

동영상의 시간적 블록기반 영상분할 알고리즘

이 재 도[†] · 박 준 호^{††} · 전 대 성^{†††} · 윤 영 우^{††††} · 김 상 곤^{†††††}

요 약

초지비트율에서 물체-기반의 영상압축을 위해서는 영상분할은 필수적이다. 또 실시간 영상부호화를 위하여 낮은 계산량을 요구하는 영상분할 알고리즘이 필요하다. 본 논문에서는 블록을 기반으로 하는 동영상의 시간적 영상분할 알고리즘을 제안한다. 알고리즘은 변화검출, 블록 병합 및 블록 분할의 세 단계로 구성된다. 첫째 단계인 변화 검출 단계는 변화가 검출된 영역과 배경을 분리한다. 여기서는 순적인 추정값이 노출영역을 제거하는 기법을 제안한다. 두 번째 단계인 블록 병합 단계는 세 개의 하위단계로 세분되며, 변화가 검출된 영역에 대한 움직임을 추정하고 움직임이 유사한 블록을 병합시킨다. 여기에서는 각 하위단계에서의 병합 조건을 제시한다. 마지막 단계인 블록 분할 단계는 두 번째 단계에서 제외된 경계 블록을 최소 단위로 분할한다. 제안된 알고리즘에 대해 상세히 기술한 후에 처리 순서에 따라 단계별로 실험 결과를 제시한다. 이 결과로부터 제안된 알고리즘이 노출된 영역을 효과적으로 제거하고 잘 분할된 물체를 생성한다는 것을 알 수 있다.

A Block Based Temporal Segmentation Algorithm for Motion Pictures

Jae-Do Lee[†] · Joon-Ho Park^{††} · Dae-Seong Jeoune^{†††} ·
Young-Woo Yoon^{††††} · Sang-Gon Kim^{†††††}

ABSTRACT

For the object-based video compression at very low bit rate, video segmentation is an essential part. In this paper, we propose a temporal video segmentation algorithm for motion pictures which is based on blocks. The algorithm is composed of three steps: (1) the change-detection, (2) the block merging, and (3) the block segmentation. The first step separates the change-detected region from background. Here, a new method for removing the uncovered region without motion estimation is presented. The second step which is further divided into three substeps, estimates motions for the change-detected region and merges blocks with similar motions. The merging conditions for each substep as criteria are also given. The final step, the block segmentation, segments the boundary block that is excluded from the second step on a pixel basis. After describing our algorithm in detail, several experimental results along the processing order are shown step by step. The results demonstrate that the proposed algorithm removes the uncovered region effectively and produces objects that are segmented well.

1. 서 론

ISO/MPEG-4 표준은 저비트율 영상 코딩을 위해서

† 정 회 원 · 대구보건대학 컴퓨터정보기술계열 교수
 †† 성 회 원 · 경운대학교 컴퓨터공학과 전임강사
 ††† 정 회 원 · 내국미래대학 멀티미디어정보과학과 전임강사
 †††† 종신회원 · 영남대학교 컴퓨터공학과 교수
 †††† 정 회 원 · 울산현대공업고등학교 교사
 논문심수 1999년 5월 24일, 심사완료 2000년 4월 24일

물체(object) 단위로 분할된 영상을 부호화의 대상으로 한다[1-3]. 움직이는 영상을 분할함으로써 압축률을 향상시킬 수 있고, 영상안의 특정 물체를 사용자가 조작, 변형하거나 다른 물체로 대체할 수 있으며, 추출된 물체를 분석하고 의미를 부여하여 영상의 검색자료로 활용할 수도 있다. 물체기반 부호화가 압축률을 향상시킬 수 있는 까닭은 중요성이 낮은 배경의 압축률은 낮추고 중

요성이 높은 물체는 압축률을 높임으로서 화질을 크게 떨어뜨리지 않고서도 압축률을 현저히 높일 수 있기 때문이다[4-9]. 그러나 IC로의 구현성과 기존 MPEG과의 호환성을 고려하여 MPEG-4 표준에서는 블록기반과 물체기반의 혼성 압축기법을 채택하고 있다[10, 11].

물체기반 코딩에서는 영상분할이 필수적이지만 MPEG-4 표준에서는 부호화한 비트 열과 그 헤독에 관한 방식과 규격만 지정하고 있으며 영상분할방식은 지정하고 있지 않아 시스템 설계자의 선택사항으로 남겨져 있다. 비디오 폰이나 화상회의 등 실시간 영상부호화가 필요한 응용분야에서는 실시간으로 영상분할을 해야한다. 본 논문은 실시간 영상분할을 위하여 재귀(recursion)나 점근(asymptotic approach)이 없고 문제의 크기(problem size)를 줄인 영상분할 알고리즘을 구축하고자 한다. 변화차분에 의하여 영상을 배경과 전경으로 분할하고, 움직임 정보를 이용하여 전경을 물체로 재분할한다. 전경의 재분할은 서로 겹친 물체를 독립된 물체들로 분할하는데, 전경을 물체로 재분할하는 이유는 변화차분에는 카메라의 움직임에 의한 변화 성분이 포함되어 있기 때문에 실제로는 배경에 속한 물체가 전경에 포함될 수 있기 때문이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 연구의 배경인 영상분할에 관하여 소개하고, 3장에서는 제안한 시간적 영상분할의 알고리즘을 설계하며, 4장에서는 영상을 변화검출하는 과정을 설명한다. 5장은 움직임 추정과 블록분할에 관해서 설명하며, 6장에서는 블록분할에 관하여 기술하고, 7, 8장에서는 본 논문에서 제안한 알고리즘을 적용하여 실험하고 분석하여 결론을 나타낸다.

