

윤곽선 정보의 전송이 불필요한 분할기반 영상 부호화 방법

(Segmentation-based Image Coding Method without Need for Transmission of Contour Information)

최재각[†] 강현수^{**} 고창림^{***} 권오준[†] 이종극^{****}
 (Jae Gark Choi) (Hyun-Soo Kang) (Chang-Rim Koh) (Oh-Jun Kwon) (Jong-Keuk Lee)

요약 본 논문은 윤곽선 정보의 전송이 불필요한 새로운 분할기반 영상 부호화 방법을 제안한다. 분할기반 영상 부호화에서 전송해야 할 전체 정보 중 윤곽선 정보가 다른 정보에 비해 상대적으로 많은 부분을 차지하기 때문에 윤곽선 정보가 전체 전송정보의 병목현상으로 작용한다. 제안된 방법은 현재 프레임을 분할하는 대신, 복호화된 이전 프레임을 분할함으로써, 복호기로 분할된 영역에 대한 윤곽선 정보를 전송하지 않아도 되는 장점이 있다. 따라서 윤곽선 정보를 전송하지 않으므로써 여분의 비트를 오차신호와 같은 다른 정보의 전송에 할당하여 부호화 화질을 개선할 수 있다. 실험결과에 나타난 것처럼, 전송 비트율이 제한된 초저전송률 부호화에서 급격한 움직임으로 데이터 발생이 크게 증가할 경우 기존 블록기반 부호화에서는 PSNR이 20dB 부근까지 떨어지지만 제안된 방법은 급격한 PSNR 저하없이 우수한 재생화질을 나타내었다.

키워드 : 분할기반영상부호화, 순방향 움직임 추정, 모포로지컬 분할, 모양정보 부호화

Abstract A new segmentation-based image coding method which no needs transmission of contour data is proposed. The shape information acts as bottleneck in the segmentation-based video coding because it has much portion of transmission data. The proposed method segments a previous decoded frame, instead of a current frame. As a result, there is no need for transmission of contour information to a decoder. Therefore, the saved bits can be assigned to encode other information such as error signals. As shown in experiment results, if data rate is very highly increased due to abrupt motion under very low bit rate coding having limited transmission bits, PSNR of conventional block-based method go down about 20dB, while the proposed method shows a good reconstruction quality without rapid PSNR drop.

Key words : segmentation-based image coding, forward motion estimation, morphological segmentation, shape coding

1. 서론

기존의 블록기반 영상부호화(block-based image coding) 방법은 초저전송률(very low bit rate transmis-

sion)에서 블록효과(block effects)와 같은 화질 저하가 나타난다[1]. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위한 방안으로 분할기반 영상부호화 방법(segmentation-based image coding)이 연구되어왔다[2,3]. 분할기반 영상부호화는 먼저 영상을 여러 개의 균일한 영역(homogeneous regions)으로 분할하고 분할된 각 영역의 모양정보[4,5], 컬러정보, 움직임 정보를 압축 전송함으로써 부호화가 이루어진다. 따라서 영역의 경계부분에 블록효과가 나타나지 않고 우수한 재생화질을 나타내게 된다. 그러나 이러한 분할기반 부호화의 가장 큰 문제점은 분할된 영역의 모양(shape), 즉 윤곽선(contour) 정보를 복호화기(decoder)로 전송해야 한다는 점이다. 기존의 블록기반 부호화는 분할기반 부호화의 특수한 형태로 볼 수 있다.

[†] 비 회 원 : 동의대학교 컴퓨터·소프트웨어공학부 교수
 cjg@deu.ac.kr
 ojkwon@deu.ac.kr

^{**} 비 회 원 : 충북대학교 전기전자컴퓨터공학부 교수
 hskang@chungbuk.ac.kr

^{***} 비 회 원 : 경일대학교 전자정보통신공학부 교수
 crkoh@kiu.ac.kr

^{****} 종신회원 : 동의대학교 컴퓨터·소프트웨어공학부 교수
 jklee@deu.ac.kr

논문접수 : 2004년 8월 5일

심사완료 : 2005년 3월 4일

즉 영상을 일정한 크기의 블록으로 분할한 것으로 가정한다. 따라서 기존의 블록기반 부호화에서는 분할된 영역의 윤곽선 정보를 전송할 필요가 없다. 반면, 분할기반 부호화에서는 분할된 영역의 모양 정보를 전송해야 한다[3]. 그런데 분할기반 부호화에서 분할된 영역의 모양 정보가 전송해야 할 전체 정보 중 큰 부분을 차지하기 때문에, 전송 속도가 제한된 초저속전송률 부호화에서 모양 정보 외에 다른 정보 즉, 컬러 정보, 움직임 정보, 움직임 보상 오차 정보에 할당해야 할 정보가 줄어들어 전체적인 화질열화가 유발된다.

한편 영상을 객체로 분할한 뒤, 객체단위로 부호화하는 MPEG-4에서의 모양정보 부호화는 컨텍스트 기반 이진 산술 부호화(context-based binary arithmetic coding)와 이동 보상을 기본으로 하며, 모든 과정은 16 화소/줄 x 16줄 크기를 가지는 이진 모양 정보 블록(Binary Alpha Block; BAB) 단위로 수행된다. 이진 모양 정보는 해당 화소가 물체인지 아니면 배경인지를 나타내는 2진 마스크 형태를 가진다.

