

수정된 ALA 클러스터링 알고리즘을 이용한 손실된 움직임 벡터 복원 방법

손 남 레[†] · 이 귀 상^{††}

요 약

이동통신 채널과 같은 저대역 통신망에서는 비디오 전송을 위해서 H.263+와 같이 압축율이 높은 부호화 방법이 사용된다. 저대역폭을 통해 고압축 비디오 비트스트림을 전송할 경우, 패킷이 손실되면 영상의 품질이 심각하게 떨어진다. 본 논문에서는 H.263+ 부호화영상이 전송될 때 손상되는 움직임 벡터의 복원기법을 제안하였다. 본 논문에서는 손실된 블록의 움직임 벡터는 인접한 블록의 움직임 벡터와 높은 상관성을 갖는다는 사실에 착안하여, 시공간적 오류은닉(Temporal-Spatial Error Concealment) 방법을 제안한다. 제안된 방법에서는 손실된 모션벡터를 인접한 블록의 움직임을 클러스터링하여 복원한다. 인접한 블록의 모션벡터는 ALA(Average Linkage Algorithm) 클러스터링 알고리즘에 따라 클러스터링되며, 각 클러스터의 대표값을 계산하여 후보 움직임 벡터 집합을 얻은 다음, 이들 후보의 움직임의 왜곡정도를 계산하여 왜곡이 최소인 움직임 벡터를 선택한다. 제안한 방법으로 복원한 영상의 화질에 대한 객관적, 주관적 평가에서 개선된 결과를 확인하였다.

키워드 : H.263+, 에러 복원, 에러은닉, 움직임 벡터, 블록경계정합 알고리즘(BMA: Boundary Matching Algorithm), 평균연결알고리즘(ALA: Average Linkage Algorithm)

Recovery of Missing Motion Vectors Using Modified ALA Clustering Algorithm

Son, nam rye[†] · Lee, guee sang^{††}

ABSTRACT

To transmit a video bit stream over low bandwidth, such as mobile, channels, encoding algorithms for high bit rate like H.263+ are used. In transmitting video bit-streams, packet losses cause severe degradation in image quality. This paper proposes a new algorithm for the recovery of missing or erroneous motion vectors when H.263+ bit-stream is transmitted. Considering that the missing or erroneous motion vectors are closely related with those of neighboring blocks, this paper proposes a temporal-spatial error concealment algorithm. The proposed approach is that missing or erroneous Motion Vectors(MVs) are recovered by clustering the movements of neighboring blocks by their homogeneity. MVs of neighboring blocks are clustered according to ALA(Average Linkage Algorithm) clustering and a representative value for each cluster is determined to obtain the candidate MV set. By computing the distortion of the candidates, a MV with the minimum distortion is selected. Experimental results show that the proposed algorithm exhibits better performance in subjective and objective evaluation than existing methods.

Key Words : H.263+, Error Recovery, Error Concealment, Motion Vector, Boundary Matching Algorithm, ALA(Average Linkage Algorithm)

1. 서 론

최근 들어 통신 기술의 진보로 인해 이동 통신 분야에서 놀랄만한 성장이 이루어지고 있다. 이러한 급속한 성장으로 사용자들은 오디오, 비디오, 텍스트, 그래픽 등 같은 멀티미

디어 정보를 무선망을 통해서 신뢰성 있게 전송할 수 있는 수준까지를 요구하고 있다. 이동 통신 망 환경에서 동영상 통신을 할 경우 동영상 데이터는 음성 데이터에 비해 상대적으로 넓은 대역폭을 필요로 한다. 따라서 제한적인 대역폭을 가진 채널을 통한 전송을 위해서 다양한 압축 기법이 제안되었고 계속 연구되고 있다. H.261[1], H.263[2], H.263+ [3], H.264[4], MPEG-1[5], MPEG-2[6], MPEG-4[7]과 같이 제안된 대부분의 블록 기반 동영상 부호화 기법은 현재 입력 영상과 복호화된 이전 영상간의 차이 성분을 부호화하

※ 이 논문은 2003년도 한국학술진흥재단의 지원(과제번호 KRF-2003-041-D00429)에 의하여 연구되었음.

