

두 변화검출 마스크를 이용한 3차원 영상분할

초저속 동영상 부호화

(Very Low Rate Coding of Motion Video Using 3-D
Segmentation with Two Change Detection Masks)

李 相 美,* 金 南 哲,* 孫 鉉*

(Sang Mi Lee, Nam Chul Kim, and Hyon Son)

要 約

아주 높은 압축률에서도 시각적으로 만족할 만한 동영상을 전송할 수 있는 3차원 영상 분할기반 부호화법을 제안하였다. 두개의 변화검출 마스크를 이용하여 동영상에서 의미있는 움직임 영역만을 효과적으로 추출하고 또한, 차영상을 분할하는 대신 현재 프레임을 직접 분할함으로써 높은 압축률에서도 우수한 품질의 영상을 얻을 수 있다. 실험을 통해, 제안된 방법은 Miss America의 연속영상을 360배 정도의 압축률로 전송하였을 경우에도 재생영상의 품질이 우수함을 확인하였다.

Abstract

A new 3-D segmentation-based coding technique is proposed for transmitting the motion video with reasonably acceptable quality even at a very low bit rate. Only meaningful motion areas are extracted by using two change detection masks and a current frame is directly segmented rather than a difference frame itself so that a good quality of image can be obtained at high compression ratios. Through the experiments, the sequence of Miss America is reconstructed with visually acceptable quality at the very high compression ratio of 360 : 1.

I. 서 론

최근 영상부호화에서는 높은 압축률에서도 시각적으로 우수한 품질을 유지할 수 있도록 하기 위하여, 영상의 구조적 특성과 인간의 시각 특성까지 고려하는 2세대 부호화 기법에 대한 연구가 활발해지고 있다. 시각의 심리학적 분석에 의하면, 사람이 어떤

물체를 인식함에 있어서 세밀한 내부의 질감(texture) 보다는 그것을 둘러싸고 있는 경계(contour)의 모양에 크게 의존하는 특성이 있다. 이러한 특성을 이용한 대표적인 방법으로 분할기반(segmentation-based) 부호화 기법이 있다.^{1,2} 이 기법은 주어진 영상을 밝기값이 유사한 영역으로 분할한 후, 각 영역들의 경계 정보와 개략적인 질감정보를 추출하여 이들을 부호화하는 방법이다. DCT(discrete cosine transform)를 비롯한 1세대의 부호화 기법들에서는 비트율이 낮아질수록 블럭화 현상(blocking effect)이나 경계의 뭉통화 현상이 심각해지나, 분할기반법은 영상분

*正會員, 慶北大學校 電子工學科
(Dept. of Elec. Eng., Kyungpook Nat'l Univ.)
接受日字 : 1990年 6月 21日

할로 경계 정보를 추출하여 부호화하므로 매우 낮은 비트율에서도 인식에 중요한 영역 경계가 잘 보존된다.

동영상은 정지영상과는 달리 시간 방향으로도 높은 상관도를 갖는다는 사실에 근거하여 최근에는 분할기반 부호화 기법을 차영상(difference frame)에 직접 적용하려는 연구가 활발히 수행되고 있다.¹³⁻¹⁴ 즉, 차영상에서 변화가 있는 부분만을 검출하여, 변화검출 마스크(change detection mask)를 만들고 그 마스크 내에서 영상분할한 후 부호화함으로써 높은 압축률을 얻고자 하고 있다. 또한 현재 차영상을 이전 차영상의 정보에 의존시켜 적응 분할함으로써 그 성능을 개선시킬 수 있다. Biggar 등¹⁵은 현재의 차영상 분할시 현재 차영상의 분할 역치를 바로 이전의 차영상 분할역치에 의존시킴으로써 화질을 개선시켰고, Clarke 등¹⁶은 운동 보상된 차영상을 화면의 내용에 따라 적응 분할시킴으로써 화질을 개선시켰다. 그러나, 이러한 차영상에는 이전 프레임의 재생 과정에서 발생하는 질감의 근사화에 의한 오차로 잘못된 움직임(false motion)이 많이 나타난다. 그 결과 잘못된 움직임의 부호화에 필요이상 많은 비트를 낭비하게 되므로 압축률이 기대만큼 높지않게 된다.

본 논문에서는, 두개의 변화검출 마스크를 이용하여 잘못된 움직임을 효과적으로 제거하고 의미있는 움직임(meaningful motion)만을 추출하여 분할한 후 부호화함으로써, 300배 이상의 아주 높은 압축률을 가지면서도 시각적으로 만족할 만한 동영상 전송을 할 수 있는 새로운 3차원 영상 분할기반 부호화법을 제안하였다. 제안한 방식에서는 차영상 자체를 분할하는 기존의 방식들과는 달리 차영상으로부터 추출한 의미있는 움직임 영역 내에서만 현재 프레임을 직접 분할하여 부호화함으로써 더욱 우수한 품질의 영상을 재생할 수 있다. 다음, 최종 분할된 결과를 경계와 질감으로 분리하여 각각 부호화하고, 수신측에서는 영상 재생시 질감의 간단한 근사화로 나타나는 영역간의 계단형 밝기차에 의한 어색함을 제거하기 위하여 평균보존 평활필터로 부드러운 영상을 재생하였다. 실험을 통해, 제안된 방법은 Miss America의 연속영상을 0.022bit/pel(360:1) 정도의 비트율(압축률)로 전송하였을 경우에도 재생영상의 품질이 매우 우수함을 확인하였다.

