을 구현하는 기술도 하드웨어와 소프트웨어를 포함하는 컴퓨터 기술과 심리학(心理學), 생리학(生理學)의 인간공학(人間工學) 등의 다양한 분야가 망라되어 있기 때문이다.

이러한 가상현실의 종류는 크게 두 부분으로 나누어지는데 배경 중심의 Panorama 기술과 사물 중심의 Object 기술로 구별되며[3], 이를 구현하고 있는 대표적인 기술로는 Interactive Picture사의 IPIX, IBM사의 HotMedia, Apple사의 QuickTime VR과 Live Picture사의 RealityStudio 등으로 각각 장단점을 가지고 현재 제품화되어 사용되고

있다[4].

하지만 이들 대표적인 기술들 모두는 Object VR에 대하여서 관찰자가 Object를 Top, Bottom, Right, Left로 회전(rotate) 시키면서 확대(zoom in), 축소(zoom out)가 가능한 상태로 입체적인 접근 방법을 제공하지만[3,5,6], Panorama VR의 표현에 있어서는 제작 기술의 제한된 상황으로 Top과 Bottom의 표현이 왜곡되거나 표현되지 못하는 단점을 보이고 있는 실정이다[6].

따라서 본 논문에서는 파노라마의 기본적 개념과 파노라마 가상현실 공간 제작과정을 통하여 Top과 Bottom의 표현이 되지 못하는 단점을 파악하고, Top과 Bottom의 표현을 근본적으로 가능하게 하는 Apple QuickTimeVR의 새로운 큐브 타입 데이터 형식을 이용하여 큐브 파노라마 가상현실 공간을 구성하도록 한다.

2. 파노라마 가상현실 공간의 제작과 문제점

파노라마는 그림1과 같이 node라 불리는 하나의 점으로 집중된다. 이 집중된 점으로부터 3차원의 공간을 바라보는 시각은 그 점을 둘러싸고 있는 원통형 모양으로 이전되어진다.

하나의 파노라마는 하나의 전체적인 혹은 부분적인 수평적인 점으로부터의 시점을 가진다. 어느 정도의 수직적인 움직임 또한 가능하지만 이는

* 순천침암대학 정보통신과
 ** 한영대학 인터넷소프트웨어과
 *** 순천대학교 컴퓨터과학과

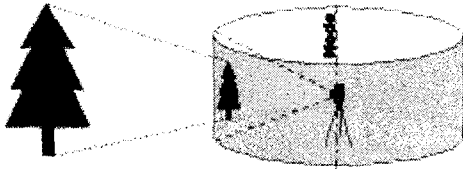


그림 1. 파노라마 node로부터 보기

단지 원통형 공간의 수직적 높이에 제한된다. 이는 마치 하나의 제한된 수평적인 활동공간을 가지는 것과 유사하다. 그 중앙의 점으로부터 관찰자는 그 시각적 위치에 있어 보는 각도에 따라 달라지는 특정한 한 시점으로부터 그림2처럼 확대(zoom in), 축소(zoom out)를 할 수 있다. 따라서 그러한 시각은 원통형 모양을 관찰자의 화면상에 하나의 창(window)의 모습으로 이전시킬 수 있다. 가령, 관찰자가 하나의 파노라마 상에서 확대를 한다면, 그 화면상에서는 같은 크기이나 점점 작아지는 원통형 모양의 영역이 표시되어지는 것이다[7].

즉, 파노라마 가상현실은 이러한 개념에 의하여 다음 그림3과 같이 제작된다. 파노라마 가상현실은 자신의 주위를 둘러싸고 있는 하나의 원통형 이미지임으로 제작 과정은 외부의 현실 세계나 컴퓨터가 렌더링(rendering)한 3차원 이미지로부터 출발하게 된다[8].

