

다수의 3차원 카메라를 이용한 영상 기반 3차원 모자이크*

김세환, 우운택
광주과학기술원 U-VR 연구실

Image-based 3D Mosaicking using Multiple 3D Cameras

Schwan Kim and Woontack Woo

K-JIST U-VR Lab.

E-mail: {skim, wwoo}@kjist.ac.kr

요약

본 논문에서는 다수의 3차원 카메라를 사용하여 영상의 3차원 깊이 정보에 기반한 모자이크 방법을 제안한다. 일반적으로 2차원 영상에 기반한 영상 모자이크는 사용자에게 하나의 장면에 대한 넓은 시야를 제공한다. 장점 때문에 특히, 파노라마 생성에 있어 많이 사용되고 있다. 비록 확대된 영상을 제공하지만 사용자가 가상 환경(Virtual Environment)을 네비게이션하는데는 한계를 지닌다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서는 두 대의 3차원 카메라를 캘리브레이션(calibration)하고, 획득된 각 영상의 3차원 깊이 정보를 스티칭(stitching)함으로써 각 카메라로부터 획득된 3차원 영상을 모자이크하였다. 이와 같은 방법은 영상 기반 3차원 가상 환경을 구축하기 위해 요구되는 3차원 모자이크 방법으로 사용될 수 있다. 또한 제안된 방법을 확장하여 턴 테이블(turn-table) 등을 사용한 파노라믹 영상을 제작할 경우, 3차원 파노라믹 가상 환경을 생성할 수 있다. 이와 같은 방법을 사용함으로써 사용자는 일정한 반경 내에서 네비게이션하는 것이 가능한 뿐만 아니라 바라보는 시선 또한 변경 가능한, 사용자에게 몰입감을 제공할 수 있는 가상 환경을 구성할 수 있을 것이다.

1. 서론

영상 모자이크(Image Mosaic)는 영상 획득 장비를 이용하여 여러 장면(scene)에 대한 영상을 얻은 후, 이를 결합하여 사용자가 단일 방향만이 아니라 사용자 주위의 모든 방향을 바라볼 수 있도록 하기 위한 합성된 영상을 의미한다. 카메라와 같은 영상 획득 장비로 얻은 단일 영상과 비교해 모자이크는 하나의 장면에 대한 넓은 시야(FOV: Field Of View)를 제공한다. 장점 때문에 현재 상업적으로도 많이 사용되고 있다. 모자이크는 많은 다양한 분야에 사용될 수 있다. 예를 들면, 잠수함의 네비게이션을 위한 지도 제작, 항공 또는 위성 사진을 이용한 지도 제작, 그 밖에도 여러 과학 분야에 사용될 수 있다 [1][2][3]. 한편, 일련의 영상들을 결합하여 파노라믹 영상 모자이크를 구성하는 과정은 영상 기반 가상 현실 시스템(IBVR: Image-based Virtual Reality system)을 제작하는데 있어 가장 기본이 되는 모델링 과정 중의 하나이다 [4]. 최근, 영상 기반 가상 현실 시스템은 컴퓨터 비전뿐만 아니라 컴퓨터 그래픽스 영역에서도 많은 관심의 대상이 되고 있다. 이는 기존의 3차원 모델에 기반한 가상 현실 시스템들과 비교해, IBVR 시스템이 사실감을 제공할 뿐만 아니라 렌더링 과정도 간단하다는 장점 때문이다.

지금까지 영상 모자이크 제작을 위한 많은 방법들이 제안되었는데, 크게 화소 기반 모자이크 제작 방법과

특징 기반 모자이크 제작 방법으로 나뉜다 [3]. 일반적으로, 화소에 기반한 방법은 양쪽 영상에 존재하는 대응되는 화소들에 대해 그 차이가 최소가 되도록 하는 위치를 반복적으로 찾는다. 화소 기반 방법이 비록 정확하지만, 계산상 복잡도가 상당히 높으며, 초기값이 성능에 상당한 영향을 미치는 등의 단점이 있다. 이에 반해 특징에 기반한 방법에서는 화소 기반 방법에 비해 계산상의 복잡도가 상대적으로 낮다는 장점이 있다. 그러나 이를 위해서는 적절한 특징점을 찾아야 한다는 문제점이 있다. 이를 위해 사람이 개입하여 대응되는 특징점을 직접 지정해 주는 반자동 방법을 사용하는 경우도 있다 [1]. 그러나 이와 같은 방법은 2차원을 기반으로 한 영상 모자이크를 위해 제안된 방법으로 네비게이션이 가능한 3차원 가상 환경을 구성하기에는 적절하지 않다.

