

파라미터 모델을 이용한 카메라의 동작 추출

Extraction of Camera Motions Using Parameterized Model

장석우, 최형일

Seok-Woo Jang, Hyung-Il Choi

송실대학교 컴퓨터학부

School of Computing, Soongsil University

swjang@vision.soongsil.ac.kr, hic@computing.soongsil.ac.kr

요 약

카메라의 동작 정보는 컴퓨터 비전, 영상 코딩 및 비디오 검색 등의 분야에서 사용되는 강력하고 중요한 특징이다. 특히, 최근에 관심의 초점이 되고 있는 내용기반 비디오 검색을 위한 자동 색인에서 장면전환 검출이나 이동 물체의 동작 정보 추출 등에 값지게 활용될 수 있다.

본 논문에서는 파라미터 모델을 이용해서 카메라의 동작을 추출하는 방법을 제안한다. 먼저, 영상의 공간적인 특성을 고려하면서 전체 과정의 속도를 증진하기 위해 셀 단위로 공간적인 재샘플링을 수행하여 탐색 영역을 축소시키고, 축소된 탐색 영역 내에서 동작 벡터를 추출한다. 그리고 추출된 동작 벡터를 파라미터 모델에 적용하여 파라미터를 추출하고, 카메라의 동작을 파라미터들의 상호 관계를 이용하여 정의하므로써 최종적인 카메라의 동작을 추출한다.

본 논문에서 제안한 방법은 기존의 방법에 비해 계산 시간상의 비용을 축소시켰고, 화소 단위가 아니라 셀 단위로 카메라의 동작을 추출하므로 다른 방법에 비해 잡음에 보다 강건하다. 또한, 이동 물체의 움직임으로 발생할 수 있는 오류를 최대한 배제한다.

1. 서 론

카메라의 동작 정보는 컴퓨터 비전, 영상 코딩 및 비디오 검색 등의 분야에서 사용되는 강력하고 중요한 특징이다. 특히, 최근에 관심의 초점이 되고 있는 내용기반 비디오 검색을 위한 자동 색인에서 장면전환 검출이나 이동 물

체의 동작 정보 추출 등에 값지게 활용될 수 있다.

카메라 동작을 추출하기 위하여 제안된 기존의 방법에는 동작 벡터와 호프 변환(Hough Transform)을 이용한 방법[1], X-ray 영상을 이용한 방법[2], 시공간적인 패턴을 이용한 방법 [3] 등이 있다. [1]에서는 블록 정합을 이용하여

동작 벡터를 추출하고, 호프 공간에서 동작 벡터를 분석하므로써 카메라의 동작을 감지하지만 잡음에 민감하고 계산상의 복잡도가 높다는 단점이 있다. [2]에서는 에지 영상에 대한 수평 X-ray 영상과 수직 X-ray 영상을 추출한 후에지 방향의 공간적인 분포를 이용하여 카메라의 동작을 감지하지만 시간이 많이 소요된다는 단점이 있다. [3]에서는 압축된 비디오 영상에서 레이블 맵의 시공간적인 패턴에 대한 방향성을 분석하여 카메라의 동작을 감지하지만 이동하는 물체의 움직임으로 인한 오류를 고려하지 않았다.

본 논문에서는 기존의 이러한 문제점을 최대한 배제하기 위해서 파라미터 모델을 이용한 카메라의 동작 추출 방법을 제안한다. 그림 1은 본 논문에서 제안하는 카메라 동작 추출의 전체적인 개요를 나타낸다.

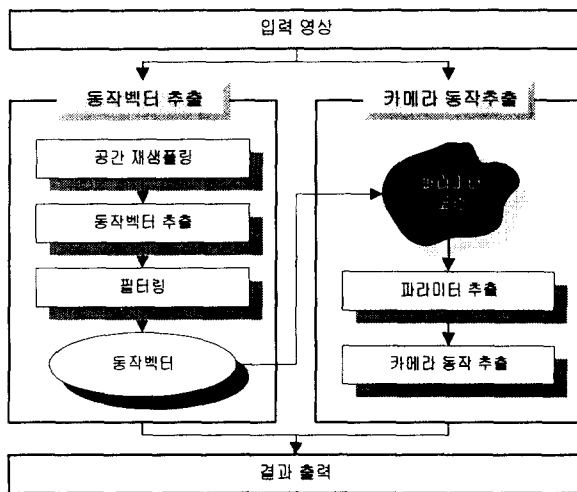


그림 1 카메라 동작 추출의 전체 개요도

동작 벡터 추출 단계에서는 영상에 대한 공간적인 재샘플링을 수행하여 탐색 영역을 축소시키고, 축소된 탐색 영역 내에서 동작 벡터를 추출한다. 그리고 카메라 동작 추출 단계에서는 추출된 동작 벡터를 파라미터 모델에 적용하여 파라미터를 추출한 후 카메라의 동작을 파라미터들의 상호 관계를 이용하여 정의하므로써 최

종적인 카메라의 동작을 추출한다.

