
H.264/AVC을 위한 움직임 벡터 복원 방법

Motion Vector Recovery Scheme for H.264/AVC

손남례

호남대학교 인터넷소프트웨어학과

Nam-Rye Son(nrson@honam.ac.kr)

요약

무선채널과 같은 저 대역폭에 비디오 스트림을 전송하기 위해서 H.264와 같은 고압축 코덱이 등장하였다. 저 대역폭으로 고압축 비디오 스트림을 전송할 경우, 패킷 손실로 인하여 화질 열화를 초래한다. 본 논문에서는 H.264 부호화 영상이 전송될 때 손실된 움직임 벡터는 주변에 인접한 움직임 벡터와 높은 상관성을 갖는다는 사실에 착안하여 시-공간적 에러 은닉(temporal-spatial error concealment) 방법을 제안한다. 이때 손실된 블록의 후보 움직임 벡터들은 손실된 블록에 인접한 움직임 벡터들을 평균 연결 알고리즘의 단점을 보완하여 후보 벡터 군을 결정한다. 패킷이 손실되는 환경에서 실험한 결과, 제안한 에러 은닉 방법은 H.264 복호기에서 사용하는 기존 에러 은닉 방법에 비하여 후보 벡터 개수가 평균적으로 1/3 정도 감소로 인하여 후보벡터에 대한 왜곡 측정 계산량이 크게 감소하였다. 또한 화질에 대한 객관적 평가 기준인 PSNR은 평균적으로 기존 방법들과 거의 비슷하였다.

■ 중심어 : | H.264/AVC | 에러은닉 | FMO | Interleaving | 평균연결알고리즘 |

Abstract

To transmit video bit stream over low bandwidth such as wireless channel, high compression algorithm like H.264 codec is exploited. In transmitting high compressed video bit-stream over low bandwidth, packet loss causes severe degradation in image quality. In this paper, a new algorithm for recovery of missing or erroneous motion vector is proposed. Considering that the missing or erroneous motion vectors in blocks are closely correlated with those of neighboring blocks. Motion vector of neighboring blocks are clustered according to average linkage algorithm clustering and a representative value for each cluster is determined to obtain the candidate motion vector sets. As a result, simulation results show that the proposed method dramatically improves processing time compared to existing H.264/AVC. Also the proposed method is similar to existing H.264/AVC in terms of visual quality.

■ keyword : | H.264/AVC | Error Concealment | FMO | Interleaving | Average Linkage Algorithm |

* 본 논문은 2007년 정부의 재원(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구입니다.(KRF-2007-531-D00013)

접수번호 : #080222-002

접수일자 : 2008년 02월 22일

심사완료일 : 2008년 04월 16일

교신저자 : 손남례, e-mail : nrson@honam.ac.kr

I. 서론

최근 인터넷과 이동 통신의 급속한 성장과 영상 통신 서비스의 보편화에 따라 화상회의, 화상전화, 디지털 TV와 같은 다양한 멀티미디어 서비스가 대중화되어 가면서 신뢰성 있는 실시간 멀티미디어 서비스에 대한 관심이 증가되고 있다. 이에 따라 ITU-T와 국제 표준화 기구에서 유무선 통신망 환경에서 동영상 서비스를 위한 표준 규격인 H.264/AVC를 제정하였다[1][2]. H.264/AVC는 기존 영상 압축 표준(MPEG-2, MPEG-4, H.263)보다 다양하고 새로운 압축 기법들이 도입되었지만, 기본적으로 공간적 중복성을 줄이기 위해 블록 기반 이산 역현 변환(DCT: discrete cosine transform)과 양자화 기법을 사용하며, 시간적 중복성을 줄이기 위해 움직임 보상(MC: motion compensation) 기법을 사용한다. 또한 부호화 효율을 높이기 위해 예측 부호화(prediction coding) 기법 등을 이용해 상호 연관성을 제거함으로써 비디오 데이터를 고밀도로 압축한다. 대부분의 영상 압축 표준들은 가변장 부호화 기법과 예측 부호화 기법을 사용하여 상호 연관성을 제거함으로써 높은 압축 효율을 얻고 있다. 이 두 기법은 이동 통신 환경과 같은 에러에 노출된 채널 환경하에서 에러가 발생한 경우 영상의 화질에 큰 영향을 끼친다. 즉, 가변장 부호화 기법은 에러가 있는 채널 환경에서 매우 취약하여 에러가 발생할 경우 복호시 동기화된 정보를 잃어버리게 되는 원인을 제공하고, 예측 부호화 기법은 전체 영상을 통해 에러가 전파되도록 만들기 때문에 전송 채널 환경에서의 에러는 복원된 영상의 품질을 저하시키고 심지어 전체 영상 통신 시스템의 서비스 단절을 초래하기도 한다.