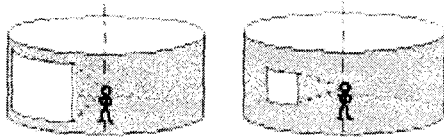


그림 2. 확대, 축소에 따른 영역 표시

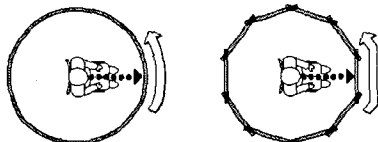


그림 3. 파노라마 가상현실 공간에서 바라보기

대부분의 이미지는 촬영된 사진으로 전체 배경의 일부분만을 보여 주지만 여러 사진을 Stitching과 Tileing 기술을 이용하여 파노라마 가상현실 공간을 그림4와 같이 생성하게 한다. 즉 일정한 각도로 촬영한 사진을 Stitching 기술을 이용하여 펼쳐진 형태로 붙이고, 그 붙여진 파일을 Tileing하여 원근감에 관계된 정보를 포함하는 이미지 파일로 나누게 된다[9,10].

이처럼 제작되는 Apple QuickTimeVR을 포함한 대부분의 파노라마 가상현실 관련 기술들은 표현에 있어서 제작 기술의 제한된 상황으로 Top과 Bottom의 표현이 왜곡되거나 표현되지 못하는 문제점을 안고 있다[6]. 그림 3과 같이 원통형에 기반을 두고 사진을 촬영할 때 수직적 배경에 대해서 Top과 Bottom에 대한 정보가 전혀 없는 이미지를 촬영하게 된다. 이러한 기본 배경 사진으로 구성되면 Top과 Bottom에 대한 표현이 불가능하게 된다. 보다 넓은 각도의 Top과 Bottom

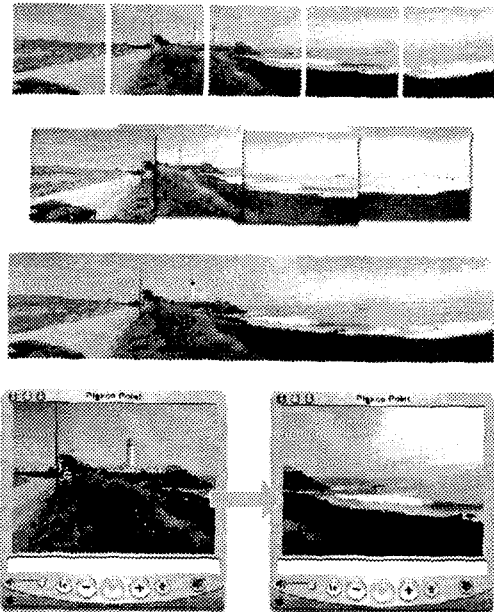


그림 4. 파노라마 가상현실 공간 제작 과정

에 대한 표현을 위하여 광학 렌즈를 사용하더라도 먼 거리에서 볼 때 밀어내는 듯한 왜곡 현상[7]을 보이는 등 근본적인 공간 재구성을 요구하고 있는 실정이다.

3. 큐브 파노라마 가상현실 공간 구현

본 논문에서는 미국 Apple사의 QuickTimeVR 기술을 이용하여 Macintosh상에서 큐브 파노라마 가상현실 공간을 구현하였다. Apple사의 QuickTimeVR은 Macintosh용과 Windows용 모두 개발을 위한 API가 준비되어 있어 새로운 형태의 가상현실 공간을 구현하는데 많은 편리함을 주고 있기 때문이다.

그림5와 같이 새로 제안하는 큐브 파노라마 가상현실은 관찰자가 Top, Bottom, Right, Left, Front, Back 어느 방향을 보더라도 이를 가능하게 하는 간단한 6개의 면을 가진 정육면체로 구성된다. 결과적으로 기존의 file format에서 가지고 있지 않은 Top과 Bottom에 대한 면을 추가하여 구성하였다.

또한 각 면은 실제적으로 다시 작은 부분으로 분리될 수 있도록 확장된 구조의 file format으로 설계하였으며, 기존 QuickTimeVR의 파노라마 가상현실과의 호환성 또는 이러한 atom을 구성하

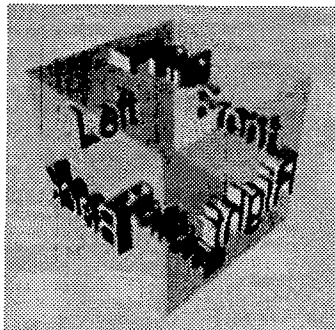


그림 5. 큐브 파노라마 가상현실 공간 구성

지 않을 경우를 위하여 가장 단순한 정육면체로 구성되도록 기본 값을 설정하였다. 기존의 QuickTimeVR track에 저장되는 순서는 동일하지만 큐브 타입을 위한 자료 표현의 배열 순서는 그림 6과 같이 다르게 표현하도록 구성하였다.