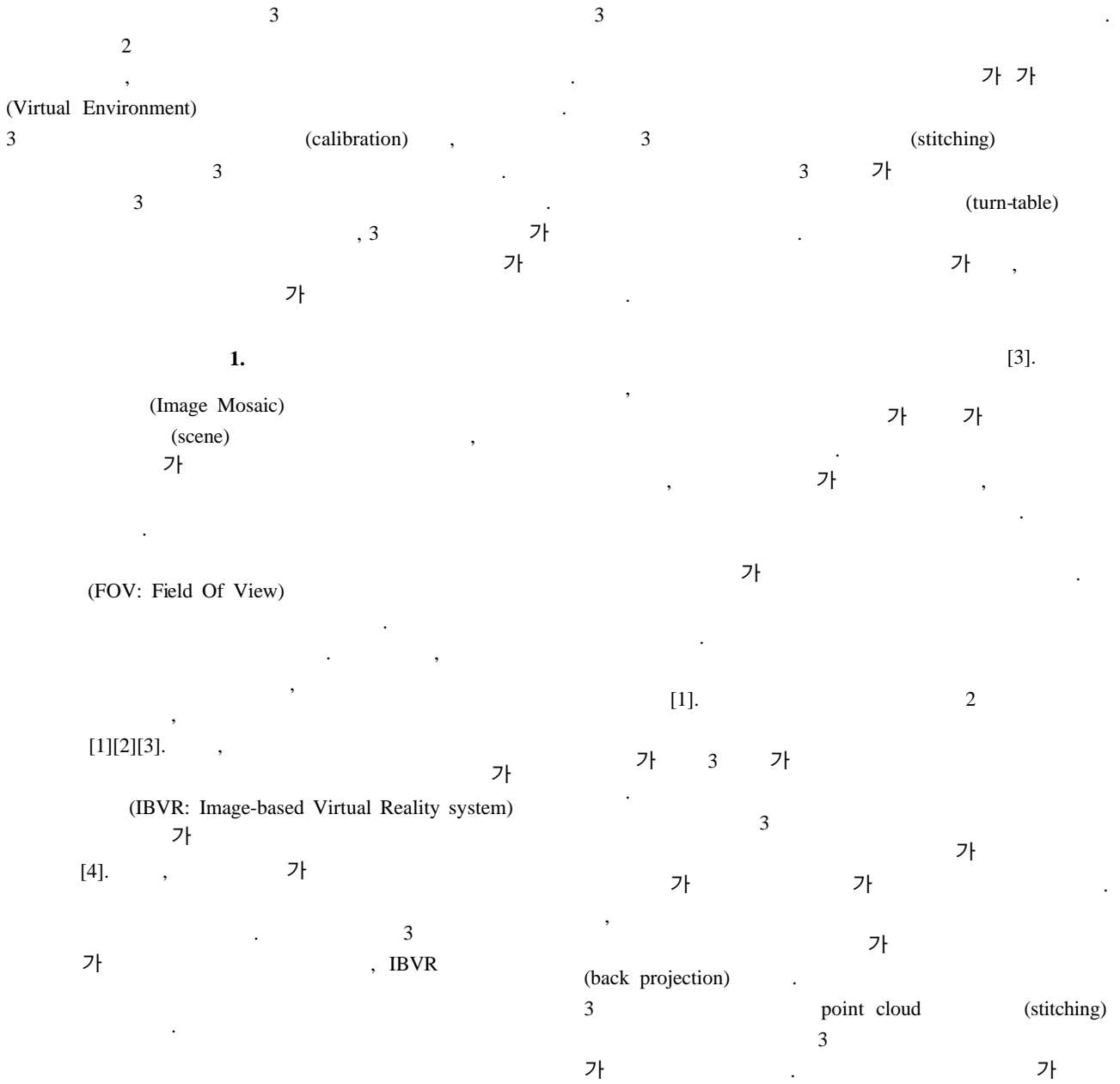
본 논문에서는 3차원 깊이 정보에 기반한 모자이크 방법을 제안하고 이를 확장하여 사용자가 네비게이션할 수 있는 가상 환경 구축의 가능성을 제시하고자 한다. 즉, 두 대의 멀티뷰 카메라를 캘리브레이션하고 각 카메라로부터 획득된 영상을 가상 공간상에 역 투영(back projection)시킨다. 그리고 두 카메라로부터 획득된 3차원 깊이 정보를 갖는 point cloud를 스티칭(stitching)하여 깊이 정보를 갖는 3차원 영상에 기반한 부분적인 가상 환경을 생성한다. 또한 이와 같이 생성된 가상 환경에 배경 제거 과정을 통해 추출된 객체를 여러 층

