

# 압축영역의 비디오 객체 추출

김동욱\* · 김진태\*\*

## Video Object Extraction in Compressed Domain

Dong-wook Kim\* · Jin-tae Kim\*\*

### 요 약

본 논문은 압축된 비디오 신호로부터 움직임 객체를 효과적으로 추출하기 위한 새로운 방법을 제시한다. 압축된 비디오는 압축과정에서 얻은 비디오 객체에 관한 여러 가지 정보들을 포함하고 있으며, 이러한 정보는 객체 추출에 중요한 힌트가 된다. 본 연구에서는 각 매크로 블록의 움직임 정보만을 이용하여 움직임 객체를 추출하는 알고리즘을 제시한다. 이를 위하여 프레임에서 배경과 움직임 객체를 분리하고, 움직임 벡터의 히스토그램과 복잡도를 분석하여 움직임 객체의 유효성 여부를 판단한다.

### ABSTRACT

This paper addresses the problem of extracting video objects from compressed video signals. Compressed videos include several informations about moving objects. An useful cue for object segmentation is motion vector per macroblock which sparse in MPEG. We propose a method for automatically estimating and extracting moving objects using motion vectors of macroblocks in this work.

### 키워드

압축비디오, 움직임 객체 추출, 움직임 정보, 복잡도 분석

## I. 서 론

객체 추출을 포함한, 비디오의 공간적 분할에 관한 연구를 통해 지난 수년 동안 많은 효과적인 알고리즘이 제시되었다 [1]. 특히, 비디오 검색[2][3][4]을 위한 비디오 객체 추출기법은 디지털 콘텐츠를 다루는 기술로서 매우 중요한 문제이다. 객체 추출은 매 영상에 대해 독립적으로 처리하거나, 움직임 정보를 취득하여 처리할 수 있으며, 이 경우 계산적으로 매우 복잡한 점이 문제점이다. 이러한 문제점을 해결하기 위한 또 다른 방안으로서 대부분의 비디오 데이터는 압축된 형태로 저장되거나 전송되는 점에 착안하여, 압축된 데이터 속에 포함되어 있는 움직임 정보를 객체 검출에 이용한다[5]. 동영상 압축에서 널리 적용되는 알고리즘인 H.261,

H.263, H.264 를 비롯하여 MPEG-1, 2, 4 등에서 움직임 보상 기반의 압축기법이 널리 사용된다. 움직임 보상 기반으로 입력 영상이 압축될 때 추출되어 부호화된 정보는 블록 단위의 움직임 벡터와 블록 단위의 움직임 예측 오차가 대표적인 정보이며, 추가로 형태에 관한 정보가 전송될 수 있다.

본 연구는 압축 비디오 신호가 가지고 있는 정보 중 매크로블록의 움직임 벡터만을 이용하여 움직임 객체를 추출하고자 한다.

## II. 본 론

압축된 비디오 신호에 포함되어 있는 정보 중 매크로블록의 움직임 벡터만을 이용하여 움직임 객체를 추출하는 것은 원 영상을 대상으로 추출하

는 것에 비해 추가로 움직임 정보를 취득하지 않아도 되는 이점을 가진다. 매크로블록 움직임 정보만을 이용하여 움직임 객체를 추출하고자 할 경우, 어려운 경우가 몇 가지 발생할 수 있다. 첫째, 만일 프레임 내에서 움직임이 없거나 움직임의 정도가 많지 않을 때이다. 둘째, 카메라의 움직임이 존재할 때이다. 특히, 정지된 객체와 움직이는 객체가 혼재된 장면에 대해 카메라가 병진이동 등이 있을 경우이다. 셋째, 움직임 벡터는 블록에 대해 1개의 벡터를 할당하기 때문에 움직임을 정확히 나타내는 데는 한계가 있으며, 실제 움직임과 크게 다르거나, 오벡터가 존재하는 경우이다. 따라서 블록 단위의 움직임 벡터를 이용하여 매 프레임마다 움직임 객체를 정확히 찾아내는 것은 쉽지 않다.