2. 연구 배경

영상분할[12]은 3가지 기법으로 분류될 수 있다. 하나는 프레임내의 화소들의 밝기, 색깔등 공간적 특징을 분석하여 분할하는 공간적 영상분할 기법이다[13]. 이 기법은 너무 세분된 영역으로 분할되고 분할된 영역의 중요도에 관한 정보가 없으므로 압축에 그대로 이용할 수 없는 문제점이 있다. 그 대안으로 분수선(watershedding) 기법이 있는데 물체의 중심이 될 특징점인 마커(marker)들을 추출하고 마커를 중심으로 비슷한 특징을 보이는 화소들을 병합해 나간다[14]. 이 기법의 성능은 마커의 추출에 달려 있으며 수위를 점진적으로 높혀가야 하므

로 많은 계산량이 필요로 한다.

다음 기법은 프레임간의 영상 특징 즉 시간적 변화나 움직임들을 분석하여 영상을 분할하는 시간적 영상분할 기법이다[15]. 시간적인 영상분할 기법의 기존 연구로는 변화차분에 의한 영상분할과 움직임을 기반으로 하는 기법이 있다[16-18]. 변화차분 기법은 물체가 움직이면 물체를 구성하는 바탕(texture)에 의해 움직이기 전과 움직인 후의 화소의 밝기가 변화하는 현상에 기반하는 것이다. 참조영상과 현재영상의 밝기 차분을 계산하여 변화가 있는 영역을 추출한다. 배경과 물체를 구분하기 위하여 변화차분의 임계값을 통계적으로 가변하거나 형태논리 연산을 통해서 잡음을 제거하는 여러가지 기법들이 제안되어 있다. 물체의 이동 때문에 배경이 나타나는 노출(uncovered)영역도 변화된 영역에 속하게 된다. 노출영역은 변화된 영역안의 각 점의 움직임을 추정하여 그 시작점이 변화된 영역 안에 있으면 물체안의 점으로 판단한다[19]. 이 기법은 참조영상에는 노출영역의 바탕에 관한 정보가 없으므로 움직임 추정이 불가능하고 경계효과(edge effect)에 의하여 경계선의 움직임 추정이 부정확한 문제점이 있다[20]. 또한 영역 안의 모든 화소의 개별적인 움직임을 추정해야 하므로 많은 계산량이 필요하다.

변화검출을 이용하는 기법은 변화차분이 임계값 이상이면 물체로 인식하기 때문에 두 개 이상의 물체가 겹쳐도 하나의 물체로 인식된다. 움직임을 기반으로 하는 기법은 각 화소의 움직임을 추궁하고 그로부터 공간적인 움직임 파라미터를 계산하여 화소들을 병합하고 분할하여 영상을 분할한다[15]. 평류분석, 위상상관, 화소순환, 베이징인등 여러가지 움직임 추정기법이 제안되어 있다[21-23]. 이러한 기법들은 재귀적 알고리즘이어서 IC화에 부적합하므로 MPEG에서는 채택되지 않고 있다.

이상의 기법들은 한 영상안의 정보 또는 연속된 영상간의 차이 정보만을 고려한 것인데, 시공간적 분할은 더욱 많은 정보를 이용하기 위하여 한 영상안의 정보와 영상간의 차정보를 모두 이용하는 기법이다.

MPEG-4에서는 변화차분에 의한 시간적 영상분할의 UH(University Hannover), FUB(Fondazione UGO BORDONI)안과 시공간적 영상분할의 ETRI(Electronics and Telecommunications Research Institute)안이 영상분할을 위한 잠정적 권고안으로서 채택되어 있다[24-26].

UH에서는 움직이는 카메라를 고려한 움직이는 영상

에서의 2D 형상을 추정하는 알고리즘을 제안하였다. 이 알고리즘은 두 단계로 나누어진다. 첫 번째 단계는 연속적인 프레임들 사이의 초기 변화 탐색 마스크(CDM)가 배경과 물체영역들의 분산을 이용하여 공간적인 동질성을 얻는 국부 이완(local relaxation)기술에 의해서 추정된다. 두 번째 단계는 물체 영역의 마스크는 변화된 영역들 내의 최소의 빈위를 고려하여 CDM로부터 구하고 노출된 배경영역은 CDM로부터 제거한다[27].

FUB는 잡음을 고려한 프레임간의 차분은 고차 모멘트의 비 가우시안 신호 식별 능력을 이용하여 구한다. 이 고차 모멘트는 실제 물체 움직임을 나타내는 분산을 얻기위해서 사용되며 시퀀스(sequence)에 따라 변하는 적응적인(adaptive) 임계값이 각 모멘트에 적용된다. 분할 단계는 두 단계로 구성된다. 먼저 참조 프레임의 모든 화소에 대해서 변화차분을 이용한 움직임 추정을 하여 노출 영역을 제거한다. 다음에 구멍, 지협, 만, 섬등과 같은 불규칙한 경계부분을 위해서 수학적인 형태학(mathematical morphology)을 적용시킨 규칙화 과정이다[16].