† 준 회 원 : 전남대학교 전산학과 박사과정

†† 중 심 회 원 : 전남대학교 정보통신연구소 · 컴퓨터정보학부 교수
논문접수 : 2005년 6월 13일, 심사완료 : 2005년 10월 31일

는 예측 부호화(predictive coding) 기법을 기본으로 하고 있다. 또한 압축율을 높이기 위해 가변 길이 부호화(variable length coding)를 채택하고 있다. 이러한 기술들을 통하여 방대한 분량의 본래 데이터를 전송에 용이한 저 용량의 데이터로 압축하므로 에러의 발생은 치명적인 결과를 초래할 수 있다. 따라서 에러에 강한 부호화(error resilient coding) 기법이 에러가 존재하는 채널을 통한 동영상 전송에서 주요한 기술로 대두되고 있다. 특히 복호기에서 이루어지는 에러 강한 부호화 기법을 에러 은닉(error concealment) 기법이라 한다. 에러 은닉 기법의 종류는 인트라(Intra) 프레임에서 사용하는 공간적 은닉(spatial concealment) 방법이 있고, 인터(Inter) 프레임에서 사용하는 시간적 은닉(temporal concealment) 방법이 있다. 공간적 은닉 방법은 에러가 발생한 주변에 있는 정보를 이용하여 에러의 영향을 줄이는 방법이다. 시간적 은닉 방법은 에러의 의해 손실된 움직임 벡터(motion vector) 정보를 이전 프레임에서 추정하여 현재 프레임에 보상하는 방법이다.

본 논문에서는 손실된 블록의 움직임 벡터는 인접한 블록들의 움직임 벡터간의 높은 상관성을 고려하여, 시공간적 오류 은닉(temporal-spatial error concealment) 방법을 제안한다. 특히 움직임이 있는 객체 경계 측면에서 고려할 때, 클러스터 알고리즘의 대표인 평균 연결 알고리즘(ALA: Average Linkage Algorithm)[10] 사용하여 손실된 움직임 벡터에 인접한 움직임 벡터간의 거리를 고려하여 손실된 움직임 벡터의 후보벡터를 생성한 후, 블록경계정합알고리즘(BMA: Boundary Matching Algorithm)[11]와 같이 인접한 블록의 경계에 위치한 화소 값들과 후보 움직임 벡터의 경계에 위치한 화소 값들이 가장 잘 일치하는 방향으로 복원하는 블록경계정합알고리즘을 사용하여 왜곡 값이 가장 적은 후보 움직임 벡터를 손실된 움직임 벡터로 복원한다.

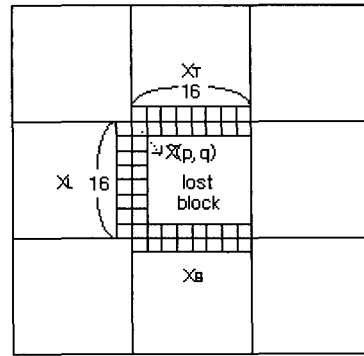
본 논문의 구성은 2장은 기존 에러은닉 방법에 대하여 방향성을 고려하지 않는 BMA방법과 방향성을 고려한 기존방법에 대하여 설명한다. 그리고 3장은 본 논문에서 제안한 방법을 설명하고, 4장에서는 기존 방법과 제안한 방법의 실험결과를 제시한다. 마지막으로 본 논문의 결론을 맺는다.

2. 기존 연구

2.1 방향성을 고려하지 않은 BMA방법

블록경계정합알고리즘은 (그림 1)과 같이 손실 블록의 주변에 바르게 복호 되어 있는 블록과 블록경계선 간의 유사성을 고려하여 가장 유사한 블록경계선을 갖는 블록으로 손실 블록을 대체한다는 개념에서 시작된 알고리즘이다. 이러한 개념은 연속도 측정도(smoothness constraint)를 통해 설명될 수 있다[11].

(그림 1)은 영상의 좌측상단을 기준으로 $N \times N(N=16)$ 크기의 매크로블록 X 상의 화소 위치 (p, q) 을 표현하고, X 는 현재 복원하려고 하는 픽셀상의 좌표이고, \hat{X} 는 후보 움직임 벡터군에서 최적으로 선택된 후보벡터 픽셀 값이다.



(그림 1) 블록경계정합 알고리즘

d_L, d_T, d_B 은 각각 X_L, X_T, X_B 에 대한 손실된 매크로블록 경계의 왜곡값이다. 또한, 후보 움직임 벡터군 중에서 d_S 가 가장 최소인 값을 최적의 손실된 움직임 벡터로 간주한다.