한편, 비디오 신호는 정지영상과 달리 인접한 프레임들 간에는 동일한 또는 비슷한 정보를 담고 있으며, 장면 전환 등이 발생되지 않는 한 이러한 상태는 수 프레임에서 수십 프레임 동안 계속되는 경우가 많다. 따라서 이러한 점을 고려하여 본 논문에서는 추출된 객체에 대해 주어진 조건에 부합되는 경우에 움직임 객체로 판정하고, 조건에 부합되지 않을 경우 객체 추출에 실패한 것으로 간주하고 다음 프레임에 대해 움직임 객체 추출을 시도한다.

### 2.1 히스토그램에 의한 배경영역의 결정

압축데이터의 움직임 벡터가 영(zero)이 아닌 크기를 가질 때, 그 원인으로 몇 가지를 생각해 볼 수 있다. 첫째, 움직임 객체가 존재할 경우이다. 둘째, 카메라가 이동할 경우이다. 셋째, 블록벡터를 찾는 과정에서 발생하는 오류일 경우이다. 카메라가 정지한 경우에는 블록 움직임 벡터의 크기가 영이 아닌 블록을 움직임 객체로 간주할 수 있으나, 카메라가 이동하는 경우 블록 움직임 벡터의 크기를 기준으로 배경과 움직임 객체를 분리하는 것은 쉽지 않다. 따라서 본 논문에서는 움직임벡터의 히스토그램을 구하여 가장 높은 빈도수를 갖는 움직임벡터를 배경영역의 움직임벡터로 결정하며, 이 벡터를 갖는 블록을 '배경블록'으로 정의하며, 배경블록들로 구성된 영역을 '배경영역'으로 정의한다.

### 2.2 움직임객체 추출과 유효객체

전 절에서 얻어진 배경영역을 바탕으로 움직임 객체를 얻을 수 있는데, 대상 영상에서 배경영역을 제외한 부분을 움직임 객체로 간주한다. 먼저, 이러한 과정을 통해 얻어진 실제 예를 살펴보기로 하자 (그림 1). 그림 1(a)는 실험에 이용된 원 영상 중의 하나이며, (b)-(e)는 히스토그램에 의해 배경과 움직임 객체가 분리된 결과 영상이다. 즉, 검은색

블록부분이 배경이며, 나머지부분이 움직임 객체이다.

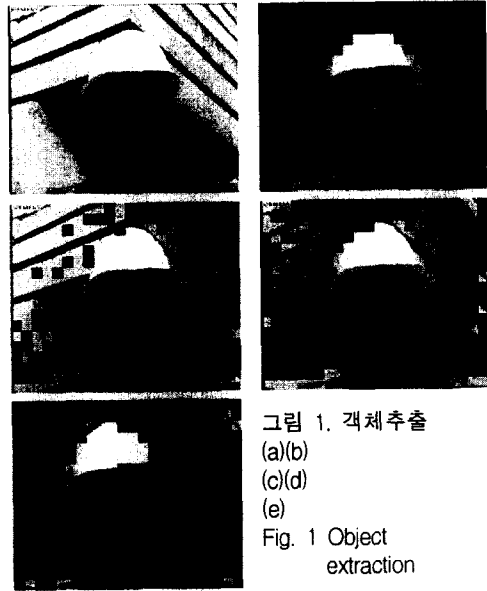
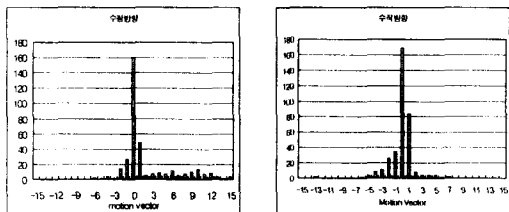


그림 (b)는 원하는 결과 중의 한 형태이며, 반면에 (c)의 경우 카메라의 움직임과 객체의 움직임이 혼재하고, 그 차이가 크지 않아 배경과 움직임 객체의 분리에 실패했다. 또한, (d)의 경우 움직임 객체를 얻긴 하였지만, 배경과의 분리가 완전하지 못하다. 또한 (e)의 경우 움직임 객체에 배경 처리된 부분이 오목하게 존재한다. 이 경우 (b)를 제외한 (c), (d), 그리고 (e)는 객체추출에 실패한 경우로 볼 수 있다. 따라서, 배경영역의 결정 후 처리된 결과를 바탕으로 움직임 객체 추출에 성공한 프레임과 실패한 프레임으로 분류하며, 객체 추출에 성공한 경우, 추출된 객체를 '유효객체'라고 정의한다.

