

합성영상에서의 이동물체의 SFM분석을 통한 물체의 삽입

최 경 업, 김 용 철
서울시립대학교 전자전기컴퓨터공학부

Embedding of Objects Using SFM Analysis in Synthetic Image Sequences

Kyeong Up Choi, Yong Cheol Kim
Dept. of Electrical and Computer Engineerig, University of Seoul
E-mail : kuchoi@ee.uos.ac.kr, yckim@uoscc.uos.ac.kr

Abstract

This paper presents an experimental system, where an object extracted from an image sequence is embedded into the desired position in a scene. First, a moving object is detected and the 3-D structure is obtained by SFM analysis of corner trajectories. We constrained the motion to translational motion only. Extracted objects are classified by matching with 3-D models and then the structure of the occluded part is restored. Camera calibration is performed for the background scene which will embed the object. Finally, the object is embedded into the scene. In the experiments, we used synthetic image sequences generated with OpenGL library for easy evaluation of the 3-D structure estimation.

영상에 삽입하는 물체에 대해 같은 빛의 영향을 받게 하는 방법과[1] 영상안의 물체로부터 파라미터화된 가상의 입방체 구조를 나타내어 Camera Parameter를 구하고 영상안에 삽입될 물체의 공간을 자동적으로 계산함으로써 물체를 삽입하는 방법등이 있다[2].

본 논문에서는 물체의 3차원 위치변수추출과 구조복원을 통하여 물체에 대한 Segmentation과 추출된 물체를 다른 영상에 삽입하는 알고리즘을 구현한다. 정지된 배경에서 직선운동을 하고 있는 물체에 대해 3차원 위치변수를 추출하고 세 모델과의 매칭, 3차원 구조복원을 통해 입력영상과 다른 Camera Parameter를 가진 다른 영상에 물체를 삽입한다.

실험에 사용된 입력영상은 OpenGL Library를 이용한 합성영상이고, 설정된 모델의 종류는 절두체, 삼각기둥, 피라미드이며, 물체의 운동은 일정한 방향과 속도를 갖는 직선운동으로 제한하였다.

I. 서론

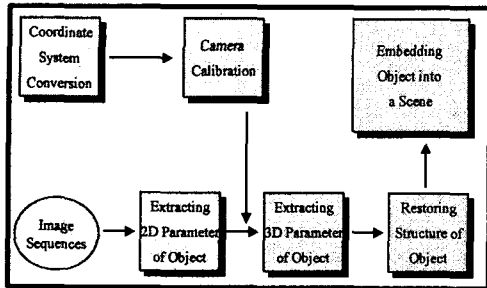
가상의 물체를 실제영상에 삽입하는 Augmented Reality(이하 AR)는 Virtual Studio TV, Multisite Video Conference를 비롯하여 사용자 단계에서 객체지향적 대화형 기능의 구현이 가능한 MPEG-4의 Video Coding에도 응용되고 있다. AR을 구현한 기존의 방법으로는 단순하고 폐쇄되지 않은 강체들로 구성되어 있는 영상의 빛의 밝기를 자동적으로 파라미터화하여 그

II. 본론

2.1 전체 시스템 구성

전체 시스템 구성도는 그림 1에 나타나 있다. 먼저, 입력영상열 전체에 대해 코너들의 궤적으로부터 얻은 FOE(Focus of Expansion)을 이용하여 각 코너들의 Depth를 계산한 후에 Camera Calibration을 수행하여 찾아낸 Camera Parameter로 입력영상의 각 코너들의 3차원 위치변수를 찾는다. 그 후 세 모델의 3차원 정

보와 입력영상의 3차원 정보를 매칭하여 해당모델로 분류한 후, 입력영상에 나타나지 않았던 Occluded Point를 찾기위해 추정 알고리즘을 적용하고, 다른 영상의 3차원 정보에 맞게 입력영상의 물체를 삽입한다.



2.2 좌표변환과 Camera Calibration

본 논문에서 사용한 실험영상은 물체의 3차원 정보를 추출하고 실제정보에 대한 추출된 정보의 검증용 용이하게 할 목적으로 OpenGL Library를 이용한 합성 영상으로 하였다. 물체의 3차원 위치변수를 추출하기 위해서는 Pin-Hole Camera Model(이하 PH Model)과 OpenGL간의 파라미터 변환이 필요하며, OpenGL의 World 좌표로부터 PH Model의 Pixel 좌표로의 변환은 표 1과 식(1)을 따른다.