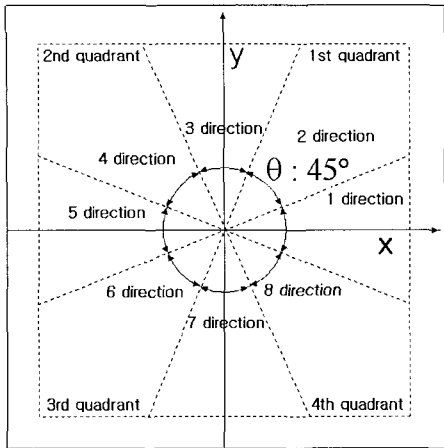
$$\begin{aligned}
 d_L &= \sum_{i=0}^{N-1} [\hat{X}(p, i) - X_L(p-1, i)]^2 \\
 d_T &= \sum_{i=0}^{N-1} [\hat{X}(i, q) - X_T(i, q-1)]^2 \\
 d_B &= \sum_{i=0}^{N-1} [\hat{X}(i, q+N-1) - X_B(i, q+N)]^2 \\
 d_S &= d_L + d_T + d_B
 \end{aligned} \tag{식1}$$

본 논문에서는 H.263+, MPEG계열에서와 같이 차분 부호화 방식과 가변장 부호화방식을 사용함으로써 인해 블록에 에러가 생길 때 해당 블록의 오른쪽, 즉 연속되는 블록까지 복호가 불가능해지는 최악의 상황을 고려하기 때문에 (식 1)와 같이 오른쪽 블록의 에러 비용 함수(error cost function)는 제외시키기로 한다. 에러 비용 함수를 적용하여 움직임벡터를 추정하는 후보 움직임벡터군(candidate sets)은 다음과 같다.

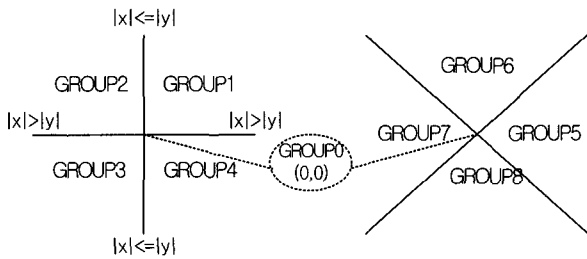
- 1) 이전 프레임에서 같은 위치의 블록이 갖고 있는 움직임 벡터
- 2) 에러의 영향을 받지 않아 복원이 가능한 주변의(위, 아래, 왼쪽) 움직임벡터
- 3) 이용 가능한 주변블록들의 움직임 벡터들의 중앙값
- 4) 이용 가능한 주변블록들의 움직임 벡터들의 평균값
- 5) 제로 움직임 벡터

2.2 방향성을 고려한 방법

방향성을 고려하지 않은 BMA방법과 달리, [12]와 [13]은 손실블럭에 인접한 블럭들의 움직임 방향을 고려하여 손실된 움직임 벡터를 복원하는 방법이다. 또한 방향성을 고려한 방법들은 움직임의 연속성을 고려하여 즉 시간적인 방법을 이용하여 이전 프레임에서 같은 위치의 블록이 갖고 있는 움직임 벡터를 그대로 복원하는 방법이다[14, 15]. 이 방법은 BMA의 후보벡터 중 하나이고 또한 손실블록에 인접



(그림 2) 인접한 블록의 기울기에 따라 8가지 클러스터



(그림 3) 인접한 블록의 9가지 클러스터 방법

한 블록들의 방향성을 고려하지 않았다. 따라서 시-공간적으로 방향성을 고려하여 손실블록을 복원한 [12]와 [13]에 대해서 다음과 같이 간략하게 설명한다.

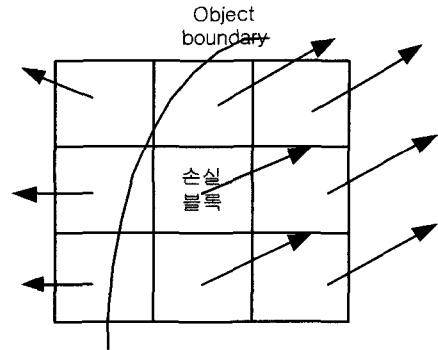
[12]는 (그림 2)와 같이 8개로 클러스터한다. 즉, 360°를 45°도로 나누어 8가지 방향을 설정하여 손실블록에 인접한 각각 블록에 대하여 움직임 방향을 고려하여 클러스터 한다.