II. 변화검출 마스크 추출

제안된 3차원 영상 분할기반 동영상 부호화 시스템은 그림 1에서와 같이 프레임간 변화검출 마스크

의 추출, 3차원 영상분할, 그리고 부호화 과정으로 이루어져 있다. 여기서는 동영상에서 배경으로부터 움직임이 있는 부분을 분리하기 위한 변화검출 마스크 추출에 관하여 기술한다.

먼저, 입력 영상을 전처리하여 원영상의 국부 입상(local granularity)을 제거하고 질감을 부드럽게 한다. 여기서 전처리 필터로는 수행이 간단하면서도 임펄스성 잡음의 평활과 에지보존 특성이 우수한 메디안 필터¹⁷를 선택했다.

다음, 변화 검출기(change detector) #1에서는 이전 프레임의 재생영상과 현재 프레임의 원영상을 입력으로 하여 차영상을 구한 다음 이진화한 후, 이진 메디안 필터링을 반복적으로 수행하여 변화검출 마스크 #1을 추출한다. 또한, 변화 검출기 #2에서는 이전 및 현재 프레임의 원영상들을 입력으로 하여 마찬가지로 방법으로 변화검출 마스크 #2를 추출한다. 여기서 반복적 필터링¹⁸은, 이진화된 차영상에 존재하는 많은 고립점들을 인접한 것들끼리 뭉쳐 지도록 군집화(clustering)하기 위하여 수행한다. 이때, 창의크기를 처음하는 5×5로 하여 1회 수행하고 다음 반복시에는 3×3으로 2회 수행한다.

이렇게 하여 얻어진 변화검출 마스크들 중에서, 변화검출 마스크에는 재생영상이 사용되므로 현재에 검출되지 않은 움직임이 다음에 검출될 수 있어서 오차의 누적은 없으나 영상 재생시 질감의 다항식 근사화에 의한 오차로 실제 이동이 없는 부분에서도 움직임이 많이 검출된다. 따라서 변화검출 마스크 #1만으로 부호화하면 이렇게 잘못된 움직임(false motion)에 상당한 양의 비트가 낭비되어 결과적으로 전체 데이터 압축률이 크게 저하된다. 한편, 변화검출 마스크 #2에는 프레임간의 실제 움직임 정보는 있지만 이전의 재생된 영상을 고려하지 않으므로 현재에 검출되지 못한 작은 움직임은 다음에 연속되는 프레임 사이에도 검출될 수 없다. 그러므로 변화검출 마스크 #2만으로 부호화하면 여러 프레임을 지날 때 천천히 변하는 부분에서 오차가 누적되는 심각한 문제가 발생한다. 본 논문에서는 천천히 변하는 부분에서의 오차 누적을 감소시키기 위하여 변화검출 마스크 #1을 기본으로 하되, 이 중에서 실제 이동에 의한 것이 아닌 근사화 오차에 의한 부분은 배제하기 위하여 변화검출마스크 #1 내에서 변화검출 마스크 #2와의 중복 정도가 큰 부분만을 의미있는 움직임 영역으로 인정하고 추출한다. 이렇게 추출된 의미있는 움직임 영역은 실제 움직임 영역과 그 주변에 인접해 있는 움직임 가능한 영역을 모두 포함하고 있다.

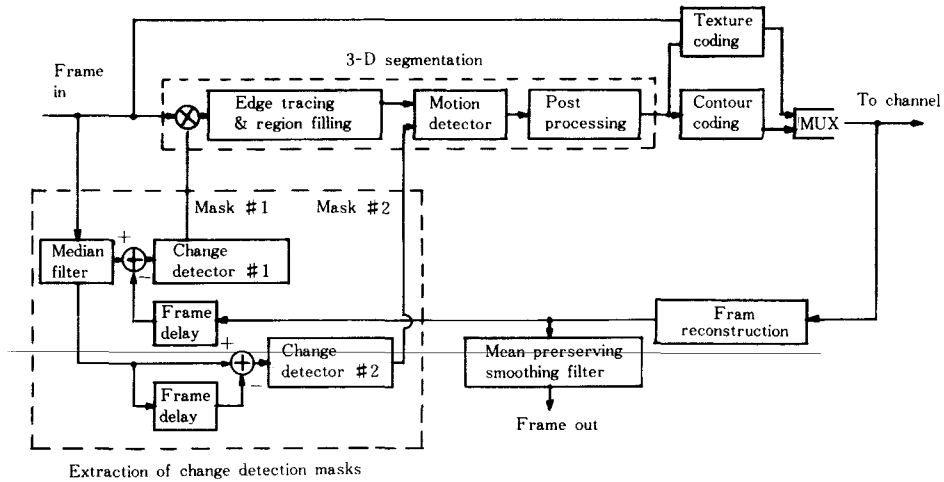


그림 1. 제안된 동영상 부호화 시스템의 블럭도
 Fig. 1. Block diagram of the proposed interframe coding system.

