

특집논문-02-07-3-04

변이-움직임 벡터의 상관관계를 이용한 객체기반 스테레오 동영상 부호화

박 찬 희*, 손 광 훈*

Object-based Stereo Sequence Coding using Disparity and Motion Vector Relationship

Chanhee Park* and Kwanghoon Sohn*

요 약

본 논문에서는 객체 단위 스테레오 동영상을 변이-움직임 벡터의 상관관계를 이용하여 부호화 방식을 제안한다. 시간적으로 연속되는 스테레오 동영상에서의 객체를 MPEG-4와 같이 VOP 단위로 구성하고, 이전 시간에서 한 쌍의 VOP에 대한 변이 벡터와 현재 시간에서 좌·우 VOP에 대한 움직임 벡터를 블록 정합 방식으로 구한다. 그리고 나머지 한 개의 변이 벡터는 위에서 구한 벡터들을 가지고 변이-움직임 벡터의 상관관계를 이용하여 별도의 추정과정 없이 구한다. 그리고 보다 신뢰성 있는 벡터를 구하기 위해 각각 구한 변이와 움직임 벡터에 평활화를 수행한다. 이러한 기법을 스테레오 동영상 부호화에서 대부분의 부호화 방식인 B-VOP 예측부호화에 적용하였고, B-VOP 변이 보상시 변이-움직임 벡터의 상관관계를 이용하여 3개의 참조 VOP를 가지고 보상함으로써 화질을 기존 방식에 비해 향상시킬 수 있었다.

Abstract

In this paper, we propose an object-based stereo sequence compression technique using disparity-motion vector relationship. The proposed method uses the coherence of motion vectors and disparity vectors in the left and right image sequences. After two motion vectors and one disparity vector are computed using FBMA(Fixed Block Matching Algorithm), the disparity vector of the current stereoscopic pair is computed by disparity-motion vector relationship with vectors which are previously estimated. Moreover, a vector regularization technique is applied in order to obtain reliable vectors. For an object-based coding, the object is defined and coded in terms of layers of VOP such as in MPEG-4, we present a method using disparity and motion vector relationship for extending two-frame compensation into three-frame compensation method for prediction coding of B-VOP. The proposed algorithm shows a high performance when comparing with a conventional method.

I. 서 론

멀티미디어 시대가 도래하면서 인간의 시각을 통하여 의미를 전달하는 영상은 그 비중이 매우 커지게 되었고,

이를 전송하기 위한 멀티미디어 통신 기술이 발전하게 되었다. 이러한 멀티미디어 기술이 3차원 신호처리기술로까지 발전될 때 더욱더 생동감 있는 힘을 발휘하게 될 것이다. 생동감 있는 세계를 표현하기 위한 가장 간단한 방법은 우리가 살고 있는 세계를 스테레오 영상으로 표현하고, 이를 저장 및 전송하는 것이다. 그러나 스테레오 영상은 좌·우 영상으로 구성되어 있어 일반 동영상에 비해 많은

* 연세대학교 전기전자공학과
Dept. of Electronic and Electrical Engineering, Yonsei University

데이터 량을 갖게 된다. 그래서 이를 효율적으로 전송하기 위한 영상 압축 기술이 필요하게 되었다. 스테레오 영상은 좌·우 영상간에 높은 공간적 상관관계가 존재하기 때문에 이를 이용하여 압축할 수 있다^[1]. 이러한 방식은 좌·우 영상 중 하나를 기준 영상으로 정하고, 나머지 하나의 영상을 적절한 크기의 블록으로 나눈 후, 블록 단위로 상대적 변이(disparity)를 추정한다. 그리고 수신단에서는 추정된 변이 벡터를 이용하여 보상함으로써 영상을 복원하게 된다.

한편, 방송통신과 관련된 오디오와 비디오 데이터의 압축 표준안인 MPEG-2에서는 Multi-view Profile (MVP)을 도입하여 입체 영상의 부호화를 규정하였다^[2]. MPEG-2 MVP는 스테레오 동영상을 부호화 할 때, 시간 확장성을 이용하여 기본 비트열과 상위 비트열에 좌영상 동영상 신호와 우영상 동영상 신호를 각각 실어 부호화하게 된다. 그러나 MPEG-2와 같은 동영상 압축 규약에서는 영상을 고정 크기 블록으로 나누어 움직임 추정을 하기 때문에 저전송 환경에는 화질 저하를 발생시킬 뿐만 아니라 데이터의 활용에서도 많은 한계가 있다.

이러한 한계를 극복하기 위해, 영상을 블록 단위가 아닌 객체(object)나 영역을 중심으로 부호화 하고자 하는 연구가 진행되었다^{[3][4]}. 대표적인 예로 PANORAMA(Package for New Operational Autostereoscopic Multiview systems and Applications)프로젝트는 객체 기반의 입체 영상 처리 방식이 연구되었으나 활용 분야가 제한되어 있고, 동영상 압축 표준안 중의 하나인 MPEG-4는 객체 기반 영상 기술을 수용하나 스테레오 영상의 부호화 기술이 도입되어 있지 않아 객체 기반 3차원 동영상 부호화에 한계가 있다.

본 논문에서는 스테레오 동영상을 효율적으로 압축하기 위해 영상 분할 기법으로 추출된 객체를 MPEG-4와 같이 VOP(Video Object Plane)단위로 구성하고, 변이-움직임 벡터의 상관관계를 이용하여 부호화하는 기법을 제안한다. 또한 동영상 부호화에서 대부분의 예측부호화 방식인 B-VOP 부호화시에 변이-움직임 벡터의 상관관계를 이용하여 3개의 참조 VOP로 보상하였다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 객체 기반 스테레오 동영상 부호화 기를 소개하고, III장에서는 변이-움직임 벡터의 상관관계 및 제안 알고리즘을 기술한다. IV장에서는 실험 결과를 비교 평가한 뒤, V장에는 결론과 향후 연구 계획에 대해 언급한다.