이런 문제점을 대응하기 위해서 유.무선망에서 데이터 전송시 발생하는 에러에 대한 관심이 고조되고 있다. 데이터 전송시 발생할 수 있는 유.무선망의 에러 유형으로는 무선망에서 채널 전송시 다경로 반사(multi-path reflection)나 페이딩(fading)과 같은 현상에 의한 단일 비트 에러나 군집 에러와 같은 비트 오류와 유선망에서의 대표적인 패킷 손실 에러가 있으며, 이러한 전송 중 발생하는 에러 상황에 대해 에러가 발

생할 환경하에서 압축된 동영상 데이터의 전송을 위해 다양한 에러 복원 기법들이 개발되어 왔다.

일반적으로 이들 에러 복원 기법들은 에러 검출(error detection), 재동기화(resynchronization), 데이터 복원(data recovery), 에러 은닉(error concealment) 방법으로 분류된다. 에러 검출 기법은 예측할 수 없는 장애 요인에 의해서 발생하는 에러로 다른 내용이 송신될 수 있다. 이러한 에러를 줄이기 위해 에러가 발생하는 경우 정확한 에러 정보가 어떤 것인가를 수신한 비트열로부터 유추할 수 있는 기법으로는 전방향 에러 수정(FEC: forward error correction) 방식과 후진 에러 수정방식(BEC: backward error correction), 그리고 자동재전송 요구(ARQ: automatic repeat on request) 방식이 있다.

에러 은닉 방법은 디코더에서 인코더로부터의 추가적인 정보에 의존하지 않고 이전에 수신된 에러가 없는 영상 정보를 이용하여 손실되거나 에러가 있는 영상 데이터를 적절히 복구하는 순수 디코더 기반의 방법이다. 많은 에러 강화 비디오 코딩 중, 에러 은닉 방법은 독립적이면서 서로 다른 강인한(robust) 비디오 코딩 방법과 함께 사용되므로 에러 내성(error resiliency) 측면에서 가장 효율적인 방법 중 하나로 고려되고 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 H.264 비디오 표준에 대해 살펴보고, 3장에서는 H.264 표준에 적용중인 에러 은닉 방법을 살펴본다. 그리고 4장에서는 본 논문에서 제안한 방법인 손실 블록에 인접한 움직임 벡터간의 높은 상관성을 고려한 에러 은닉 방법을 제안한다. 5장에서는 기존 에러 은닉 방법과 제안한 에러 은닉 방법에 대하여 비교, 분석한다. 마지막으로 6장에서는 본 논문의 결론을 맺는다.

II. H.264 비디오 표준

1. H.264 비디오 전송

H.264 표준은 기존 영상압축표준보다 높은 압축 비율과 다양한 네트워크 환경에 뛰어난 적응력을 가지고 있다. 이는 [그림 1]과 같이 두 개의 개념적인 구조인 비디

오 코딩 계층(video coding layer)과 네트워크 친화 계층(network abstraction layer)으로 구성되어 코딩의 효율성과 네트워크 친화적인 특성을 보여준다.

비디오 코딩 계층은 비디오 압축 기술을 포함하고 있으며 네트워크와 독립적이다. 기존의 비디오 표준의 방식을 수용하면서도 프레임 예측과 코딩 효율성, 에러와 패킷 손실로부터의 복구 측면에서 향상된 성능을 제공한다. 네트워크 친화 계층은 헤더 정보와 비디오 코딩 계층에서 부호화된 데이터를 다양한 전송 계층에 따라 전송에 적합한 형태로 지원하여 부호화된 여러 가지 프로토콜의 특성과 구조에 따라 쉽게 통합(integration)을 가능하게 한다. 부호화된 비디오 데이터를 전송하기에 앞서 NALU(NAL unit)으로 매핑하여 패킷을 기반으로 하는 인터넷, 유무선 화상 서비스를 위한 H.32x, 방송 서비스를 위한 MPEG-2 시스템 등 비트 스트림 형태로 전송하는 네트워크, 파일 형태 등 다양한 네트워크와 친화성을 가진다[3].

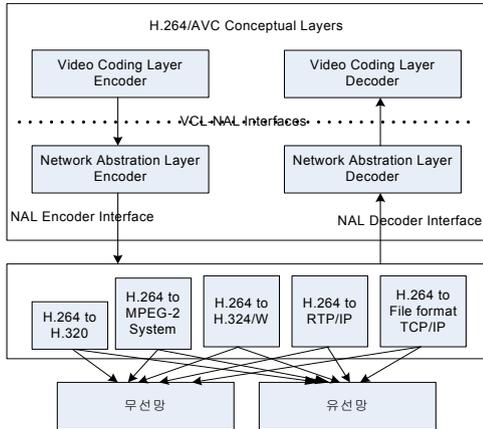


그림 1. H.264/AVC 표준 전송 시스템

2. H.264 에러 강인화 기법

에러 강인화 기법은 에러에 의한 영향이 확산될 원인을 미리 제거함으로써 에러에 의한 손실을 최소화하는 기법으로 패킷 교환망을 주 응용 분야로 삼고 있다. H.264 표준은 기존의 에러 강인화 기법을 패킷망에 적용할 수 있도록 변형한 인트라 리프레쉬(Intra refresh), 파라미터 집합(parameter set), 데이터 분할(data

partition), 여분의 슬라이스(redundant slice), FMO(flexible macroblock ordering)가 있다.