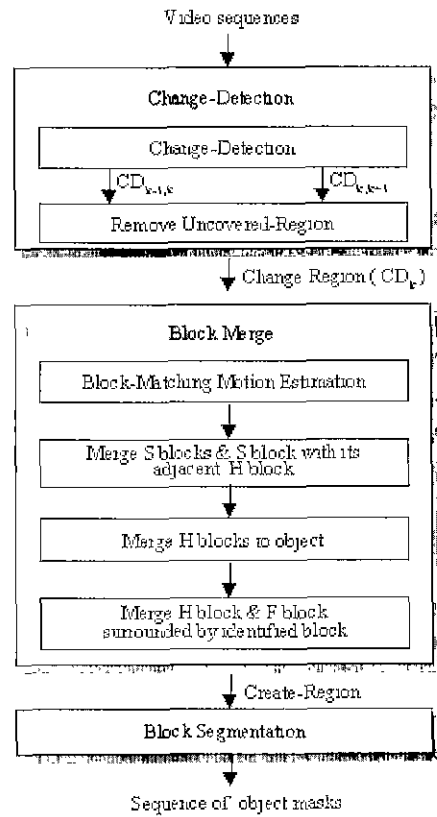
ETRI에서 제안한 알고리즘은 형태학적 필터와 분수선 알고리즘을 기본도구로 사용하고 밝기 정보와 움직임 정보를 동시에 고려하여 영상을 분할한다. 분할 단계는 3단계로 이루어진다. 첫 단계에서는 결함 마커 추출을 행하게 되는 데 결함 마커란 밝기와 움직임이 동시에 균일한 영역으로 영역 분할을 위한 기준 영역으로 사용된다. 둘째 단계에서는 분수선 알고리즘에 의해 시공간 영역의 경계가 결정된다. 마지막으로 움직임 기준 병합을 사용하여 앞 단계에서 나누어진 영역들중 밝기가 다르지만 움직임이 동일한 영역들을 병합한다[24].

3. 제안하는 시간적 영상분할 알고리즘

본 논문에서는 연속된 영상간의 변화차분에 의해서 영상을 배경과 전경으로 분할한다. 카메라의 움직임으로 인하여 배경에 변화차분이 발생하여 전경으로 인식될 수도 있으므로 참조영상은 카메라 화신보상을 한 영상을 사용한다. 전경 중에서 서로 떨어진 영역들은 독립적인 영역으로 인식되지만 하나의 영역에 두 개 이상의 물체가 겹치는 경우가 있으므로 전경을 다시 블록 단위로 나누어 움직임을 추정한다. 움직임 정보에 의해 블록들을 병합하여 물체들을 추출한 다음

진 물체들의 경계선에 위치한 블록을 화소단위로 분할한다. 물체가 서로 겹치는 원인은 실제로 움직이는 물체가 겹치는 경우도 있으며 카메라의 이동으로 인한 배경 속의 물체의 움직임과 실제 물체가 겹칠 수도 있다. 제안하는 알고리즘은 다음의 3단계로 구성된다.

- ① 변화영역검출(Change Detection)
- ② 블록병합(Block Merge)
- ③ 블록분할(Block Segmentation)



(그림 1) 제안하는 시간적 영상분할 알고리즘의 구조

(그림 1)은 제안하는 시간적 영상 분할 알고리즘의 구성도이다. 첫 단계가 변화 영역 검출 단계이며, 변화영역은 물체의 움직임에 의해서 이전 프레임과 현 프레임에서 밝기가 변화된 부분을 나타낸다. 변화영역 검출에서 먼저 이전 프레임과 현 프레임사이의 변화영역($CD_{k-1,k}$)과 현 프레임과 다음 프레임사이의 변화영역($CD_{k,k-1}$)을 추출한다. 추출된 변화영역에는 움직임의 이동으로 배경이 나타나는 노출영역이 포함되어 있다.

CD_{k-1,k}과 CD_{k,k+1}을 이용하여 변화영역으로부터 노출영역이 제거된 실제 물체가 점유하는 영역(CD_k)을 추출한다. 두번째 단계는 블록 분할 알고리즘에 의해 변화영역의 각 블록을 물체별로 병합하는 단계이다. 변화영역을 블록단위로 분할하여 그 움직임을 추정한 후에 움직임이 비슷한 블록들을 병합한다. 마지막으로 물체의 경계에 위치해 있는 블록들을 구성하는 화소들을 이웃하는 물체영역으로 분할한다

4. 변화 검출

영상을 계경과 물체로 구분하기 위해서 현재 프레임을 기준으로 이전 및 다음 프레임의 화소 밝기를 이용한다. 물체가 움직이면 화소의 밝기에 변화가 생기므로, 밝기에 변화가 있으면 움직이는 물체가 점유하는 영역으로 판단할 수 있다. 프레임 i와 프레임 j의 화소(x, y)에 대한 변화영역은 식 (1)과 같이 화소의 밝기 차이를 임계값(threshold)와 비교해서 얻는다. 즉, 밝기 차이가 임계값 이상이면 변화된 영역으로 보며, 그렇지 않은 경우는 배경으로 판정한다. 변화 검출 결과에는 많은 잔영(noise)이 포함되어 있으므로 형태수학의 열림-닫힘 연산(morphological open-close operation)을 사용하여 제거한다.

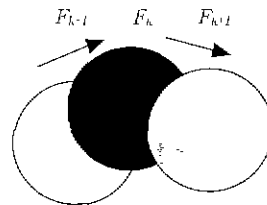
$$CD_{i,j}(x, y) = TRUE, \quad |f_i(x, y) - f_j(x, y)| \leq T \quad (1)$$

$$= FALSE, \quad else$$

이렇게 구한 변화영역은 이전 영상에서 물체가 점유했던 영역과 현재 영상에서 물체가 점유한 영역이 모두 포함되어 있다. 즉 물체가 움직이면 점유했던 영역의 일부가 배경으로 노출된다. (x,y)가 물체에 속한 점에 위치할 경우를 P_k(x, y)로 나타내면 식 (1)의 변화영역은 식 (2)와 같이 프레임 i와 j에서 모두 물체에 포함되는 점들의 집합을 나타낼 수 있다.