II. 객체 기반 스테레오 동영상 부호화

대표적인 객체 단위 동영상 부호화의 표준인 MPEG-4에서는 의미있는 영역들로 객체를 생성하고 각각의 객체에 대해 VOP(Video Object Plane)를 구성한다. 그리고 VOP단위로 움직임과 질감을 부호화한다. 이때, 기존의 동영상 압축 표준과의 호환성을 위해 블록단위로 나누어 움직임 추정을 수행한다. 이 과정에서 임의의 모양을 갖는 매크로블록(MB : Macro Block)은 다각형 정합으로 움직임 추정을 한다. 그리고 참조되는 VOP에 대해서 객체의 외부를 보상할 것을 대비하여 패딩(padding)을 수행한다. 객체와 배경을 구분하는 형상정보는 내용 기반 산술 부호화(CAE : Context based Arithmetic Encoding)을 적용하여 부호화를 수행한다.

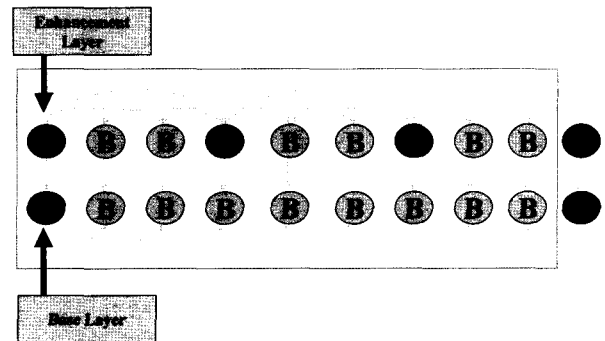


그림 1. 객체 기반 스테레오 동영상 예측 구조
Fig. 1. Object based stereo sequence predictive coding structure

스테레오 동영상을 부호화하는 방법 중 스테레오 영상을 이루는 좌영상과 우영상을 기존의 2차원 동영상과 같이 각각 독립적으로 부호화하는 방식이 있다. 그러나 스테레오 영상은 시점간에 높은 공간적 상관성을 가지기 때문에 이를 이용하여 변이 추정 및 보상을 수행하면, 각각 따로 부호화할 때 보다 높은 부호화 효율을 얻을 수 있다. 그러므로 스테레오 동영상의 시·공간적 상관관계를 이용하여 그림 1과 같이 좌·우 어느 한 시점을 기본 계층(base layer)로 정하고 나머지 시점을 상위 계층(enhancement layer)로 정하여 변이 추정 및 움직임 추정을 통해 부호화하는 것이 효율적이다.

본 논문에서는 객체 기반 스테레오 동영상 부호화를 위해 위에서 언급한 MPEG-4의 객체 기반 부호화 방식과 시·공간적 상관관계를 이용한 부호화 방식 즉, 변이와 움직임 추정 및 보상방식에 적용하여 부호화를 수행하였다.

III. 변이-움직임 벡터 상관관계를 이용한 객체 기반 스테레오 동영상 부호화 기법

스테레오 동영상을 효율적으로 부호화하기 위하여, 변이-움직임 벡터의 상관관계를 이용해 별도의 추정 과정 없이 변이 벡터를 구하는 기법을 제안하고, 이를 객체 기반 스테레오 동영상 부호화기에 적용하였다.

1. 변이-움직임 벡터의 상관관계

연속되는 두 쌍의 스테레오 동영상은 좌·우 공간적 중복성에 따른 변이 벡터와 시간적 중복성에 따른 움직임 벡터 사이에 서로 상관관계가 있다.

그림 2에서 시간 t 에서 우영상의 어느 한 지점 x_r^t 은 시간 $t+1$ 에서 우영상의 x_r^{t+1} 과 대응되고 시간 t 에서 좌영상 내의 x_l^t 과 대응된다. 그리고 x_r^{t+1} 는 시간 $t+1$ 의 좌영상에서 x_l^{t+1} 과 대응되며 x_l^t 는 x_r^{t+1} 과 대응된다. 이러한 대응관계를 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다.

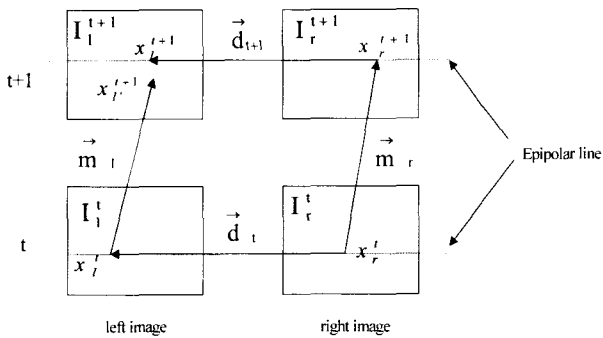


그림 2. 변이-움직임 벡터의 상관관계
Fig. 2. Disparity-motion vector relationship

$$\begin{aligned}
 x_r^{t+1} &= x_r^t + \vec{m}_r(x_r^t) \\
 x_l^{t+1} &= x_r^{t+1} + \vec{d}_{t+1}(x_r^{t+1}) \\
 x_l^t &= x_r^t + \vec{d}_t(x_r^t) \\
 x_r^{t+1} &= x_l^t + \vec{m}_l(x_l^t)
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

식 (1)에서 x_l^{t+1} 과 x_r^{t+1} 가 같은 지점이라면, 각 대응지점을 가리키는 변이-움직임 벡터는 식 (2)와 같이 나타낼 수 있다.