인트라 리프레쉬는 인트라 프레임 내부에 있는 몇 개의 매크로 블록을 강제적으로 인트라부호화 하는 방식으로 움직임이 많은 매크로 블록인 경우 선택적으로 부호화하면 화질 열화 전과가 방지된다. 파라미터 집합은 프레임들이나 슬라이스를 디코딩하기 위해 필요한 중요한 정보를 신뢰적인 전송 프로토콜을 이용하여 보호할 수 있다. 데이터 분할은 정보의 중요도에 따라 A, B, C로 구분하여 전송하는 방식으로 매크로블록의 헤더, 슬라이스 헤더, 매크로블록 타입, 양자화 계수 등 디코딩하는데 가장 중요한 정보를 A구역, 인트라 프레임으로 코딩한 데이터는 B구역, 인트라 프레임으로 코딩한 데이터를 C구역으로 슬라이스 당 총 3구역으로 나누어 3개의 네트워크 친화 계층 구조로 코딩하여 각각 따로 전송하여 패킷 손실에 대응하는 방식이다. 여분의 슬라이스 기법은 패킷 손실이 많이 발생하는 환경에서의 전송을 위해 코딩되는 슬라이스의 매크로블록에 여분의 매크로블록을 인코딩하는 것으로 패킷 손실로 인해 원래의 슬라이스가 없어졌을 경우 여분의 슬라이스를 가지고 디코딩 한다. FMO는 슬라이스 그룹 개념을 도입해 매크로블록마다 슬라이스 그룹을 지정하여 슬라이스에 매크로블록을 유연하게 할당하는 방식이다.

3. H.264 슬라이스 그룹

H.264 부호기의 가장 큰 특징 중 하나는 하나의 프레임을 여러 개의 슬라이스로 나누어서 부호화 할 수 있다. 하나의 슬라이스는 매크로 블록의 집합으로 구성되며 슬라이스를 구성하는 형식에 따라 슬라이스 그룹이 형성된다. H.264 부호기에서 제공하는 슬라이스 그룹은 기본적으로 6가지(interleave, dispersed, foreground with left-over, box-out clockwise and counter-clockwise, raster scan and reverse scan, wipe right and wipe left) 형식으로 구성할 수 있다. 슬라이스 그룹 단위로 부호화함으로써 발생하는 장점은 에러가 발생하더라도 현재 에러 발생 슬라이스 그룹에만 영향을 미치며 서로 다른 슬라이스 그룹에 대해서는 영향을 미치지 않는다.

본 논문에서는 H.264 부호기에서 가장 많이 사용하는 인터리브 및 디스펠스 방법을 이용하여 부호화하여 실험한다. 인터리브 방법은 [그림 2(a)]과 같이 기존 H.263+에서 제공하는 방식과 마찬가지로 한 프레임 내에 존재하는 매크로 블록들을 GOB 단위로 한 묶음 하여 부호화하는 방식이다. 디스펠스 방법은 [그림 2(b)]과 같이 그룹들을 흩어지게 할당하는 방식으로 슬라이스 그룹을 두 개로 해서 체크보드 타입으로 코딩이 이루어지면 어느 한 그룹에 속하는 패킷이 손실되었을 경우 다른 그룹에 속하는 패킷의 정보를 이용하여 효과적으로 에러 은닉을 적용시킬 수 있다[4].

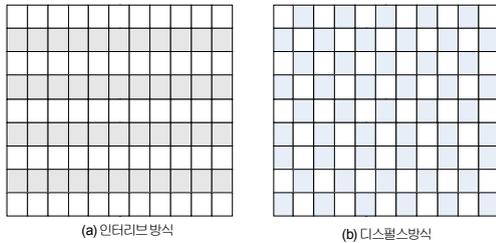


그림 2. 인터리브 및 디스펠스 방식

III. 기존의 에러 은닉 방법

저 대역폭인 무선망을 이용한 영상 데이터 전송시 에러가 발생하게 되면 영상의 화질을 개선하기 위해 일반적으로 시-공간적 상관성을 이용한다. 대표적인 에러 은닉 방법은 공간 영역에서의 에러 은닉방법과 시간 영역에서의 에러 은닉 방법, 주파수 영역에서의 에러 은닉방법이 있다. 이장에서는 현재 H.264 부호기에서 적용하고 있는 인트라(Intra) 및 인터(Inter) 프레임을 위한 에러 은닉 방법에 대하여 설명한다.