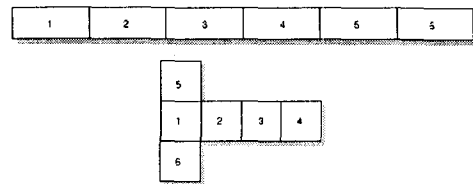


그림 6. 큐브 파노라마 가상현실 자료의 배열 순서

또한, 큐브 파노라마 가상현실의 data track은 표준 QuickTime 비디오 트랙인 QTVR track, panorama track, hot-spot track, fast-start preview track과 image track을 포함하는 QuickTimeVR의 파노라마 가상현실과 동일하게 구성되었다. 하지만 기존의 QuickTimeVR의 큐브 파노라마 가상현실과 구별하기 위하여 기존 flag를 Cube, Horizontal Cylinder, Vertical Cylinder 3가지로 확장하였으며, 기본 atom의 데이터 구조는 다음과 같이 구성된다.

```
struct QTVRCubicViewAtom {
    Float32 minPan;
    Float32 maxPan;
    Float32 minTilt;
    Float32 maxTilt;
    Float32 minFieldOfView;
    Float32 maxFieldOfView;
    Float32 defaultPan;
    Float32 defaultTilt;
    Float32 defaultFieldOfView;
};
typedef struct QTVRCubicViewAtom QTVR
CubicViewAtom;
```

그리고 이에 대한 최대, 최소 값은 각각 다음과 같다.

minPan	0.0
maxPan	360.0
minTilt	-90.0
maxTilt	90.0
minFieldOfView	5.0
maxFieldOfView	120.0

또한 이 atom은 각 면에 대한 자료 구조의 배열이 되며, 배열의 각 항은 다면체가 규정하는 어떠한 형태이든지 하나의 면을 표현하도록 다음과 같이 구성하였다.

```
struct QTVRCubicFaceData {
    float orientation[4];
    float center[2];
    float aspect; //set to 1
    float skew; //set to 0
};
typedef struct QTVRCubicFaceData QTVR
CubicFaceData;
```

이러한 데이터 구조는 다음의 식(1)과 같이 4차원 방정식에 의하여 자연스럽게 계속적으로 회전이 가능한 표현이 될 수 있도록 한다. 우선 4차원 방정식은 4개의 실수로 회전축과 회전 각도를 나타내는 값들로 다음 식(2)와 같이 규정된다.

$$[w \ x \ y \ z] \tag{1}$$

$$\underbrace{w}_{\text{scalar}} \quad \underbrace{x \ y \ z}_{\text{vector}} \tag{2}$$

여기서 w는 스칼라, 그리고 x, y, z는 3D에서 회전의 축을 의미하는 벡터 부분을 나타내며, 다음 그림7과 같은 의미를 가지고 있게 된다.

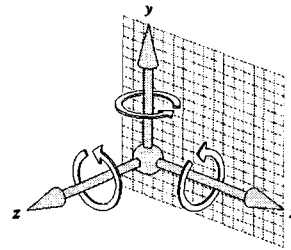


그림 7. 벡터 좌표 개념

이처럼 식(1)과 같이 표시되는 4차원 방정식은 다음의 식(3)을 간단하게 표시한 것이며,

$$\cos\left(\frac{\theta}{2}\right) \sin\left(\frac{\theta}{2}\right) [ax \ ay \ az] \tag{3}$$

$w \quad x \ y \ z$

이 네 개의 값은 다음 식(4)로 표준화된 것이다.

$$w^2 + x^2 + y^2 + z^2 = 1 \tag{4}$$

이러한 공간 벡터 값을 이용하여 바라보는 위치를 결정할 수 있게되는데, 만약 정면을 바라보는 경우, 전혀 회전하지 않은 위치의 값을 가지게 되어 다음 식(5)와 같이 표현될 수 있다.