본 논문에서는 앞서 기술한 윤곽선 정보량 문제를 해결하기 위해 복호화된 이전 영상(previous reconstructed frame)을 분할함으로써 윤곽선 정보를 전송하지 않아도 되는 새로운 방법을 제안한다. 복호화된 이전 영상은 부호화기(encoder) 뿐만 아니라 복호화기도 동일하게 가지고 있기 때문에 부호화기 및 복호화기 모두가 각각 복호화된 이전 프레임을 분할함으로써 분할된 영역의 모양정보를 알 수 있다. 따라서 부호화기에서 윤곽선 정보를 전송하지 않아도, 복호화기에서는 자체 영

상 분할 모듈을 통해 윤곽선 정보를 파악할 수 있다. 기존의 분할기반 부호화기는 부호화기에만 영상 분할 모듈이 필요하지만 제안된 부호화 방법은 부호화기 및 복호화기 모두 영상 분할 모듈이 필요하기 때문에 하드웨어 또는 소프트웨어 계산적인 측면에서 복잡도가 다소 증가한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 우선 2절에서 윤곽선 정보의 전송이 불필요한 새로운 분할기반 영상 부호화 시스템을 제안한다. 그리고 3절에서 2절에 제안된 분할기반 영상 부호화 시스템의 영상 부호화 방법에 대해 상세히 기술한다. 4절에서 모의실험을 통하여 제안 방식의 성능을 비교 분석하고, 5절에서 결론을 맺는다.

2. 제안된 분할기반 부호화 시스템

서론에서 기존 분할기반 부호화 시스템의 문제점을 알아보았다. 본 절에서는 이를 바탕으로 초저속전송률 영상 부호화에 적합한 분할기반 부호화 시스템을 제안한다. 제안하는 분할기반 부호화 시스템에서는 복호화된 이전 영상을 분할함으로써 윤곽선 정보의 전송이 불필요하도록 하였다. 그 이유는 송신측과 수신측 모두 복호화된 이전 영상을 가지고 있기 때문에 수신측에서도 자신의 영상 분할기를 이용하여 복호화된 이전 영상을 분할할 수 있기 때문이다. 따라서 수신측으로 분할된 영상에 대한 윤곽선 정보를 보낼 필요가 없다.

그림 1은 제안된 분할기반 부호화 시스템의 블록도를 나타낸다.

먼저 복호화된 이전 프레임 \tilde{I}_{k-1} 을 밝기값을 기준으

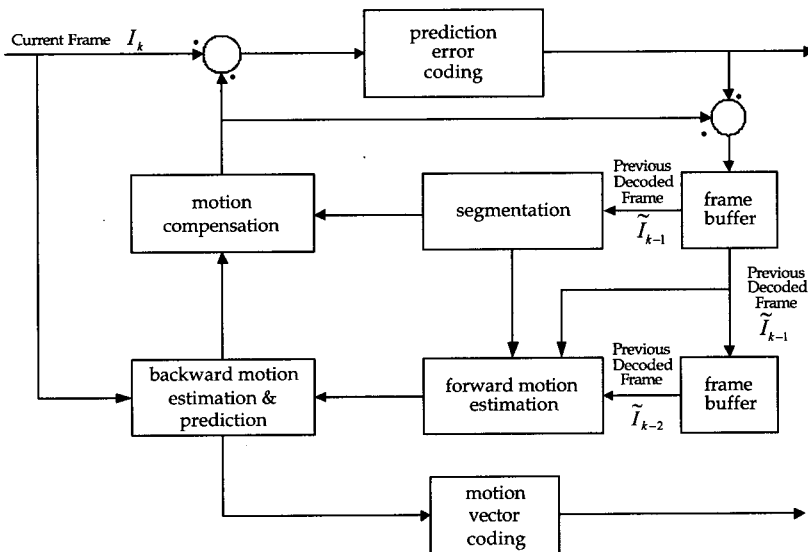


그림 1 제안 분할기반 부호화 시스템의 블록도

로 분할한다. 이때 분할된 영역은 밝기값을 기준으로 분할되었기 때문에 무수히 많은 영역으로 분할된다. 이렇게 과분할(over segmentation)된 영역의 컬러정보를 수신측으로 전송할 경우 전송해야할 정보량이 증가하기 때문에 분할된 영역을 움직임 기준으로 병합하게 된다. 그런 다음, 분할된 영역의 순방향 움직임을 추정하여 움직임 보상을 행하고, 움직임 보상 오차를 전송한다. 이때 움직임 보상을 위해서는 이전 프레임의 분할된 영역이 현재 프레임의 어느 영역으로 이동하는가를 나타내는 순방향 움직임 파라미터(forward motion parameter)의 추정이 필요하며 추정된 움직임 파라미터는 디코더에 전송된다. 그리고 움직임 파라미터의 정보 전송량을 줄이기 위해 수신측에 저장된 복호화된 프레임으로부터 역방향 움직임 파라미터를 추정하여 순방향 움직임 파라미터를 예측하게 된다. 따라서 수신측에서는 전송된 순방향 움직임 파라미터 및 복호화된 이전 영상을 이용하여 움직임 보상을 할 수 있다. 그리고 예측오차에 대한 신호를 부호화하여 수신측에 전송한다.

3. 제안된 분할기반 부호화 방법

제안된 방법에서는 윤곽선 정보 전송이 불필요하도록 함으로써 오차 신호 전송에 많은 비트가 할당할 수 있도록 부호화 시스템을 구성하였으며 다음과 같은 내용이 연구되었다.

