

# B-프레임 움직임 벡터 재사용을 이용한 혼성비디오 부호변환기

A Heterogeneous Video Transcoder employing Motion  
Vector Reuse methods for B-pictures

---

최정일, 김인철 · 서울시립대학교 전자전기컴퓨터공학부  
남제호 · 전자통신연구원 방송미디어연구부

Jeong-Il Choi, Rin-Chul Kim · Dept. of Electrical and Computer Eng., University of Seoul  
Jeho Nam · ETRI

---

## 요약

본 논문은 MPEG-21 디지털 아이템 적응의 핵심 기술 중 하나인 혼성 비디오 부호변환에 관해 고찰한다. 부호변환기를 복잡도 측면에서 효율적으로 구현하기 위해서는 움직임 벡터 재사용 기법이 반드시 필요하나, 기존의 방법들은 P-picture만을 위한 움직임 벡터 재사용 기법을 채용하고 있다. 본 논문에서는 B-picture를 위한 두가지 움직임 벡터 재사용 기법을 제안한다. 제안한 기법을 사용함으로써 I/B/P picture 양식으로 부호화되는 MPEG 비트열로 부호변환이 가능하게 된다. 컴퓨터 실험을 통해 본 논문에서 제안한 방법은 부호 변환기의 성능을 일정 범위 내로 보존하면서도, 계산 효율을 크게 향상시킬 수 있음을 보인다.

## ABSTRACT

This paper deals with heterogeneous video transcoding, which is one of key technologies for the MPEG-21 digital item adaptation. It is noted that motion vector reuse is necessarily required for computationally efficient implementation of the transcoder. But conventional transcoder employs the motion vector reuse methods only for P-pictures. In this paper, we propose two new motion vector reuse method for B-pictures. By using the proposed methods, we can produce the MPEG bitstream, which is encoded in a I/B/P picture mode. Computer simulation results show that the proposed methods can reduce the computational burden of the transcoder significantly, while allowing only a small amount of performance degradation.

## I. 서론

최근에, 인터넷 사용이 급격히 증가하고, 멀티미디어 및 저장장치에 관계된 기술들이 심도있게 연구되고 있다. 그러나, 진정한 멀티미디어 시대를 앞당기기 위해선 해결해야 할 몇가지 사안들이 남아있다.

그 중, 유무선 네트워크를 통한 멀티미디어 콘텐츠의 전달과 소비를 위한 프레임워크 개발은 멀티미디어 서비스를 위해 반드시 필요하므로, 가장 시급히 해결해야될 사안 중의 하나이다. MPEG-21[1]은 이러한 멀티미디어 프레임워크를 정의하고자 하는 대표적인 노력 중의 하나이다. MPEG-21의 목표는 다양한 네트워크 환경과 단말에 있어서 투명하고 통합적으로 멀티미디어 자원을 이용할 수 있도록하는 것이다. 그리고, 요구되는 기능들을 분석하고, 그 중 아직 정의되지 않은 기능들을 새로이 정의하려는 것이다. MPEG-21에서 멀티미디어 자원을 포함한 모든 형태의 디지털 정보를 식별 가능한 디지털 객체들로 표현하고 이를 DI(digital item)라고 정의한다. MPEG-21은 현재 표준화작업이 진행되고 있는데, 7번째 부분인 DIA(digital item adaptation)[2] 표준화 작업이 마무리 단계에 와있다. DIA에서는 입력된 DI를 사용자에게 적합하게 적응시켜 제공할 수 있도록, 단말기와 네트워크의 특성, 사용자 선호도를 포함하는 사용환경을 기술한다.

본 논문은 MPEG-21 DIA를 구현하기 위한 핵심적인 기술의 하나인 비디오 부호변환(transcoding) 기법을 다룬다. 비디오 부호변환에서는 사용 환경 정보를 참조하여 입력된 비디오 자원의 시공간 해상도, 비트율(bit rate), 비트열 형식(bitstream syntax) 등을 수정하여, 사용자에게 보다 편안한 형태로 비디오 자원을

변환한다. 이를 위해서는 압축된 비트열(bitstream)로 표현된 비디오 자원을 복호화(decoding)하고, 사용 환경 정보에 따라 수정한 다음, 다시 사용자에게 적합한 비트열로 부호화한다.