1장에서는 연구 동기와 카메라 동작 추출의 전체적인 개요를 설명하였다. 2장에서는 동작 벡터를 추출하는 방법에 대하여 설명하고, 3장에서는 파라미터 모델을 이용하여 카메라의 동작을 추출하는 방법에 대하여, 그리고 4장에서는 실험 결과 및 결론을 기술한다.

2. 동작 벡터 추출

동작 벡터는 배경 영역 또는 물체 영역의 이동 정보를 추출하기 위해 사용한다. 본 논문에서는 동작 벡터를 추출하기 전에 그림 2와 같이 영상을 셀 단위로 재샘플링 한 후 셀 단위의 동작 벡터를 추출한다.

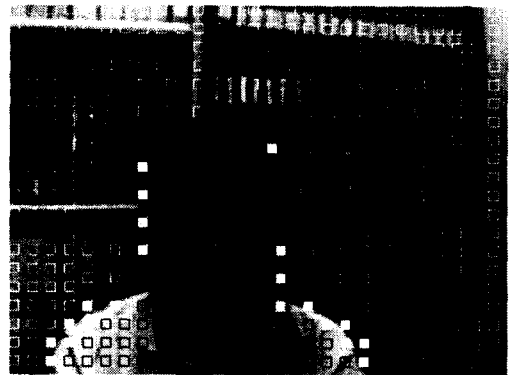


그림 2 셀 단위의 공간 재샘플링

우선, 5 by 5 크기의 셀로 영상 전체를 분할한다. 그리고 카메라의 움직임은 화면의 테두리 부분에서 가장 많이 발생한다는 관찰을 근거로 그림 2와 같이 가중치를 두어 화면을 세 구역으로 나눈다[4]. 테두리 영역은 2 블록마다 1 블록, 가운데 영역은 4 블록마다 1 블록, 그리고 가운데 영역은 16 블록마다 1 블록을 포함시킨다.

이와 같이 화면에 대해 셀 단위의 공간 재샘플링을 수행한 후에는 셀 단위로 동작 벡터를 추출한다. 본 논문에서는 정합 기법을 사용하는 Anandan의 방법을 이용하여 동작 벡터를

추출한다[5].

동작 벡터를 추출한 후에는 셀 내부와 셀 사이의 동작 벡터의 일관성을 조사하여 내부셀, 경계셀 및 외부셀을 정의한다. 여기에서 내부셀은 이동 물체의 영역 내에 존재하는 셀이고, 경계셀은 이동 물체 영역과 배경 영역의 사이에 존재하는 셀이며, 외부셀은 배경 영역에 존재하는 셀이다. 그림 2에서 내부셀은 검은색의 사각형으로 표현되고, 경계셀은 흰색으로 채워진 사각형, 그리고 외부셀은 흰색의 사각형으로 표현된다. 카메라만의 순수한 동작은 배경 영역에만 존재하므로 내부셀과 경계셀은 완전히 제거하고 외부셀 중에서 셀 내부의 일관성이 가장 높은 동작 벡터들을 선택하여 카메라의 동작 추출 단계에 이용한다.

3. 카메라의 동작 추출

본 논문에서는 카메라의 동작을 추출하기 위해서 [6]에서 얼굴의 표정을 인식하기 위해 사용한 파라미터 모델을 활용한다. 파라미터 모델은 식 (1)과 같이 8 개의 파라미터로 구성된다.

$$\begin{aligned}
 u(x,y) &= a_0 + a_1x + a_2y + a_6x^2 + a_7xy & (1) \\
 v(x,y) &= a_3 + a_4x + a_5y + a_6xy + a_7y^2 \\
 \begin{cases} \mathbf{u}(x,\mathbf{a}) = [u(x,y), v(x,y)]^T \\ \mathbf{a} = [a_0, a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7] \\ \mathbf{x} = (x, y) \end{cases}
 \end{aligned}$$

여기서, \mathbf{x} 는 영상 좌표를 나타내고, \mathbf{a} 는 파라미터 모델에서 사용하는 8 개의 파라미터를 나타내며, \mathbf{u} 는 \mathbf{x} 에서의 동작 벡터의 수평과 수직 성분을 나타낸다.

파라미터 모델에서 사용하는 파라미터들의 상호 관계를 이용하면 식 (2)와 같이 다양한 카메라의 동작을 유도할 수 있다. 카메라의 동작은 값이 음 또는 양에 따라 방향이 반대가 된

다.

$$horizontal\ translation \stackrel{def}{=} a_0 \quad (2)$$

$$vertical\ translation \stackrel{def}{=} a_3$$

$$zooming \stackrel{def}{=} a_1 + a_5$$

$$swing \stackrel{def}{=} -a_2 + a_4$$

$$panning \stackrel{def}{=} a_6$$

$$tilting \stackrel{def}{=} a_7$$

그림 3은 카메라의 동작과 파라미터의 관계를 도식적으로 표현한다.