[13]은 (그림 3)와 같이 움직임 벡터 V 의 수평과 수직 요소인 V_x, V_y 를 각각 고찰하여 4개의 그룹을 형성하고 움직임이 거의 없는 배경 같은 경우는 움직임 벡터가 0인 경우를 추가해 5개의 그룹으로 나눈다. 또한 중심선 주위에 움직임 벡터가 있을 경우 다른 클러스터로 분류되어 잘못된 움직임이 예측되므로(부정확한 움직임이 예측되므로), 45°을 기준선으로 그룹 4개를 추가해 9개의 그룹을 형성한다. 9개의 그룹을 기준으로 검색 트리를 이용해 각각 이웃하는 움직임의 방향을 검색하여 클러스터 한다.

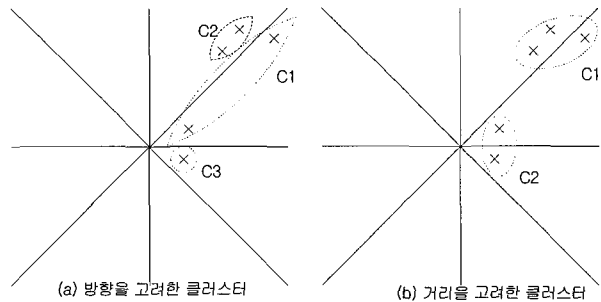
3. 제안한 알고리즘

(그림 4)와 같이 움직임 객체 경계로 보면 객체 움직임은 오른쪽, 배경은 왼쪽으로 움직인다. 손실블록에 인접한 블록들의 움직임 벡터는 움직임 객체 또는 배경이 될 수 있으므로 손실블록의 움직임 벡터는 인접블록들의 움직임 벡터와 깊은 상관성이 있다고 볼 수 있다.

그러나 블록경계통합알고리즘은 주변의 움직임 벡터들에



(그림 4) 객체 경계에 있는 움직임 벡터



(그림 5) 방향 및 거리를 고려한 클러스터

대해서 방향성을 고려하지 않는 단점이 있고, [12, 13]는 (그림 5)(a)와 같이 손실블록에 인접한 블록들간의 방향성을 고려하여 후보벡터군을 생성하여 클러스터한다. 하지만 (그림 5)(a)의 클러스터된 C1을 보면 알 수 있듯이 방향은 같지만 거리가 멀어 같은 클러스터로 보기가 힘들다. 또한 클러스터 C1과 C2는 실제로 같은 방향과 거리를 가지고 있지만 일정하게 정해진 기울기 각도에 따라 각각 상이한 클러스터로 구분한 단점이 있다. 따라서 본 논문에서는 (그림 5)(b)와 같이 인접한 블록들의 움직임벡터들을 일정한 기울기의 각도로 클러스터하지 않고 인접한 블록들의 움직임 벡터 간의 방향 및 거리에 의하여 클러스터하는 방법을 제안한다.

손실블록에 인접한 후보벡터들의 거리를 구하기 위하여 클러스터링의 대표적인 ALA를 적용하였다. 본 논문에서 제안한 알고리즘 순서는 첫째, 손실블록에 인접한 주변블록들간에 ALA를 이용하여 거리를 구한다. 둘째, 주변블록의 거리에 따라 동일한 움직임 객체로 고려하여 클러스터 한다. 셋째, 동일한 움직임 객체로 분류된 즉 클러스터된 후보벡터군에서 왜곡측정의 대표적인 척도 방법인 (식 1)을 이용하여 최적의 후보벡터를 구한다.

1단계: 움직임벡터간의 거리 구하기

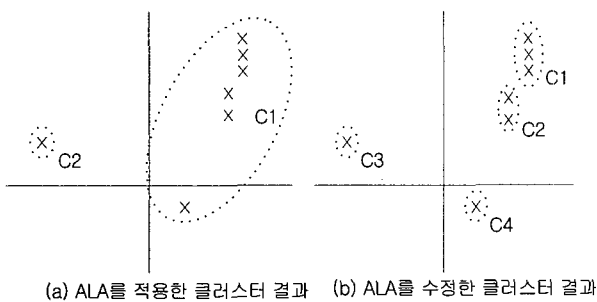
손실블록에 인접한 블록의 움직임 벡터들간의 거리는 ALA를 사용한다. ALA은 UPGM(Unweighted Pair Group Method using Arithmetic Average)라고 불리우며 가장 널리 사용되는 계층적 클러스터링 알고리즘(Hierarchical Clustering Algorithm) 중 하나이다. 서로 다른 클러스터에 속한 두 점 사이의 평균 거리를 두 클러스터 간의 거리(D)