- 분할된 영역의 윤곽선 정보 전송이 불필요하도록 복호화된 이전 영상을 이용하여 영상을 분할하는 방법
- 영상 분할시, 밝기값을 이용하여 영상을 분할한 뒤, 움직임 벡터장의 시간 방향 상관성을 가정하고 움직임 정보를 기준으로 분할된 영역들을 병합하는 방법
- 이동 물체가 일정속도(constant velocity)로 움직인다고 가정하고 복호화된 이전 프레임으로부터 역방향 움직임 파라미터를 예측하여 순방향 움직임 파라미터의 정보 전송량을 줄이는 방법
- 순방향 움직임 파라미터를 사용하여 움직임을 보상할 때 발생하는 중복 영역(overlapped area) 및 드러난 영역(uncovered area)의 처리 방법
- 예측 오차로 인한 데이터 발생을 줄이기 위해 제한된 블록에 대해서만 예측오차를 전송하는 방법

3.1 복호화된 이전 영상을 이용한 영상 분할 방법

기존 분할기반 영상부호화에서 분할된 영역의 모양 정보를 전송하기 위한 윤곽선 감축(contour coding) 방법들은 다음과 같은 문제점을 가지고 있다.

- 윤곽선 근사화(approximation) 및 윤곽선 예측(prediction)등으로 영역의 모양 표현에 있어서 실제 윤곽선에 대한 근사화 오차를 포함한다.
- 윤곽선의 프레임내 부호화(intra-frame coding) 또는

프레임간 부호화(inter-frame coding)에도 불구하고 윤곽선 전송에 많은 비트의 할당이 필요하다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해, 복호화된 이전 영상은 인코더 및 디코더 양쪽 모두에 존재한다는 사실을 이용하여 복호화된 이전 영상을 분할함으로써 윤곽선 정보를 전송하지 않는 방안을 제안한다. 복호화된 이전 프레임을 분할하기 위해 사용된 영상분할 방법은 밝기기준 분할과 움직임기준 병합의 두 단계로 구성된다.

먼저 복호화된 이전 프레임을 밝기값을 기준으로 분할한다. 여기서 Salembier에 의해 제안된 모포로지컬 분할방법을 사용하였다. 계층적 morphological segmentation[3]은 top-down 방식으로 영상내의 물체의 크기에 따라 영상을 계층적으로 분할한다. 각 계층은 단순화(simplification), 마커 추출(marker extraction), 윤곽선 결정(decision), 화질추정(quality estimation) 4 단계로 구성된다. 본 논문에서 사용된 분할은 계층적 분할 구조는 이용하지 아니하고 특정한 크기의 구조요소(structure element)를 사용하여 영상을 분할하였다. 즉 먼저 모포로지컬 재생에 의한 열기/닫기(opening/closing by reconstruction) 필터를 사용하여 영상을 단순화한 뒤, 영역내부의 밝기가 균일한 영역을 마커로 추출한다. 추출된 마커로부터 분수령 알고리즘(watershed algorithm)을 이용하여 영상을 분할한다.

분할된 각 영역은 밝기값을 기준으로 분할된 영역이기 때문에 이러한 영역들로 움직임을 보상할 경우 움직임 파라미터의 중복이 예상된다. 따라서 이러한 움직임 파라미터의 중복을 줄이기 위해 분할된 영역을 움직임을 기준으로 다시 병합한다. 그러나 현재 프레임과 복호화된 이전 프레임 사이의 움직임 정보는 인코더 측에는 알 수 있지만 디코더 측에서는 알 수 없기 때문에 현재 프레임과 이전 프레임사이의 움직임 정보를 사용하여 영역 병합을 행할 경우, 영역들의 병합관계를 나타내는 오버헤드가 디코더로 전송되어야 한다. 본 논문에서는 이러한 오버헤드 전송으로 인한 데이터 증가를 막기 위해 연속된 프레임의 움직임 벡터장 사이에 상당한 유사성이 존재한다는 가정을 이용한다. 따라서 복호화된 이전 두 프레임, I_{k-1} 및 I_{k-2} 사이의 움직임 벡터장을 이용하여 영역 병합을 행하게 되는데 이 과정이 움직임기준 영역 병합 단계이다.

앞서 복호화된 이전 프레임을 분할함으로써 윤곽선 정보를 전송하지 않아도 되는 점과 윤곽선 근사화를 하지 않는다는 점을 언급하였다. 그러나 이전 프레임을 분할함으로써 다음과 같은 문제점이 발생된다. 복호화된 이전 프레임은 원영상이 아니라 과거 프레임을 이용하여 재생된 영상이기 때문에 부호화 오차를 포함하고 있

다. 이러한 부호화 오차는 고압축률 부호화일수록, 그리고 시간이 진행될수록 부호화 오차가 누적되어 크게 나타난다. 따라서 이와 같은 부호화 오차를 포함하는 복호화된 영상을 분할할 때 잘못된 영상 분할이 발생할 수 있는데 이 문제를 해결하기 위해 주기적으로 I 프레임(Intra-Frame)을 삽입할 수 있다.