또한, 영상전화에 주로 사용되는 영상이나 배경에 움직이는 물체가 많은 영상에 대해서는 관심있는 물체가 화면의 중간에 있다고 가정하여 화면의 중간에 창(window)을 씌운다. 변화검출 마스크 추출시, 창 외부보다 내부에서의 밝기차 역치를 더 낮게 설정하여 관심있는 물체의 움직임을 보다 세밀하게 추출할 수 있도록 한다.

III. 3차원 영상분할

1. 초기 분할과 움직임 영역 검출

연속영상에서 시간 방향으로 구한 변화검출 마스크 # 1 내에서만 현재 프레임에 공간분할함으로써 결과적으로 연속영상의 3차원 분할을 수행하게 된다.

먼저, 변화검출 마스크 # 1에 해당하는 영역 내에서만 현재 프레임을 에지추적 및 영역채색으로 초기 분할함으로써 움직임이 없는 배경부분은 제외하고 변화가 있는 부분만을 분할한다. 본 논문에서 공간 분할을 위하여 사용한 기법은 인간의 시각에 민감한 에지를 추적해가는 에지기반법이다.^[11] 이 기법은 8방향 3×3 Prewitt 마스크를 사용하여 얻은 에지의 경사세기 및 방향정보를 고려하여 영역을 구분짓는 경계선을 순차적으로 추적해가는 것이다.

이어서, 움직임 검출기(motion detector)에서는 이렇게 분할 후 채색으로 초기 분할된 영역들 중에서, 잘못된 움직임에 의한 것을 제거하기 위하여 실제 움직임 정보를 가지고 있는 변화검출 마스크 # 2와 겹치는 면적의 비율이 큰 영역들만 의미있는 움직임

영역으로 추출한다. 그림 2는 의미있는 움직임 영역을 추출하는 방법을 보여준다. 그림 2 (a)는 변화검출 마스크 # 1에 해당하는 현재 프레임 내에서 분할 채색된 각 영역 1, 2 및 3을 나타내고, 그림 2 (b)는 원영상간의 실제 움직임이 고려된 변화검출 마스크 # 2를 나타낸다. 그림 2 (a)의 분할 채색된 영역들 중에서 의미있는 움직임 영역을 추출하기 위하여, 그림 2 (c)에서는 그림 2 (a)와 (b)를 겹쳐놓은 것으로서 그 중 겹치는 면적의 비율이 큰 영역 1만을 의미있는 움직임 영역으로 판단한다. 중복 정도가 낮은 영역 2와 3은 잘못된 움직임에 의한 것으로 판단하여 의미있는 움직임 영역에서 제외시킨다. 이렇게 함으로써 영상 재생시 질감 근사화에 의한 잘못된 움직임을 제거하고 실제 움직임의 가능성이 큰 의미있는 움직임 영역만을 효과적으로 추출할 수 있다.

전체 영상을 다 분할하는 대신 현재 프레임 중 변화검출 마스크에 해당하는 부분에서만 3차원 영상 분할을 함으로써, 연속되는 영상에서 움직임이 없는 영역에 비트가 낭비되는 것을 방지하며 의미있는 움직임 영역 추출로써 낮은 비트율에서도 시각적으로 우수한 효율적인 동영상 전송을 가능하게 한다.

2. 후처리 과정

후처리 과정은 앞서 초기 분할된 영역 경계들 중 인간 시각 인식에 필수적인 영역 경계만을 추출하여, 부호화에 적용시 고압축에서도 눈에 보기 좋은 재생 영상을 얻기 위한 과정으로서, 일반적으로 소영역 제

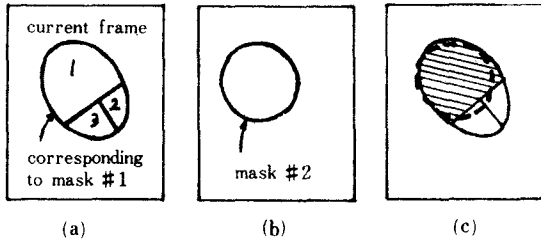


그림 2. 의미있는 움직임 영역 추출의 예
 (a) 변화검출 마스크 # 1 내에서 에지추적 후 채색된 세 영역 1, 2 및 3
 (b) 변화검출 마스크 # 2
 (c) 두개의 변화검출 마스크에서 중복도가 큰 영역 1을 의미있는 영역으로 추출

Fig. 2. An example of meaningful region extraction.
 (a) regions 1, 2, and 3 edge traced and then filled within the part of a current frame corresponding to change detection mask # 1,
 (b) change detection mask # 2,
 (c) region 1 is chosen as a meaningful region since the overlapping between the two change detection masks is at a high rate.