로 정의함으로써 (식 2)를 수행한다. 만일 클러스터 C_i 가 n_i 개의 멤버이고, 클러스터 C_j 가 n_j 개의 멤버를 가질 경우 두 클러스터 간의 거리는 다음과 같다.

$$D_{ALA}(V_x, V_y) = \frac{1}{n_x n_y} \sum_{a \in v_x, b \in v_y} d(a, b) \quad (\text{식 2})$$

2단계 : 클러스터 생성

(식 2)를 이용해 거리를 구하고 최소가 되는 두 블록간의 평균값을 구해 클러스터하는 과정을 반복함으로써 ALA를 수행한다. ALA 수행결과 (그림 6)(a)같이 최종적으로 두개의 클러스터가 생성된다. 그러나 (그림 6)(a)와 같이 클러스터된 움직임 벡터들이 손실블록에 영향을 주지 않을 경우가 있다. 따라서 움직임 벡터간의 거리가 임계값(=8) 이상일 경우, (그림 6)(b)와 같이 C3, C4를 각각 하나의 클러스터로 간주하여 4개의 클러스터를 생성한다.



(그림 6) 수정한 ALA 클러스터 결과

3단계 : 손실블럭에 대한 최적의 후보벡터 결정

2 단계의 수행결과 각각의 클러스터에서 후보벡터군을 생성한다. 즉 (그림 6)(b)의 클러스터들중 C1에 대하여 후보벡터 선정을 설명하면 C1 클러스터는 움직임이 같은 3개의 움직임 벡터로 구성되어있다. 이때 C1 클러스터에서 중앙값 (median value)을 하나의 후보벡터로 선정한다. 중앙값을 선택한 이유는 클러스터를 구성하고 있는 움직임 벡터들의 정확한 값을 결정하기 때문이다[14].

각각의 클러스터에서 후보벡터군을 생성한 후, 기존 BMA 방법처럼 각각의 후보벡터의 왜곡값을 구한다. 그리고 후보 벡터중에서 최소인 왜곡 값이 손실블럭에 대한 최적의 움직임 벡터로 결정된다.

기존 방법들과의 계산시간을 살펴보면, 기존 BMA 방법은 손실블록의 거리 및 인접블록간의 방향 및 거리와 관계없이 손실블록에 인접한 블록의 움직임벡터 8개까지 후보 벡터군을 선택하여 손실블록을 복원 한다. 또한 [12]와 [13]는 일정한 방향으로 클러스터링하므로 기존 BMA 방법보다는 후보벡터의 수는 적지만, 본 논문에서 제안한 알고리즘의 후보벡터의 수는 영상에 따라 다르지만 기존 방법들보다 후보 벡터군이 평균적으로 2/3배 감소하였다. 따라서 제안한 방법의 후보벡터군이 기존 방법들보다 작으므로 왜곡을 측정

하는데 있어서 계산 시간이 줄어드는 장점이 있다.

4. 실험결과

실험은 각 176×144 pixels/lines의 Suzie, Carphone, Foreman 그리고 Mother&Daughter 영상을 실험하였다. 그리고 실제 이동 통신 채널 상에서의 전송효과를 재현하기 위해 블록 손실율(BER:Block Error Rate)은 5%~20%정도 임의적으로 주었으며, 디코더에서 손실블록의 위치를 알고 있다는 것으로 가정하였다. 또한 손실 블록의 위치를 임의적으로 주었지만, 이동 통신 채널상 특징으로 매크로블록(macro block) 단위의 에러 발생과 GOB(Group of Blocks)단위로 손실이 발생할 수 있으므로 적절하게 에러를 주었다. <표 1>은 방향성을 고려하지 않은 BMA 방법과 방향성을 고려한 [12]와 [13], 그리고 제안한 방법에 대한 실험 결과이다. 이때 객관적인 화질 측정인 PSNR를 사용하였다. 실험결과 PSNR 측면에서, 제안한 방법은 방향성을 고려하지 않은 BMA 방법보다 약 0~1.5dB 보다 성능이 좋았다. 그리고 방향성을 고려한 기존 알고리즘인 [12]와 [13]보다는 제안한 알고리즘의 화질이 약 0~1.0dB 정도 우수하였다.