1. 인트라 프레임을 위한 에러 은닉 방법

인트라 프레임 경우에는 이전 프레임에 대한 정보가 없으므로 현재 프레임에 먼저 인코딩된 매크로블록들을 기반으로 복호화하기 때문에 2차원 공간적(spatially)으로 에러 은닉을 수행한다. [그림 3]에서 보여주듯이 픽셀간의 거리에 반비례하게 가중치를 계산

해 평균을 내는 가중 픽셀 평균 방식(weighted pixel averaging)을 기반으로 수행한다[3].

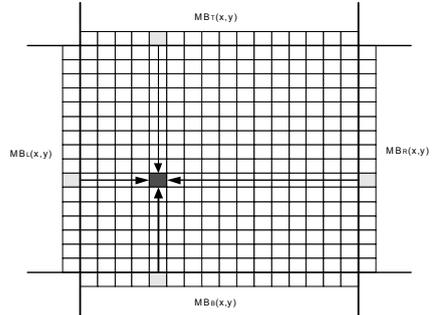


그림 3. 인터프레임을 위한 공간적 보간법

매크로블록의 수직좌표를 x , 수평좌표를 y , 매크로블록 ($0 \leq i \leq 15, 0 \leq j \leq 15$)을 구성하는 픽셀의 수직 좌표를 i , 수평좌표를 j , 위쪽, 왼쪽, 아래쪽, 오른쪽에 위치한 인접한 매크로블록을 $MB_T(x,y), MB_L(x,y), MB_B(x,y), MB_R(x,y)$ 라 한다. 그리고 공간방향 에러 은닉을 위한 가중치(weight)들은 다음 식 (1)과 같다.

$$\begin{aligned} W_T(i) &= 15 - i \\ W_B(i) &= i \\ W_L(j) &= 15 - j \\ W_R(j) &= j \end{aligned} \quad (1)$$

가중 픽셀 평균 방식을 통해 복원된 매크로블록, $MB_S(i,j)$ 는 식 (2)과 같고, 식 (2)에서 사용하는 매크로블록의 상(WMB_T),하(WMB_B),좌(WMB_L),우(WMB_R)에 대한 가중치 값은 식 (3)과 같다.

$$MB_S(i,j) = \frac{WMB_T + WMB_B + WMB_L + WMB_R}{W_T(i) + W_B(i) + W_L(j) + W_R(j)} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} WMB_T &= W_T(i) \times MB_T(15,j) \\ WMB_B &= W_B(i) \times MB_B(0,j) \\ WMB_L &= W_L(i) \times MB_L(i,15) \\ WMB_R &= W_R(i) \times MB_R(i,0) \end{aligned} \quad (3)$$

2. 인터 프레임을 위한 에러 은닉 방법

인터 프레임은 이전의 프레임을 참조하여 부호화하므로 2차원 공간적으로 이웃하거나 시간 방향으로 이웃하는 매크로블록들의 움직임 정보를 보고 없어진 매크로블록들의 움직임 벡터를 추측하여 에러 은닉을 한다. 정확히 받은 슬라이스들의 평균 움직임 벡터가 어느 일정 값보다 작으면 기준 프레임의 해당하는 위치에 있는 값으로 대체되고, 크거나 같으면 경계정합알고리즘(BMA: boundary matching algorithm)을 기반으로 이루어진다. 움직임 벡터의 최소 단위는 8x8단위로 인접한 매크로블록들이 4x8, 8x4, 4x4블록으로 나누어졌을 경우는 평균을 구해 8x8단위의 움직임 벡터를 이용한다. 후보 매크로블록들은 위, 아래, 왼쪽, 오른쪽으로 이웃하는 매크로블록들의 움직임 벡터들을 가지고 움직임 보상으로 구한 4개의 매크로블록들과 움직임 벡터가 0으로 기준 프레임의 해당하는 위치에 있는 매크로블록을 가지고 인접한 매크로블록들 간의경계 부분의 왜곡(side match distortion) 값 d_{sm} 이 가장 작은 매크로블록으로 복원이 이루어진다.

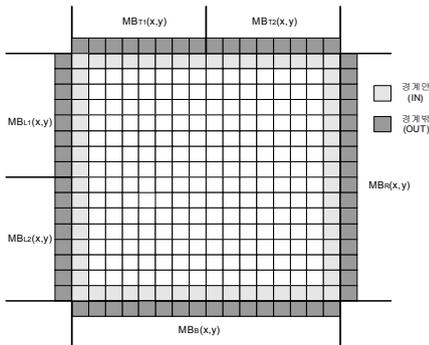


그림 4. 경계정합알고리즘(BMA)

식 (4)은 경계 부분왜곡을 구하는 식을 나타내는데, 여기에서 n 은 $d_{sm}(j)$ 을 구하는데 사용되어지는 총 픽셀의 수이다. [그림 4]을 보면 경계 안에 위치한 $P(MV_j)_i^{IN}$ 은 인접한 매크로블록 간에 경계와 맞닿아 있는 움직임 벡터를 가지고 움직임 보상을 통해 얻은 매크로블록의 픽셀 값이고, 경계 밖에 위치한 P_i^{OUT} 는