Standard position (0°)

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \tag{5}$$

$w \quad x \quad y \quad z$

만약, 일반적인 파노라마 가상현실처럼 y축으로 180도 회전하게되면, 180도의 반값이 90이므로, cosine 90을 적용하면 0이 되며 sine 90은 1이 된다. 따라서 y축으로 회전하는 경우에는 [0 1 0]을 적용하여 다음 식(6)과 같이 표현된다.

다음 식(7)과 식(8)은 오른쪽과 왼쪽으로 각각

$$\begin{matrix} 180^\circ \text{ about } y \\ [0 & 0 & 1 & 0] \end{matrix} \quad (6)$$

90도 회전하는 경우를 나타내는 경우로 y축을 기준으로 +90, -90도 회전하는 경우이다.

$$\begin{matrix} 90^\circ \text{ to the right about } y \\ \theta = 90^\circ \quad \theta/2 = 45^\circ \\ \frac{1}{\sqrt{2}}, \left(-\frac{1}{\sqrt{2}}\right)[0 & 1 & 0] = \left[\frac{1}{\sqrt{2}} & 0 & -\frac{1}{\sqrt{2}} & 0\right] \end{matrix} \quad (7)$$

$$\begin{matrix} 90^\circ \text{ to the left about } y \\ \theta = 90^\circ \quad \theta/2 = 45^\circ \\ \frac{1}{\sqrt{2}}, \left(+\frac{1}{\sqrt{2}}\right)[0 & 1 & 0] = \left[\frac{1}{\sqrt{2}} & 0 & \frac{1}{\sqrt{2}} & 0\right] \end{matrix} \quad (8)$$

이러한 표현은 일반적인 파노라마 가상현실 공간의 표현과 동일한 방법을 적용한 결과와 동일함을 보인다. 하지만, 큐브 파노라마 가상현실 공간에서 표현이 가능한 Top과 Bottom에 대한 적용을 포함하는 표현은 다음과 같이 확장되어 표현된다.

Top인 경우는 Front에서 +x축 방향으로 90도 회전한 경우로 식(9)와 같이 표현될 수 있으며, Bottom은 -x축 방향으로 90도 회전하는 경우로 식(10)과 같이 동일하게 표현될 수 있다.

$$\begin{matrix} \text{Top} \\ 90^\circ \text{ about } +x \text{ - axis} \\ \frac{1}{\sqrt{2}}, \left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)[1 & 0 & 0] = \left[\frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} & 0 & 0\right] \end{matrix} \quad (9)$$

$$\begin{matrix} \text{Bottom} \\ 90^\circ \text{ about } -x \text{ - axis} \\ \frac{1}{\sqrt{2}}, \left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)[-1 & 0 & 0] = \left[-\frac{1}{\sqrt{2}} & -\frac{1}{\sqrt{2}} & 0 & 0\right] \end{matrix} \quad (10)$$

결과적으로 적용되는 값은 다음의 표1과 같다. 만약, 6개 각각의 면이 한 조각이 아닌 여러 조각으로 이루어진 경우, 예를 들어 2×2 또는 3×3 행렬로 이루어진 큐브 파노라마 가상현실인 경우, 다음과 같이 표2와 표3과 같은 값을 적용하였다. 여기에서 중심점은 다음 그림8과 같이 표준화되어 적용된다.

