

칼라/움직임 정보를 이용한 MPEG-4 비디오 객체 분할 설계

김준기, 이호석
호서대학교 컴퓨터 공학부

A design of MPEG-4 video object segmentation using color/motion information

Jun-Ki Kim, Ho Suk Lee
Department of Computer Engineering, Hoseo University

요 약

본 논문은 칼라 정보와 움직임 정보를 이용한 객체 분할 기법의 설계에 대하여 소개한다. 객체 분할 알고리즘은 $L \times u \times v$ 공간의 칼라 특성과 움직임 특성을 결합하여 설계하였다. 즉 공간 분할은 mean shift 칼라 클러스터링 알고리즘(color clustering algorithm)을 사용하여 중심 칼라 영역에 따라 동일한 칼라 지역으로 통합한다. 시간 분할은 움직임 검출을 위하여 affine six parameter 움직임 모델과 optical flow equation를 이용하여 움직임이 발생한 부분을 검출한다. 다음에 공간 분할과 시간 분할에 따른 결과를 통합하고 MAD(mean absolute difference)를 사용하여 객체를 추출하는 알고리즘을 설계하였다.

1. 서론

영상 분할은 이미지 처리 분야 뿐만 아니라 데이터 압축 분야에서도 더욱 더 중요한 분야로 주목 받고 있다. 새로운 비디오 코딩 표준인 MPEG-4에서는 VOP(Video Object Plane)의 개념을 사용하였다. 즉 객체 기반 부호화를 사용함으로써 각 객체의 비트스트림(bitstream)에 대한 용이한 접근과 객체 기반 비트스트림의 조작, 객체와의 상호작용, 장면 안에 포함된 객체의 재사용성등의 많은 기능을 지원한다. 그러므로 더욱 강력한 자동 영상 분할 처리 기법이 요구되고 있다[1].

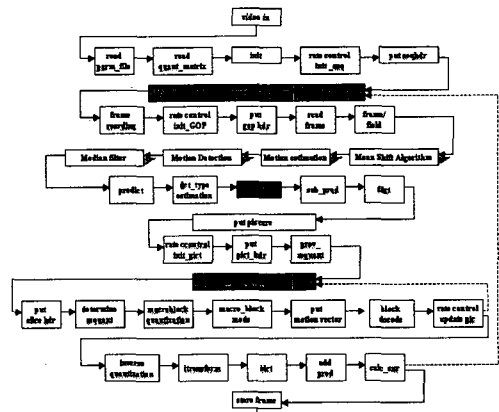
현재의 대부분 영상 분할 기법은 객체와 배경을 분리하기 위하여 비디오 시퀀스 안에 시간-공간 상관 정보를 활용한다. 시간적 분할은 배경으로부터 움직임 정보를 이용하여 움직임 객체를 식별하는 것을 의미한다. 공간적 분할은 배경으로부터 칼라 또는 명암도를 이용하여 객체의 경계를 결정하는 것을 의미한다. 이와 같이 시간적 분할과 공간적 분할을 결합하여 비디오 객체 분할에 대한 효과적인 방법을 구축할 수가 있다.

본 논문에서는 칼라 정보 그리고 움직임 정보를 이용한 효과적인 비디오 객체 분할 알고리즘에 대하여 소개한다. 컬러 영상 분할은 $L \times u \times v$ 컬러 공간에서 수행된다. $L \times u \times v$ 컬러 공간은 작은 컬러 차이에 대한 계산에 매우 유용하다. Non-parametric 기율기 기반 컬러 클러스터링 알고리즘, 즉 mean shift algorithm을 이용하여 컬러 유사성에 따른 동일한 컬러 지역의 분할과 경계를 비교함으로써 객체를 추출한

다. 다음으로 움직임 검출 방법에 의해 움직임 지역을 식별한다. 움직임 객체는 affine 움직임 모델과 optical flow equation에 따라 움직임 지역의 객체를 비교함으로써 추출된다. 이후 메디안 필터(median filter)를 이용하여 추출 영상의 잡음을 제거한다.

2. 영상 분할 알고리즘 설계

본 논문에서는 시간-공간 알고리즘의 복잡도를 줄이고 효과적인 자동 영상 분할에 초점을 두었다. 객체 추출을 위한 전체 영상 분할 블록도는 <그림 1>과 같다.



<그림 1> 전체 영상 분할 블록도

을 뿐만 아니라 수치적 위치 설정 등과 같은 하위 레벨에서의 저작 기능을 함께 제공하여 지식 수준에 알맞은 인터페이스를 통해서 MPEG-4 콘텐츠 생성을 가능하게 한다. 예를 들어 일반적인 개념의 시간 단위를 이용하여 장면의 변화를 저작 할 수 있는 반면에 프레임 저작 단위를 이용하여 레벨을 장면을 직접 제어할 수 있는 프레임별 저작도 이루어진다.