$$\vec{d}_{t+1}(x_r^{t+1}) - \vec{d}_t(x_r^t) = \vec{m}_l(x_l^t) - \vec{m}_r(x_r^t) \tag{2}$$

식 (2)의 관계를 이용하여 보다 신뢰성 있는 변이 벡터를 구하기 위해 하나의 변이 벡터를 구한 후 이 벡터를 기점으로 하여 나머지 세 개의 벡터 즉, 두 개의 움직임 벡터와 이전 또는 이후 시간에서의 변이 벡터를 동시에 추정하는 연구가 수행되어 왔다.^{[5][6][7]} 그리고 두 개의 움직임 벡터와 한 개의 변이 벡터가 주어졌을 때, 하나의 변이 벡터를 식 (2)를 통하여 직접 추정하지 않고 구하여, 스테레오 동영상의 부호화 효율을 높이는데 적용하기도 하였다.^[8]

본 논문에서는 연속되는 두 쌍의 스테레오 영상에서 블록 단위로 추정하여 구한 한 개의 변이와 두 개의 움직임 벡터가 동시추정을 통해 구한 벡터라고 가정하고, 식(2)를 통해 별도의 추정과정 없이 나머지 하나의 변이 벡터를 구한다.

2. 변이-움직임 벡터의 상관관계를 이용한 변이 벡터 추정/보상 기법

이전 시간 한 쌍의 스테레오 영상과 현재 시간 한 쌍의 스테레오 영상에서 블록 정합 방식으로 하나의 변이 벡터와 두 개의 움직임 벡터를 구한다. 이 벡터들을 가지고 변이-움직임 벡터의 상관관계를 이용하여 변이 벡터를 구한 후 이 벡터를 가지고 변이 보상을 수행하면, 벡터가 정확하지 않아 심한 화질 열화가 발생한다. 그러므로 화질 열화를 감소시키기 위해 그림 3과 같은 과정을 수행한다.

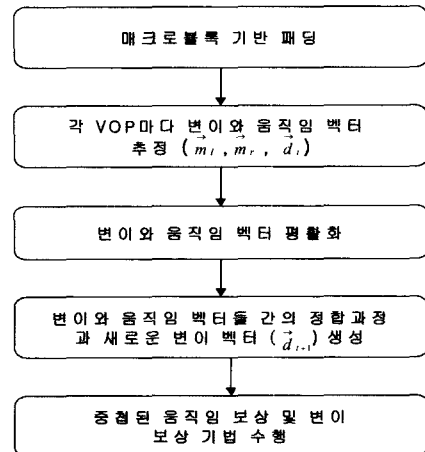


그림 3. 변이-움직임 벡터의 상관관계를 이용한 변이 벡터 추정/보상 알고리즘
Fig. 3. Disparity vector estimation/compensation algorithm using disparity motion vector relationship

2.1. 벡터 평활화 (Vector Regularization)

객체 내부의 벡터는 대체로 비슷한 값을 갖게 되는데, 블록 정합 방법으로 벡터를 구하게 되면 이웃 블록 벡터와의 연속성이 떨어지게 된다. 그러므로 벡터 평활화를 수행함으로써 벡터들이 서로 비슷한 값을 갖게 하여 블록화 현상을 줄이고, 벡터의 부호화량을 줄일 수 있다. 그러나 벡터 평활화 과정에서 과평활화가 될 우려가 있으므로, 경계 부분에서의 벡터를 보존하면서 평활화를 수행하기 위해 벡터 미디언 필터링(weighted median filtering of vectors)를 적용한다^[9].

어떤 영역 안에서 N 개의 벡터 $V = \vec{v}_1, \vec{v}_2, \dots, \vec{v}_N$ 가 있고, 현재 블록의 벡터를 \vec{v}_c , 벡터 평활화 후의 벡터를 \vec{v}_{VM} 이라고 하자. 이에 대해, 식(3)에 나타나 있듯이 벡터 미디언 필터링을 수행한다. 그리고 보다 효율적인 평활화를 하기 위해 식(4)와 같이 가중치(weighting)를 두어 벡터 미디언 필터링을 수행한다. 이 때 \vec{v}_i 는 주변블록의 벡터를 나타내고, \vec{v}_j 는 평활화 과정 중에 선택된 후보 벡터를 의미한다.

$$\sum_{i=1}^N w_i \|\vec{v}_{VM} - \vec{v}_i\|_p \leq \sum_{i=1}^N w_i \|\vec{v}_j - \vec{v}_i\|_p \quad (3)$$

$$\vec{v}_{VM} \in \vec{V}, \quad j=1, 2, \dots, N$$

여기에서 w_i 는 효율적인 평활화를 하기 위한 가중치로서 식(4)와 같이 표현된다. 이 때 \vec{v}_i 는 주변블록의 벡터를 나타내고, \vec{v}_j 는 평활화 과정 중에 선택된 후보 벡터를 의미한다.

$$w_i \triangleq \frac{DFD_B(\vec{v}_c)}{DFD_B(\vec{v}_i)} \quad i=1, 2, \dots, N \quad (4)$$

$$DFD_B(\vec{v}) \triangleq \sum_{m,n=B} [I_k(m, n) - T_{k-1}(m + \vec{v}_y, n + \vec{v}_x)]^2$$

2.2. 벡터 영역에서의 정합과정

변이-움직임 벡터의 상관관계에서는 변이와 움직임 벡터는 서로 같은 지점을 가리키도록 하여야 한다. 그러나 여기서 변이와 움직임 벡터는 블록 정합 방식으로 구한 벡터이