DIA가 요구되는 환경의 대표적인 사례는 다음과 같이 지상파 HDTV 방송 혹은 위성 방송 등 디지털 방송을 이동 단말기에서 시청하고자 하는 데서 찾아볼 수 있다. 디지털 방송은 일반적으로 MPEG-2 복호기를 내장한 TV 혹은 settop box를 통해 시청할 수 있으나, 필요에 따라 이동 중에 노트북, PDA등 이동 단말기를 통해 그 정보를 접근할 수도 있다. 현재 이동형 단말기들은 멀티미디어 정보에 적합한 MPEG-4 규격을 채택하고 있으며, 이동형 단말기들은 계산 능력의 한계, 네트워크 접속시 대역폭의 제한 등 사용환경의 다양성으로 인해 디지털 방송을 직접 수신하여 처리하기 어려울 수도 있다. 이때 디지털 방송과 이동 단말기 사이에 부호변환 기능을 포함하는 DIA(digital item adaptation) 서버[2]를 설치한다면, 양자간에 보다 효율적인 정보 교환을 도모할 수 있을 것이다.

이때, 복호화된 비디오 자원을 단순히 부호화한다면, 부호변환 복잡도가 지나치게 높아지게 된다. 이러한 단점을 해결하기 위해 입력 비트열에 포함된 정보들을 재사용할 수 있는 방법들에 대하여 많은 연구가 이루어져 왔다. 대표적인 예가 DCT(discrete cosine transform) 영역에서 공간 해상도 감축 방법[3]과 움직임 벡터의 재사용[4-6] 등이다. 이 가운데, 비디오 부호화의 복잡도는 주로 움직임 벡터를 찾는 움직임 추정에 기인하므로, 효율적으로 움직임 벡터를 재사용하는 방법을 모색하는 것이 매우 중요하다. 특히, 고해상도 영상을 저해상도 영상으로 변환할 때 동일 영역을 표현하는 여러 개의 움직임 벡터들

이 존재하게 되는데, 이 가운데 적합한 움직임 벡터를 추정하는 방법들이 제시되어 있다.

그러나, 이러한 방법들은 모두 전방향 움직임 벡터(forward motion vector)만을 사용하는 P-picture에 대한 움직임 벡터 재사용 방법들에 관한 것으로, 전방향 뿐만 아니라 후방향 움직임 벡터(backward motion vector)도 고려해야 하는 B-picture에 대한 방법들은 제시되지 않았다.

본 논문에서는 디지털 방송 등에서 제공되는 고해상도 영상을 PDA와 같은 이동 단말기에서 표현할 수 있는 저해상도 영상으로 변환하는 혼성 비디오 부호변환기법(heterogeneous video transcoding)(4)에 대하여 고찰한다. 먼저, 혼성 부호변환의 복잡도를 분석하여, 효율적인 비디오 부호변환을 위해서는 움직임 벡터의 재사용이 필수적으로 요구됨을 확인한다. 그리고, 기존의 방법들에서 제시된 I- 혹은 P-picture에 대한 움직임 벡터 재사용 방법[4-6]을 확장하여 B-picture에 적용할 수 있는 움직임 벡터 재사용 방법 2가지를 제안한다. 본 논문에서 제안한 방법을 사용한다면, I/B/P구조로 구성되는 MPEG 표준을 준수하는 혼성 비디오 부호변환기를 구현할 수 있을 것이다.

## II. 혼성 비디오 부호변환

### 1. 부호변환기

비디오 부호변환(4)이라 함은 비디오 비트열의 비트 조작을 통해 정보의 형식을 변환하고 재구성하는 것을 의미한다. 부호변환 방법은 입력된 비트열과 동일한 형식의 비트열로 변환하는 동종 부호변환(homogeneous transcoding)과, 입력된 비트열과 다른 형식의 비트열로 변환하는

혼성 부호변환으로 구분할 수 있다(4). 예를 들어, 비트열의 형식을 유지하면서 비디오의 시공간 해상도, 비트율 등의 매개변수들을 변경하는 것은 동종 부호변환에 해당되고, 비디오 비트열의 형식과 비디오의 시공간 해상도 등의 매개변수들을 사용자의 요구에 따라 변화시키는 것은 혼성 부호변환에 해당된다.