3.3 멀티미디어 스트림의 생성

실시간 스크립 전송이 필요한 디지털 방송에 적합한 스트림을 생성하기 위하여 MPEG-4 Systems 표준을 따르는 스트림을 생성한다. 이를 위해서 콘텐츠 컴포지션 트리로부터 MPEG-4의 셸 구성을 위한 정보를 추출하여 BIFS를 생성한다. 콘텐츠 컴포지션 트리는 MPEG-4의 BIFS를 생성하기 위한 모든 정보를 가진다. 콘텐츠 컴포지션 트리로부터 생성된 BIFS와 OD(Object Descriptor), 시정각 객체 스트림을 합성하여 MPEG-4 스트림을 생성한다.

4. 구현

본 장에서는 MS Windows 98/NT 환경에서 Visual C++ 6.0을 이용하여 개발된 MPEG-4 콘텐츠를 생성하는 멀티미디어 저작 도구를 소개한다.

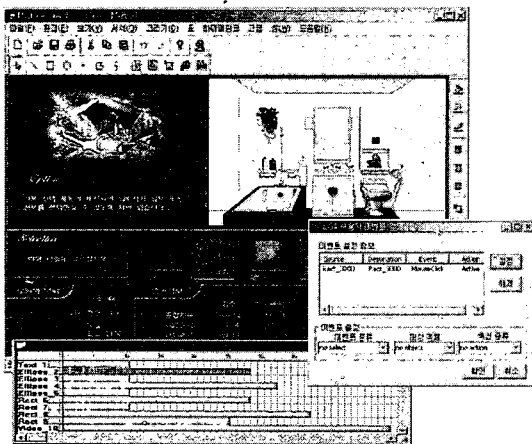


그림 3 방송용 멀티미디어 저작 도구에서의 저작 예

그림 3은 디지털 방송용 콘텐츠를 여러 가지 미디어를 이용하여 저작하는 예를 나타낸다.

사용자는 이미지, 텍스트, 비디오 미디어 등을 이용하여 광고용 콘텐츠를 저작한다. 그리고 특정 객체에 이벤트 및 커맨드를 설정하여 실시간으로 변화되는 정보를 생성하여 실제로 콘텐츠가 프리젠테이션 될 때 사용자의 이벤트나 시간의 흐름에 따른 동적 변화를 볼 수 있다.

5. 결론

본 논문은 디지털 방송용 MPEG-4 콘텐츠 생성을 위한 콘텐츠 컴포지션 모델과 저작 도구를 개발하였다. 방송용 콘텐츠의 특징을 지원하기 위하여 다양한 멀티미디어 객체를 이용하여 콘텐츠를 구성하고 각 객체가 사용자와 상호작용 할 수 있어야 하며 실시간 스트리밍 기능이 제공되어야 한다. 본 논문에서는 이러한 특징을 만족시키기 위해서 여러 멀티미디어 포맷에 적용가능한 콘텐츠 모델과 MPEG-4 Systems 표준을 따르는 스트림의 생성 기법을 제안하였다. 그리고 사용자에게 객체 기반 상호작용을 지원하는 콘텐츠를 쉽게 생성할 수 있도록 효과나 톱플릿 등 고급-수준의 시각적인 사용자 인터페이스를 제공한다. 앞으로의 연구 방향은 콘텐츠 컴포지션 트리로부터 다양한 형태의 멀티미디어 스트림의 생성이다.

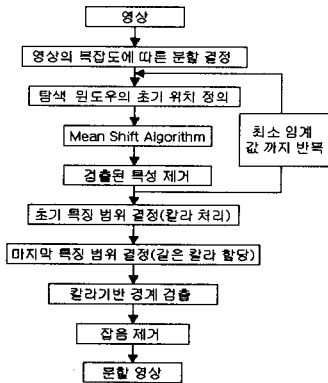
6. 참고 문헌

- [1] ISO/IEC FCD 14496-1, Part 1:Systems, ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N2201, Approved at the 43rd Meeting, 1998.
- [2] A. Puri and A. Eleftheriadis "MPEG-4 : An object-based multimedia coding standard supporting mobile application," Mobile Networks and Application, p5-32, 1998.
- [3] K. Cha, H. Kim and S. Kim, "MPEG-4 contents Authoring Tool and Player," Proc. of '2000 HCI, Korea, Vol. 9, No. 1, pp. 27-30, January 24-26, 2000.
- [4] A. Eleftheriadis, "Flavor: A language for media representation," Proc. of '97 ACM '97, pp. 1-9, 1997.
- [5] Souhila Boughoufalah, Jean-Claude Dufourd, Frederic Bouhaguest, "MPEG-Pro, an Authoring System for MPEG-4 with Temporal Constraints and Template Guided Editing," Proc. of '2000 IEEE Multimedia Multimedia and Expo, pp. 175-178, 2000.