거와 유사영역의 병합으로 이루어진다. 크기가 작은 소영역들은 입상 잡음등에 의하여 생성된 것으로 중요한 정보가 없다고 가정하여 이웃 영역과 무조건 병합하여 제거한다. 어느 정도 이상의 크기를 갖는 영역들은 이웃 영역과의 평균 밝기차가 크지 않을 경우에 병합한다. 그런데, 소영역이라도 극소영역이 아닌 경우에는 중요한 정보를 갖고 있는 경우가 있다. 따라서, 본 논문에서는 기존의 소영역 제거 및 유사영역 병합의 2 단계를 극소영역 제거, 소영역 제거 및 유사영역 병합의 3 단계로 구분하였다. 이렇게 함으로써 영상의 시각적 품질을 향상시키면서도 부호화시 입축률을 더욱 높일 수 있다. 구체적인 후처리 과정은 다음과 같다.

1. 주사 순서에 따라 중심 영역을 선택한다.
2. 중심 영역과 인접한 영역들 중에서 평균 밝기차가 가장 작은 영역을 찾는다.
3. 아래 세 가지 조건 중에서 어느 한 가지라도 만족하면 중심 영역과 평균 밝기차가 가장 작은 인접 영역을 병합한다.
 - (1) 중심 영역의 화소수가 극소영역 역치(T_{ss})보다 큰 경우(극소영역)
 - (2) 중심 영역의 화소수가 역치(T_s)보다 작으면서 평균 밝기차가 아주 크지 않을($2T_{avg}$ 이하) 경우(소영역)

- (3) 평균 밝기차가 밝기차 역치(T_{avg})보다 작은 경우(유사영역)
4. 병합되었으면 단계 2로 가고, 아니면 단계 1로 간다.

IV. 부호화와 재생 과정

1. 전송을 위한 부호화 과정
 3 차원 영상분할이 수행된 후에는 이 분할 결과에 근거하여 현재 프레임의 경계-질감 부호화하여 전송한다. 영상의 경계정보를 부호화할 때 Eden-Kocher가 평가한 바와 같이 경계 화소당 1.27 비트를 할당한다.^[12] 그리고, 영역 내부의 질감정보는 영역의 평균을 8 비트로 부호화한다.

한편, 전송시 아주 느린 움직임이나 대비가 낮은 영역의 면적이 계속해서 증가하면 변화검출 마스크 # 2로 변화를 찾아내기가 힘들게 되어 누적되는 오차에 의하여 재생영상의 품질이 저하된다. 일반적으로는 여러 프레임이 계속될 경우에 품질이 저하되는 것을 방지하기 위하여 주기적으로 원영상 갱신을 하게 된다. 차영상을 이용하지 않고 현재 프레임의 원영상 전체를 2 차원 분할기반 부호화함으로써 원영상의 갱신이 수행되는데, 본 논문에서는 변화검출 마스크 # 1을 다 전송하도록 하였다.

그리고 제한된 선로를 통하여 영상을 전송하기 위해선 전송 비트율을 일정하게 유지하여야 한다. 이를 위하여 본 논문에서 사용한 방법은 변화검출 마스크 # 2에서의 밝기차 역치 조절, 움직임 검출기에서 변화검출 마스크 # 1과 변화검출 마스크 # 2와의 중복도 조절, 그리고 후처리 과정에서 역치 조절 및 한 프레임 건너서 차영상을 구하는 방법등이다. 움직임이 커지면 변화검출 마스크 # 2의 밝기차 역치를 높여 움직임이 큰 부분을 우선적으로 추출하고, 반대이면 역치를 낮추어 작은 움직임도 추출하도록 한다. 또한 변화검출 마스크의 크기가 조정된 후에는 의미있는 움직임 추출 과정에서 두가지 마스크의 중복도를 변화시킴으로써 최종적인 변화검출 마스크의 크기를 조절할 수 있다. 한편, 최종 변화검출 마스크의 크기가 변하지 않아도 분할 결과의 영역수가 증가할 경우, 영역의 질감은 물론 특히 영역 경계 부호화에 많은 비트를 필요로 하게 된다. 이러한 경우, 후처리 과정에서 극소영역과 유사영역의 역치를 증가시킴으로써 부호화시 비트율이 일정하게 유지되도록 할 수 있다. 그리고 움직임이 아주 클 경우에는 한 프레임을 건너서 차영상을 구할 수 있다.