표 1. 파라미터 변환

Parameter	OpenGL	PH Model
좌표	(x, y, z)	$(x, y, -z)$
회전각	(x, θ, ϕ)	$(-x, -\theta, \phi)$
변위량	(a, b, c)	$(a, b, -(c+d))$
기타	Near (n) Offset (o)	Focal Length (f)

$$\begin{bmatrix} I_{xh} \\ I_{yh} \\ I_{zh} \\ I_h \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_{xx} & R_{xy} & R_{xz} & T_x \\ R_{yx} & R_{yy} & R_{yz} & T_y \\ R_{zx} & R_{zy} & R_{zz} & T_z \\ -R_{zx}/f & -R_{zy}/f & -R_{zz}/f & 1-(T_z/f) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} W_x \\ W_y \\ W_z \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} P_x \\ P_y \end{bmatrix} = \left(\frac{n}{f} \right) \begin{bmatrix} I_{xh}/I_h \\ I_{yh}/I_h \end{bmatrix} \quad (1)$$

(W, I, P 는 각각 PH Model의 World 좌표, Image 좌표, Pixel 좌표, R, T 는 Camera의 회전과 변이행렬의 원소)

Camera Calibration은 입력영상의 코너들의 2차원 좌표로부터 3차원 좌표를 추정할 때 필요한 입력영상의 Camera Parameter를 추출하기 위해 사용된다. 본 논문에서 사용한 실험영상은 OpenGL Library를 이용한 합성영상이므로 Camera 내부의 오차는 없다고 가정하고 순수한 Camera Parameter만을 구하기 위해 Interior Measurements를 고려하지 않은 Exterior Measurements를 이용하였다[3].

2.3 물체의 2차원 및 3차원 위치변수추출

물체의 2차원 위치변수 추출은 그림 2에 나타나있다. 입력영상열에 대해 SUSAN Corner Detector[5]를 적용하여 전체 프레임에 걸쳐 정지된 배경에 일관적으로 나타나는 코너들은 배제한 후, 선택된 프레임에서 검출된 코너들 중 배경의 코너를 뺀 나머지 코너들이 이동물체가 된다. 그러나 코너검출이 제대로 수행되지 않는 경우에는 수동적으로 코너를 검출하였다.

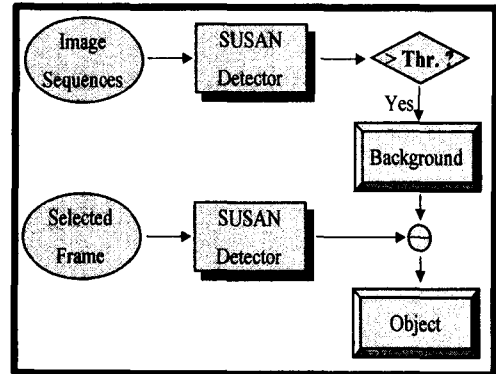


그림 2. 물체의 2차원 위치변수추출 알고리즘

물체의 3차원 위치변수 추출은 그림 3에 나타나있다. 먼저, 입력영상에 대해 Camera Calibration을 적용하여 Camera Parameter를 추출한다. 다음, 전체 프레임에 걸쳐 검출된 코너들의 제적으로부터 Least Square 방법으로 근사화된 직선의 방정식을 구하고, 그 직선들이 수렴되는 소실점(FOE)을 식(2)에 적용하여 구한 각 코너들의 Depth와 Camera Parameter로 물체의 3차원 위치변수를 추출한다[4].

$$Z_i = \frac{D_i \times z'}{d} \quad (2)$$

(Z_i 는 Depth, D_i 는 FOE로부터의 거리, d 는 이웃하는 두 프레임 사이에서의 거리, z' 는 관찰자에 대해 z 축을 따라 놓한 두 프레임사이에서의 상대적 거리)

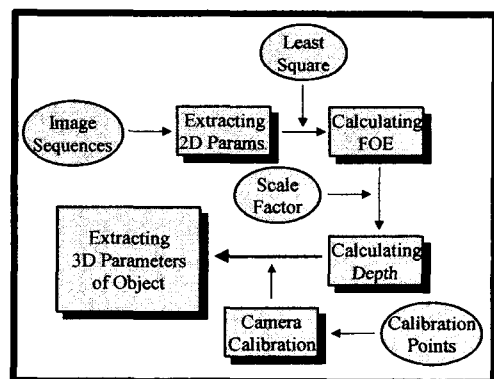


그림 3. 물체의 3차원 위치변수추출 알고리즘

2.4 물체의 3차원 구조복원

물체의 3차원 구조복원은 입력영상으로부터 추출된 물체를 다른 영상에 삽입하는 과정에서 삽입할 영상의 Camera Parameter가 입력영상과 다를 때, 입력영상에서는 보이지 않는 부분이 삽입영상에서는 보여야 할 경우를 고려하기 위한 목적으로 수행되며 모델분류과정과 Occluded Point 추정과정으로 구성되어 있다.