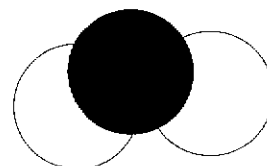
$$CD_{i,j}(x, y) = P_i(x, y) \vee P_j(x, y) \quad (2)$$

여기서, 프레임 k에서 물체의 이동에 의해 발생하는 노출 영역의 제거는 프레임 k-1과 k+1의 정보를 이용한다. 물체의 이동이 프레임 k-1, k, k+1에서 (그림 2(a))와 같은 경우, 프레임 k-1과 k간의 변화 검출 결과와 프레임 k와 k+1간의 변화 검출 결과에 대해 논리곱 연산을 수행하면 그 결과는 (그림 2(b))와 같고, 이것을 수식으로 나타내면 식 (3)이 된다.



(a) 프레임간 물체의 이동

$$(F_{k-1} \vee F_k) \wedge (F_k \vee F_{k+1})$$



(b) 변화 검출 영역간의 논리곱

(그림 2) 움직임이 있는 영역의 추출

$$C_k(x, y) = CD_{k-1,k}(x, y) \wedge CD_{k,k+1}(x, y)$$

$$= [P_{k-1}(x, y) \vee P_k(x, y)]$$

$$\wedge [P_k(x, y) \vee P_{k+1}(x, y)]$$

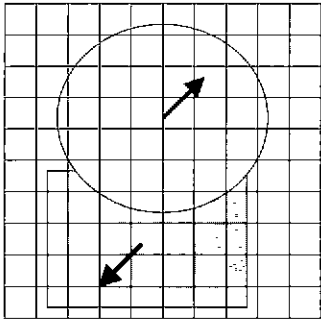
$$= P_k(x, y) \vee [P_{k-1}(x, y) \wedge P_{k+1}(x, y)] \quad (3)$$

식 (3)는 물체가 프레임 k-1과 k+1에서 서로 겹치지 않으면 정확하게 프레임 k에서의 물체에 해당하는 영역만을 나타낸다. 동일한 물체가 프레임 k-1과 k+1에서 서로 겹치는 경우는 운동방향이 갑자기 변하는 경우이다. 그러나, 운동의 빈칙에 따라 질량을 가진 물체의 운동 방향이 바뀌는 경우에는 속도가 작으므로 모양이 크게 변형되지 않으며, 또한 변형이 되더라도 시간적으로 아주 짧은 시간에 해당하므로 시각적으로 인지할 가능성이 매우 낮다.

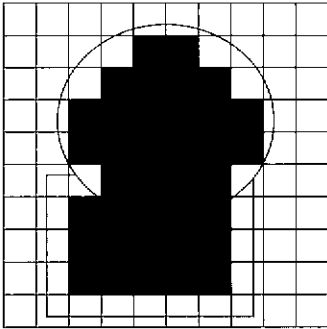
5. 블록 병합

변화 검출을 수행한 다음, 블록을 특성에 따라 구분하고 움직임을 추정하여 비슷한 움직임을 가지는 블록들을 병합한다. 먼저, (그림 3(a))와 같이 움직임이 서로 다른 두 물체가 겹치는 경우를 예로 들어본다. 그러면, 화면을 구성하는 블록들은 (그림 3(b))와 같이 세 가지 종류의 블록으로 구분한다. F(Full) 블록은 물체의 내부와 물체간의 경계를 구성하는 블록이며, E(Empty) 블록은 물체의 외부에 있는 블록, 그리고 H(Half) 블록은

물체와 배경의 경계에 위치해 있는 블록을 가리킨다



(a) 움직임이 다른 두 물체의 겹침



(b) 변화검출영역과 블록의 분류

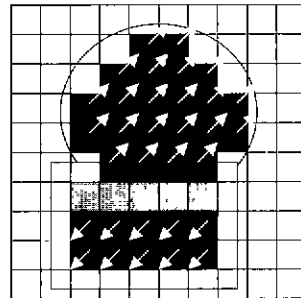
□ E(Empty) ◻ H(Half) ■ S(Succeed)

(그림 3) 변화검출 영역과 블록의 분류

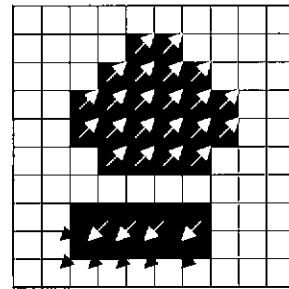
먼저 Γ 블록의 움직임을 추정하면, 완전하게 물체의 내부에 속하는 블록의 화소들은 움직임이 비교적 균일하므로 움직임 추정에 성공하지만 불체간의 경계선에 위치한 블록의 화소들은 서로 다른 움직임을 보이므로 그 블록을 대표할 만한 움직임 벡터가 없기 때문에 움직임 추정에 실패한다 따라서, F(Full) 블록은 움직임 추정의 성공 여부에 따라 S(Succeed)와 F(Fail)로 다시 구분된다. 이와 같이 네 가지로 분류된 블록을 이용하여 병합 과정을 수행하는데, 모두 세 단계로 구성된다. 제1단계에서는 움직임이 비슷한 S블록들을 병합하고 또한 S블록과 움직임이 비슷한 인접 H블록을 병합한다. 제2단계에서는 영역의 평균 움직임과 비슷한 H블록 또는 영역들끼리 병합하며, 병합 과정의 마지막 단계인 제3단계에서는 2, 3단계에서 제외된 영역들을 처리한다.