2. 평균보존 평활화를 이용한 영상 재생

일반적으로 분할기반 부호화에서 영역 내부의 질감 정보는 다음과 같이 2차원 다항식으로 근사화하여 그 계수만을 전송하는 방식이 흔히 사용된다.^[13]

$$\tilde{f}(x, y) = b_0 + b_1x + b_2y + b_3x^2 + b_4y^2 + b_5xy \quad (1)$$

여기서 $\tilde{f}(x, y)$ 는 근사화된 질감 정보를 나타낸다. 그리고, b_i 들은 LSE(least square error)에 의한 근사화 계수로서 b_0 는 8비트로 그리고 $b_1 - b_5$ 는 각각 10비트씩으로 부호화되어, 영역당 58비트가 소요된다. 그러나 같은 비트율로 부호화할 경우, 2차 근사화가 평균만을 구하는 0차 근사화보다 훨씬 복잡함에도 불구하고 SNR면에서나 주관적인 시각 판단에서 그리 우수하지 못한 것으로 알려진 바 있다.^[14] 따라서 2차보다 0차로 근사화할 경우, 주어진 비트율에서 영역의 영역의 경계 정보에 더욱 많은 비트를 할당할 수 있으므로 영상을 더 세밀히 분할하여 전송할 수 있다.

이러한 이유로, 본 논문에서는 각 영역의 평균으로 질감을 부호화한 다음, 수신측에서 적절한 처리로 부드러운 영상을 재생하는 방식을 채택하였다. 재생과정에서는 질감의 평균 근사화로 나타나는 영역간 계단형 밝기차의 어색함을 제거하기 위해서 매우 간단한 평균보존 평활필터를 반복적으로 수행하였다. 여기서는 그림 3과 같이 중심화소 및 주위의 네 화소를 이용하여 평활함으로써 영역 경계를 부드럽게함과 동시에, 경계에서의 뭉롱화를 방지하기 위하여 각 영역의 원래 평균이 보존되도록 다음과 같이 보상을 해준다.

$$R^v_m, (i, j) \in R_m$$

$$\tilde{f}^{(n+1)}(i, j) = (1-w) f^{(n)}(i, j) + w/4 \sum_{N_4(i,j)} f^{(n)}(k, l) \quad (2a)$$

$$f^{(n+1)}(i, j) = \tilde{f}^{(n+1)}(i, j) - [\tilde{f}^{(n+1)}(i, j) - \tilde{f}^{(n)}(i, j)] \quad (2b)$$

여기서 $f^{(n)}$ 는 n 번 반복한 후의 밝기값이고, \tilde{f} 는 2(a) 식으로 평활화된 밝기값이며, 그리고 \tilde{f} 는 평활화 후 2(b) 식으로 평균이 보상된 영역의 평균 밝기값이다. 또한, $N_4(i, j)$ 는 중심화소 (i, j) 의 이웃 네 화소를 의미한다.

그림 4는 평균보존 평활화의 보기이다. 여기서 점선으로 표시된 영역의 밝기값은 2(a)식으로 표현되는 단순한 평활화의 결과로서 영역 사이의 대비가 떨어져 경계에서 뭉롱화됨을 보여준다. 이에 반해, 쿨

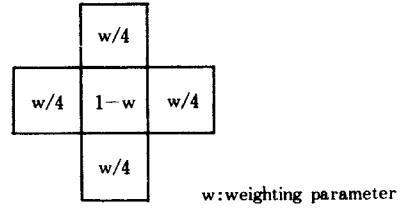


그림 3. 반복 평활 알고리즘에 사용되는 중심 화소와 이웃 네 화소

Fig. 3. Center pixel and its four neighbors used in the iterative smoothing algorithm.

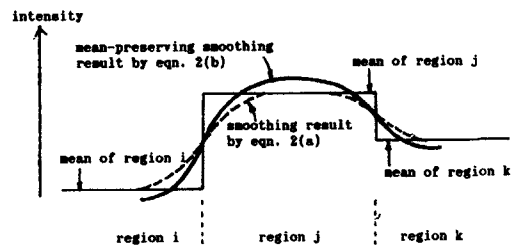


그림 4. 평균보존 평활화

Fig. 4. Illustration of mean-preserving smoothing.

은 실선으로 표시된 밝기값은 평활화에 이어 2(b)식으로 각 영역의 평균을 보존한 것으로서 영역 사이의 대비가 뛰어나면서도 경계가 부드러워짐을 보여준다.

V. 실험 결과 및 검토

제안된 3차원 영상분할을 이용한 동영상 부호화의 성능을 알아보기 위하여, CCITT 표준 영상으로 크기가 256x256이고 256개의 흑백 명암도를 갖는 Miss America 연속영상을 실험하였다. 그림 5는 Miss America의 첫번째 프레임이다.