(그림 7)은 20% 블록 손실율을 가진 255번째 Foreman영상을 복원한 영상으로서 (그림 7)(a), (그림 7)(b)는 각각 원 영상 및 에러 영상이다. 그리고 (그림 7)(c), (그림 7)(d), (그림 7)(e), (그림 7)(f)는 각각 BMA방법, [12] 및 [13] 방법, 그리고 제안한 방법을 복원한 영상이다. (그림 7)(g), (그림 7)(h), (그림 7)(i), (그림 7)(j)는 각각 BMA방법, [12, 13] 방법 및 제안한 방법에 대하여 확대한 영상이다. 방향성을 고려하지 BMA 방법으로 확대한 복원 영상인 (그림 7)(g)를 보면 주변에 움직임과 관계없이 복원되어지는 것을 볼 수 있다. 또한 방향성을 고려한 [12]와 [13]의 확대한 영상인

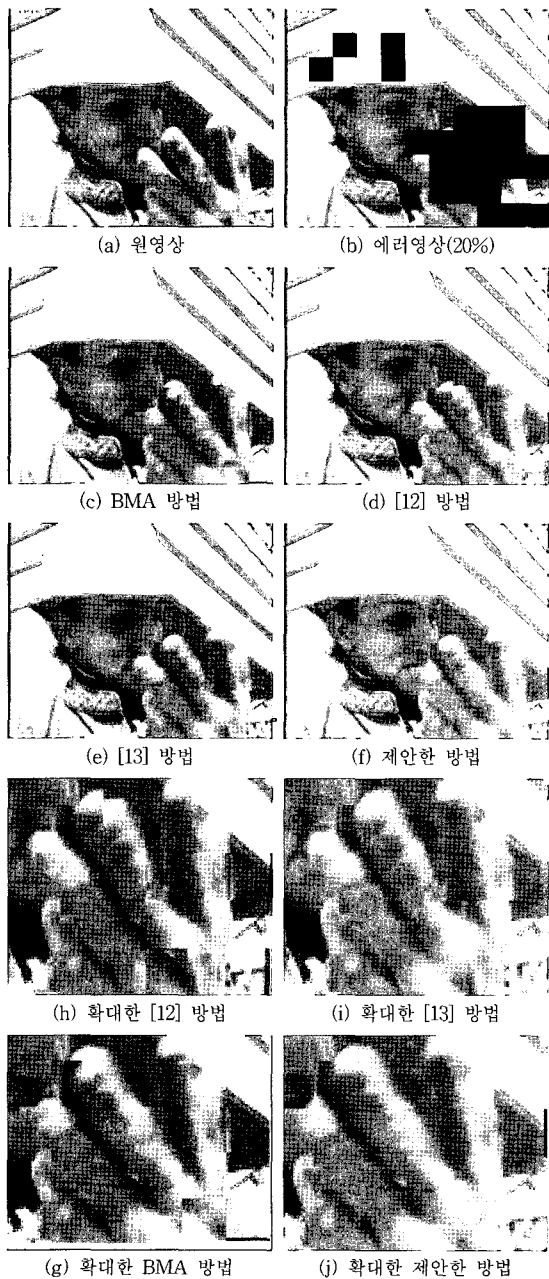
<표 1> 테스트 영상에 대한 PSNR

Sequences	BER(%)	BMA	[12] 방법	[13] 방법	제안한 방법
Carphone	5	37.01	37.01	37.01	37.01
	10	36.99	36.99	36.99	37.02
	15	36.97	36.97	36.97	37.04
	20	36.97	36.97	36.97	37.02
Foreman	5	35.02	35.11	35.11	35.11
	10	34.79	34.79	34.79	34.98
	15	34.62	34.62	34.62	34.66
	20	32.85	33.30	33.38	34.38
Mother&Daughter	5	52.65	53.61	53.61	53.61
	10	52.21	52.75	52.75	52.75
	15	52.45	52.65	52.65	52.65
	20	50.63	50.69	50.69	50.69
Suzie	5	47.39	47.58	47.58	47.85
	10	44.26	44.57	44.80	45.30
	15	44.05	44.90	45.47	45.48
	20	43.51	43.90	43.95	44.48