기 때문에 이 벡터들은 서로 같은 영역을 가리키지는 않는다. 그러므로 변이-움직임 벡터가 서로 상관관계를 갖도록 벡터들간에 정합 되는 지점의 벡터를 구해야 한다. 이전 시간의 좌영상에 대한 변이 벡터와 두 개의 움직임 벡터가 있다고 할 때, 현재 시간의 좌영상에서의 블록의 변이 벡터를 구한다고 하자. 즉, 식 (2)에서 $\vec{m}_i + \vec{d}_i$ 을 구하는 과정이다. 그러나 부호화할 블록의 움직임 벡터 \vec{m} 가 가리키는 곳은 블록단위이므로, 그림 4에서 보면, 한 블록 내에 여러 개의 변이 벡터가 존재한다. 그러므로 그림 4와 같이 벡터의 빈도수를 고려하여 가장 많이 발생하는 벡터를 변이 벡터로 선택한다. 그 이유는 동일벡터가 가장 많이 발생한 영역이라는 것은 그 벡터가 가리키는 영역이 현재 부호화해야 할 블록과 가장 유사한 영역이 많은 곳을 가리키기 때문이다. 움직임 벡터 \vec{m} 도 이전에 구한 변이 벡터와 대응되는 지점의 벡터를 찾아야 한다. 그리고 $\vec{m}_i + \vec{d}_i$ 가 가리켰던 영역과 움직임 벡터 \vec{m} 가 가리키는 영역이 일치되는 벡터를 선택한다. 식 (1)을 만족하는 하나의 변이와 두 개의 움직임 벡터를 구하게 되어 나머지 하나의 변이 벡터를 구하게 된다. 그러나 여기서 수행하는 영상은 객체, 즉 VOP단위로 수행하기 때문에 벡터 $\vec{m}_i + \vec{d}_i - \vec{m}$ 를 구할 때, $\vec{m}_i + \vec{d}_i$ 부분이 가리키는 영역이 객체의 외부를 가리켜 \vec{m} 벡터가 존재하지 않을 수도 있다. 경계부분에서는 주변벡터와의 차이가 심한 경우가 생기기도 한다. 이와 같은 경우에는 오류 벡터가 생성되므로, 이전 시간 영상에서 구한 변이 벡터 또는 이웃 블록의 벡터를 사용한다.

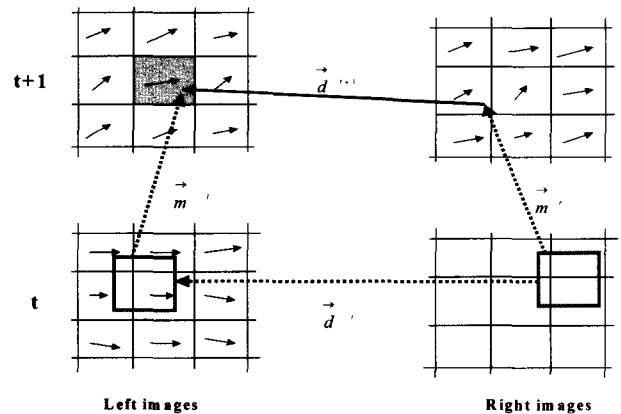


그림 4. 변이-움직임 벡터 영역
Fig. 4. Disparity-motion vector region

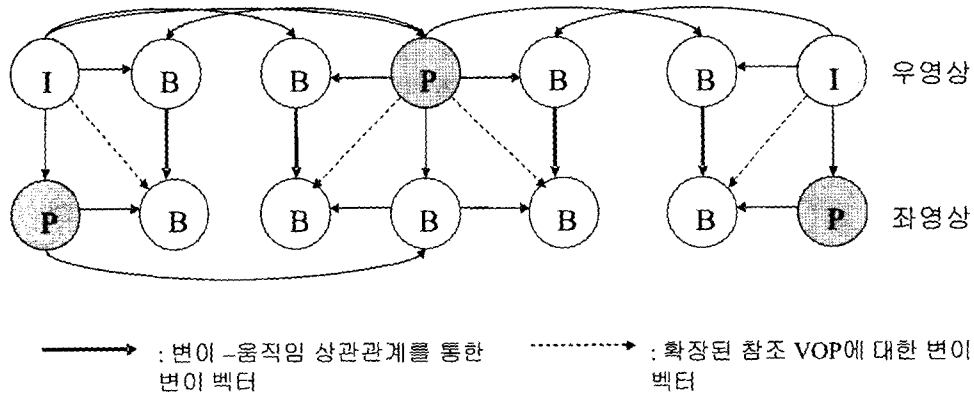


그림 5. 변이-움직임 벡터의 상관관계를 이용하여 구한 변이 벡터를 적용한 스테레오 동영상 예측 부호화
 Fig. 5. Stereo sequence predictive coding using disparity-motion vector relationship

3. 객체 기반 스테레오 동영상 부호화기로의 확장

2절에서 언급한 변이-움직임 벡터 상관관계를 이용하여 구한 변이 벡터를 적용하여 부호화하는 객체 기반 스테레오 동영상 부호화기를 제안한다. 본 논문에서는 MPEG-4의 객체 기반 부호화 기법과 같은 방법으로 적용하였으며, 예측부호화 방법은 스테레오 동영상 구조에서 변이-움직임 벡터의 상관관계를 이용하여 변이 벡터를 구하기 쉬운 구조로 바꾸었다.

그림 5를 보면 우시점 동영상은 기존의 MPEG-4 방식으로 부호화하고, 좌시점 동영상은 같은 시간에 있는 우시점 영상과의 변이 추정과 좌시점 영상간의 움직임 추정을 통해 얻어진 벡터들을 통해 부호화한다. 점선으로 그려진 화살표는 변이-움직임 벡터의 상관관계를 이용하여 확장된 참조 VOP를 가지고 보상한다는 것을 나타낸다. 여기서 굵은 화살표와 점선으로 그려진 화살표는 직접 추정함 없이 구한 변이 벡터이다.