### 2.3 히스토그램기반의 프레임 유효성 결정

움직임 객체의 유효성을 판단하기 위하여 두 가지 과정을 도입한다. 첫 번째 과정은 프레임의 유효성 분석과정이며, 두 번째는 객체의 복잡도 분석과정이다.

프레임 유효성 분석과정은 움직임 벡터의 히스토그램 분포를 통해 객체 분리 가능성을 체크하는 과정이다. 먼저 위에서 얻어진 배경의 움직임 정보를 바탕으로 벡터의 수평방향과 수직방향에 대한 히스토그램을 분석한다.



(a) 수평방향 (b) 수직방향  
 그림2. 움직임벡터에 대한 히스토그램  
 Fig. 2 Histograms for motion vectors

그림 2는 실험 영상에 대해 움직임 벡터의 히스토그램을 나타낸 것이다. 수평 및 수직방향에서 영의 값에서 가장 누적치가 높게 나오며, 배경의 움직임 값은 0임을 알 수 있으며, 수평방향의 경우 배경에 해당되는 움직임 외에 양의 방향으로 상당한 크기의 누적치를 가지고 있음을 볼 수 있다. 반면 수직방향의 경우 음의 방향으로 움직임 성분이 존재하나 배경과 큰 차를 보이지 않는다. 따라서 위의 영상의 경우 수평방향으로 움직이는 객체가 존재하며, 움직임 벡터를 기준으로 객체 분할이 가능한 것으로 유추할 수 있다. 본 논문에서는 이러한 점을 착안하여 움직임 벡터의 누적 분포를 이용하여 배경과 움직임 객체의 분리 가능 여부를 판단하고자 하며, 분리가 가능한 것으로 판정된 프레임에 대해만 움직임 객체 추출을 시도하고자 하며, 순서는 다음과 같다.

1) 먼저, 움직임 벡터의 수평 및 수직성분에 대해 각각 히스토그램을 구한다. 2) 그 다음 배경의 움직임 벡터를 기준으로 양의 방향과 음의 방향으로 누적 값에 대한 평균을 각각 구한다. 즉,

$$M_x(+) = \frac{1}{N_{x(+)}} \cdot \sum_{b_x+a < i} [MB(i)_x \cdot N_x^i] \quad (1)$$

$$M_x(-) = \frac{1}{N_{x(-)}} \cdot \sum_{b_x = a > i} [MB(i)_x \cdot N_x^i] \quad (2)$$

여기서,  $M_x(+)$ 는 수평방향의 벡터 누적치 중 배경 벡터보다 큰 벡터들의 가중 평균을 나타내며,  $N_{x(+)}$ 는 그 때의 벡터 누적합을,  $N_x^i$ 는 수평방향(x-방향)의 벡터 중 값이  $i$ 인 벡터의 개수를 의미한다. 마찬가지로 방법으로  $M_y(+)$ ,  $M_y(-)$ 를 각각 구한다.

3) 위 단계에서 구한  $M_x(+)$ ,  $M_x(-)$  및  $M_y(+)$ ,  $M_y(-)$ 에 대해 다음 세 가지 조건을 충족하는지 검사하여, 만일 2가지 조건을 모두 충족한

다면, 유효객체 검출 단계로 넘어가며, 그렇지 않을 경우 유효객체 검출이 불가능한 것으로 판정하고 다음 프레임 처리로 넘어간다.

- 조건1: 배경에 해당되는 부분이 영상전체의 50% 이상일 것.
- 조건2:  $M_x(+)$ ,  $M_x(-)$  및  $M_y(+)$ ,  $M_y(-)$  중 정해진 임계값보다 큰 것이 하나 이상 존재하고 대응되는 벡터누적 값이 정해진 임계값보다 클 것.