2.4.1 모델분류과정

모델분류 알고리즘은 그림 4에 나타나 있다. 입력영상과 모델영상의 Viewing Angle이 서로 다르다거나 Viewing Angle은 같지만 크기가 다른 경우를 고려하여 입력영상의 각 코너로 연결되는 선의 개수와 그 선들이 이루는 각도를 세 모델과 비교하여 유사도가 가장 높은 모델로 입력영상을 분류한다.

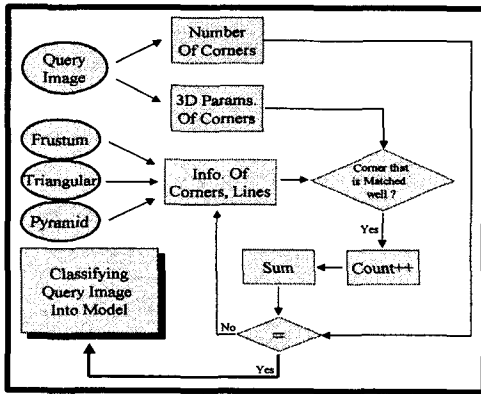


그림 4. 모델분류 알고리즘

코너매칭 알고리즘은 그림 5에 나타나 있다. 한 코너를 중심으로 다른 코너와 연결한 선이 이루는 각도가 모델과 일치하면 TRUE값으로 설정한다. 입력영상의 모든 코너들에 대해 적용하여 입력영상의 코너의 수와 TRUE값의 수가 일치하면 해당모델로 분류한다.

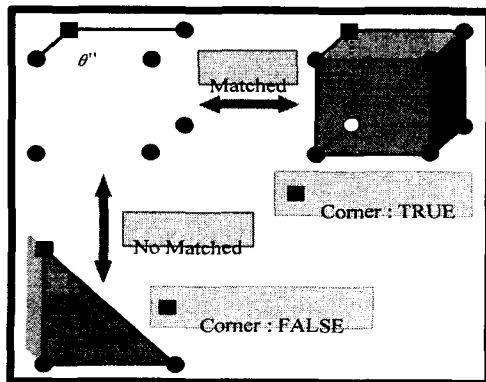


그림 5. 코너매칭 알고리즘

2.4.2 Occluded Point 추정과정

Occluded Point(이하 OP) 추정 알고리즘은 그림 6에 나타나 있다. 우선, 세 모델중의 하나로 분류된 입력영상에 대해 한 코너와 다른 코너들과의 연결관계를 조사한다. 그림 6에서처럼 OP가 있는 면의 코너를 통과하는 직선의 수는 OP가 없는 면의 코너를 통과하는 직선의 수보다 항상 작으므로 이러한 코너들을 통과하는 직선들이 교차하는 점을 찾는다. 이 점에 대해 다른 코너들과의 연결관계를 조사하여 해당모델과 일치하면 OP로 결정하고 위 과정을 반복, 수행하여 입력영상의 모든 OP를 추정한다.

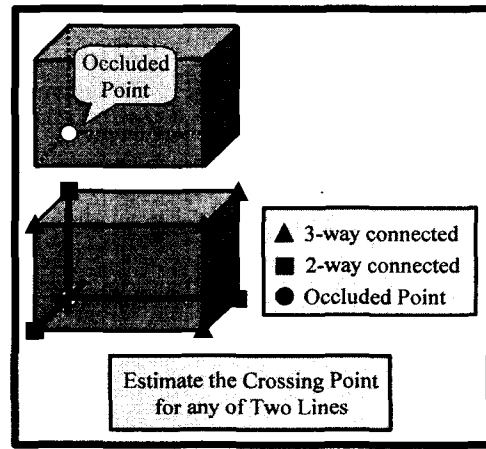


그림 6. OP 추정 알고리즘

2.5 다른 영상으로의 삽입

추출된 물체를 다른 영상으로 삽입할 때는 그림 7에서 보는 바와 같이 삽입된 영상이 현실감을 줄 수 있어야 하므로 다른 영상에 대해 3차원 위치변수를 추출하고 다른 영상에 삽입할 위치로 입력영상의 물체의 3차원 위치변수를 변경한 후 분류된 모델의 Gray Level 정보를 이용하여 물체를 삽입한다.

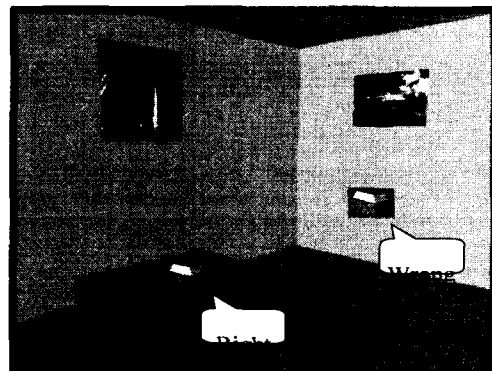


그림 7. 다른 영상에 물체를 삽입한 장면

III. 실험 및 결과

실험영상은 가로 640, 세로 480 화소크기를 OpenGL Library 기반의 합성영상이고, 입력영상은 30프레임, 물체를 삽입할 배경영상은 20프레임의 길이를 가지며, 물체는 일정한 방향과 속도를 가진 직선운동을 한다.