복원하려는 매크로블록의 경계와 맞닿아 있는 이웃하는 매크로블록들의 픽셀 값이다.

$$d_{sm}(j) = \sum |P(MV_j)_i^{IN} - P_i^{OUT}|/n \quad (4)$$

$$i \in \{MV_T, MV_L, MV_B, MV_R\}, j = 1, 9$$

3. 방향성을 고려한 에러 은닉 방법

손실 블록에 인접한 움직임 벡터의 방향성을 고려하지 않는 BMA 방법과 달리, 참고문헌 [5]와 [6]은 손실 블록에 인접한 움직임 벡터들의 방향을 고려하여 손실된 움직임 벡터를 복원하는 방법이다. 참고문헌 [5]는 [그림 5]과 같이 8개의 방향을 구분한다. 즉 360°을 45°로 나누어 8가지 방향을 설정하여 손실 블록에 인접한 각각의 블록에 대하여 움직임 벡터의 방향에 대한 기울기 값을 고려하여 그룹들을 결정한다. 각 그룹 안에 존재하는 움직임 벡터들 중에서 중간 값을 후보벡터로 한다.

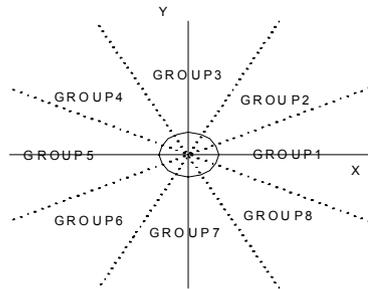


그림 5. 블록의 기울기에 따라 8가지 그룹 생성

참고문헌 [6]은 [그림 6]과 같이 주변에 인접한 움직임 벡터를 그룹 9개로 구분하여 클러스터 한다. 즉, [그림 6(a)]은 4개의 그룹을 형성하고 움직임이 거의 없는 배경을 고려하여 GROUP0(0,0)을 추가하여 5개의 그룹을 형성한다. 그리고 [그림 6(b)]과 같이 중심선 주위에 움직임 벡터가 있는 경우를 고려하여 45°를 기준선으로 하여 그룹 4개를 추가해 9개의 그룹을 형성한다. 9개의 그룹을 기준으로 검색 트리를 이용하여 손실 블록에 인접한 움직임 벡터의 방향을 검색하여 그룹을 결정한다. 그리고 후보벡터 선정방법은 참고문헌 [6]과 같은 방법으로 그룹 안에 존재하는 움직임 벡터들 중에서 중간

값을 후보벡터로 한다.

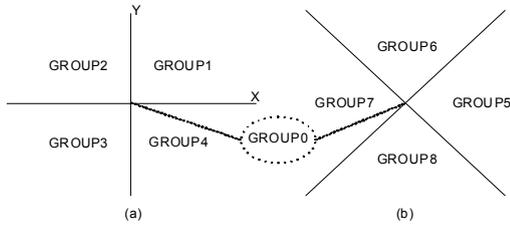


그림 6. 인접한 블록에 대한 9가지 그룹 생성 방법[6]

IV. 제안한 움직임벡터 복원방법

[그림 7]과 같이 움직임 객체의 경계를 보면 객체의 움직임은 오른쪽 방향 그리고 배경은 왼쪽 방향으로 움직인다. 손실 블록에 인접한 움직임 벡터는 움직임 객체 또는 배경이 될 수 있으므로 손실 블록의 움직임 벡터는 인접블록들의 움직임 벡터와 높은 상관성이 있다고 볼 수 있다.

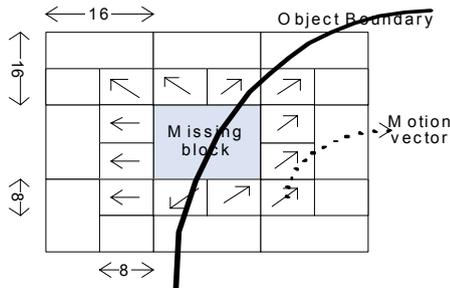
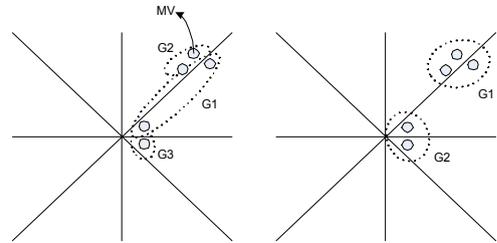


그림 7. 객체 경계에 있는 움직임 벡터

그러나 기존 BMA 방법은 손실 블록에 인접한 움직임 벡터들의 방향성을 고려하지 않고 후보 벡터 군에서 왜곡 값이 최적인 벡터를 선정하는 단점이 있고, [5][6]과 같이 손실 블록에 인접한 움직임 벡터들의 방향성을 고려하여 후보 벡터 군을 생성하는 방법도 있다. 하지만 [그림 8(a)]의 G1을 보면 알 수 있듯이 움직임 벡터의 방향은 같지만 거리가 멀어 같은 그룹으로 보기가 힘들다. 또한 G1과 G2는 정해진 기울기 각도에 따라 그

룹을 결정하므로 바로 인접한 움직임 벡터가 존재하여도 다른 그룹으로 결정한다는 단점이 있다. 따라서 본 논문에서는 [그림 8(b)]과 같이 움직임 벡터들을 일정한 기울기의 각도를 그룹화 하지 않고 인접한 움직임 벡터들 간의 방향 및 거리에 따라 그룹화하는 방법을 제안한다.