변이-움직임 벡터의 상관관계를 이용하여 B-VOP 예측 부호화를 하게 되면 그림 6에서와 같이 움직임 벡터와 추정과정 없이 구한 변이 벡터를 가지고 부호화를 수행할 수 있기 때문에, B-VOP적용시 부호화 효율이 향상된다. 변이-움직임 벡터의 상관관계를 살펴보면, 각 벡터가 가리키는 지점은 각 참조 VOP 중에서 부호화하고자하는 블록과 가장 유사한 영역이 된다. 그러므로 그림 6에서 나타낸 것처럼, 벡터 \vec{m}_i 와 \vec{d}_i 는 이전의 우영상에 대한 벡터라고 간주할 수 있으므로 이전의 우영상이 또 다른 참조 VOP가 될 수 있다.

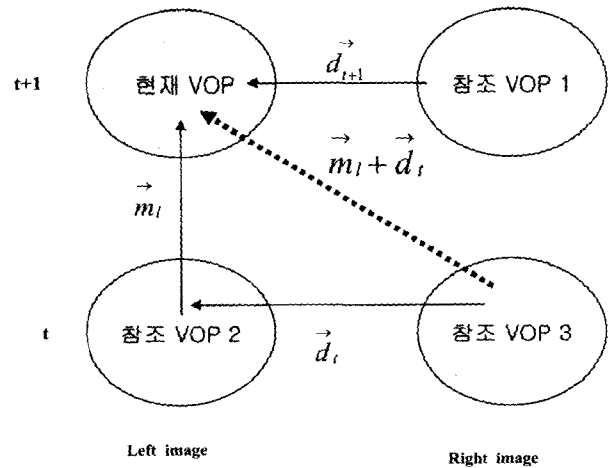


그림 6. B-VOP 예측 부호화를 위한 확장된 참조 VOP
 Fig. 6. Extended reference VOP for B-VOP predictive coding

IV. 실험결과 및 분석

실험은 Pentium III PC 상에서 Visual C++ 6.0을 이용하여 수행하였다. 실험영상으로는 720×576 크기의 "Chromakey" 스테레오 동영상과 640×480 크기의 "Standing man" 스테레오 동영상을 사용하였다. 그림 7의 (e)와 (f)처럼 각 영상의 형상정보에 따라 객체 단위로 부호화 하였다.

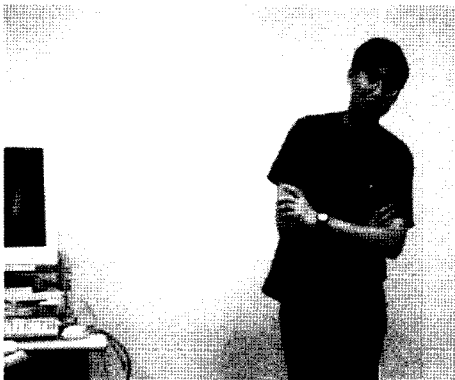
제안한 변이-움직임 벡터의 상관 관계를 이용한 기법을 B-VOP에 적용하여 움직임 벡터와 변이 벡터만 가지고 복원한 영상과 스테레오 동영상 구조로 확장했을 때의 실험 결과를 기존 방식과 비교·평가하였다.



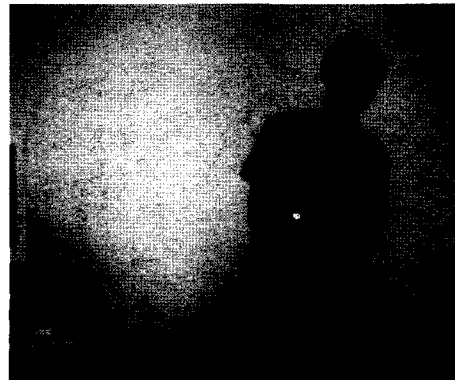
(a) "Chromakey" 좌영상



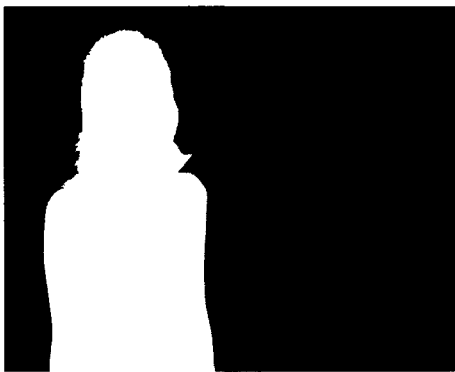
(b) "Chromakey" 우영상



(c) "Standing man" 좌영상



(d) "Standing man" 우영상



(e) "Chromakey" 우영상의 형상정보



(f) "Standing man" 우영상의 형상정보

그림 7. 실험에 사용된 스테레오 동영상(첫번째 영상)

Fig. 7. Original stereoscopic test sequences (first image)

1. 변이-움직임 벡터의 상관관계를 이용한 변이 벡터 추정/보상기법의 성능평가

제안한 객체 기반 변이-움직임 벡터의 상관관계를 이용하여 변이 벡터를 추정한 결과와 기존의 직접 변이 벡터

추정 방식에 대하여 객관적 화질 평가와 부호화 성능을 비교하였다.

