

양방향 개인방송 서비스를 위한 동영상 객체분할 시스템의 구현

Implementation of Video Object Segmentation System for Interactive Personal Broadcasting Service

유홍연*, 전도영**, 김민성***, 홍성훈****

Hong-Yeon Yu, Do-Young Jun, Min-Sung Kim, Sung-Hoon Hong

Abstract - This paper describe an interactive video object segmentation tool which can be used to generate MPEG-4 video object planes for multimedia broadcasting and enables content based functionalities. In order to apply these functionalities, each frame of video sequence should be represented in terms of video objects. Semiautomatic segmentation can be thought of as a user-assisted segmentation technique. A user can initially mark objects of interest around the real object boundaries. Then the user-guided and selected objects are continuously separated from the unselected areas through time evolution in the image sequences. We proposed method shows very promising result and this encourages the development of object based video editing system.

Key Words : Interactive personal broadcasting, Object segmentation, Local watershed, hierarchical queue

1. 서론

최근 디지털 방송에 있어 대화형 양방향성 서비스가 가시화되고 인터넷 방송이 활성화됨에 따라 비디오 정보 제공자가 특정 인물이나 배경 같은 객체를 새로운 객체로 대체하는 등 디지털 방송용 동영상에서 특정 객체를 제거하고 추적하는 객체단위의 처리가 중요시 되고 있다. 또한 객체기반 부호화 및 전송, 영상편집, 영상검색시스템, 감시시스템 등 다양한 객체기반 멀티미디어 응용기술을 위한 객체분할 방법이 필요하게 되었다.

이러한 객체분할은 무엇보다도 신뢰성 있고 사용자의 개입을 최소화하며 편리한 분할 방법을 요구하고, 이에 따른 많은 객체분할 방법이 제안되었다[1]. 그러나 이러한 객체분할의 목적은 연속된 영상에서 배경과 객체를 분할하는 방법만을 제시할 뿐 실제 대화형 멀티미디어 방송 등을 위한 객체기반 영상조작, 부호화 등과 같은 방법은 제시하지 않고 있다. 따라서 본 논문에서는 자동 및 수동 분할의 문제점을 해결하고 계산량 감소, 사용자의 개입의 최소화, 신뢰성 및 편리성을 갖춘 사용자 개입 방식의 객체분할 방법을 제안한다. 제안된 객체분할기는 다양한 형태를 갖는 객체의 특성을 정의하기 위한 B-Spline, 다각형, 연속추적 곡선의 3가지 사용자 개입 방식을 제시한다. 그리고 영상의 밝기 및 색상정보에 대한 전처리 과정을 통해 획득된 영상을 국부적 워터셰드[2] 알고

리즘을 통해 사용자가 요구하는 영역을 분할하고, 분할된 객체 마스크 정보만을 이용한 연속된 프레임의 객체를 추적 분할하는 방식을 제시한다. 또한 추출된 객체를 이용한 객체기반 편집 시스템을 구현함으로써 객체의 형태 변형에 강인한 합성 결과를 제공하여 정밀하고 신뢰성 있는 객체를 추출 및 합성을 수행하는 통합된 객체기반 편집 시스템을 구현하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 제안된 동영상 객체분할 알고리즘과 구현된 객체기반 편집 시스템을 설명하고 3장에서 실험결과를 보인다. 4장에서 결론 및 향후 연구를 기술한다.

2. 제안된 객체분할 시스템

그림 1은 제안된 객체분할 알고리즘의 전체 흐름에 대해 나타내었다. 제안된 객체분할기의 처리과정은, 분할하고자 하는 디지털 동영상이 입력되면 첫 번째 프레임에 존재하는 비디오 객체 또는 그 뒤 연속된 프레임에서 새로이 나타나는 동영상내에 객체를 사용자의 조력에 의하여 정의하고, 정의된 윤곽선 정보 및 공간정보 (밝기 및 컬러)를 이용하여 초기 객체를 분할하는 Intra-frame 객체분할과, 이전 프레임에서 분할된 비디오 객체의 움직임 정보에 대하여 물체추적(object tracking) 함으로서 비디오 객체를 자동으로 분할하는 Inter-Frame 객체분할 과정으로 구성된다.

그리고 새로운 비디오 객체의 검출과 화면변환 또는 새로운 객체출현 시 사용자 조력에 의한 분할단계인 Intra-Frame 객체분할을 수행한다. 또한 분할 결과에 대한 신뢰도 판단기능을 포함하여 자동 분할 또는 반자동 분할과정을 선택할 수 있게 한다.