먼저, 전처리 효과 및 여러가지 변화검출 마스크에 대해 조사하기 위하여 Miss America의 연속영상을 제안된 방식에 따라 부호화해 가는 과정 중에서 9번째 프레임에 대한 결과들을 보면 그림 6과 같다. 여기서, 두개의 밝기차 역치(Tch)들은 차영상을 구할 때 창 내부와 외부의 역치들로서 창 내부의 것을 외부의 것보다 낮게 설정하여 얼굴표정의 변화를 자세하게 추출하였다. 그림 6(a)와 (b)는 변화검출 마스크 # 2를 나타내는데, 전처리를 하지 않은 그림 6(a)에서는 실제 움직임 외에 옷 부분의 미세한 광

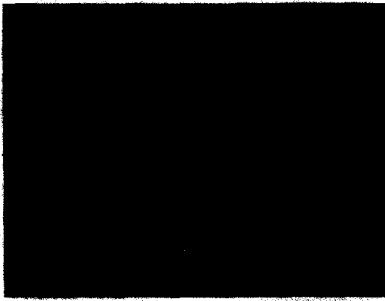
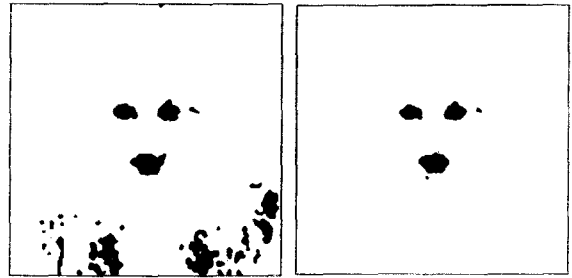


그림 5. Miss America의 첫번째 프레임
Fig. 5. First frame of Miss America.

택 변화도 추출된 것을 볼 수 있다. 이에 반하여 메디안 필터로 전처리한 그림 6(b)에서는 국부 입상이 없어지고 전체적으로 질감이 부드러워져, 실제 움직임이 잘 추출되므로 전처리가 필요함을 알 수 있다. 그리고 그림 6(c)와 (d)는 변화검출 마스크 #1을 나타내는데, 두 그림 모두 실제로는 변화가 없는 배경에서도 많은 움직임이 검출됨을 볼 수 있다. (d)는 밝기차 역치를 (c)에서보다 더 높게 준 것인데, 배경 부분에서 여전히 잘못된 움직임이 계속 검출될 뿐만 아니라 오히려 중요한 얼굴 표정의 변화가 변화검출 마스크에서 제외된다. 따라서 변화검출 마스크 #1 만으로는 실제 움직임 정보를 효율적으로 찾을 수 없음을 알 수 있다. 그림 6(e)는 현재 프레임 중에서 (c)의 변화검출 마스크 #1에 해당하는 부분에서만 영역분할한 것인데, 영상재생시 질감 근사화의 영향으로 이동 물체의 움직임과는 전혀 상관 없는 영역들이 많이 나타나 있다. 한편, 그림 6(f)는 제안된 방식에 따라 움직임검출기에서 (e)의 각 영역 중 (b)의 변화검출 마스크 #2와의 중복정도 (50%)가 큰 영역만을 실제 움직임이 있는 영역으로 판단하여 추출한 후 후처리 과정을 거친 것이다. 여기서 보면, 두개의 변화검출 마스크를 동시에 사용함으로써 연속되는 프레임 사이에서 의미있는 움직임 영역만을 효과적으로 추출할 수 있음을 알 수 있다.

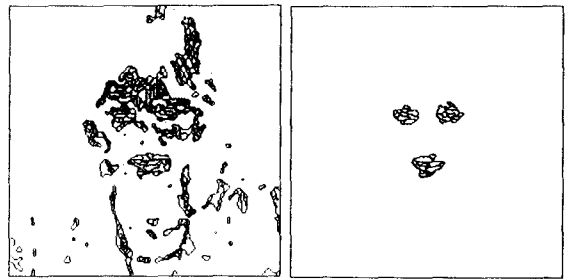
그림 7은 변화검출 마스크 #1만으로 움직임을 추출하여 그 내에서 현재 프레임을 분할한 후 경계 및 질감 부호화하여 평균보존 평활필터로 재생한 Miss America의 4번째 프레임이다. 변화검출 마스크 #1에서 재생영상을 사용하므로 잘못된 움직임이 많이 검출되어 마스크의 면적이 매우 넓게 나타난다. 이렇게 넓은 마스크에 해당하는 현재 프레임을 자세하게 분할하여 전송할 경우, 아주 많은 비트를 필요로 한다. 평균 비트율 0.03bit/pel로 전송할 경우, 재



(a) change detection mask #2 without pre-processing (Tch=3, 5) (b) change detection mask #2 with pre-processing (Tch=3, 5)



(c) change detection mask #1 with pre-processing (Tch=5, 7) (d) change detection mask #1 with pre-processing (Tch=8, 10)



(e) result segmented within the part of a current frame corresponding to change detection mask #1 (f) final segmentation result by the proposed scheme

그림 6. Miss America의 연속영상을 제안된 방식에 따라 부호화해가는 과정 중에서 9번째 프레임에 대한 결과

Fig. 6. Results of 9th frame on the way to apply the proposed coding method to the image sequence of Miss America.