본 논문에서 고려하는 혼성 비디오 부호변환기는 기본적으로 복호기, 적응 엔진, 그리고 부호기가 직렬 연결된 구조로 구현될 수 있다. 이러한 구조에서는 복호기에서 비트열을 복호화하고, 적응 엔진에서 비디오를 사용환경 정보에 따라 수정한 다음, 사용자가 요구하는 비트열로 다시 부호화한다. 그러나, 이 방법에서는 복호화와 부호화에 요구되는 모든 동작을 수행하므로, 계산 복잡도가 지나치게 높아진다는 단점이 있다. 이러한 단점은 부호기에서 복호된 정보를 재사용함으로써 해결할 수 있다. 특히, 가장 높은 계산 복잡도를 가지는 움직임 추정을 효율적으로 하기 위해 복호기에서 복원한 움직임 벡터를 부호기에서 재사용하는 방법이 절실히 요구된다.

만약 공간 해상도가 바뀌지 않는다면, 비디오 부호변환기에서 움직임 벡터의 재사용은 매우 용이하다. 그러나, 공간 해상도가 낮아지는 부호변환에서는 복호된 영상의 매크로블록 개수와 공간 해상도가 감소된 영상의 매크로블록 개수가 일치하지 않아, 여러개의 움직임 벡터로부터 적합한 움직임 벡터를 추정하여야 한다. 즉, MPEG 비디오 부호화 및 복호화에서 매크로블록의 크기는 항상  $16 \times 16$ 로 고정되어 있으므로 영상의 공간 해상도에 따라 서로 다른 매크로블록 개수를 가지며, 동시에 움직임 벡터 개수 역시 달라지게 된다. 예로써, CIF영상에서 QCIF로의 혼성 비디오 부호변환에서 움직임 벡터를 재사용하고자 할 경우, 매크로블록의 개수는  $22 \times 18$ 로부터  $11 \times 9$ 로

감소되며, 여기서 인접한 4개의 매크로블록이 포함하고 있는 움직임 벡터 중 어떤 움직임 벡터를 QCIF의 움직임 벡터로 사상할 것인가 하는 문제가 생긴다.

## 2. 움직임 벡터 재사용

해상도가 감소되는 부호 변환을 위한 움직임 벡터 재사용기법들로는 Euclidean distance를 이용한 MEDIAN 기법[4], 인접한 벡터들의 평균값[4,5,7]과 임의의 벡터를 사용[5,7]하는 방법 등이 있다. 이 가운데 MEDIAN 기법의 성능이 가장 우수한 것으로 알려져 있다.

Euclidean distance를 이용한 MEDIAN 기법[4]에서는 인접한 네 개의 P-picture 움직임 벡터를  $V = \{v_1, v_2, v_3, v_4\}$ 라고 할 때, 다음 식에서 보인 바와 같이

$$d_i = \sum_{m=1, m \neq i}^4 \|v_m - v_i\|, \quad (1)$$

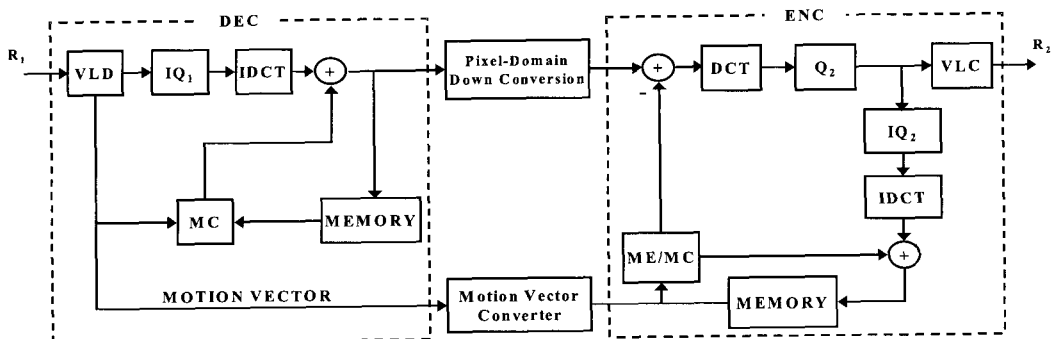
각 벡터에 대하여 다른 벡터와의 거리를 합산하고, 다음과 같이 가장 작은 거리를 보이는 벡터를 MEDIAN 기법의 결과값으로 정의한다.

$$med(V) = v_k \in V \text{ such that } d_k = \min d_i \quad (1) (2)$$

그런 다음, 공간 해상도 감소만큼 크기를 조정하고, MEDIAN 기법의 결과 값 근방에서 국부 검색을 하여 재사용되는 움직임 벡터의 정확도를 높인다[4,6]. 이때, 재추정의 복잡도를 고려할 때, 검색영역이 0.5 화소일 때 최상의 성능을 나타낸다[1].