(a) 방향성을 고려한 그룹생성

(b) 방향 및 거리를 고려한 그룹생성

그림 8. 방향 및 거리를 고려한 그룹 생성 방법

손실 블록에 인접한 움직임 벡터들의 거리를 구하기 위하여 클러스터링의 대표적인 평균 연결 알고리즘(ALA: average linkage algorithm)을 수정하여 적용한다. 본 논문에서 제안한 알고리즘 순서는 첫째, 손실 블록에 인접한 움직임 벡터들 간에 ALA를 이용하여 거리를 구한다. 둘째, 인접한 움직임 벡터의 거리에 따라 동일한 움직임 객체로 고려하여 그룹화 한다. 셋째, 동일한 움직임 객체로 그룹 된 움직임 벡터 중에서 중간 값을 후보 벡터로 선정하고, 선정된 후보벡터 중에서 왜곡 값이 최소인 후보 벡터를 손실 블록을 복원하는 최종의 후보벡터로 결정한다.

1. 움직임 벡터간의 거리 구하기

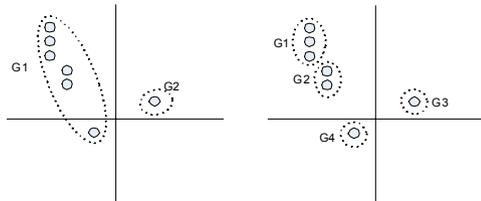
손실 블록에 인접한 블록의 움직임 벡터들 간의 거리(D: distance)는 평균 연결 알고리즘을 이용한다. 평균 연결 알고리즘은 UPGM(unweighted pair group method using arithmetic average)으로 계층적 클러스터링 알고리즘(hierarchical clustering algorithm) 중 하나이다. 평균 연결 알고리즘은 식 (5)과 같이 모든 움직임 벡터간의 거리를 계산한다. 이때 손실 블록에 인접

한 움직임 벡터는 (x_n, y_n) 와 (x_{n-1}, y_{n-1}) 이고, D 는 움직임 벡터간의 거리이다.

$$D = \sqrt{|x_{n-1} - x_n|^2 + |y_{n-1} - y_n|^2}, (n \geq 2) \quad (5)$$

2. 그룹생성

식 (5)을 이용하여 움직임 벡터간의 거리를 구하고 최소가 되는 두 블록간의 평균값을 계산하는 과정을 반복함으로써 평균 연결 알고리즘을 수행하면 [그림 9(a)]와 같이 최종적으로 G1과 G2로 두 개의 그룹이 생성된다. 그러나 [그림 9(a)]와 같이 평균 연결 알고리즘은 최종적으로 두 개의 그룹을 생성하므로 생성된 그룹은 움직임 벡터들이 손실블록에 영향을 주지 않을 경우가 있다. 따라서 움직임 벡터간의 거리가 임계값(=4) 이상일 경우, [그림 9(b)]와 같이 G2와 G4가 추가되어 총 그룹이 4개로 생성한다.



(a) ALA를 적용한 결과 (b) 제안한 방법

그림 9. 제안한 방법

3. 손실 블록에 대한 최적의 후보벡터 결정

이 단계에서는 앞 단계에서 생성한 각각의 그룹에서 최적의 후보 벡터를 결정하는 단계이다. [그림 9(b)]의 그룹 중 G1 그룹은 동일한 방향과 거리를 가진 3개의 벡터들로 구성되어 있다. 이때 G1을 구성하고 있는 3개의 벡터 중에서 후보 벡터를 결정한다. 최적의 후보 벡터를 결정할 때 중앙값(median value)을 후보 벡터로 선정한다. 중앙값을 선택한 이유는 기존 경계정합알고리즘의 후보 벡터 군중에서 중앙값으로 손실 블록을 복원할 경우 화질성능이 우수하므로 중앙값을 선택한다 [7][8].

각각의 그룹 중에서 중앙값을 후보 벡터 군으로 기존 경계정합알고리즘과 같이 각각의 후보 벡터의 왜곡 값을 계산한 다음, 후보 벡터 중에서 왜곡 값이 최소인 후보 벡터를 최적의 후보 벡터로 결정하여 손실된 블록을 복원한다.