* 본 연구는 한국전자통신연구원(ETRI)의 지원에 의하여 수행됨

U-VR

Image-based 3D Mosaicking using Multiple 3D Cameras

Sehwan Kim and Woontack Woo
K-JIST U-VR Lab.
E-mail: {skim, wwoo}@kjist.ac.kr



* (ETRI)

(layer)
CG

가

3

(extrinsic

(presence)

(immersion)

가

camera model)
model)

(intrinsic distortion

. 2

가

3

. 3

, 4

2

, 3

2. 가

3

가
가

2

가

(projection matrix)
epipolar geometry
Zhang

[6].

[7].

1

. 3 가
Mounted Display)

가 HMD (Head

, 가

가

3

2.1 White Balancing

USB

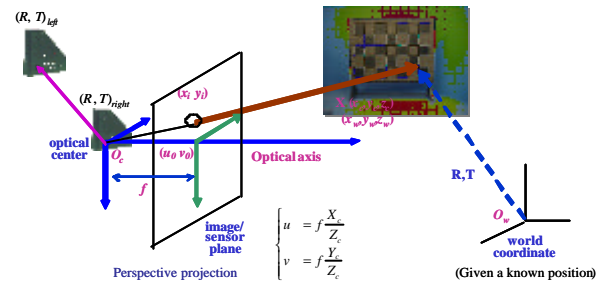
IEEE 1394

가

, CCD

(shift)

(saturation)



1.

world coordinate

R, G

B

coordinate
coordinate

world
world

$(R, T)_{right}$ $(R, T)_{left}$

[5].

2.2 Camera Calibration and Depth-based Mosaicking

2

3 point cloud 가

(mapping)

가

3

2

, 3

3

가

3

3

가

3

3

3

가

$$I_{AB} = \begin{cases} I_A & \text{if } d_A - d_B < 0 \\ I_B & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

I_A I_B , d_A d_B

(hole)

2.3

가 (1)
 (2) (3)

(normalized)

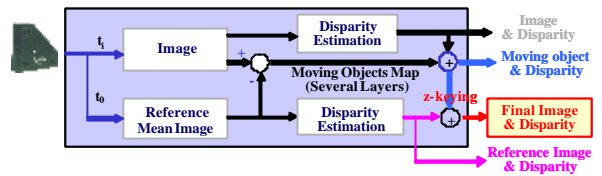
[8].

2.4

2

, 3

가



2.

3.

IEEE 1394
Digiclops , OpenCV

Pentium III Xeon 1.0GHz CPU

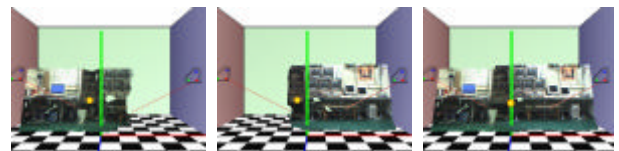
3

3(a) (b)

3 point cloud

가

3(c)



(a)
3.