이와 같이 물체추적에 의한 객체분할 결과에 대한 신뢰도

저자 소개

- * 유홍연: 全南大學 電子情報通信工學科 博士課程
- ** 전도영: 全南大學 電子情報通信工學科 碩士課程
- *** 김민성: 全南大學 電子情報通信工學科 碩士課程
- **** 홍성훈: 全南大學 電子情報通信工學科 副教授

를 결정하는 이유는 물체추적에 의한 분할은 이전 프레임에서 분할된 비디오 객체를 물체추적에 의하여 분할하기 때문에 이전 결과가 잘못 분할될 경우 그 이후의 물체추적에 의한 분할 결과는 계속 부정확한 결과가 누적될 수 있기 때문이다.

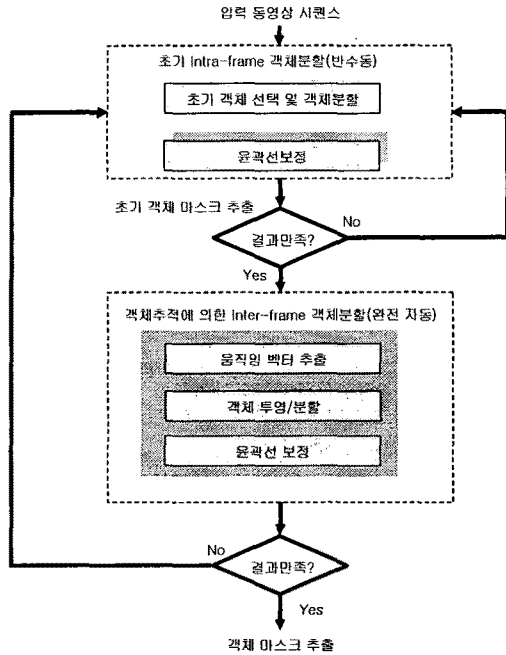


그림 1. 제안된 객체분할 구조도

2.1 불명확한 영역의 워터셰드 영역분할

초기 입력 영상으로부터 객체의 실제 윤곽선이 존재할 영역을 설정하는 방법은 사용자의 조력으로 객체 경계선을 중심으로 연속적으로 그려준다.

사용자 조력으로 정의된 객체의 경계선 영역을 불명확한 영역인 '0'으로 할당하고, 이 불명확한 영역을 중심으로 객체 내부 영역은 '1'로 할당하고, 외부 영역은 '2'로 할당한 전역 레이블 영상을 생성한다. 그리고 워터셰드 알고리즘을 적용할 때, 영상내의 객체 경계선을 유지하면서 영역의 내부를 평탄화 하고 불필요하게 분할되는 영역을 줄이기 위해 수리 형태학적(mathematical morphology) 필터 통한 영상 단순화를 수행한다. 그리고 erosion과 dilation을 기본 연산자로 하는 morphological gradient에 의해 밝기 및 색상 값의 최대치를 워터셰드 알고리즘의 입력 영상으로 사용한다.

워터셰드 알고리즘은 영상의 화소값을 고도로 하는 2차원 지형으로 간주하고, 기울기 영상으로부터 획득된 국부적 최소값을 기반으로 유사한 화소값을 가지는 동질영역들로 분할한다. 기존의 워터셰드 알고리즘 수행과정은 국부적 최소값으로부터 계층적 큐를 구성하고, 주위의 유사한 화소값을 채워나가면서 최종적으로 만나는 곳을 영역사이의 경계로 구분하는 알고리즘이다[4]. 그러나 일반적인 워터셰드 알고리즘은 입력 영상 전체에 대해 국부 최소값을 기반으로 영역을 분할하게 되므로 불필요한 영역 병합 등의 많은 연산을 필요로 하는 문제점을 가지고 있다. 또한 전체 영상에 대한 워터셰드 알고리즘을 적용할 경우 객체의 윤곽선과 배경이 유사하면, 정확한 객체를 분할하기 어렵다. 따라서 단순화된 영상으

로부터 획득된 기울기 값을 갖는 불명확한 영역에서만 국부적으로 워터셰드 알고리즘을 적용하여 영역분할을 한다.

제안된 워터셰드 알고리즘은 그림 2와 같이 사용자가 정의한 불명확한 영역에서 객체의 실제 윤곽선을 중심으로 좌우가 낮아지는 지역에서 가장 높은 기울기 값을 갖는 윤곽선을 찾음으로써 정확한 객체를 분할한다.