V. 실험결과

본 논문에서는 인터넷 상으로 전송 중 패킷들의 손상으로 H.264 복호기에서 효율적인 손실 블록을 복원하는 방법을 제안한다. 제안한 알고리즘을 검증하기 위하여 H.264/AVC 참조 소프트웨어 JM9.3 부호기 및 복호기를 사용하였다[9]. 부호화된 비트 스트림의 출력 파일 형태를 실시간 트랜스포트 프로토콜(RTP: realtime transport protocol) 패킷 모드로 시뮬레이션을 하였다. 실험환경은 [표 1]과 같고 실험에 사용된 영상은 기존 영상 부호기에서 성능 평가 테스트로 광범위하게 사용되는 CIF급의 FOREMAN, SUZIE, MOBILE, STEFAN, TABLE TENNIS 영상으로서 10fps로 부호화 하였다. I 프레임과 P 프레임에 대한 초기 양자화 계수는 '28'로 설정하여 부호화하고, 이 실험에서는 B 프레임을 사용하지 않았다. 또한 H.264의 에러 복구 기술인 FMO중 디스펠스 방식과 인터리브 방식을 적용하였다. 인터넷 상의 전송 중 패킷 손실 환경을 구현하기 위하여 RTP 패킷으로 구성된 비트 스트림에서 임의의 패킷을 손실시키는 C 프로그램을 수정하여 RTP 패킷 손실을 시뮬레이션 하였다[10][11].

기존의 손실 블록 복원 방법인 경계정합알고리즘과 움직임 방향성을 고려한 참고문헌 [6]방법, 그리고 본 논문에서 제안한 손실 블록 알고리즘은 영상압축 부호화에 의하여 저하된 복원 영상의 품질을 평가하기 위하여 일반적으로 사용하고 있는 PSNR(Peak Signal-to-Noise Ratio)을 사용한다.

표 1. 실험환경

| | |
|--------------------|----------------------|
| MV Resolution | 1/4pel |
| Hadamard Transform | ON |
| RDO | ON |
| Search Range | ±16 |
| Reference Frames | 1 |
| Symbol Mode | CAVLC |
| GOP Size | 10 |
| FMO | Disperse, Interleave |

[표 2]와 [표 3]은 각각 FMO 방법 중 디스펄스 방식과 인터리브 방식으로 부호화된 영상들을 기존의 경계정합알고리즘과 움직임의 방향성을 고려한 방법[6] 그리고 제안한 방법에 대한 총 부호화하는 필요한 계산시간(sec)과 후보벡터 개수, PSNR이다.

표 2. 기존의 경계정합알고리즘과 [6] 제안한 방법에 대한 계산시간, 후보벡터 개수, PSNR에 대한 성능 비교 (disperse)

| Sequences | Comparison of performance | BMA | [6] | proposed |
|--------------|--------------------------------|--------|--------|----------|
| FOREMAN | The Number of candidate MV set | 12,294 | 6,801 | 1,499 |
| | Complexity time(sec) | 20.00 | 19.70 | 19.56 |
| | PSNR | 33.18 | 33.25 | 33.87 |
| SUZIE | The Number of candidate MV set | 512 | 324 | 227 |
| | Complexity time(sec) | 12.313 | 12.18 | 12.04 |
| | PSNR | 36.07 | 36.10 | 36.11 |
| MOBILE | The Number of candidate MV set | 4,320 | 2,018 | 1,099 |
| | Complexity time(sec) | 21.53 | 21.42 | 20.92 |
| | PSNR | 29.81 | 29.69 | 29.63 |
| TABLE TENNIS | The Number of candidate MV set | 4,139 | 2,634 | 1,540 |
| | Complexity time(sec) | 18.22 | 16.67 | 13.73 |
| | PSNR | 30.30 | 29.95 | 30.00 |
| STEFAN | The Number of candidate MV set | 21,570 | 10,772 | 6,395 |
| | Complexity time(sec) | 20.64 | 21.35 | 19.06 |
| | PSNR | 30.43 | 30.05 | 30.09 |

[표 2]와 [표 3]결과에서 나타나듯이 기존 방법들과 제안한 알고리즘의 후보벡터 개수를 살펴보면, 디스펄스

스 방식의 제안한 알고리즘은 기존 경계 정합알고리즘 및 참고문헌 [6]에 비해 평균적으로 각각 70%, 47% 가 감소되었다. 또한 인터리브 방식의 제안한 알고리즘은 기존 경계 정합알고리즘 및 [6]에 비해 평균적으로 각각 67%, 2% 가 감소하여 왜곡 값을 계산하는 시간을 줄였다. 그러나 객관적인 화질을 측정하는 PSNR는 기존 방법 및 제안한 알고리즘은 거의 비슷하였다.