(b)
3

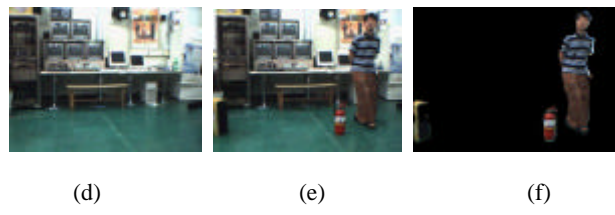
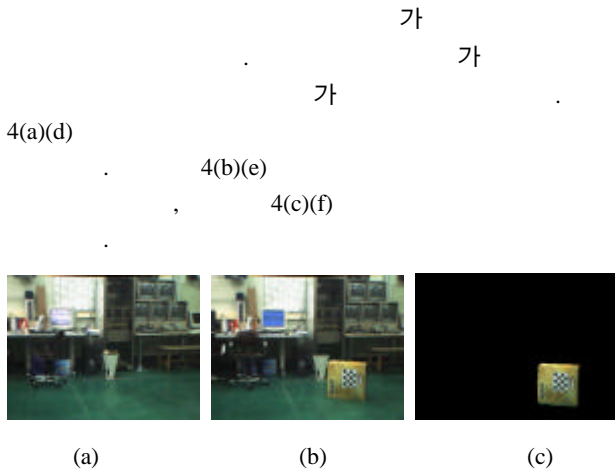
(a)

(b)

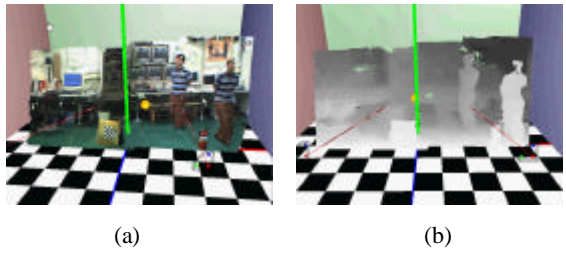
(c)

4

(occlusion)



4. (a)(d)
(b)(e) 가 (c)(f)
가
5 가 5(a) 가
가
5(b)
가



5. 가 (a)
가 (b)
PC
2-3
가
가

4.
3
가
가
가
가
가
가
가 360°
가

[1] R. Szeliski, "Image mosaicing for tele-reality applications," *Proc. of the IEEE Workshop on Applications of Computer Vision*, pp. 44–53, 1994.

[2] X. Xu, and S. Negahdaripour, "Vision-based motion sensing from underwater navigation and mosaicing of ocean floor images," *Proc. of the MTS/IEEE OCEANS Conference*, vol. 2, pp.1412–1417, 1997.

[3] R. Garcia, X. Cufí, X. Muñoz, L. Pacheco, J. Batlle, "An Image Mosaicking Method based on the Integration of Grey Level and Textural Features," *IX Simposium Nacional de Reconocimiento de Formas y Análisis de Imágenes (SNRFAI)*, Benicassim, Castellón, 2001.

[4] H. Chen, *Building Panoramas from Photographs Taken with a Hand-held Camera*, Ph.D Dissertation, Univ. of Hong Kong, Jan. 2002.

[5] S. Kim and W. Woo, "3D Movement Tracking with Asynchronous Multi-cameras for Interactive Systems", *Proc. of SPIE. PW-EI-VCIP'02*, vol. 4671, pp. 502-512, Jan. 2002.

[6] W. Woo, N. Kim and Y. Iwadate, "Stereo imaging using a camera with stereoscopic adapter," *Proc. of IEEE - Systems, Man, and Cybernetics (SMC) 2000*, vol.2, pp. 1512-1517, Oct. 2000.

[7] Z. Zhang, "Flexible camera calibration by viewing a plane from unknown orientations," *Proc. of the Seventh IEEE Int'l Conf.*, vol. 1, pp. 666-673, 1999

[8] N. Kim, W. Woo and M. Tadenuma, "Photo-realistic Interactive 3D Virtual Environment Generation Using Multiview Video," *Proc. of SPIE PW-EI-VCIP'01*, vol. 4310, pp. 245-254, Jan. 2001.