3.2 움직임 추정 및 움직임 파라미터 부호화

제안된 방법에서는 밝기값을 기준으로 복호화된 이전 프레임을 분할한 뒤, 움직임을 기준으로 병합하였다. 따라서 분할된 각 영역은 동일한 움직임을 갖는 영역들로 표현된다. 본 소절에서는 분할된 영역별 움직임 추정 및 추정된 움직임 파라미터를 부호화 하는 방법에 대해 기술한다. 먼저 움직임 추정을 위해서는 움직임 모형이 필요하다. 일반적으로 분할기반 부호화에서는 움직임 물체가 병진 운동 외에 회전 및 크기변형이 있을 수 있다는 가정하에 다음과 같은 어핀 모형(affine model)이 널리 사용된다.

$$\begin{pmatrix} x_n \\ y_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} S_x \cos \theta_x & -S_y \sin \theta_y \\ S_x \sin \theta_x & S_y \cos \theta_y \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_{n-1} \\ y_{n-1} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} d_x \\ d_y \end{pmatrix} \quad (1)$$

여기서 (x_n, y_n) 및 (x_{n-1}, y_{n-1}) 은 현재 프레임 I_n 및 이전 프레임 I_{n-1} 상의 한 점의 좌표를 나타낸다. 그리고 (S_x, S_y) 및 (θ_x, θ_y) 는 각각 크기변형, 회전각을 나타내는 항목이다. 본 논문에서는 앞서 언급한 것처럼 움직임 파라미터 부호화와 관련된 전송량 증가를 고려하여 간단한 병진 운동 모형($S_x = S_y = 1, \theta_x = \theta_y = 0$)을 사용하였다.

영역별 움직임 벡터 (d_x, d_y) 를 추정하는 방법으로 영역 정합법(matching)과 화소별 움직임 벡터장(dense motion vector field)을 이용하는 방법을 제안한다. 첫째 영역 정합법은 움직임 영역별로 주어진 추정영역(search area)내에서 영역 정합을 행하는 방법이다. 이러한 영역 정합은 움직임 벡터만큼 기준 프레임 전체를 이동시킨 뒤, 모든 영역에 대한 매칭 오차를 한번에 구한다. 따라서 추정영역 만큼만 영상을 스캔하면 각 영역별로 정합 오차가 최소가 되는 움직임 벡터를 구할 수 있게 된다. 화소별 움직임 벡터장을 이용하는 방법은 분할된 영역의 모든 화소에 대해 화소별 움직임 벡터를 구한 뒤, 그 영역내에 발생 회수가 가장 많은 움직임 벡터를 그 영역의 움직임 벡터로 선택하는 방법이다. 본 방법에서는 HBMA[7]를 사용하여 화소단위의 움직임 벡터를 구하였다. 두가지 움직임 추정법을 사용하여 모의 실험한 결과 대부분의 경우 각 영역에 대해 동일한 움직임 벡터를 추정하였으며 따라서 비슷한 예측오차를 나타내었다.

한편 영역 정합에 의한 움직임 추정법을 affine 모형

으로 확장할 경우 6 파라미터 공간상에서의 전탐색을 해야 하는 어려움이 있다. 화소별 움직임 벡터장을 이용하여 영역별 affine 움직임 파라미터를 구하는 것은 선형 회귀법(linear regression)에 의해 다음과 같은 오차 함수를 최소화함으로써 구할 수 있다.

$$E = \sum_{(x,y) \in R} [(u(x,y) - a_1 - a_2x - a_3y)^2 + (v(x,y) - a_4 - a_5x - a_6y)^2] \quad (2)$$

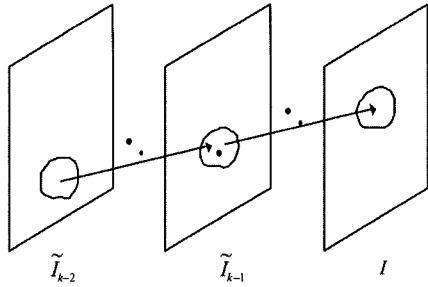
여기서, (u, v) 는 (x, y) 좌표에서의 주어진 움직임 벡터를 나타내고 $\vec{a} = (a_1, \dots, a_6)$ 가 구하고자 하는 affine 변환이다.

본 논문에서는 전송해야할 움직임 정보량을 줄이기 위해 다음과 같은 가정을 사용한다. 연속된 영상 시퀀스 사이의 움직임 벡터장은 유사성이 존재하고 따라서 일정속도(constant velocity) 가정이 성립한다. 따라서 이 가정하에 복호화된 이전 프레임은 디코더에도 존재한다는 사실을 이용한다. 복호화된 이전 프레임을 분할한 영역 R_n 경우, 두가지 종류의 움직임 벡터를 생각할 수 있다. 하나는 I_{k-1} 의 영역 R_n 이 현재 프레임 I_k 내의 어느 영역으로 대응되는 가를 나타내는 순방향 움직임 벡터 v_f 이며 다른 하나는 I_{k-1} 의 영역 R_n 이 복호화된 이전전 프레임 I_{k-2} 의 어느 영역에서 이동되었는가를 나타내는 역방향 움직임 파라미터 v_b 이다. 따라서 영역 R_n 에 대해 순방향 움직임 벡터 v_f 와 역방향 움직임 벡터 v_b 가 동일하다면 디코더 측에서도 역방향 움직임 벡터 v_b 는 복호화된 이전 두 프레임으로부터 추정할 수 있으므로 순방향 움직임 벡터 v_f 는 전송할 필요가 없다. 그리고 순방향 움직임 벡터와 역방향 움직임 벡터가 일치하지 않는다면 그 차성분만을 전송함으로써 움직임 벡터의 엔트로피를 줄일 수 있다. 그림 2는 움직임 추정시 순방향 벡터와 역방향 벡터가 일치하는 경우와 일치하지 않는 경우의 예를 나타낸다.