3. 컬러 정보 기반 공간적 분할

3.1 컬러 정보 기반 공간적 분할

영상 분할을 위한 칼라 공간(color space)의 선택에는 여러 가지가 있다. 1976 년 ICI(International Commission on Illumination)에서는 더욱 정확한 칼라 모델인 CIE(Commission Internationale de l'Éclairage) L*u*v 컬러 공간을 정의하였다. 여기서 L* 성분은 휘도(luminance)이고 u* v* 성분은 색차(chrominance)이다. CIE L*u*v 컬러 공간은 작은 칼라 차이의 계산에 매우 유용하기 때문에 모든 특성 공간(feature space) 계산은 L*u*v 공간에서 수행 된다. 칼라 영상 분할처리는 <그림 2> 와 같다.



<그림 2> 컬러 정보 기반 공간적 분할

3.2 Mean shift algorithm

간단한 밀도 기울기 측정을 위한 non-parametric 기술은 1975 년 Fukunaga 와 Hostetler[2] 에 의해 제안되었다. 이후 Cheng[3] 가 이 개념을 일반화 시켰다. 우선 칼라 성분의 명암도 분포는 확률 밀도 함수(probability density function)에 의해 나타내질 수 있다. Mean shift vector 는 반지름이 r 인 구(sphere) Sx 와 특성 벡터 y 를 포함하는 중앙값 x 로 표현할 수 있다[2][3].

$$\mu(x) = \frac{\int_{y \in S_x} P(y)(y-x) dy}{\int_{y \in S_x} P(y) dy}$$

여기서 p(*) 는 p 차원 특성 벡터의 확률 밀도 함수이다. Mean shift algorithm 에서의 mean shift vector 는 확률 밀도 ∇p(x)의 기울기에 비례하고, 확률 밀도 p(x) 에 반비례 한다.

$$\mu(x) = c \frac{\nabla p(x)}{p(x)}$$

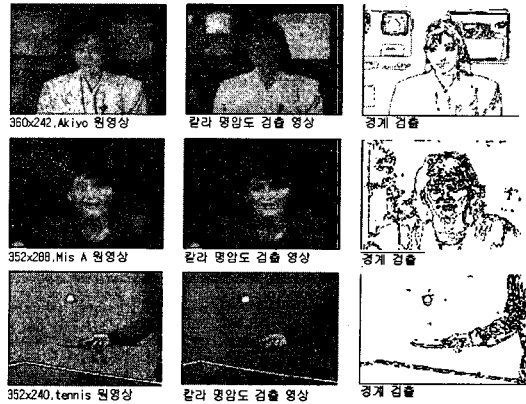
c 는 상수이다. 위 식의 장점은 확률 밀도 함수에 의해 높은 밀집 지역을 찾을 수 있다는 것이다. 즉 확률 밀도 극대점의

방향을 따라서 밀도의 최대값 위치를 찾을 수 있다[2].

Mean shift algorithm

- (1) 탐색 윈도우의 반지름 r 를 선택한다.
- (2) 윈도우의 초기 위치를 선택한다.
- (3) mean shift vector 와 이동된 탐색 윈도우사이의 거리 계산
- (4) 중심점까지 반복하여 계산한다.

3.3 아키오, 미스 아메리카, 탁구 영상 처리 결과



<그림 3> 컬러 분할 영상 예

4. 움직임 검출과 시간-공간 알고리즘 통합

4.1 움직임 검출 모델

의미 있는 객체의 대부분은 움직임 패턴의 상관성을 따르는 특성이 있다. 움직임은 일반적으로 객체를 같은 지역으로 모으는데 이용된다. Parametric 모델의 움직임 추적기법은 parameter 의 설정에 따라 객체의 움직임을 나타낼 수 있다. Affine 움직임 모델은 parametric 모델 사이에서 가장 자주 사용된다.

움직임은 affine six parameter 모델과 optical flow equation 을 이용하여 움직임 벡터 필드를 측정함으로써 구할 수 있다. Affine six parameter 움직임 모델은 다음과 같이 나타낼 수 있다[4].

$$\begin{bmatrix} \mu(x, y) \\ \nu(x, y) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_1 + a_2x + a_3y \\ a_4 + a_5x + a_6y \end{bmatrix}$$

여기서 u(x,y)와 v(x,y)는 수평과 수직 방향에 따른 움직임 벡터이다. a1...a6 는 상수 파라미터이다. Affine 모델의 a1...a6 파라미터는 optical flow equation 를 이용하여 측정할 수 있다. 이후 장면 변화 검출(scene change detection)을 위하여