51 제1단계

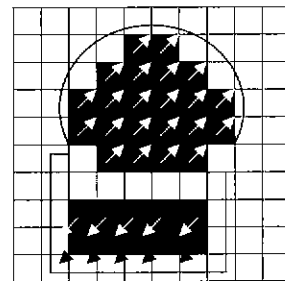
병합의 1단계는 움직임 벡터 값이 비슷한 S 블록들과 인접한 H 블록들을 병합한다. 예로서, (그림 4(a))와 같이 네 가지 블록이 주어진 경우에 (그림 4(b))는 S 블록들간의 병합을 수행한 결과이며 (그림 4(c))는 S 블록과 인접 H 블록의 병합을 수행한 결과를 나타낸다



(a) 변화 검출과 움직임 추정



(b) S 블록의 병합



(c) H 블록의 병합

□ E(Empty) ◻ H(Half) ◻ F(Fail) ■ S(Succeed)

(그림 4) 움직임 추정에 의한 블록의 구분과 블록들의 병합

S 블록내의 화소들은 모두 균일한 움직임을 나타낼 가능성이 크고 또한, 자연 영상에서 물체의 경계선이 블록의 경계선과 일치할 가능성은 매우 낮기 때문에, S 블록은 다른 블록과 병합될 가능성이 매우 높다. 따라서, S 블록은 인접한 블록과의 움직임만을 비교하여 병합을 수행하며, 식 (4)와 (5)이 병합 조건이 된다. 1 단계에서는 단순히 지역적인 움직임 정보에만 근거하여 병합하므로 회전하거나 확대/축소하는 물체를 구성하는 인접 블록들의 움직임 벡터 차가 임계값을 만족시키면 같은 영역에 속하게 된다.

- $B \in S$ and $B' \in S$ and $A(B, B') = \text{TRUE}$

$$\sqrt{(u-u')^2 + (v-v')^2} \leq T_v \quad (4)$$

여기서, $A(B, B')$ block B' has 4-connected relation with block B

(u, v) : motion vector of the B
 (u', v') : motion vector of the B'
 T_v : motion vector threshold

- $B \in S$ and $B' \in H$ and $A(B, B') = \text{TRUE}$

$$\text{cont}(B, B') \wedge \{ \exists (u', v'), \sqrt{(u-u')^2 + (v-v')^2} \leq T_v, \text{ such that } \text{DFD}(B', u, v) \leq T_d \} \quad (5)$$

여기서,

$\text{cont}(B, B') = \exists (x, y) \in B$ and $(x', y') \in B'$
 such that $(x, y), (x', y')$: mutually adjacent
 and $c(x, y) \cdot c(x', y') = 1$

$$\text{DFD}(B, u, v) = \frac{\sum_{(x,y) \in B} c(x,y) \cdot |f_k(x,y) - f_k(x+u, y+v)|}{\sum_{(x,y) \in B} c(x,y)}$$

where $c(x, y) = 1$, pixel value changed
 $= 0$, pixel value unchanged
 f_k pixel value of the k -th frame
 T_d : frame difference threshold

5.2 제2단계

병합의 2단계는 H블록과 영역을 병합하거나 H블록을 통하여 접하고 있는 두 개의 영역을 병합한다. 이 경우에 영역의 평균 움직임 벡터와 H블록의 움직임 벡터를 모두 고려하여 지역적인 움직임의 불규칙으로 인

해 잘못 병합되는 것을 방지해야 한다. 2단계에서 기준으로 사용하는 병합 조건은 식 (6) 및 식 (7)과 같다.

- B는 물체이고 B'가 지정되지 않은 경우

$$\text{cont}(B, B') \wedge \{ \exists (u', v'), \sqrt{(U-u')^2 + (V-v')^2} \leq T_v, \text{ such that } \text{DFD}(B', U, V) \leq T_d \} \quad (6)$$

- B와 B'가 모두 물체로 지정된 경우

$$\text{cont}(B, B') \wedge \{ \sqrt{(U-U')^2 + (V-V')^2} \leq T_v \} \quad (7)$$

여기서, (U, V) : motion vector of the object containing B
 (U', V') : motion vector of the object containing B'

5.3 제3단계

Flower garden 영상의 꽃이나 Stefan 영상의 관중들 같이 화면의 작은 부분이 변형되거나 불규칙하게 움직이면 많은 블록의 움직임 추정이 실패하게 되며, 이러한 작은 부분이 모두 개별적인 물체로 구분될 필요는 없다. 따라서 F블록과 영역이 할당되지 않은 H블록들로써 구성된 영역 $R_{H,F}^+$ 에 접한 영역이 한 개인 경우에는 그 영역에 할당되며, 하나도 없는 경우에는 새로운 영역으로 할당한다 여기서, $R_{H,F}^+$ 는 식 (8)와 같이 정의된다 그리고 두 개 이상의 영역에 접하면 영역 내의 모든 블록은 다음 단계인 블록을 화소 단위로 분할하는 블록의 내부 분할의 대상이 된다.

$$R_{H,F}^+(B) = \{ B' | A_{H,F}^+(B, B') \} \quad (8)$$

여기서, $A_{H,F}^+$ transitive closure of both of the two adjacent blocks that are either H or F

6. 블록 분할

두 개 이상의 물체와 인접한 H블록이나 F블록은 인접한 물체들의 움직임 벡터에 의해 화소 단위로 분할된다. 물체의 이동만 있고 변형이 없다고 가정하면, 인접한 블록의 움직임 벡터만큼 블록 내의 점을 이동하여 이진 프레임퍼의 DFD(Displaced Frame Difference) 값