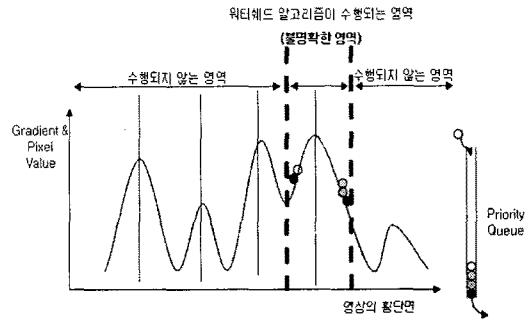


그림 2. 불명확한 영역내의 워터셰드 알고리즘

국부적 워터셰드 알고리즘으로 분할된 영역들은 화소단위의 seed 기반 영역확장 방법을 응용하여, 워터셰드 알고리즘으로 분할된 영역들을 화소단위에서 영역단위로 계층적 큐를 적용하여 유사성이 가장 작은 값을 병합한다. 영역을 병합하는 과정은 초기화, 미결정 영역의 큐 등록, 영역 결정 과정을 수행함으로써 정확한 객체를 추출한다.

그림 3은 현재 영역이 객체내부 혹은 객체외부에 속하는 영역으로 결정되지 않은 미결정 영역을 할당하는 예를 보여준다. 미결정 영역인 L1을 좌우로 객체의 내부 혹은 외부와 만나는 결정영역이 존재하고, 현재 미결정 영역인 L1과 인접한 영역을 평균값이 최소가 되는 영역을 우선순위로 큐에 입력하게 된다. 그리고 큐에 입력되어 있는 영역들 중 최상위 영역(레이블 값)을 큐에서 출력하고 결정영역과 근접한 인접영역으로 평균값의 차이 가장 적은 영역을 선택 병합함으로써 최종 객체 영역을 선택한다.

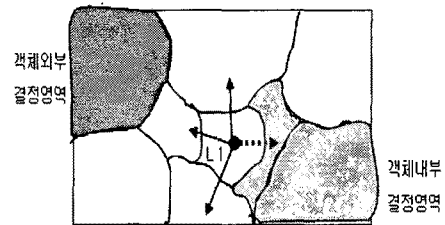


그림 3. 미결정 영역 병합

연속된 영상내의 객체를 추적 분할하기 위하여 이전 프레임에서 획득된 객체 마스크의 윤곽선에 대한 블록매칭 알고리즘을 적용하였다.

$$MAD(u, v) = \sum_{i=-N/2}^{N/2} \sum_{j=-N/2}^{N/2} |s'(i+u, j+v) - s'(i, j)|$$

$$MV = (u, v) |_{\min MAD(u, v)} \quad -p \leq u, v \leq p \quad (1)$$

이전 프레임에서 획득된 객체의 마스크의 경계에 해당하는 픽셀을 중심으로 블록을 설정하고 현재 프레임의 탐색 영역

내에서 해당 되는 블록을 식 1과 같은 MAD(mean absolute difference)을 적용한 전방향 움직임 추정을 하였다. 여기서 $s^{i-1}(i, j)$ 는 이전 프레임 내 경계선을 중심으로 한 블록의 픽셀값이고 $s^i(i, j)$ 는 현재 프레임의 조사대상 블록의 픽셀값을 의미한다. N은 블록의 크기가 되고, $\pm P$ 는 탐색 영역을 의미한다. 후보대상이 되는 블록마다 MAD를 계산하여 이 값이 가장 작은 블록이 해당 블록으로 선택된다.

움직임 추정에 의해 부여된 현재 프레임의 객체 윤곽선을 중심으로 객체 윤곽선이 존재할 가능성이 있는 불명확한 영역을 팽창과 침식의 차분으로 설정하고, 국부적 워터셰드 알고리즘을 적용 윤곽선을 보정함으로써 연속된 객체를 자동으로 추적 분할한다.

2.2 객체기반 영상 편집

그림 4는 동영상내에 존재 하는 객체를 분할하고 이를 컴퓨터의 하드 디스크와 같은 저장매체에 저장되어 있는 2D 혹은 3D 그래픽 영상과 합성을 수행하기위해 구현한 객체기반 편집시스템이다.