## III. 제안한 방법

전 절에서 살펴본 바와 같이 움직임 벡터 재사용을 고려한 혼성 비디오 부호변환기의 구조는 [그림 1]과 같은 구조를 가진다. [그림 1]에서는 공간 해상도가  $R_1$ 인 영상에 대한 비트열을 입력



DCT: discrete cosine transform  
 IDCT: inverse discrete cosine transform  
 ME: motion estimation  
 MC: motion compensation  
 Q: quantization  
 IQ: inverse quantization  
 VLC: variable length coding  
 VLD: variable length decoding  
 DEC: decoder  
 ENC: encoder

(그림 1) 부호변환기의 블록선도  
 (Fig. 1) A block diagram of the transcoder

받아 공간 해상도가  $R_2$ 인 영상에 대한 비트열을 출력하는 비디오 부호변환기이다. 본 논문에서는  $R_1$ 은 CIF급인 공간 해상도인  $352 \times 288$ 로, 그리고  $R_2$ 는 QCIF급 공간 해상도인  $176 \times 144$ 로 가정하고, 입력 비트열은 방송용으로 널리 사용되는 MPEG-2로 하고, 출력 비트열은 멀티미디어 단말기에 사용되는 MPEG-4로 가정한다. 먼저, [그림 1]의 변환부호기에서는 입력 비트열을 복호화하여 복원된 영상을 얻는다. 화소 영역 변환(pixel domain conversion)에서는 복원된 영상에 대해 공간 해상도 조정과 사용환경 정보에 따른 변환을 수행하게 되는데, 본 논문에서는 공간 해상도 조정 기능만을 수행한다. 움직임 벡터 변환기(motion vector converter)에서는 복호기의 VLD(variable length decoding)에서 얻은 움직임 벡터를 입력받아, 움직임 벡터 재사용 기법을 사용하여 적용된 영상에 적합한 움직임 벡터를 추정한다.

마지막으로 부호기에서는 화소 영역 변환으로부터 입력받은 영상을 사용자가 요구하는 비트열 양식으로 부호화하여 출력한다. 이때, 움직임 보상 시, 움직임 벡터 변환기로부터 입력된 움직임 벡터 근방 반화소 영역 내에서 움직임 벡터를 재추정하여 사용한다. 움직임 벡터 재사용은 움직임 벡터의 종류 및 개수가 I-/P-/B-picture에 따라 달라지는데, 이러한 부분에 대하여 지금부터 구체적으로 살펴보겠다. 단, I-picture인 경우 picture 내의 정보만을 이용하여 부호화하므로, 여기서 고려하지 않는다.

## 1. P-picture 부호 변환

P-picture의 경우, 모든 매크로블록들은 부호화 모드에 따라 전방향 움직임 벡터를 선택적으로 가지고 있다. 즉, 인접한 움직임 벡터들은 모

두 시간축 상의 동일한 방향과 동일한 거리에서 표현된 것이다. 그러므로, 움직임 벡터 변환기는 복호기의 VLD로부터 입력된 매크로블록의 움직임 벡터들에 대해 제 II. 2절에서 설명한 기법들 중에서 최상의 성능을 보인 Euclidean distance를 이용한 MEDIAN기법을 적용한다. 또한, 움직임 벡터 변환기는 MPEG-4에서 지원되는  $8 \times 8$  블록 움직임 벡터로의 부호화를 지원하기 위해서 입력된 P-picture의 모든 움직임 벡터를  $1/2$  스케일링하여 부호기로 전송한다.

부호기로 전송된 움직임 벡터 중  $16 \times 16$  매크로블록에 해당하는 움직임 벡터는 반화소 영역에 대한 움직임 추정을 하며,  $8 \times 8$  블록에 해당하는 움직임 벡터는 움직임 추정을 하지 않는다. 이렇게 해서 얻어진 매크로블록의 움직임 벡터를 사용했을 때의 오차와, 네 개의  $8 \times 8$  블록 움직임 벡터를 사용했을 때의 오차를 비교해서 오차가 작은 쪽으로 매크로블록의 타입이 정해진다.