변이와 움직임 벡터 추정 시 블록 크기는 8×8, 16×16 크기를 사용하여 MPEG-4에서 SAD에 따라 선택적 블록 크기로 추정하였다. 탐색 범위는 변이 추정의 경우는 수평

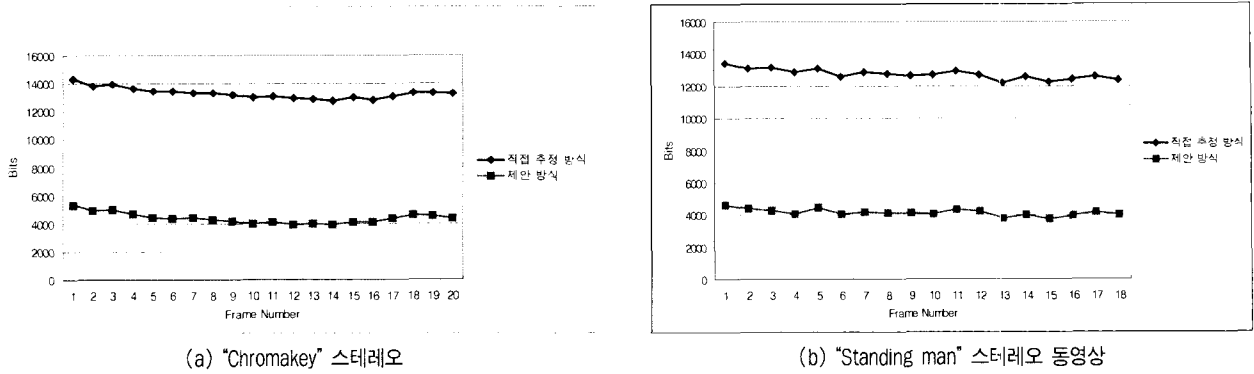


그림 8. 비트량 비교결과
Fig. 8. Comparison on the number of bits

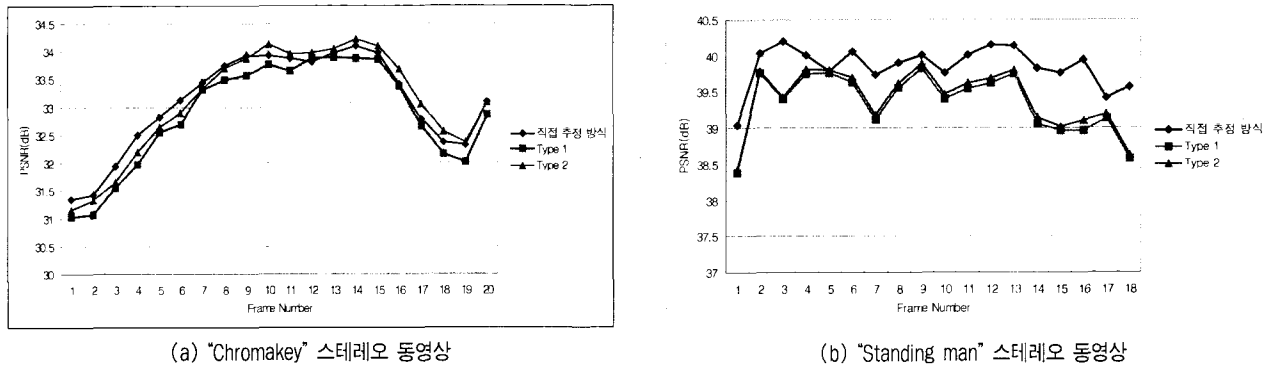
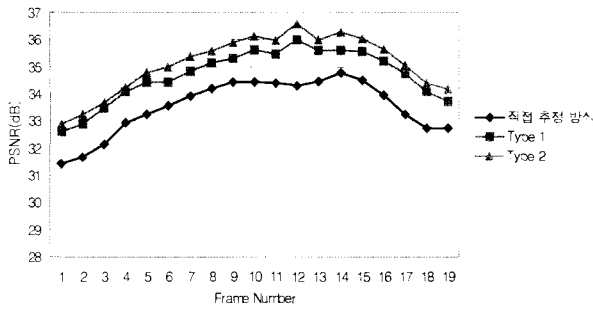


그림 9. PSNR 비교 결과
Fig. 9. Comparison on PSNR

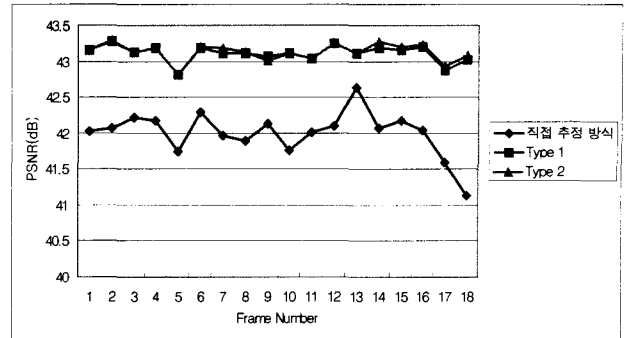
방향으로 -32~32, 움직임 추정의 경우는 수직 및 수평 방향으로 -16~16의 범위 내에서 실험하였다. 그리고 움직임 및 변이 벡터들은 MPEG-4 차분 벡터 가변장 부호화 (VLC : Variable Length Coding)를 사용하였고, 차영상 부호화는 MPEG-4 차영상 부호화 방식을 사용하였다.