그림 8, 그림 9 그리고 그림 10은 각각 모델영상, 입력영상, 배경영상을 나타내고 있다.

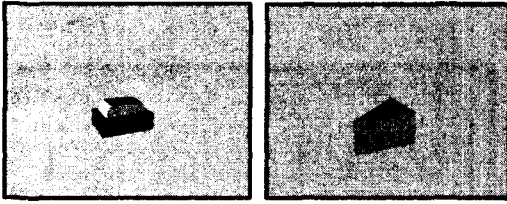


그림 8. 모델영상 - 절두체, 삼각기둥

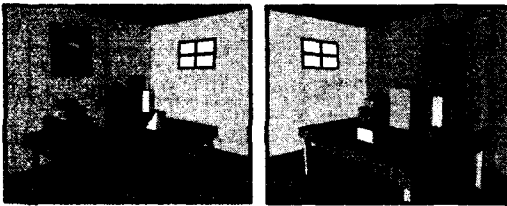


그림 9. 입력영상 - 절두체, 삼각기둥

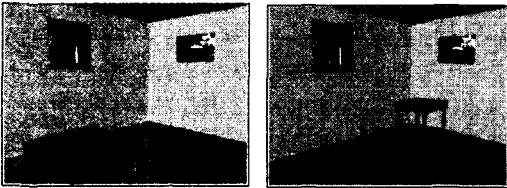


그림 10. 배경영상 - Frame #1, Frame #20

그림 11는 입력영상에 대해 모델분류 알고리즘을 적용한 영상이며, 그림 12은 OP 추정 알고리즘을 적용한 영상이다. 그림 13는 입력영상의 물체를 다른 배경영상에 삽입한 영상이다.



그림 11. 모델분류 적용영상 - 절두체, 피라미드

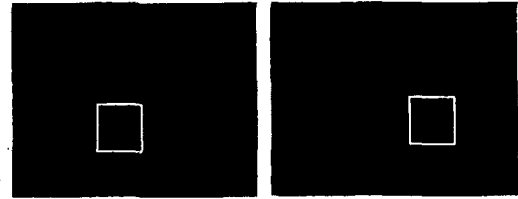


그림 12. OP를 추정한 영상 - 절두체, 피라미드

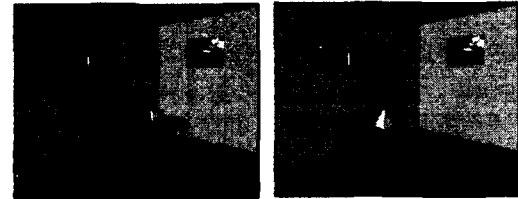


그림 13. 다른 배경에 삽입영상 - 삼각기둥, 피라미드

IV. 결론

본 논문에서는 물체의 3차원 위치변수추출과 구조복원을 통하여 물체를 영상에 삽입하는 알고리즘을 구현하였다. 물체를 Segmentation하는 과정에서는 3차원적인 분석방법을 이용하였고, 모델과의 매칭, 구조복원을 통하여 물체를 삽입하였다. 그러나 합성영상에 대한 실험, 직선운동으로 제한된 물체의 운동 그리고 모델의 종류가 다면체로 설정되었다는 점에서 한계점을 가지고 있다. 따라서 일반적인 물체의 운동과 모델에 대해서 적용할 수 있는 보완책이 필요하다.

참고문헌

- [1] J.Stauder, "Augmented Reality with Automatic Illumination Control Incorporating Ellipsoidal", IEEE Transactions on Multimedia, pp.136-143, 1999.
- [2] Chu-Song Chen, Chi-Kuo, Yu, Yi-Ping Hung, "New Calibration-free Approach for Augmented Reality Based on Parameterized Cuboid Structure", Proceedings of IEEE, pp. 30-37, 1999.
- [3] H.Bacakoglu and M.Kamel, Senior Member, "An Optimized Two-Step Camera Calibration Method", in IEEE Proceedings of Robotics and Automation, pp. 1347-1352. 1997.
- [4] Daryl T. Lawton, "Optic Flow Field Structure and Processing Image Motion", pp 700-703.
- [5] Perez, "An Adaptive Implementation of the SUSAN Method for Image Edge and Feature Detection", Proceedings of IEEE, pp. 394-397, 1997.