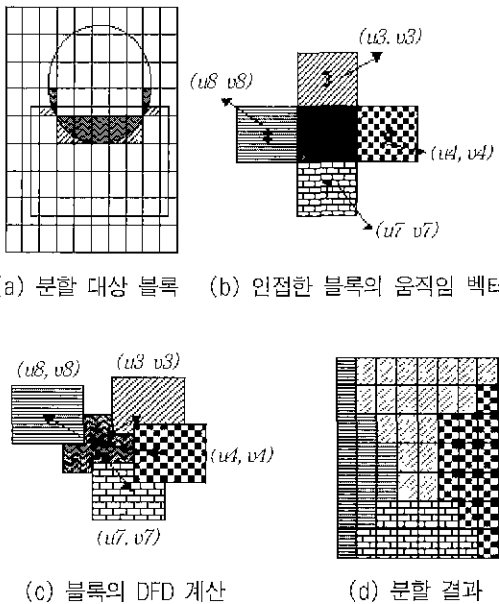
은 영이 된다. 물체에 회전, 확대/축소 및 변형이 있는 경우에는 DFD가 영이 되지 않는다. 그렇지만, 회전, 확대/축소 및 변형 속도가 일반적으로 이동 속도보다 느리므로 DFD 값은 다른 영역보다는 비교적 작다. 따라서 식 (10)과 같이 이번 블록내의 점 p 는 인접 블록들의 움직임 벡터를 적용하여 계산한 점 p 의 DFD 중에서 최소의 값을 갖는 블록과 같은 물체에 속하게 된다.

$$(x, y) \in R_i, \exists i, \text{ such that } \min\{|f_{k-1}(x+u_i, y+v_i) - f_k(x, y)|\} \leq T_d \quad (9)$$

$(x, y) \in \text{Background}, \text{ otherwise}$

여기서, (u_i, v_i) : motion vector of B' adjacent to B
 R_i : a region including B'

(그림 5)는 블록 분할의 예로서 처리과정에 따라 도착화한 것이다. (그림 5(a))는 물체의 경계에 위치하고 있는 블록 분할의 대상이 되는 블록을 나타내며, (그림 5(b))는 하나의 대상 블록에 인접한 네 개의 블록이 3, 4, 7, 8로 레이블된 물체에 속하고, 화살표는 움직임 벡터를 나타낸다. (그림 5(d))는 블록 크기가 8×8 화소인 경우에 대해 분할 결과를 예로 나타낸 것이다.



(그림 5) 경계 블록의 분할

7. 실험 및 분석

본 논문에서 제안한 알고리즘을 Children, Stefan, Football, Hockey, Flower Garden 등 여러 가지 영상에 대해 적용하여 실험하였다. 실험에서 사용한 임계값은 다양한 영상에 적용하여 실험한 결과에 의해서 정하였으므로, 다른 영상에서도 같은 결과를 얻을 수 있었다. (그림 6(a), (b), (c))는 각각 Children CIF 영상의 프레임 #7, #8, #9의 일부이다. (그림 6(d))는 프레임 #7과 #8 사이에 변화 검출 알고리즘과 형태론 연산을 적용한 결과이며, (그림 6(e))는 프레임 #8와 #9 사이에 동일한 연산을 적용한 결과이다. 변화차분에 대한 임계값은 5로 하였다. (그림 6(d))와 (e)에서 공은 움직이기 크기 때문에 원 모양이 아닌 타원 형태로 늘어져 있는 것을 알 수 있다. (그림 6(f))는 (그림 6(d))와 (e)의 논리곱을 한 결과로서, 노출 영역이 제거되어 공의 모습이 원으로 보인다.

(그림 7(a), (b), (c))는 각각 Children 영상의 프레임 #3, #4, #5의 일부이다. (그림 7(d))는 프레임 #3과 #4 사이에 변화 검출 알고리즘과 형태론 연산을 적용한 결과이며, (그림 7(c))는 프레임 #4와 #5 사이에 동일한 연산을 적용한 결과이다. (그림 7(f))는 (그림 7(d))와 (e)의 논리곱을 한 결과이다. (그림 7(a)(b)(c))에서 공의 움직이는 방향이 바뀌는데 (f)에서 공의 모습이 약간 타원 형태로 늘어져 있다.

(그림 8(a), (b), (c))는 각각 Football MP@MI 영상의 프레임 #1, #2, #3이다. 프레임#2는 프레임#1에 대하여 카메라가 x축으로 -2.0화소거리/초점거리 라디안만큼 회전하였으며, 프레임#3은 프레임#2에 대하여 y축으로 +1.0화소거리/초점거리 라디안만큼 회전한 것이다. (그림 8(d))는 프레임 #1을 카메라 회전 보정한 다음 프레임#2 사이에 변화 검출 알고리즘과 형태론 연산을 적용한 결과이며, (그림 8(e))는 프레임 #2과 #3 사이에 동일한 연산을 적용한 결과이다. 변화차분에 대한 임계값은 5로 하였다. (그림 8(f))는 (그림 8(d))와 (e)의 논리곱을 한 결과이다. (그림 8(g))는 블록 병합 결과이다. 병합에 대한 임계값은 움직인 거리가 $\sqrt{5}$ 화소거리로 하였다. 그림에서 흰색으로 나타난 블록은 두 개 이상의 물체 사이에 있는 경계 블록으로서 마지막 블록 분할 단계에서 분할되어야 할 블록을 나타낸다. (그림 8(h))는 블록 분할 결과이다.