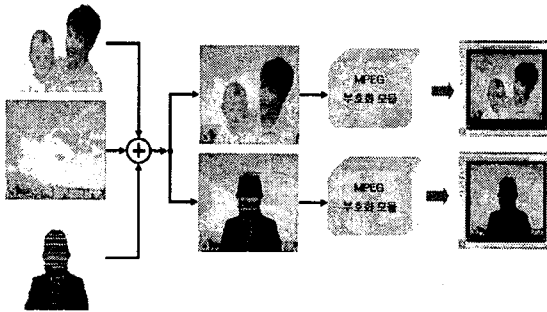


그림 4. 객체기반 편집 시스템

구현된 객체기반 편집 시스템은, 객체분할기에서 추출된 객체의 마스크정보를 이용하여 기존의 2D 혹은 3D 배경과 사용자의 요구에 의해 실시간으로 합성을 수행하고 합성된 영상을 표준 압축 비트스트림을 지원하는 미디어 플레이어 등에서 재생 가능한 부호화를 수행한다. 또한 추출된 객체 마스크 정보만을 이용하여 정밀한 객체 편집을 할 수 있다.

3. 실험결과

그림 5-(a)는 기존의 전체 영상에 워터셰드 알고리즘을 적용한 결과로써 객체의 왼쪽 머리카락 영역이 배경과 동일한 영역으로 분할되어 있어 객체영역 쪽으로 파고 들어가는 현상이 나타난다. 이와반면, 제안된 워터셰드 알고리즘은 그림 5-(b)와 같이 불명확한 영역에서만 국부 최소값을 기반으로 영역을 분할하였으므로 영역분류 단계에서 정확한 객체 영역과 배경영역을 분할할 수 있다.

그림 6은 구현된 객체기반 편집시스템의 사용자 환경을 보여 주고 있다. 중앙의 창은 현재 처리되는 영상의 결과를 보여준다. 또한 사용자 개입을 위한 작업 창을 제공한다. 그리고 오른쪽 상단의 영역은 기존의 하드디스크에 DB로 저장되어 있는 2D/3D 그래픽 배경 및 실사 영상의 프레임 수, 사이즈 정보를 사용자에게 제공하고, 합성을 원하는 배경을 사용

자의 요구에 따라 실시간으로 선택 할 수 있는 편리한 환경을 제공한다.



(a) 기존 추출 결과 (b) 제안된 추출 결과

그림 3. 제안된 추출결과 비교: (a) 기존 워터셰드 적용, (b) 제안된 워터셰드 적용

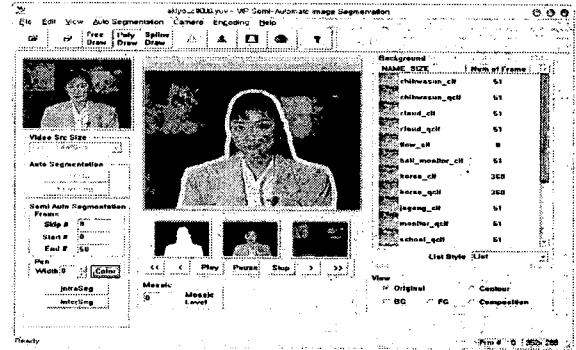


그림 6. 객체기반 편집 시스템

4. 결론

본 논문에서는 효율적인 객체기반 양방향 방송 서비스 동영상 편집 시스템을 위한 사용자 개입방식 객체분할 시스템을 제안하였다. 제안된 객체분할기는 워터셰드 알고리즘 적용시 발생하는 과분할 현상을 줄이기 위해 사용자가 정의한 영역에서만 워터셰드 알고리즘을 적용한다. 그리고 워터셰드 알고리즘에 의해 분할된 영역을 계층적 큐를 적용하여 영역 단위의 분류함으로써 정밀한 초기 객체를 고속으로 추출할 수 있었고, 제안된 객체분할 알고리즘을 적용한 객체 기반 동영상 편집기는 실시간으로 영상을 합성할 때 추출된 객체의 마스크 정보만을 이용함으로써 정밀한 합성을 할 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] Chuang Gu, Ming-Chieh Lee, "Semiautomatic segmentation and tracking of semantic video objects," IEEE Trans. on CSVT, vol. 8, Issue 5, pp. 572 -584, Sep. 1998.
- [2] Luc Vincent and Pierre Soille, "Watersheds in Digital Spaces: An Efficient Algorithm Based on Immersion Simulations", IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 13, no. 6, Jun. 1991.