본 논문에서는 좌영상을 이전 시간의 움직임 벡터와 같은 시간대의 변이 벡터를 제안 방식으로 구한 벡터로 복원 하였을 때를 타입 1이라 정의하였고, 타입 2는 3-3절에서 언급한 B-VOP 복원 방식을 적용한 것이다. 제안 방식에서는 변이-움직임 벡터의 상관관계를 이용하여 영상을 복원 하였으므로, 변이 벡터를 부호화 할 필요 없이 움직임 벡터만을 부호화하여 전송하기 때문에 발생하는 비트량을 감소시킬 수 있다. 그림 8은 B-VOP에서 발생하는 움직임과 변이 벡터 비트량을 비교한 것으로 차영상 부호화 없이 직접 추정 방식과 제안 방식의 비트량의 결과를 나타낸다. 직접 추정 방식과 비교해 볼 때 "Chromakey" 스테레오 동영상은 평균 8873비트, "Standing man" 스테레오 동영상은 8584

비트가 감소되었다. 그림 9는 그림 8과 같이 움직임과 변이 벡터만을 가지고 보상한 B-VOP의 객관적 화질을 비교한 것이다. "Chromakey" 스테레오 동영상의 경우, 타입 1은 직접 추정 방식으로 보상했을 때보다 평균 0.23dB 정도로 PSNR의 손해가 있었으나 타입 2는 평균 0.004dB 향상되었다. 타입 1에서 제안 방식의 PSNR이 직접 추정 방식보다 감소한 이유는 제안 방식은 직접 추정 과정을 거치지 않고 후보 벡터들을 이용하여 복원하였기 때문으로 분석된다. 타입 2일 경우 제안 방식이 첫 번째 VOP에서 아홉 번째 VOP까지 직접 추정한 방식보다는 PSNR이 감소하지만, 그 이후 VOP에서는 PSNR이 좀더 높게 나왔기 때문에 스테레오 동영상의 평균 PSNR이 향상된 것이다. "Standing man" 스테레오 동영상의 경우, 타입 1은 0.52dB, 타입 2는 0.46dB 정도 감소하였고, 타입 2를 적용하였을 때에 타입 1에 비해 성능 향상이 거의 나타나지 않았다. 그 이유는 "Standing man" 스테레오 동영상이 좌·우 영상의 변이가 크고, 평행식 카메라에서 획득한 영상이지만, 카메라의 미



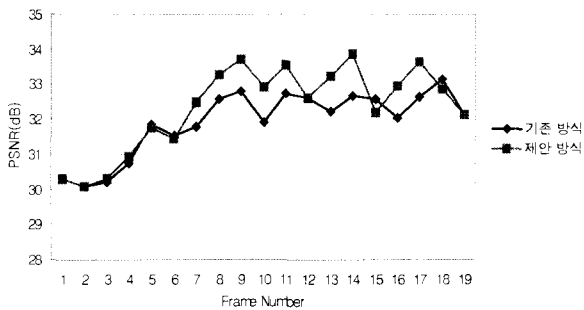
(a) "Chromakey" 스테레오 동영상



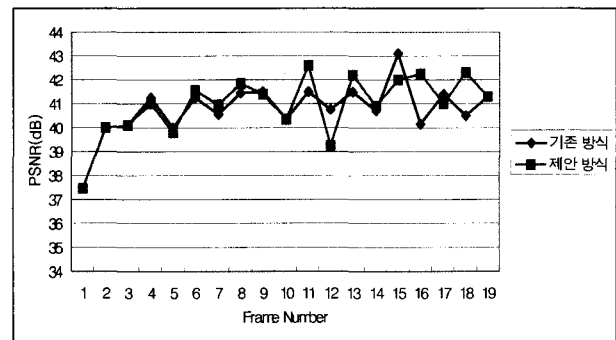
(b) "Standing man" 스테레오 동영상

그림 10. 동일 비트율에서의 PSNR 비교 결과

Fig. 10. Comparison on PSNR at a same bit rate



(a) "Chromakey" 스테레오 동영상



(b) "Standing man" 스테레오 동영상

그림 11. 객체 기반 스테레오 동영상 부호화기의 성능 평가 (2Mbps)

Fig. 11. Comparison on PSNR in object based stereo sequence coder

세 조정 문제로 수직 변이 벡터가 존재하기 때문에 변이-움직임 벡터의 상관관계를 적용하여 구한 벡터의 신뢰성이 많이 감소된 것으로 분석된다.

그림 10은 동일 비트율에서 제안 방식과 기존의 직접 추정 방식의 PSNR을 비교한 결과이다. "Chromakey" 스테레오 동영상일 경우에는 각 프레임마다 0.17bpp, "Standing man" 스테레오 동영상일 경우에는 0.27bpp에서 비교하였다. 이때 각각의 압축율은 각각 47:1과 30:1에 해당한다. "Chromakey" 스테레오 동영상에 타입 1을 적용하였을 경우 평균 PSNR이 1.15dB, 타입 2에서는 1.57dB 정도 향상되었고, "Standing man" 스테레오 동영상일 경우에는 타입 1에서는 1.1dB, 타입 2에서는 1.12dB 정도 성능이 개선되었음을 확인하였다.

한편, 연산 시간을 계산하였을 때 연속되는 스테레오 동영상, 즉 네 개의 VOP 부호화시 한 VOP는 별도의 벡터 추정 과정 없이 변이 벡터를 구할 수 있기 때문에 연산 시간이 감소되었다. 이때 직접 추정 방식을 적용했을 때 연산

시간은 1246msec 였지만, 제안 방식에서는 831msec 정도로 소요되었다. 따라서 제안 방식은 같은 PSNR에서 연산 시간 및 비트량 측면에서 이득을 얻을 수 있었다.

2. 객체 기반 스테레오 동영상 부호화기에의 성능평가

본 절에서는 제안한 객체 기반 스테레오 동영상 부호화기의 성능 평가를 기존 방식과 비교·분석한다. 제안 방식을 그림 5와 같은 스테레오 동영상 부호화기에 적용하였다. 기존 방식으로는 그림 1의 예측 구조에 적용한 스테레오 동영상 부호화기를 사용하였다.