그리고, 움직임 벡터 변환기는 복호된 움직임 벡터가 속하는 매크로블록 타입의 종류 및 각 종류별 개수에 따라 예외 처리를 둔다. 인접한 4개의 매크로블록 타입 중 INTRA가 2개 이상일 경우 움직임 벡터 변화기의 결과로서 'zero' 벡터를 전송하며, SKIP일 경우가 2개 이상 시에도 움직임 벡터 변환기는 그 결과로서 'zero' 벡터를 전송한다. INTRA 또는 SKIP 타입이 1개인 경우에는 'zero' 벡터를 MEDIAN 기법의 후보자 벡터로 취해 그 결과를 전송한다.

## 2. B-picture 부호 변환

기존의 제시된 혼성 부호변환기법들은 입력된 비디오 비트열의 B-picture에 대해서 부호변환 과정을 거치지 않으며 생략한다[4-6]. 그러므로, 기존의 방법을 통한 혼성 부호변환의 결과는 I-

/P-picture만으로 구성되므로, 이로 인해 비디오의 품질 저하가 뒤따른다. 본 논문에서는 B-picture에 대한 부호변환 및 움직임 벡터의 재사용을 고려한다. B-picture에서는 이전 영상을 기준으로 현재 영상의 움직임을 추정한 전방 움직임 벡터와 이후 프레임을 기준으로 현재 프레임의 움직임을 추정한 후방 움직임 벡터를 모두 구한다. 그런 다음, 각 움직임 벡터들을 사용하였을 때 움직임 보상의 효율성을 측정하여 매크로블록의 부호화 모드에 따라 해당 매크로블록에 대해 전방 및 후방 움직임 벡터 전부 혹은 일부를 사용하여 부호화한다. 따라서, B-picture의 매크로블록은 부호화 모드에 따라 0~2개의 움직임 벡터를 가지게 된다.

본 논문에서 고려하는 CIF 영상에서 QCIF 영상으로 부호변환 할 때는 인접한 4개의 동일한 방향의 움직임 벡터를 조합하여 현재 매크로블록에 대한 움직임 벡터를 결정해야 한다. 그러나, B-picture에서는 동일한 방향의 인접한 4개의 움직임 벡터가 모두 제공된다는 보장이 없다. 이러한 경우, P-picture에 적용한 움직임 벡터 재사용 기법을 단순 적용한다면 성능을 보장하기 어렵다. 따라서, 제공되지 않는 움직임 벡터를 대신할 수 있는 적절한 후보 벡터를 추정하고, 후보 움직임 벡터를 포함하여 현재 매크로블록에 대한 움직임 벡터를 얻는다면 보다 효과적으로 움직임 벡터 재사용이 가능할 것이다.

본 논문에서는 제공되지 않는 움직임 벡터에 대한 후보 벡터 추정방법에 따라 후보 벡터로 'zero' 벡터를 이용하는 MEDIAN-B1 기법과 다른 방향의 움직임 벡터로부터 후보 벡터를 추정하는 MEDIAN-B2 기법을 제시한다.

### 1) MEDIAN-B1 기법

이 방법에서는 동일한 방향의 인접한 네 개의

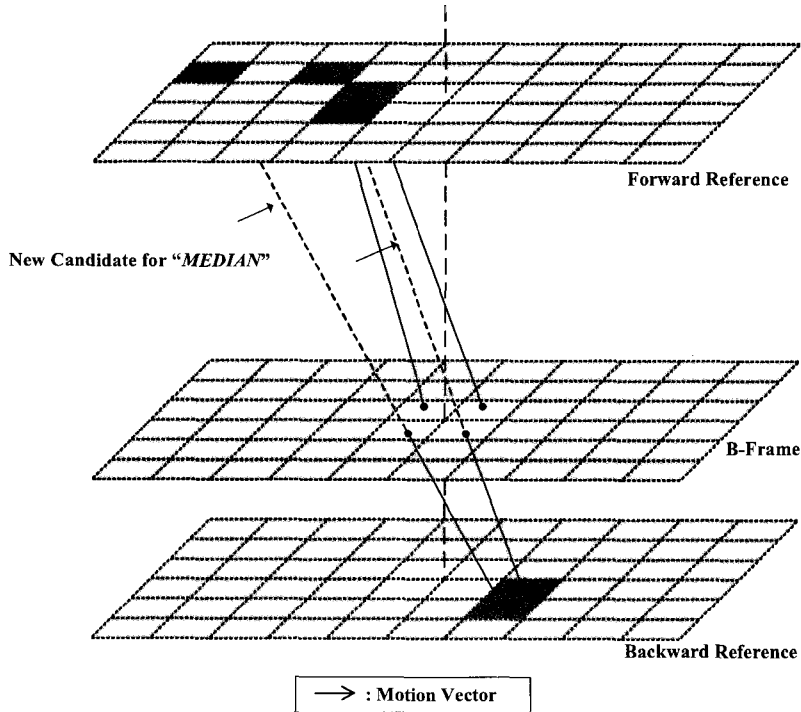
움직임 벡터들 중에서 입력 비트열에서 제공되지 않는 움직임벡터는 'zero' 벡터로 그 값을 대체하는 것이다. 'zero' 벡터는 움직임이 없다는 것을 나타내는 것으로, 정지 영상 혹은 복잡한 움직임을 가진 영상에 대해 적절한 후보 벡터로 작용할 것이다.