표 1. 6개 면이 1×1로 구성된 경우의 적용 값

Orientation (quaternion)				Center		Aspect	Skew
w	x	y	z	x	y		
√3	0	0	0	x3	y3	1	0 # front
√3/2	0	-√3/2	0	x3	y3	1	0 # right
0	0	√3	0	x3	y3	1	0 # back
√3/2	0	√3/2	0	x3	y3	1	0 # left
√3/2	√3/2	0	0	x3	y3	1	0 # top
√3/2	-√3/2	0	0	x3	y3	1	0 # bottom

표 2. 6개 면이 2×2로 구성된 경우의 적용 값

Orientation (quaternion)				Center		Aspect	Skew
w	x	y	z	x	y		
√2	0	0	0	x2	y2	1	0 # front
1	0	-1	0	x2	y2	1	0 # right
0	0	√2	0	x2	y2	1	0 # back
1	0	1	0	x2	y2	1	0 # left
1	1	0	0	x2	y2	1	0 # top
1	-1	0	0	x2	y2	1	0 # bottom

표 3. 6개 면이 3×3로 구성된 경우의 적용 값

Orientation (quaternion)				Center		Aspect	Skew
w	x	y	z	x	y		
√3	0	0	0	x3	y3	1	0 # front
√3/2	0	-√3/2	0	x3	y3	1	0 # right
0	0	√3	0	x3	y3	1	0 # back
√3/2	0	√3/2	0	x3	y3	1	0 # left
√3/2	√3/2	0	0	x3	y3	1	0 # top
√3/2	-√3/2	0	0	x3	y3	1	0 # bottom

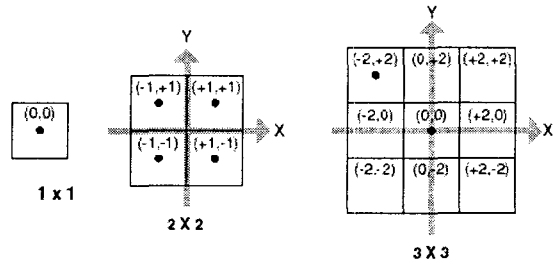


그림 8. 1×1, 2×2, 3×3의 표준화 배열

이와 같이 기본적인 atom을 구성하고 기존의 QuickTimeVR의 파노라마 가상현실 공간 제작 방식과 동일하게 Stitching과 Tiling 기술을 이용하면서 파노라마 가상현실 공간을 정육면체로 생성하였다.

다른 파노라마 가상현실 공간에서는 표현할 수 없었던 Top과 Bottom을 왜곡 현상 없이 표현할

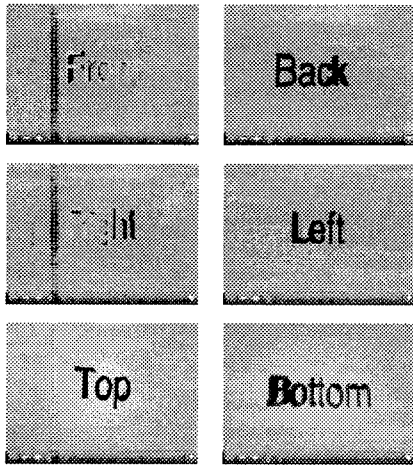


그림 9. 큐브 파노라마 가상현실 공간의 예제

수 있으며, 수평적으로 회전 탐색만이 가능했던 점이 자유롭게 Top, Bottom, Right, Left, Front, Back 방향을 그림9처럼 탐색할 수 있게 되었다.

4. 결론

본 연구에서는 파노라마 가상현실의 기본적 개념과 파노라마 가상현실 공간 제작과정을 통하여 Top과 Bottom 표현이 되지 못하는 단점을 파악하여, Top과 Bottom의 표현을 근본적으로 가능하게 하는 큐브타입의 새로운 데이터 형식을 제안하여 큐브 파노라마 가상현실 공간을 구성하였다.

이에 대하여 Field of View(FOV)에 관한 많은 관련 연구가 있는데, FOV의 의미는 관찰자의 눈에서 볼 수 있는 시야의 각도를 의미한다.[12] 관찰자가 주위의 환경을 정확하게 인식할 수 있는지의 여부가 가상현실에서는 중요한 연구 분야로서, 제안된 큐브 파노라마 가상현실 공간은 기존 파노라마 가상현실 공간 기술에서 표현되지 못하는 Top과 Bottom의 문제와 가장자리의 왜곡된 표현을 해결하며, 입체적인 공간에 대한 넓은 자료 탐구의 기회를 제공하게 하였다.