그림 11(a)는 "Chromakey" 스테레오 동영상과 그림 11(b) "Standing man" 스테레오 동영상을 2Mbps로 부호화한 결과를 나타낸다. 제안 방식 "Chromakey" 스테레오 동영상일 경우는 평균 0.41dB, "Standing man" 스테레오 동영상의 경우는 평균 0.18dB 향상되었다. 그러나 그림 11(a)에

서 15번째 VOP와 그림 11(b)의 12번째 VOP에서는 제안 방식이 기존 방식보다 성능이 낮게 나왔다. 이는 비트율 제어시 제안방식의 절약된 벡터 비트량을 적절히 처리하지 못하여 각 프레임마다 비트량의 할당이 고르게 이루어지지 않았기 때문이다. 이로 인해 그림 11과 같이 제안방식은 기존방식에 비해 PSNR의 변화가 심하게 나타났다.

V. 결 론

본 논문에서는 객체 기반 3차원 동영상에 대해 변이-움직임 벡터의 상관관계를 이용하여 별도의 추정 과정 없이 변이 벡터를 구하는 방법과 이를 이용한 스테레오 동영상 부호화기를 제안하였다. 제안 방식은 시간적으로 연속되는 스테레오 영상에서 이전 시간의 한 쌍의 프레임과 현재의 한 쌍의 프레임에 대해 한 개의 변이 벡터와 좌·우 영상에 대한 움직임 벡터는 블록 정합 방식으로 벡터를 구하고, 나머지 한 개의 변이 벡터는 변이-움직임 상관관계를 이용하여 추정과정 없이 벡터를 구하게 된다. 그러나 직접 추정하지 않고 얻은 벡터는 신뢰성이 떨어지므로, 보다 신뢰성 있는 벡터를 구하기 위해 변이와 움직임 벡터에 벡터 평활화를 수행하였다. 이러한 방식으로 구한 변이 벡터는 직접 추정하여 구한 벡터에 비해 유사한 화질에서 벡터 비트량을 절약하고, 동일 비트율에서 높은 화질을 유지할 수 있었다. 한편, 동영상 부호화에서 대부분의 부호화 방식인 B-VOP 예측 부호화 시 기존 방식처럼 이전 시간 프레임과 현재 시간의 오른쪽 프레임 즉, 두 개의 프레임만 가지고 보상을 하지 않고, 변이-움직임 벡터의 상관 관계를 이용하여 추정 과정 없이 이전 시간의 오른쪽 또는 왼쪽의 참조 VOP를 가지고도 보상하여, 화질을 향상시킬 수 있었다. 또한, 제안 방식을 객체 기반 스테레오 동영상 부호화기에 적용했을 때 기존의

방식에 비해 동일 비트율에서 객관적으로 높은 화질을 유지할 수 있었다.

향후 연구로는 제안 방식을 동영상 부호화기에 적용했을 때 비트량에 대한 정확한 제어가 이루어지지 않았기 때문에, 보다 효율적인 비트율 제어와 다시점 동영상 부호화의 확장에 대한 연구가 이루어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] A. Tamtaoui and C. Labit, "Constrained disparity and motion estimators for 3DTV image sequence coding," *Signal Processing : Image Comm.*, Vol. 4, pp. 45-54, Nov. 1991.
- [2] A. Puri and B. G. Haskell, "Multiview Profile Proposal for Discussion in MPEG-2 Multiview Ad Hoc," *ISO/IEC JTC1/SC29/ WG11 Doc. MPEG95/254*, Jul. 1995.
- [3] A. Thomo, I. Kamalatos and M.G. Strintzis, PANORAMA Deliverable WP 1.4 AC092/UT/DS/025, Image Analysis Reference System, Final Result, Oct. 1998.
- [4] "MPEG-4 Video Verification Model Version 11.0," *ISO/IEC JTC1/SC29/WG11*, Ad hoc group on MPEG-4 VM editing, Mar. 1998.
- [5] S. Malassiotis and M. G. Strintzis, "Joint motion/disparity MAP estimation for stereo image sequences," *Proc. IEEE Vision, Image and Signal Processing*, Vol. 143, No. 2, Apr. 1996.
- [6] Patras, N. Alvertos and G. Tziritas, "Joint disparity and motion field estimation in stereoscopic image sequences," *Proc. IEEE the 13th International conference on Pattern Recognition*, Vol. 1, pp. 359-363, 1996.
- [7] A. Murat Tekalp, "Digital Video Processing," Prentice-Hall, 1995.
- [8] 유정열, 임정은, 손광훈, "변이-움직임 동시추정을 이용한 스테레오 동영상 부호화 기법", *제11회 신호처리 협동학술대회 논문집*, 제14권, 제1호, pp. 345-348, 2001.
- [9] Luciano Alparone, Mauro Barni, Franco Bartolini and Leonardo Santurri, "An Improved H.263 Video Coder Relying on Weighted Median Filtering of Motion Vectors," *IEEE Transactions on Circuits System for Video Technology*, Vol. 11, No. 2, pp. 235-240, Feb. 2002.

저 자 소 개



박 찬 회

- 2000년 : 한성대학교 전산학과 공학사
- 2002년 : 연세대학교 전기전자공학과 공학석사
- 주관심분야 : 3차원 영상처리, 영상 압축



손 광 훈

- 1983년 : 연세대학교 전자공학과 공학사
- 1985년 : University of Minnesota, MSSE
- 1991년 : North Carolina State University, Ph.D
- 1993년 : 한국전자통신연구원 선임연구원
- 1994년 : Georgetown University, Post-doctor fellow
- 1995년~현재 : 연세대학교 전기전자공학과 부교수
- 주관심분야 : 3차원 영상처리, 영상 통신