2.4 움직임 객체 유효성 결정

본 단계는 움직임 객체의 경계부의 공간적 복잡도를 조사하여 복잡도가 임계치보다 클 경우 객체 후보에서 제외시키는 단계이다.

그림 3에서 각 격자는 매크로블록을 의미하며, 하얀 부분은 배경을, 빗금 친 부분은 움직임 객체를 나타낸다. 여기서, 임의의 블록 자신을 중심으로 인접한 블록을 정의할 때 8-근방 개념을 적용해보자. 그림3(a)에서 객체의 각 블록이 배경과 8-근방 1개 이상으로 인접한 블록수를 구해보면 다음과 같다.

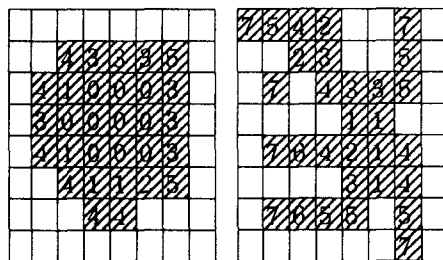


그림 3. 객체의 복잡도(a)(b)  
 Fig. 3. Complexities of objects

표 1. 그림 3에 대한 8-근방  
 Table 1. 8-neighbors for objects (Fig.3)

8-근방	0	1	2	3	4	5	6	7	8
그림3(a)	10	4	1	7	6	2			
그림3(b)		4	3	4	5	6	2	6	

그림 3에서 그림 3(a)에 비해 그림 3(b)의 경우 움직임 객체의 많은 부분이 배경과 인접해 있음을 볼 수 있으며, 따라서, 움직임 객체가 차지하는 영역의 크기에 비해 배경에 인접하는 부분이 많다면, 이것은 경계부분이 매우 복잡한 것으로 추정할 수 있으며, 이런 현상은 일반적으로 객체 추출이 제대로 되지 않을 때 자주 나타나는 현상 중의 하나이다.

본 논문에서는 이러한 점을 이용하여 경계부의 복잡도를 분석하고, 일정한 임계값 이상의 복잡도를 가질 경우 배경과 움직임 객체의 분리가 실패한 것으로 판정하고, 다음 프레임 처리를 위해 넘어간다. 경계부에 대한 복잡도  $\chi$ 는 다음과 같이 정의된다.

$$\chi = \frac{1}{K_{ob}} \sum_j N_j^{ob} + \frac{1}{K_{bg}} \sum_k N_k^{bg} \quad (3)$$

여기서,  $K_{ob}$ 는 프레임 내 객체 블록 수의 합이며,  $K_{bg}$ 는 배경블록의 합이다. 또한,  $N_j^{ob}$ 는 움직임 객체의  $j$ 번째 블록에 대한 8-근방 또는 4-근방에 위치한 배경 블록의 개수이며,  $N_k^{bg}$ 는  $k$ 번째 배경 블록에 대한 8-근방 또는 4-근방에 위치한 객체 블록의 개수이다. 알고리즘을 정리하면, 먼저, 움직임 객체에 해당하는 블록 중 배경과 접하고 있는 경계 블록을 대상으로 8-근방 또는 4-근방을 조사하여 복잡도를 나타내는 파라미터  $\chi$ 를 (1)식에 의해 증가시킨다. 이러한 처리는 해당 프레임의 마지막 객체 블록까지 계속된다. 완전한 프레임에 대한 처리가 끝난 후, 얻어진 파라미터 값을 이용하여 배경과 객체 분리의 유효성을 평가한다. 만일 얻어진  $\chi$ 가 일정한 임계값 이하이면 배경과 객체의 분리가 성공한 것으로 판단하며, 그렇지 않을 경우 실패한 것으로 간주한다.

### III. 모의실험결과

본 논문에서는 몇 가지 실험영상을 대상으로 컴퓨터 시뮬레이션을 행하였다. 다만, 비디오 신호에 대한 압축표준안에 의해 압축된 신호 대신 블록정합법에 의해 생성된 움직임 벡터를 이용하여 실험하였다.