(a) Children 프레임 #7



(b) Children 프레임 #8



(c) Children 프레임 #9



(d) 프레임 #7과 #8의 변화영역



(e) 프레임 #8과 #9의 변화영역



(f) (d)와 (e)의 논리곱

(그림 6) Children 프레임 #8의 변화검출



(a) 프레임 #3



(b) 프레임 #4



(c) 프레임 #5



(d) 프레임 #3과 #4의 변화분할



(e) 프레임 #4와 #5의 변화분할



(f) (d)와 (e)의 논리곱

(그림 7) Children 프레임 #4의 변화검출



(a) 프레임 #1



(b) 프레임 #2



(c) 프레임 #3



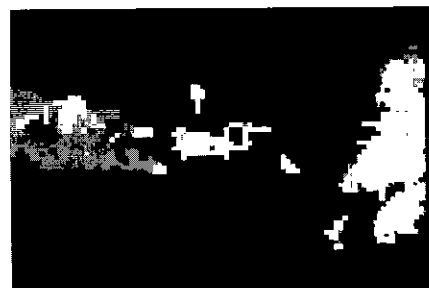
(d) 프레임 #1과 #2의 변화분할(임계값=5)



(e) 프레임 #2와 #3의 변화분할



(f) (d)와 (e)의 논리합



(g) 블록 병합 결과(임계값= $\sqrt{5}$)



(h) 블록 분할 결과

(그림 8) Football 프레임 #2의 영상 분할



(a) 프레임 #1



(b) 프레임 #2



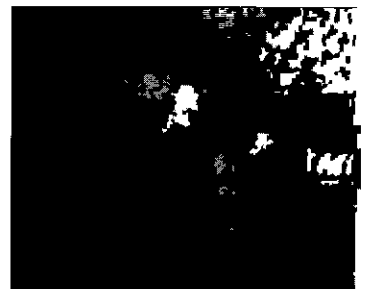
(c) 프레임 #3



(d) 프레임 #3의 변화분할



(e) 블록병합 결과



(f) 블록분할 결과

(그림 9) Stefan 프레임#2의 영상 분할

(그림 9(a))는 각각 Stefan CIF 영상의 프레임#1, #2, #3이다. 프레임#2는 프레임#1에 대하여 카메라가 y축으로 +50화소거리/축점거리 라니안만큼 회전하였으며, 프레임#3은 프레임#2에 대하여 y축으로 +60화소거리/축점거리 라니안만큼 회전한 것이다 (그림 9(d))는 프레임 #1을 카메라 회전 보상한 다음 프레임#3 사이에 변화 검출 알고리즘과 형태론 인산을 적용한 결과와 프레임 #3과 #1 사이에 동일한 연산을 적용한 것을 논리곱한 결과이다 변화분할에 대한 임계값은 6으로 하였다. (그림 9(e))는 블록 병합 결과이다 병합에 대한 임계값은 움직인 거리가 $\sqrt{3}$ 화소거리로 하였다 (그림 9(f))는 블록 분할 결과이다 편중식은 전체적으로 몇 개의 영역으로 병합되었고 Stefan과 리켓은 움직임이 매우 다르기 때문에 서로 다른 물체로 분할되었다 또한, Stefan의 몸 주위의 배경 부분이 봄과 같은 영역으로 병합되어 있다.

8. 결 론

본 연구에서 제안하는 변화검출 알고리즘은 움직임

의 방향이 크게 바뀌지 않는 경우에 노출영역을 깨끗하게 제거한다 그러나, 영상 중에서 움직임의 방향이 변화하는 경우는 시간적으로 아주 짧으며 움직임이 아주 작으므로 변화 검출한 결과와 원래의 물체간의 차이가 매우 작다 블록 병합과 블록 분할 알고리즘은 낮은 비용으로 영상을 분할할 수 있다. 하나의 물체가 불규칙한 움직임을 보일 때는 여러 개의 영역으로 분할되며 움직임이 비슷한 두 개의 물체가 겹치는 것을 인식하지 못하며, 움직임이 다른 두 개의 물체가 겹칠 경우에도 그 경계선이 깨끗하지 못하다 그러나 영상 분할의 특성이 압축인 경우에는 문제가 없을 것이다 앞으로의 연구는 두 가지 측면에서 수행 될 것이다. 하나는 영의대부의 공동을 제거하는 것이고, 다른 하나는 Stefan의 관중들과 같이 카메라 회전 보상에 의해서도 제거되지 않는 배경의 변화영역을 제거하는 연구이다