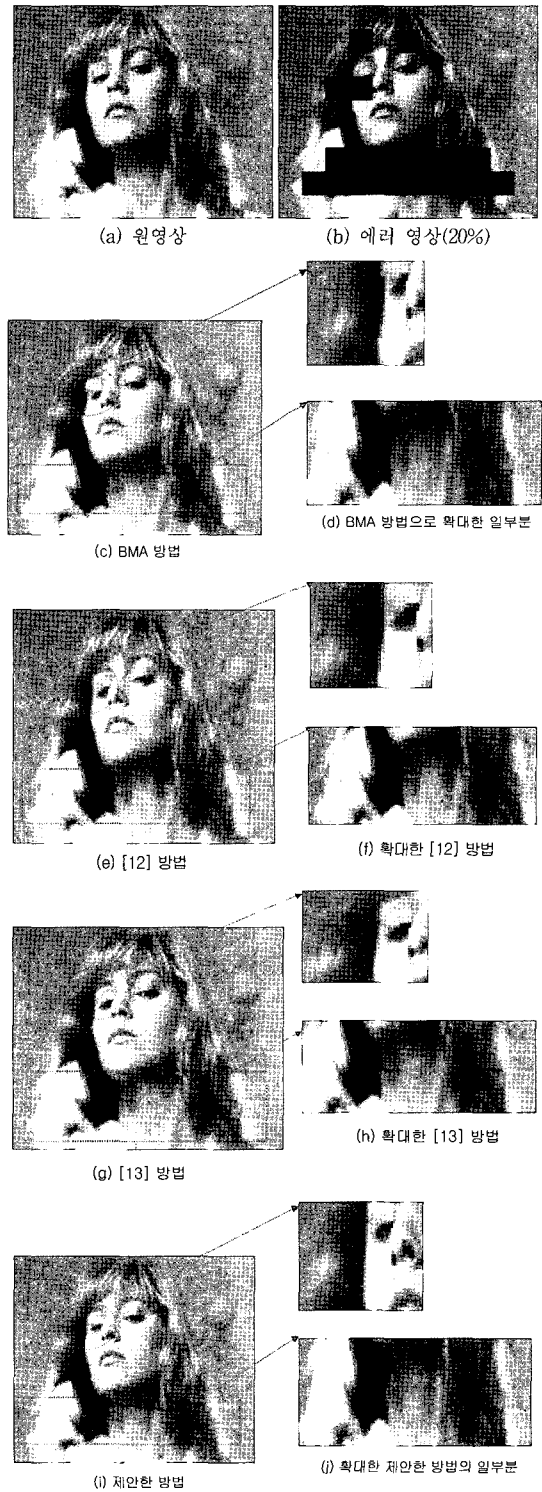
(그림 7)(h)와 (그림 7)(i)를 살펴보면 주변에 인접한 움직임 벡터를 고려하였기 때문에 BMA 방법보다는 성능이 좋지만 제안한 방법으로 확대한 영상인 (그림 7)(j)보다는 화질이 좋게 나타나지 않았다.

또한, (그림 8)은 20% 블록 손실율을 가진 46번째 Suzie 영상을 복원한 이미지로서 (그림 8)(a)와 (그림 8)(b)는 각각 원 영상 및 에러 영상이다. 그리고 (그림 8)(c), (그림 8)(e), (그림 8)(g), (그림 8)(h)는 각각 BMA방법, [12] 및 [13] 방법, 그리고 제안한 방법을 복원한 영상이다. (그림 8)(d), (그림 8)(f), (그림 8)(h), (그림 8)(j)는 각각 BMA방법, [12], [13] 방법 및 제안한 방법에 대하여 확대한 영상이다. BMA 방법으로 복원한 확대한 영상인 (그림 8)(d)를 보면 Suzie

영상의 “눈” 부분과 “머리카락” 부분은 손실블록의 방향과 관계없이 복원된 영상을 볼 수 있다. 또한 주변에 인접한 블록을 고려한 [12] 및 [13]의 확대 영상인 (그림 8)(f)와 (그림 8)(h)는 “눈”부분은 주변에 인접한 움직임에 일치하여 복원하는 부분을 볼 수 있지만, “목” 및 “머리카락” 부분을 보면 주변에 인접한 움직임에 관계없이 복원되어지는 부분을



(그림 7) Foreman(#255)영상에 대한 복원 영상 비교



(그림 8) Suzie(#46) 영상에 대한 복원 영상 비교

볼 수 있다. 그러나 본 논문에서 제안한 방법을 확대한 영상인 (그림 8)(j)를 보면 “눈” 부분 및 “목”과 “머리카락” 부분이 주변의 움직임 방향과 거의 일치하여 복원되어지는 것을 볼 수 있다.