생된 영상인 그림 7(b)에서 보듯이 전체적으로 분할이 매우 불완전하여 눈에 거슬리며 원영상인 그림 7(a)와 크게 차이가 남을 알 수 있다. 비트율이 낮아지면 분할이 더욱 불완전해져서 재생영상의 품질이

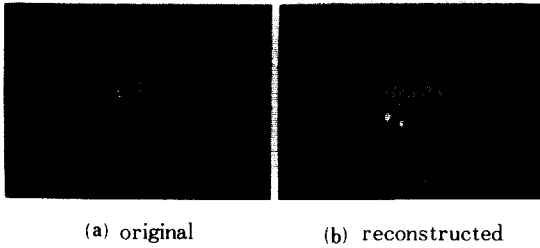


그림 7. Miss America의 네번째 프레임의 원영상과 변화검출 마스크 # 1 만을 이용하여 재생한 영상

Fig. 7. The original fourth frame of Miss America and its reconstructed frame with change detection mask #1 only.

아주 떨어질 것이 명백하다. 따라서, 기존의 많은 연구에서 주로 사용한 변화검출 마스크 # 1 만으로는 동영상의 효율적인 고압축 전송이 어려움을 알 수 있다.

그림 8은 두개의 변화검출 마스크를 동시에 이용하는 제안된 방식에 따라 Miss America를 평균 비트율 0.022bit/pel로 부호화하여 재생한 영상들이다. 여기서, 재생된 영상들의 품질이 원영상에 비해 시각적으로 별로 떨어지지 않음을 알 수 있다. 그림 7에서의 비트율 0.03 bit/pel 보다 더 낮은 0.022 bit/pel로 부호화하였음에도 불구하고 두개의 변화검출 마스크를 이용함으로써 움직임이 있는 부분을 잘 추출하였으며, 또한 추출된 의미있는 움직임에 해당하는 현재 프레임의 내부가 더욱 세밀하게 분할되어 매우 낮은 비트율에서도 동영상이 잘 전송됨을 보여 주고 있다.

제안한 방식에 따라 Miss America의 연속영상을 0.022 bit/pel(360 : 1)로 부호화하여 초당 30 프레임을 보낸다고 할 경우, 42.24kbps의 전송로를 필요로 한다. 종합정보통신망(ISDN)이 구축되어 64kbps 전송로를 사용할 경우, 제안한 방식에 의하면 자연스러운 동영상을 충분히 전송할 수 있다. 또한, 현재 개발된 영상전화 시스템 중에서, 미국 Widcom사의 VTC-56 codec^[5]은 56kbps 전송로로 240×256 크기의 동영상을 초당 10 프레임씩 전송하므로 86 : 1 정도로 압축하는 것과 비교할 때, 제안한 방식이 매우 높은 압축률을 가짐을 알 수 있다. 제안한 방식으로 초당 10 프레임씩 전송할 경우, Miss America는 14.08kbps 전송로를 필요로 하므로 CCITT에서 규정하는 19.2kbps 전송로를 이용하면 전송 가능하다. 따라서, 제안한 부호화 방식이 초저속 전송

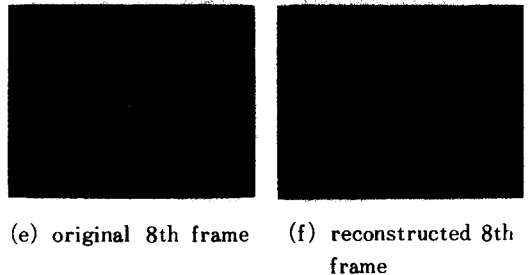
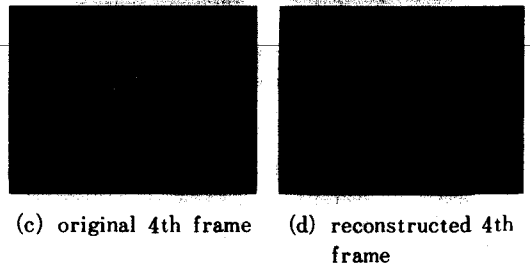
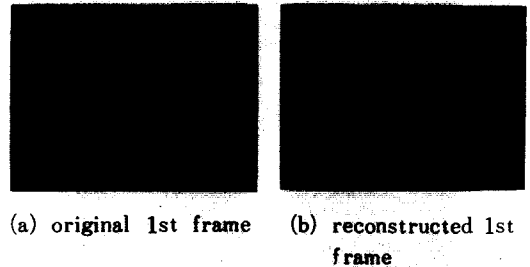


그림 8. Miss America의 원영상과 재생영상

Fig. 8. The original frames of Miss America and their reconstructed frames.

선로를 이용한 동영상 전송에 매우 적합하다고 할 수 있다.

V. 결 론

본 논문에서는 300배 이상의 아주 높은 압축률에서도 시각적으로 만족할 만한 동영상을 전송할 수 있는 3차원 영상 분할기반 부호화법을 제안하고, 이 방법을 영상 부호화에 적용하여 그 성능을 조사하였다.