표 3. 기존의 경계정합알고리즘과 [6] 제안한 방법에 대한 계산시간, 후보벡터 개수, PSNR에 대한 성능 비교 (interleave)

| Sequences | Comparison of performance | BMA | [6] | proposed |
|--------------|--------------------------------|--------|-------|----------|
| FOREMAN | The Number of candidate MV set | 2,504 | 1,429 | 961 |
| | Complexity time(sec) | 30.17 | 26.92 | 25.87 |
| | PSNR | 33.08 | 33.06 | 33.04 |
| SUZIE | The Number of candidate MV set | 347 | 161 | 82 |
| | Complexity time(sec) | 18.64 | 12.23 | 16.75 |
| | PSNR | 35.94 | 35.97 | 35.99 |
| MOBILE | The Number of candidate MV set | 1,437 | 2,018 | 415 |
| | Complexity time(sec) | 22.45 | 21.42 | 18.20 |
| | PSNR | 29.50 | 29.69 | 29.47 |
| TABLE TENNIS | The Number of candidate MV set | 1,706 | 534 | 201 |
| | Complexity time(sec) | 25.82 | 21.71 | 17.11 |
| | PSNR | 29.03 | 29.04 | 29.04 |
| STEFAN | The Number of candidate MV set | 11,840 | 2,634 | 4,304 |
| | Complexity time(sec) | 27.54 | 16.67 | 17.29 |
| | PSNR | 29.06 | 29.95 | 29.27 |

[표 3]의 인터리브방식에서 SUZIE 및 STEFAN 영상인 경우, 제안한 방법은 참고문헌[6]에 비하여 후보벡터 개수는 줄어든 반면 방향 및 거리를 구할 때 계산시간이 증가하는 걸로 보인다. 따라서 방향 및 거리를 계산하는 시간을 감소하는 방법이 연구되어야 한다.

VI. 결론

최근 통신 기술의 발달로 인하여 이동 통신채널을 이용한 멀티미디어 서비스를 제공하기 위한 방법이 활발히 연구 되고 있다. 특히 이동 통신에서 제공하는 가장 핵심 서비스는 영상 통신이다. 본 논문에서는 손실된 움직임 벡터는 인접한 블록들의 움직임 벡터간의 높은 상관성을 고려하여 효율적인 시-공간적 오류은닉 방법을 제안한다. 이때 손실된 블록의 후보 움직임 벡터들은 손실된 블록에 인접한 움직임 벡터들을 평균 연결알고리즘의 단점을 보완하여 후보 벡터 군을 결정한다. 결정된 후보 벡터 군에서 최소의 왜곡 값을 가진 후보 벡터를 최적의 후보 벡터로 선정하여 손실된 움직임 벡터를 복원한다. 제안한 에리 은닉 방법은 기존 에리 은닉 방법에 비하여 후보 벡터 개수가 평균적으로 1/3 정도 감소하였다.

참 고 문 헌

- [1] JVT G050r1, "Draft ITU-T recommendation and final draft international standard of joint video specification (ITU-T Rec. H.264/ISO/IEC 14496-10 AVC)," 2003(5).
- [2] L. E. G. Richardson, "H.264 and MPEG-4 Video Compression: video coding for next-generation multimedia," John Wiley & Sons Ltd. 2003.
- [3] Y. K. Wang, M. M. Hannuksela, V. Varsa, A. Hourunranta, and M. Gabbouj, "The error concealment feature in the H.26L test model," Proc. IEEE Int. Conf. Image Processing, pp.729-733, 2002.
- [4] T. Sockhammer, M. M. Hannuksela, T. Wiegand, "H.264/AVC in wireless environment," IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol, Vol.13, No.7, pp.657-673, 2003(7).
- [5] S. C. Park, N. R. Son, J. H. Kim, and G. S. Lee, "Recovery of motion vectors by detecting

homogeneous movements for H.263 video communications," IEEE ICME, pp.33-36, 2001.

- [6] S. Ghanbari and M. Z. Bober, "A cluster based method for the recovery of the lost motion vectors in video coding," IEEE Mobile and wireless communications network, 2002.
- [7] K. David and D. Peter, "Error concealment techniques for H.263 video transmission," IEEE communication, computers and signal processing, 1999.
- [8] A. Edurado and J. D. Edward, "Real time error concealment in compressed digital video streams," IEEE Picture coding Symposium, 1999.
- [9] <http://iphome.hhi.de/suehring/tml/>
- [10] S. Wenger, "Common conditions for wire-line low delay IP/UDP/RTP packet loss resilient testing," ITU-T SG16 Doc. VCEG-N79r1, 2001.
- [11] <http://www.stewe.org/>

저 자 소 개

손 남 례(Nam-Rye Son)

정희원



- 1995년 2월 : 호남대학교 컴퓨터 공학과(공학사)
 - 1999년 8월 : 전남대학교 전산학과(이학석사)
 - 2005년 2월 : 전남대학교 전산학과(이학박사)
 - 2007년 3월 ~ 현재 : 호남대학교 인터넷소프트웨어학과 교수
- <관심분야> : 영상통신, 영상처리 및 복원, 디지털 콘텐츠, 멀티미디어