5. 결 론

최근 통신 기술의 발전으로 인해 이동 통신 채널을 이용한 멀티미디어 서비스를 제공하기 위한 방법이 활발히 연구되고 있다. 이동 통신에서 제공하는 가장 핵심 서비스는 영상 통신이다. 그러나 채널상 오류로 인하여 수신측의 영상 화질은 치명적으로 큰 영향을 미친다. 이러한 채널상의 오류로 인한 화질 열화를 막기 위하여 다양한 기법들이 연구되고 있다. 본 논문에서는 손실된 블록의 움직임 벡터는 인접한 블록들의 움직임 벡터간의 높은 상관성을 고려하여, 시공간적 오류은닉방법을 제안한다. 이때 손실된 움직임 벡터의 최적해는 클러스터링 알고리즘인 ALA을 이용하여 손실된 블록에 인접한 블록들의 움직임 벡터들 간의 거리에 의해 클러스터를 생성한 후, 클러스터된 벡터들 중에서 후보벡터를 생성하여 손실된 블록의 움직임 벡터로 복원한다. 제안된 방법은 기존 방법보다 계산량이 1/3 정도 줄었고, 전체적으로 눈에 거슬리는 오류가 생기지 않았고, 객관적 평가 기준인 PSNR 측면에서는 영상의 움직임 정도에 따라 기존 방법보다 평균적으로 약 1.0dB까지 향상이 있었다.

참 고 논 문

[1] "Video Codec for Audiovisual Service at p×64kbps," ITU-T Recommendation H.261, 1993.
 [2] ITU-T Recommendation H.263 Version 2, ITU-T SG-16, Video Coding for Low Bitrate Communication, Sept., 1997.
 [3] ITU-T Recommendation H.263, "Video Coding for Low Bitrate communications," May, 1998.
 [4] Joint Video Team(JVT) of ISO/IEC MPEG&ITU-T VCEG, "Draft ITU-T Recommendation and Final Draft International Standard of Joint Video Specification(ITU-T Rec. H.264 | ISO/IEC 14496-10 AVC)," Mar., 2003.
 [5] ISO/IEC JTC1, "Coding of Moving Pictures and Associated Audio for Digital Storage Media at up to about 1.5Mbit/s - Part 2: Video," ISO/IEC 11172-2(MPEG-1), March, 1993.
 [6] ISO/IEC JTC1, "Generic coding of Moving Pictures and Associated Audio Information - Part 2: Video," ISO/IEC 13818-2(MPEG-2), Nov., 1994.
 [7] ISO/IEC JTC1, "Information Technology - Generic coding of Audio-Visual Objects - Part 2: Visual," ISO/IEC 14496-2, Dec., 1998.
 [8] S Aign, K Fazel, "Temporal and Spatial Error Concealment Techniques for Hierarchical MPEG-2 Video Codex," Proc. of Globecom'95, pp.1778~1783, 1995.

[9] W-J Chu, J-J Leou, "Detection and Concealment of Transmission Errors in H.261 Images," IEEE Trans Circuits System Video Technol 8(1):248~258, 1998.
 [10] Earl Gose, Richard Jonsonbaugh, and Steve Jost, "Pattern Recognition and Image Analysis," Prentic Hall PRT, 1996.
 [11] Y.Wang, Qin-Fan Shu and Leonard Shaw, "Maximally Smoothness Image Recovery in Transform Coding," IEEE Trans. Commn., Vol.41, pp.1544-1551, Oct., 1993.
 [12] SungChan Park, NamRey Son, JungHyun Kim and GueeSang Lee "Recovery of Motion Vectors by Detecting Homogeneous Movements for H.263 Video Communications", IEEE ICME2001, Tokyo, Japan, pp.33-36, 2001.
 [13] S. Ghanbari and M. Z. Bober "A Cluster based method for the recovery of the lost motion vectors in video coding," IEEE, 2002.
 [14] David Kwon and Peter Driessen, "Error Concealment Techniques for H.263 Video Transmission," IEEE, 1999.
 [15] Edurado Asbun and Edward J. Delp, "Real-time Error Concealment in Compressed Digital Video Streams," IEEE PCS99, 1999.



손 남 레

e-mail : nrson@chonnam.ac.kr
 1996년 호남대학교 컴퓨터공학과(학사)
 1999년 전남대학교 전산학과(석사)
 2000년~현재 전남대학교 전산학과 박사과정
 관심분야 : 영상압축 및 복원, 화상통신, 움직임 추정, 에러 강화, 비트율 제어



이 귀 상

e-mail : gslee@chonnam.ac.kr
 1980년 서울대학교 전기공학과(학사)
 1982년 서울대학교 전자계산기공학과(석사)
 1983년~1984년 금성통신 연구소
 1991년 Pennsylvania 주립대학 전산학(박사)
 1984년~현재 전남대학교 정보통신연구소·컴퓨터정보학부 교수
 관심분야 : 멀티미디어 통신, 영상처리 및 복원, 테스트, 논리합성, VLSI/CAD