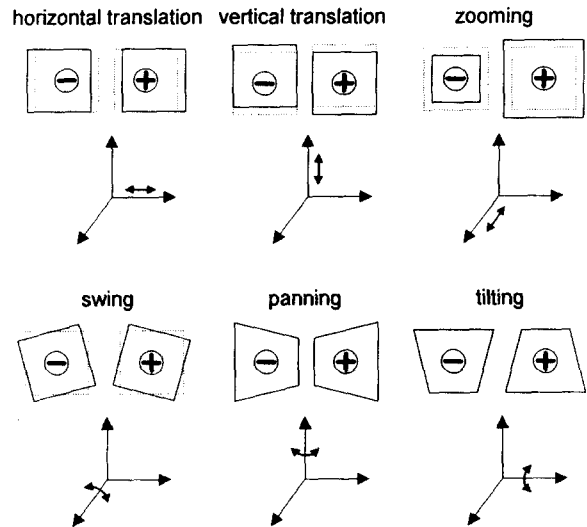


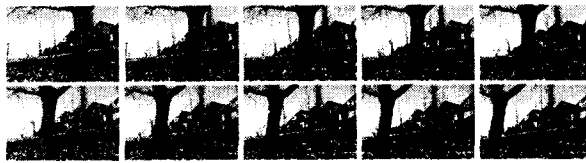
그림 3 카메라 동작과 파라미터와의 관계

따라서 동작 벡터 추출 단계에서 필터링된 동작 벡터를 파라미터 모델에 적용하여 8 개의 파라미터를 추출한 후 위에서 정의한 파라미터들의 관계를 이용하면 카메라의 동작을 추출할 수 있다. 파라미터 모델에서 파라미터는 가우시안 소거법을 이용하면 해결할 수 있다. 본 논문에서는 일반적인 가우시안 소거법의 성능을 개선한 scaled column pivoting을 사용하는 가우시안 소거법을 사용한다[7].

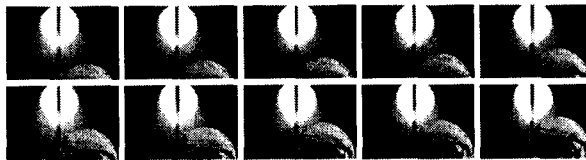
4. 실험 결과 및 결론

본 논문에서 제안한 파라미터 모델을 이용한 카메라의 동작 추출의 실험을 위해서 Pentium 200MHz PC를 사용하였으며, Visual C++로 구현하였다. 그리고 실험에서 사용한 데이터는 여러 가지 장르의 MPEG 데이터를 활용하였다.

그림 4는 본 논문에서 제안한 방법을 이용하여 카메라의 동작을 추출한 예를 보여준다.



(a) panning



(b) tilting



(c) zooming

그림 4 카메라 동작 추출의 예

본 논문에서는 파라미터 모델을 이용하여 카메라의 동작을 추출하는 방법을 제안하였다. 셀 단위로 공간적인 재샘플링을 수행하여 속도를 개선했으며, 셀 단위로 동작 벡터를 추출하고 필터링함으로써 잡음에 강건하게 하였다. 그리고 셀 내부와 셀 사이의 동작 벡터의 일관성을 조사하여 이동 물체 영역에 해당하는 셀을 제거하여 이동 물체로 발생할 수 있는 오류를 최대한 배제했다.

향후 연구 계획으로는 보다 다양한 카메라

의 동작과 이동 물체 영역을 포함하고 있는 영상에 대하여 실험할 예정이다.

참고문헌

- [1] A. Akutsu, Y. Tonomura, H. Hashimoto and Y. Ohba, "Video Indexing Using Motion Vectors", SPIE Proceedings : Visual Communications and Image Processing '92, Vol. 1818, pp. 1522-1530, 1992.
- [2] A. Akutsu and Y. Tonomura, "Video Tomography : An Efficient Method for Camerawork Extraction and Motion Analysis", ACM Multimedia 94, pp. 349-356, 1994.
- [3] F. Idris and S. Panchanathan, "Detection of Camera Operations in Compressed Video Sequences", SPIE Proceedings : Storage and Retrieval for Image and Video Database V, Vol. 3022, pp. 493 - 505, 1997.
- [4] 장상현, 유성현, 조형제, "압축된 비디오 데이터에서 내용기반 색인을 위한 향상된 장면전환 추출 방법", 첨단학술정보센터, 동국대학교 컴퓨터공학과
- [5] Anandan, "Computational Framework and an Algorithm for the Measurement of Visual Motion", International Journal of Computer Vision, pp. 283-310, 1989.
- [6] Michael J. Black, Yaser Yacoob, "Tracking and Recognizing Facial Expressions in Image Sequences, using Local Parameterized Models of Image Motion", University of Maryland CAR-TR-756
- [7] Faires Burden, Numerical Methods, PWS publishing company, 1993.