그림4, 5의 '성공으로 판정', '실패로 판정'의 의미는 알고리즘 실행 시 각각 유효객체 추출성공, 유효객체 추출 실패를 리턴함을 의미한다. 그림 4의 일부는 유효한 것으로 나왔지만 실제로는 유효객체로는 다소 미흡함을 알 수 있다. 본 알고리즘의 문제점으로는 입력 영상에 따라 적용되는 임계치가 약간씩 다르게 적용된다는 점이다. 따라서 입력 영상에 따라 임계치가 적용적으로 정해지는 방법에 관한 추가 연구가 필요한 것으로 사료된다.

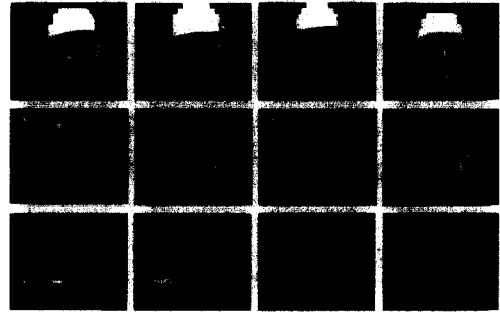


그림 4. 유효객체추출 성공  
Fig. 4 Success of effective object extraction

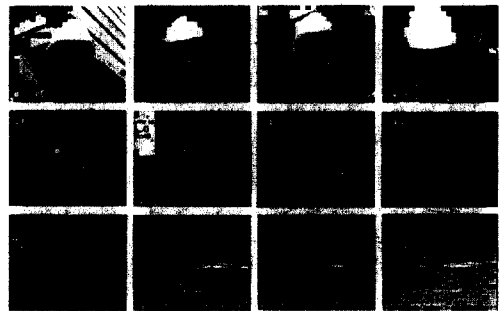


그림 5. 유효객체추출 실패  
Fig. 5 Failure of effective object extraction

### IV. 결론

본 논문에서는 압축된 비디오 영상 데이터에 포함된 움직임 정보를 이용하여 움직임 객체를 추출하는 기법을 제안하였다. 본 알고리즘은 영상 재구성 없이 압축영역에서 움직임 객체를 추출이 가능한 방법이다. 추가적으로, 예측오차 성분을 적절히 이용하는 방법에 관한 연구가 필요한 것으로 사료된다.

### 참고문헌

- [1] D. Zhong and S. F. Chang, "An Integrated approach for content-based video object segmentation and retrieval," IEEE Trans. Circuits System Video Technology, vol. 9, pp. 1259-1268, Dec. 1999.
- [2] 송석진, 남기곤, "복합적인 영상 특성을 이용한 영상 검색 시스템 구현", 한국해양정보통신학회논문지 제9권 제1호

신학회논문지, vol.6, no.8, pp.1358-1364 1226-6981, Dec. 2002

- [3] 고석만, 김형균, "컷 검출을 위한 블록별 히스토그램 비교에 관한 연구", 한국해양정보통신학회논문지, vol.5, no.7, pp.1301-1307 1226-6981, Dec. 2001.
- [4] 김진천, 김주연, "멀티인덱스키를 이용한 내용기반 이미지 검색시스템", 한국해양정보통신학회논문지, vol.8, no.1, pp.102-107 1226-6981, Feb. 2004.
- [5] R. V. Baru, K. R. Ramakrishnan, and S. H. Srinivasan, "Video object segmentation: a compressed domain approach," IEEE Trans. Circuits System Video Technology, vol. 14, pp. 462-474, April 2004.

## 저자 소개

### 김동욱(Dong-wook Kim)

1987년 2월 성균관대학교 전자공학과(공학사)  
1992년 2월 중앙대학교 전자공학과(공학석사)  
1996년 8월 중앙대학교 전자공학과(공학박사)  
※관심분야 : 영상통신, 신호처리

### 김진태(Jin-tae Kim)

1987년 2월 중앙대학교 전자공학과(공학사)  
1989년 2월 중앙대학교 전자공학과(공학석사)  
1993년 8월 중앙대학교 전자공학과(공학박사)  
※관심분야 : 영상통신, 신호처리, 얼굴인식