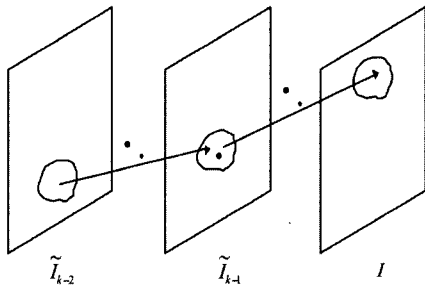
3.3 분할기반 움직임 보상

본 논문에서 사용된 분할기반 부호화 시스템은 복호화된 이전 프레임을 분할하고 분할된 영역의 순방향 움직임 파라미터를 사용하여 움직임 보상을 행한다. 따라서 그림 3에서 알 수 있듯이 드러난 영역(uncovered area)과 중복된 영역(overlapped area)이 나타난다. 순방향 움직임 파라미터를 사용하여 이전 프레임의 분할된 영역을 현재 프레임으로 투영(projection)할 경우, 이전 분할 프레임과 투영된 프레임 사이에는 다음처럼 3 종류의 영역이 나타나게 된다.

- 1:1 대응관계를 갖는 영역: 이전 프레임의 분할된 영상의 한 화소를 현재 프레임으로 투영할 경우, 투영된



(a) 일정속도를 나타내는 경우



(b) 일정속도가 아닌 경우

그림 2 일정속도를 이용한 영역별 순방향 및 역방향 움직임 벡터

화소가 영상내에 존재하고 두 화소사이에 유일한 1:1 대응관계가 존재할 경우를 말한다. 이 경우 화소값은 순방향 움직임 파라미터를 이용하여 움직임 보상을 할 수 있다.

- 드러난 영역: 물체가 움직일 경우 새로이 드러나는 배경이 이 경우에 해당한다. 따라서 이전 프레임의 분할된 영상의 한 화소를 현재 프레임으로 투영할 경우, 대응되는 화소가 존재하지 않게 된다. 이 경우 순방향 움직임 파라미터를 이용한 움직임 보상이 불가능하다.
- 중복된 영역: 이전 프레임의 분할된 영상의 화소들을 현재 프레임으로 투영할 경우, 다수의 화소가 중복되어 하나의 화소로 투영될 경우를 말한다. 따라서 중복된 예측값을 갖는다.

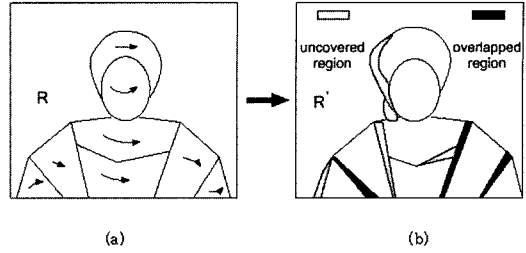
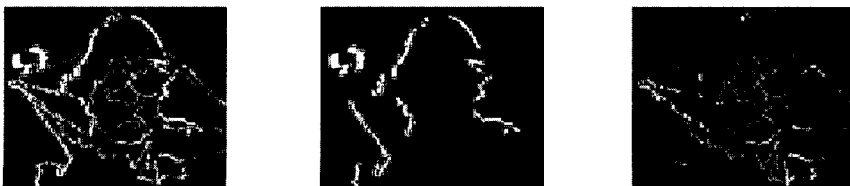


그림 3 예측 프레임의 생성: (a) 복호화된 이전 프레임에서의 분할 및 추정된 움직임; (b) 예측된 프레임

드러난 영역의 경우 대응되는 예측값을 갖지 못하기 때문에 이 영역에 대해서는 그 밝기값을 전송해야 한다. 하지만 그 영역의 모양 정보는 디코더 측에서도 예측가능 함으로 전송할 필요는 없다. 분할된 영역을 순방향 움직임 벡터로 보상할 경우 움직임이 클 경우는 비교적 큰 두께의 드러난 영역이 나타나며 움직임이 작을 경우 작은 화소 단위의 영역이 나타나거나 작은 두께의 드러난 영역이 나타난다. 그림 4(a)는 “Foreman” 영상 시퀀스 중 한 프레임의 드러난 영역을 나타낸다. 비교적 큰 두께의 드러난 영역에 대해서는 밝기값을 확장 및 내삽을 이용한 부호화 방법[8]으로 부호화 하였다. 그리고 작은 두께의 영역에 대한 밝기값은 부호화 효율을 고려하여 전송하지 아니하고 주위 밝기값으로 내삽하였다. 크고 작은 두께의 영역을 판단하기 위하여 구조요소 크기가 3x3인 재생에 의한 열기/닫기 필터를 사용하였다. 필터링에 의해 제거되는 영역은 작거나 좁은 두께의 드러난 영역을 나타내고 필터링에 의해 나타나는 영역은 큰 두께의 드러난 영역을 나타낸다. 그림 4(b) 및 (c)는 그림 4(a)의 드러난 영역을 각각 큰 두께의 영역 및 작은 두께의 영역으로 구분한 예를 나타낸다.

한편 중복된 영역은 중복된 예측값을 가지는 영역이기 때문에 중복된 예측값 중 하나를 선택하면 된다. 과거 프레임의 인접한 영역을 현재 프레임으로 예측할 때, 영역간에 중복이 발생하면 인접한 영역중 전경(fore-ground)으로 존재하는 영역이 중복 영역을 포함하게 된



(a) 드러난 영역 및 중복된 영역 (b) 밝기값을 부호화하는 영역 (c) 밝기값을 내삽하는 영역

그림 4 드러난 영역의 밝기값 부호화를 위한 영역 분리

다. 따라서 중복된 영역에 대해 최소 예측오차를 나타내는 영역이 전경 영역으로 판단한다. 그리고 중복된 영역에 대해서는 전경 물체에 대한 레이블(label) 정보가 오버헤드로 전송되어야 한다. 이러한 오버헤드의 발생을 제한하기 위해 다음과 같은 방법을 사용하였다. 첫째, 중복된 영역중 큰 두개의 영역에 대해서는 전경 물체의 레이블을 전송하고 작은 두개의 영역에 대해서는 드러난 영역처럼 주위 밝기값으로 내삽하였다. 둘째, 전경 물체의 레이블을 전송할 때 레이블의 표현에 필요한 비트수를 제한한다. 이전 프레임의 인접된 영역의 움직임으로 중복된 영역이 발생하게 되는데 이러한 중복된 영역은 두 영역의 움직임만으로 발생된다는 제한을 돕으로서 전경 물체의 레이블 표시에 1 비트만을 할당할 수 있다.