동영상에서 움직임이 있는 부분을 배경으로부터 효과적으로 분리하기 위하여 재생된 이전 프레임과 원영상의 현재 프레임 사이에서 추출한 변화검출 마스크 # 1과 연속되는 원영상간에서 추출한 변화검출 마스크 # 2를 동시에 고려하였다. 그 결과로 질감 재생시 근사화에 의한 잘못된 움직임은 제거하고 의미있는 움직임 영역만을 추출함으로써 높은 압축률을 얻을 수 있었다. 그리고 차영상을 분할하는 대신, 현재 프레임 중에서 의미있는 움직임에 해당하

는 부분만을 직접 분할함으로써 높은 압축률에서도 우수한 품질의 영상을 전송할 수 있었다. 또한, 수신측에서 평균보존 평활화로 영역간의 계단형 밝기차에 의한 어색함을 제거함으로써 더욱 부드러운 영상을 재생할 수 있었다. 실험을 통해, 제안된 방법은 Miss America의 연속영상을 0.022bit/pel(360:1) 정도의 비트율(압축률)로 전송하였을 경우에도 재생영상의 품질이 매우 우수함을 확인하였다.

앞으로 변화검출 마스크 내에서 현재 프레임을 화면의 내용에 따라 적응 분할함과 더불어 운동 보상 및 보다 더 인간의 시각적 특성을 고려한다면 기존의 공중용 전화선을 이용하여서도 동영상을 전송할 수 있을 것으로 기대된다.

參 考 文 獻

[1] M. Kunt et al., "Second generation image coding techniques," *Proc. IEEE*, vol. 73, no. 4, pp. 549-574, Apr. 1985.
 [2] M. Kunt et al., "Recent results in high-compression image coding," *IEEE Trans. Circuits and Systems*, vol. CAS-34, no. 11, pp. 1306-1336, Nov. 1987.
 [3] M.J. Biggar and A.G. Constantinides, "Segmented video coding," *Proc. IEEE ICA-SSP'88*, New York, vol. 2, pp. 1108-1111, 1988.
 [4] R.J. Clarke and M. Soryani, "Coding moving image sequences by segmentation of difference frames and motion-adaptive frame interpolation," *IEE Electron. Lett.*, vol. 25, no. 12, pp. 794-795, June 1989.
 [5] S.A. Rajala et al., "Video data compression using three-dimensional segmentation based on HVS properties," *Proc. IEEE ICA-SSP'88*, New York, vol. 2, pp. 1092-1094, 1988.
 [6] S.M. Lee, N.C. Kim, and H. Son, "Inter-frame coding of motion video using 3-D

segmentation," *Proc. JTC-CSCC'89*, Japan, pp. 335-338, June. 1989.
 [7] S.M. Lee, N.C. Kim and H. Son, "Very low rate coding of motion video using 3-D segmentation with two change detection masks," To be published in *Proc. of SPIE'90*, Switzerland, vol. 1360, Oct. 1990.
 [8] S.M. Lee, N.C. Kim and H. Son, "High compression video coding using HVS-based 3-D segmentation," Accepted for representation at the ICCS'90, Singapore, Nov. 1990.
 [9] 정성환, 훼손된 영상의 전송을 위한 복원 및 Synthetic High 부호화, 경북대학교 박사학위 논문, 1988년 8월.
 [10] M. Hotter and R. Thoma, "Image segmentation based on object oriented mapping parameter estimation," *Signal Processing*, 15, no. 3, pp. 315-334, Oct. 1988
 [11] 최청, 이상미, 김남철, 손현, "에너지추적에 의한 영상 분할 및 부호화" 대한 전자공학회 논문집 제26권 3호, pp. 412-419, 1989년 3월.
 [12] M. Eden and M. Kocher, "On the performance of a contour coding algorithm in the context of image coding part I: Contour segment coding," *Signal Processing*, vol. 8, no. 4, pp. 381-386, July 1985.
 [13] M. Kocher and R. Leonardi, "Adaptive region growing techniques using polynomial functions for image approximation," *Signal Processing*, vol. 11, no. 1, pp. 47-60, July 1986.
 [14] M.J. Biggar et al., "Segmented-image coding: Performance comparison with the discrete cosine transform," *Proc. IEE*, vol. 135, no. 2, pp. 121-132, Apr. 1
 [15] R.D. Widergren, "Full color motion video at 56kb/s; military and civil application," *GLOBECOM'85*, 22.3.1, pp. 681-683, 1985.

著 者 紹 介

李 相 美 (正會員)
 1960年 9月 25日生. 1983年 2月 경북대학교 전자공학과 졸업. 1985年 2月 경북대학교 전자공학과 석사학위 취득. 1990年 2月 경북대학교 전자공학과 박사학위 취득. 현재 경북대학교 전자공학과 시간강사. 주관심분야는 영상처리, 컴퓨터 비전 및 HDTV 등이다.

金 南 哲 (正會員) 第25卷 第10號 參照
 현재 경북대학교 전자공학과 부교수

孫 鉉 (正會員) 第26卷 第3號 參照
 현재 경북대학교 전자공학과 교수