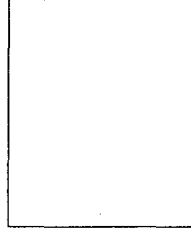
본 논문에서 진행된 가상현실의 제작은 사진의 확장 방안으로서 가상 공간에서 멀티미디어의 기본 매체인 사진이 가상현실을 통하여 인간의 시각적 확장을 왜곡되지 않게 실제 현상과 같이 표현되게 하는 방안을 모색하였다. 이는 기존의 가상현실 기술의 근본적인 표현 방법에서 제외된 Top과 Bottom의 표현을 큐브 형태의 표현 방법을 통하여 구성함으로써 기본적인 가상현실의 표현이 더 사실적으로 표현될 수 있게 하였다.

이외에도 가상현실 기술은 대중적인 실용화를 위해서는 아직 산재해 있는 기술적인 접근 외에도 인간의 인지능력(認知能力)과 함께 심리적(心理的)인 면과 사회적(社會的) 배경, 예술(藝術)의 독창성(獨創性)에 관한 연구도 병행되어야 완벽한 가상 세계로 몰입할 수 있게 될 것이다.

참고 문헌

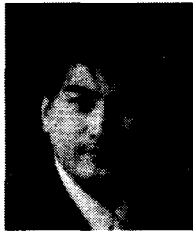
- [1] Heim, Michael. "Virtual Realism", Oxford: Oxford Univ Press, pp.220-221, 1998.
- [2] Coates, George. "Program from Invisible Site: A Virtual Show", A Multimedia Performance Work by G. Coates. Sanfrancisco, 1992.
- [3] "Display 기술동향", <http://members.tripod.lycos.co.kr/stnst001/sdata-9-1/sdata-2.htm>
- [4] "VR Program 비교", <http://tag.co.kr/html/business/b-vr-program.htm>
- [5] "VR의 종류", <http://ns.ablestory.co.kr/photographing/gallery/kind.htm>
- [6] "What's VR", <http://www.magicvr.com/whatsvr.htm>
- [7] "QuickTimeVR", <http://www.letmedoit.com>
- [8] "VR Technology", http://www.enterstudio.com/tech/tech_tech_03_01.html
- [9] S.E.Chen. "QuickTime VR an Image-based Approach to Virtual Environment Navigation", Proc. Of ACM SIGGRAPH95, pp.29-38, August 1995.

- [10] "QuickTime VR", <http://www.apple.com/quicktime>
- [11] Ding-Tun Chen, Murphy Chien-Chang Ho, Ming Ouhyoung. "Video VR", International Workshop, CAPTECH98, pp.140-143, November 1998.
- [12] Barfield, W. "Effect of geometric parameters of perspective on judgements of spatial information", *Perceptual and Motor Skills*, pp.619-623, 1991.



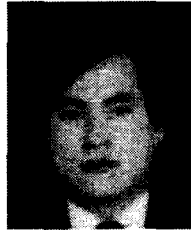
박 경 속

- 한영대학 인터넷소프트웨어과 교수
- 관심분야 : 컴퓨터그래픽스, VR



이 종 찬

- 1989년 2월 전남대학교 공학사
- 1993년 12월 미국 테네시주립대학 컴퓨터과학과 학사
- 1995년 12월 미국 테네시주립대학 컴퓨터과학과 석사
- 2000년 3월~현재 순천대학교 컴퓨터과학과 박사과정
- 2000년~2002년 순천청암대학 학술정보센터 소장
- 1998년 3월~현재 순천청암대학 정보통신과 조교수
- 관심분야 : 컴퓨터 네트워크, 동영상 스트리밍, VR



김 응 곤

- 1980년 2월 조선대학교 공학사
- 1987년 2월 한양대학교 공학석사
- 1992년 2월 조선대학교 공학박사
- 1993년 3월~현재 순천대학교 컴퓨터과학과 부교수
- 1997년 3월~1998년 2월 Univ. of California, Santa Cruz 객원교수
- 1987년 3월~1991년 2월 국방과학연구소 선임연구원
- 1984년 8월~1986년 8월 금성반도체(주) 연구소연구원
- 관심분야 : 컴퓨터그래픽스, 영상처리, CAD