3.4 예측오차 신호의 부호화 및 버퍼제어

현재 영상을 이용하여 영역을 분할할 때는 각 영역별로 움직임 보상을 행하거나 움직임 보상이 적절하지 못한 영역에 대해서는 그 영역의 밝기값을 부호화 하여 전송한다. 그러나 복호화된 이전 영상을 이용할 때는 영역별로 순방향 움직임 파라미터를 이용하여 움직임 보상을 행할 수는 있지만, 영역별로 밝기값을 부호화 하기는 어렵다. 그 이유는 분할된 영역이 이전 프레임내의 영역이기 때문이다. 그리고 분할된 영역을 현재 프레임으로 예측한 영역이 예측성능 평가의 기준이 되는데 이 기준영역이 움직임 파라미터에 따라 변하기 때문이다.

따라서 본 논문에서는 영역의 밝기값 부호화는 하지 않고, 원 영상과 예측 영상사이의 차신호, 즉 예측 오차 신호를 부호화한다. 예측 오차 부호화는 H.261과 같은 블록별 DCT를 사용하였다. 예측오차에 대한 데이터 발생을 줄이기 위해 큰 예측오차를 가지는 블록에 대해서만 부호화한다. 예측오차를 부호화하는 블록의 선정은 다음과 같다. 예측 영상을 주어진 문턱값과 비교하여 오차가 큰 영역과 오차가 작은 영역으로 이진화한다. 한 블록(8x8)내의 전체 화소수에 대한 오차가 큰 화소수가 주어진 문턱값을 초과하면 그 블록은 부호화 블록으로 한다. 부호화 블록에 대해서는 H.261에 따라 DCT, 양자화, 엔트로피 부호화되었다. 버퍼제어도 H.261과 동일한 방법을 사용하였다. 예측오차 신호를 사용하여 버퍼제어가 이루어지도록 하였으며, QCIF 영상을 GOB 단위로 양자화 계수를 조절하였다.

4. 실험결과

본 절에서는 모의실험을 통해 제안된 분할기반 부호화 시스템의 가능성을 알아본다. 모의실험에 사용된 테스트 영상은 Miss America 및 Foreman 이다. 각 영상은 QCIF 형태이며 시퀀스중 첫째 프레임부터 100

번째 프레임까지를 실험에 사용하였다. 사용한 움직임 모형은 2차원 병진운동 모형이며 영역 조정법에 의한 정수 단위의 움직임 벡터를 추정하였다. 그리고 추정영역은 7로 하였다. 영상 신호중 밝기 성분(Y)만을 부호화하였고 칼라차성분(Cb and Cr)은 부호화하지 아니하였다. 제안된 분할기반 부호화 시스템을 블록기반 부호화 시스템인 H.261과 비교하였는데, 그 이유는 먼저 예측오차 신호의 부호화 방법이 H.261과 동일하기 때문에 직접적인 수치 비교가 용이하고 제안된 방법을 사용함으로써 H.261에 나타나는 블록효과와 같은 주관적 화질 열화가 없기 때문이다. 비교시 유의할 점은 제안 시스템의 실험에서는 칼라차신호의 부호화가 제외되어 있으며 예측오차 부호화시 블록주소(block address) 및 패턴(pattern)을 나타내는 오버헤드는 데이터 발생에 포함되지 않았다는 점이다. 제안된 분할기반 부호화 시스템의 화질평가를 위해 두가지 평가 기준을 사용했다. 정량적인 평가 기준으로 PSNR 척도를 사용했으며 주관적 화질 평가를 위해 복호화된 영상 시퀀스중 3 프레임을 표본화하여 제시했다.

실험에 사용된 영상 시퀀스에 대한 프레임율(frame rate) 및 목표 비트율(target bit rate)를 표 1에 표시하였다. 표 1에서 알 수 있듯이 "Miss America"의 경우 목표 비트율을 8kbit/sec, "Foreman"의 경우 64kbit/sec로 하여 초저전송율로 부호화하는 경우를 중점 실험하였다. 실험 영상 시퀀스 "Miss America" 및 "Foreman"에 대한 프레임별 PSNR을 각각 그림 5(a) 및 그림 6(a)에 표시하였다. 이때 비교를 위해 H.261의 PSNR도 함께 표시했다. 또한 그림 5(b) 및 그림 6(b)는 각 영상 시퀀스에 대한 프레임별 비트 변화율을 나타낸다. 그리고 각 프레임별 전체 데이터에 대한 각 구성 요소별 데이터의 구성 즉, 오버헤드 데이터(overhead data), 움직임 데이터 그리고 예측오차 데이터의 구성비를 제안 부호화 시스템의 경우 표 2에 표시하였고, 그리고 H.261의 경우 표 3에 나타내었다.