참 고 문 헌

[1] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N2459, "Overview of

- the MPEG-4 Standard*," Atlantic City, Oct. 1998.
- [2] MPEG-4 Video Group. *MPEG-4 Video Verification Model Version, and Signal Processing*, Munich, Germany. pp.2657-2660, April 1997.
- [3] F.Pereira. *MPEG-4 : A New Challenge for the Representation of Audio-Visual Information*, keynote speech at Picture Coding Symposium PCS '96, Melbourne, March. 1996.
- [4] P Gerken. "Object-Based Analysis-Synthesis Coding of Image Sequences at Very Low Bit Rates," IEEE Transaction on Circuits and Systems for Video Technology : Special Issue on Very Low Bit Rate Video Coding. Vol.4. No.3. pp.228-235, June 1994.
- [5] M Hotter. "Object-oriented analysis-synthesis coding based on moving two-dimensional objects," Signal Processing : Image Communication. Vol.2, No.4, pp.409-428, December 1990
- [6] H.G.Musmann, M.Hotter, J.Ostermann. "Object-oriented analysis-synthesis coding of moving images," Signal Processing Communication. Vol.1, No. 2, pp.117-138, October 1989.
- [7] J Ostermann, "Object-oriented analysis-synthesis Coding(OOASC) based on the source model of moving flexible 3D objects," IEEE Trans. on Image Processing, Vol.3, No.5, September 1994.
- [8] Norbert DIEHL. Signal Processing, *Object-Oriented Motion Estimation And Segmentation In Image Sequences*, pp.23-56. 1991
- [9] Michael HOTTER and Robert THOMA, Signal Processing, *Image Segmentation Based On Objected Oriented Mapping Parameter Estimation*, pp.315-334. 1988
- [10] CCITT, "Draft revision of recommendation H.261 : Video coder for audio visual services at $p \times 64$ kbit/s," Study Group XV, WP/1/Q4, Specialist group on coding for visual telephony, Doc. No. 584, November 1989
- [11] ITU-T, "Video coding for narrow telecommunication channel at 64kbit/s," Draft Recommendation H.263. January 1995.
- [12] Philippe Salembier, Signal Processing, *Morphological Multiscale Segmentation for Image Coding*, pp.359-386, 1994.
- [13] Milan Sonka. et. al., *Image Processing, Analysis and Machine Vision*, pp.112-191, Chapman & hall Comp., 1993
- [14] L Vincent and P Soille, "Watersheds in digital spaces - an efficient algorithm based immersion simulations," IEEE Trans. on PAMI, Vol.13. No.6. pp.583-598. June 1991.
- [15] Luis Torres and Murat Kunt, *Video Coding*. pp.79-124, Academic Pub. 1996.
- [16] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 M2365, "Core Experiment N2 : Preliminary FUB Result on combination of Automatic Segmentation Techniques," Stockholm. July 1997.
- [17] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 2702, "Description of automatic segmentation techniques developed and tested for MPEG-4 version 1," Oct. 1997.
- [18] Roland Mech and Michael Wollborn, ICASSP '97 Proceedings, *A Noise Robust Method for Segmentation of Moving Objects in Video Sequences*, pp. 2657-2660, 1997.
- [19] A. Mural Tekalp, *Digital Video Processing*, pp. 198-218, Prentice-Hall, 1995.
- [20] F Dufaux and F.Moscheni. "Motion Estimation Techniques for digital TV : a review and a new contribution." Proc. IEEE, Vol.83, No.6, pp.858-876, June 1995
- [21] J. G. Choi, S.W.Lee and S.D.Kim, "Segmentation and motion estimation of moving objects for object-oriented coding," Proc IEEE Int Conf Acoust., Speech and Signal Processing, Detroit, MI. May 9-12, pp.2431-2434, 1995.
- [22] G. Adly, "Determining three-dimensional motion and structure from optical flow generated by several moving objects," IEEE Trans. on PAMI, Vol.7, No.4, pp.384-401, July 1985.
- [23] Jae Gark Choi and Seong-Dae Kim, Signal Processing, *Multi-stage Segmentation of Optical Flow Field*. pp.109-118, 1996.
- [24] Jae Gark Choi. et. al., Video Technology, *Spatio-Temporal Video Segmentation Using a Joint Similarity Measure*, pp.279-286, 1997.

- [25] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 MPEG97/m2383, "Combined Algorithm of ETRI, FUB and UH on core experiment N2 for automatic segmentation algorithm of moving objects," July 1997.
- [26] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 MPEG97/m2091, "Automatic segmentation based on spatio-temporal information," April 1997
- [27] S. Colonnese, U.Mascia, G.Russo. and C.Tabacco, "Core Experiment N2 : Preliminary FUB Results on combination of FUB and UH Automatic Segmentation Techniques." Contribution Document number MPEG97/M1974 Bristol Meeting of ISO/IEC/JTC1/SC29/WG11, April 1997.



이 재 도

e-mail : leejd@mail.taegu-hc.ac.kr
 1984년 영남대학교 전자공학과 졸업(학사)
 1989년 영남대학교 대학원 전자공학과 졸업(석사)
 1998년 영남대학교 대학원 컴퓨터공학과(박사수료)

1991년~현재 대구보건대학 컴퓨터정보기술계열 부교수
 관심분야 : MPEG, 영상처리, 멀티미디어



박 준 호

e-mail : jhpark@mail.kyungwoon.ac.kr
 1990년 영남대학교 컴퓨터공학과 졸업(학사)
 1994년 영남대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(석사)
 1999년 영남대학교 대학원 컴퓨터공학과 박사수료

1994년~1997년 현대전자 멀티미디어 연구소 근무
 1999년~현재 경운대학교 컴퓨터공학과 전임강사
 관심분야 : MPEG, 영상처리, 병렬처리시스템



전 대 성

e-mail : dsjeonc@tfc.ac.kr
 1991년 영남대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학사)
 1996년 영남대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학석사)
 1999년 영남대학교 대학원 컴퓨터공학과 박사과정 수료

1996년~1999년 경동정보대학 전임교수
 1999년~현재 대구미래대학 멀티미디어정보과학과 전임강사
 관심분야 : 동영상처리, 컴퓨터구조, 데이터통신과 네트워크 등



윤 영 우

e-mail : yoon@cavl.yeungnam.ac.kr
 1972년 영남대학교 전자공학과 졸업(학사)
 1974년 영남대학교 대학원 전자공학과 졸업(석사)
 1984년 영남대학교 대학원 전자공학과 박사

1988년~현재 영남대학교 컴퓨터공학과 교수
 관심분야 : MPEG, 영상처리, 병렬처리, 컴퓨터구조



김 상 곤

e-mail : sgkim@cavl.yeungnam.ac.kr
 1986년 영남대학교 공과대학 전자공학과(학사)
 1990년 영남대학교 교육대학원 정보처리학과(석사)

2000년 영남대학교 대학원 컴퓨터공학과(박사과정 수료)
 1996년~현재 울산현대공업고등학교 전자계산기과
 관심분야 : 영상처리, 멀티미디어