주관적 화질 평가를 위해 영상 시퀀스중 움직임이 급격하게 나타나는 프레임에 대한 복호화 영상을 제시하였다. 그림 7 및 그림 8은 각각 "Miss America" 및 "Foreman" 영상 시퀀스에 대해 H.261에 의해 복호화된 영상과 제안 방식에 의해 복호화된 영상을 나타낸다.

제안된 시스템의 성능을 H.261과 비교해보면 먼저 PSNR 면에서 보면 H.261은 움직임이 커지면 데이터 발생이 증가되어 PSNR이 급격히 떨어짐을 알 수 있다. 그리고 화질면에서도 움직임 변화에 따라 블록화 현상이 심하게 나타난다. 그러나 제안된 블록기반 부호화 시스템은 움직임 변화에도 비교적 안정된 PSNR을 보이며 H.261에서와 같은 블록화 현상이 나타나지 않음을

표 1 프레임율 및 목표 비트율

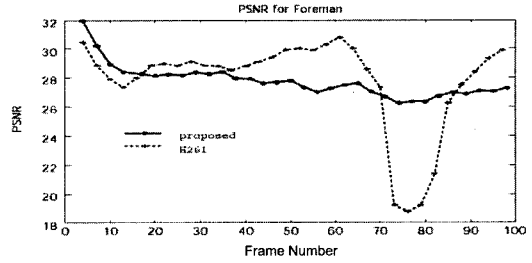
	Miss America	Foreman
frame rate(frame/s)	7.5	8.33
bit rate(kbits/s)	8	32

표 2 제안된 방법에 의하여 부호화한 경우 프레임별 비트 구성

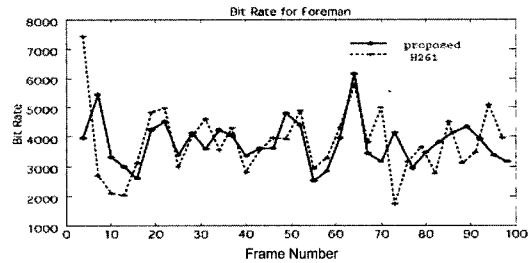
	over head bit	motion bit	prediction error bit	total bit
Miss America	70	63	935	1068
Foreman	49	205	3561	3814

표 3 H.261에 의한 프레임별 비트 구성

	over head bit	motion bit	prediction error bit	total bit
Miss America	329	36	696	1061
Foreman	720	339	2777	3836

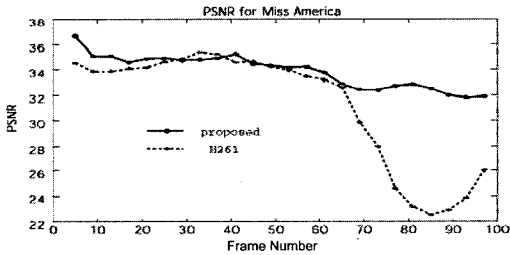


(a) 프레임별 PSNR

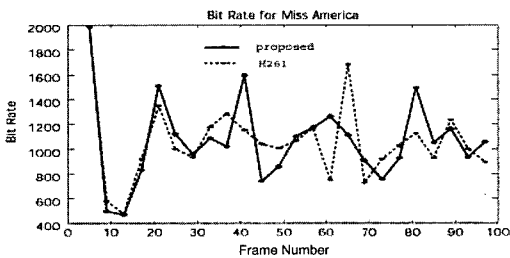


(b) 프레임별 비트율

그림 6 "Foreman"에 대한 실험 결과



(a) 프레임별 PSNR



(b) 프레임별 비트율

그림 5 "Miss America"에 대한 실험 결과

알 수 있다. 그 이유는 H.261과 같은 블록기반 부호화 방법은 전송률이 매우 낮은 경우(즉 압축율이 매우 높은 경우), 프레임간 급격한 움직임이 발생하면 데이터 발생량은 급격히 증가되는 반면 전송량은 제한되어 있기 때문에 블록현상(block effects)등과 같은 심각한 화질열화가 유발되어 PSNR이 급격히 떨어지게 된다. 반면 제안된 분할기반부호화 방법은 윤곽선 정보의 전송



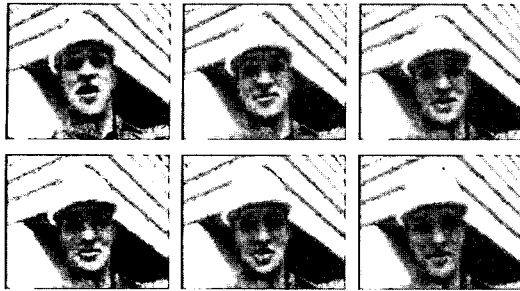
(a) H.261에 의해 재생된 영상



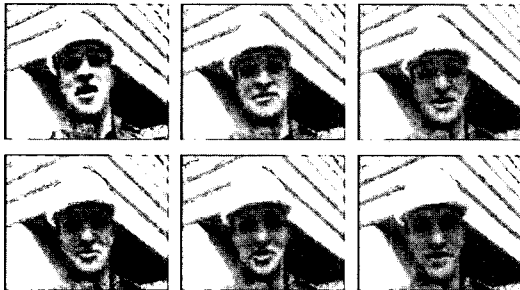
(b) 제안된 방식에 의해 재생된 영상

그림 7 Miss America에 대한 실험 결과, 재생된 영상 (76th - 91th 프레임)

이 불필요하기 때문에 대부분의 데이터를 움직임 보상 오차 정보에 할당할 수 있고 블록단위의 부호화가 아니



(a) H.261에 의해 재생된 영상



(b) 제안된 방식에 의해 재생된 영상

그림 8 Foreman에 대한 실험 결과, 재생된 영상(73th - 88th 프레임)

라 영역단위로 부호화하기 때문에 초저전송을 부호화에서도 블록효과 등과 같은 화질저하가 H.261에 비해 현저히 줄어들게 된다.

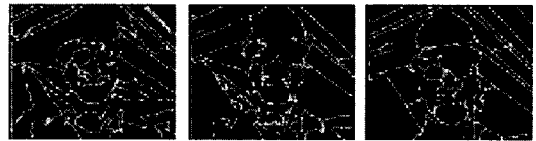
그리고 복호화된 이전 프레임들 밝기값을 기준으로 분할하고 다시 움직임을 기준으로 병합한 결과를 그림 9에 표시하였다.

5. 결론

본 논문에서는 윤곽선 정보의 전송이 불필요한 새로운 분할기반 부호화 방법을 제안하였다. 제안된 분할기반 부호화 방법은 기존방법과는 달리 현재 프레임을 분할하는 대신, 복호화된 이전 프레임을 분할함으로써 복호기로 윤곽선 정보를 전송하지 않도록 하였다. 따라서 윤곽선 정보를 전송하지 않음으로써 발생하는 여분의 비트를 예측오차 정보의 전송에 할당함으로써 부호화 화질을 크게 개선할 수 있었다. 초저전송을 부호화에서 실험한 결과, 움직임이 급격히 발생하는 경우 기존방법은 움직임 보상 오차 신호에 할당할 비트여유가 없기 때문에 블록효과와 같은 화질저하가 심하게 발생하여 PSNR이 20dB 부근까지 떨어지는 반면, 제안된 부호화 방법은 윤곽선 정보를 전송하지 않음으로서 생기는 여분의 정보를 보상 오차 신호에 할당함으로써 급격한 PSNR 저하없이 부호화 화질이 크게 개선되었다.



(a) "Miss America" (9th frame, 53th frame, 97th frame)



(b) "Foreman" (9th frame, 53th frame, 97th frame)

그림 9 복호화된 이전 프레임을 분할한 결과

참고 문헌

- [1] J. Konrad, A. Mansouri, E. Dubois and V. Dang, "On motion modeling and estimation for very low bit rate video coding," *SPIE* vol. 2501, 1995.
- [2] H. G. Mussman, M. Hotter and J. Osterman, "Object Oriented Analysis-Synthesis Coding," *Signal Processing: Image Communication*, vol. 1, pp.117-138, 1989.
- [3] P. Salembier and M. Pardas, "Hierarchical morphological segmentation for image sequence coding," *IEEE Trans. on Image Processing*, vol. 3, no. 5, Sep. 1994.
- [4] Huitao, "Efficient image-dependent object shape coding," *Proceedings of IEEE International Conference on Image Processing(ICIP)*, pp. 169-172, Sept. 22-25 2002.
- [5] 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, pp. 381-386, 1985.
- [6] 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.
- [7] M. Bierling, "Displacement estimation by hierarchical block matching," *SPIE*, vol. 1001, VCIP '88, pp. 942-951, 1988.
- [8] Salman Nassir and Liu Chongqing, "Edge detection and image segmentation based on K-means and watershed techniques," *Proceedings of SPIE Image Matching and Analysis*, V. 4552, 2001.



최 재 각

1980년 3월~1984년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사). 1985년 3월~1987년 2월 한국과학기술원 전기및전자공학과 졸업(공학석사). 1992년 3월~1997년 8월 한국과학기술원 전기및전자공학과 졸업(공학박사). 1987년 2월~1998년 2월 한국전자통신연구원 선임연구원. 1998년 3월~2001년 8월 경일대학교 제어계측공학과 조교수. 2001년 9월~현재 동의대학교 컴퓨터공학과 부교수. 관심분야는 영상처리, 영상 및 멀티미디어 통신, 워터마킹 등



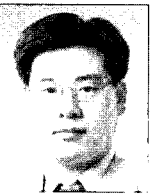
강 현 수

1994년 3월~1999년 2월 한국과학기술원 전기및전자공학과 박사. 1995년 5월~2001년 4월 하이닉스반도체(주) 선임연구원. 2001년 5월~2002년 2월 한국전자통신연구원 선임연구원. 2002년 3월~2005년 2월 중앙대학교 첨단영상대학원 영상공학과 조교수. 2005년 3월~현재 충북대학교 전기전자컴퓨터공학부 조교수. 관심분야는 영상처리, 부호화, 콘텐츠 보호기술, 사운드



고 창 립

1981년 3월~1988년 2월 경북대학교 공과대학 전자공학과 박사. 1979년 3월~현재 경일대학교 전자정보통신공학부 교수. 관심분야는 영상처리, 신경망 응용, 임베디드 시스템



권 오 준

1986년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사). 1992년 2월 충남대학교 대학원 전산학과(이학석사). 1998년 2월 포항공과대학교 대학원 전자계산학과(공학박사). 1986년 1월~2000년 2월 한국전자통신연구원 선임연구원. 2000년 3월~현재 동의대학교 컴퓨터·소프트웨어공학부 조교수. 관심분야는 정보 보호, 컴퓨터 통신, 신경망 응용, 패턴 인식



이 종 극

1978년 경북대학교 전자공학과(공학사). 1988년 미국 North Carolina St. University(M.S). 1994년 미국 Texas A&M University(Ph.D). 1995년 3월~현재 동의대학교 컴퓨터·소프트웨어공학부 부교수. 관심분야는 병렬처리시스템, 컴퓨터네트워크, 분산시스템