이에 대한 구현방법은 다음과 같다. MPEG-2 복호기로 입력된 비트열로부터 B-picture를 복호하는 동시에 그에 해당하는 움직임 벡터를 움직임 벡터 변환기로 입력한다. 움직임 벡터 변환기에서는 인접한 4개의 움직임 벡터를 전방향 및 후방향 각각에 대해 아래에서 설명하는 방법에 따라 한 개의 움직임 벡터로 변환하여 MPEG-4 부호기에 전송한다. 전송된 움직임 벡터는 0.5 화소영역에 대한 움직임 추정을 통해 최적의 움직임 벡터로 변환도록 한다.

움직임 벡터 변환기에서는 입력된 4개의 움직임 벡터에 기본적으로 식 (1)의 MEDIAN 기법을 적용하며, 구하고자 하는 방향의 벡터가 존재하지 않을 때, 그 값을 'zero' 값으로 대체하여 MEDIAN 기법을 적용한다. MEDIAN 기법이 적용된 움직임 벡터는 해상도의 감소를 고려하여 스케일링한다. 그리고, 예외 처리로서 매크로블록이 SKIP, 또는 INTRA타입일 경우에도 마찬가지로 'zero' 값으로 대체하며, 그 대체한 경우의 개수가 2개 이상일 경우 움직임 벡터 변환기는 MEDIAN기법의 적용 없이 그 결과로서 'zero' 벡터를 전송도록 한다.

### 2) MEDIAN-B2 기법

이 방법은 입력된 동영상의 시간상 해상도가 충분히 높다면, 각 프레임에서의 움직임은 서로 유사하다는 특성을 이용한 것이다. 이러한 때, 움직임은 시간 방향으로 선형적인 관계로 설명되며, 이를 이용하여 구하고자 하는 시간축 방향으



[그림 2] MEDIAN-B2 기법에서의 움직임 벡터 외분

[Fig. 2] Motion vector extrapolation in the MEDIAN-B2 method

로의 움직임 벡터를 찾아내는 것이다.

이 방법에서는 인접한 네 개의 움직임 벡터 중 입력 비트열에서 제공되지 않는 움직임 벡터를 시간 방향 외분으로 얻은 후보 움직임 벡터로 대체한다. 그런 다음, 후보 움직임 벡터를 포함하여 식 (1)의 MEDIAN 기법을 이용하여 현재 매크로블록에 대한 움직임 벡터를 얻는다. 예를 들어, [그림 2]에 제시한 바와 같이 전방향 움직임 벡터를 구하고자 할 경우, 인접한 매크로블록 중 후방향 움직임 벡터만이 있는 매크로블록에 대해, 이 벡터에 대한 역 방향 연장선상에서 기준 프레임과의 시간상의 거리에 비례한 외분값을 산출하여, 후보 움직임 벡터로 취한다.

이에 대한 구현방법은 움직임 벡터 변환기에서의 과정을 제외한 MEDIAN-B1 기법과 동일하다. MEDIAN-B2 기법의 움직임 벡터 변환기에

서는 입력된 4개의 움직임 벡터에 기본적으로 MEDIAN 기법을 적용한다. 만약, 구하고자 하는 방향의 벡터가 존재하지 않는다면, 그 벡터의 역 방향 연장선상에서 기준 프레임과의 시간상 거리에 비례한 외분값을 산출하여, MEDIAN 기법의 후보 움직임 벡터로서 취한다. 그리고, 예외 처리로서 SKIP, INTRA 타입의 매크로블록 경우 'zero' 값으로 대체 하며, 그 대체의 경우 개수가 2개 이상일 경우 움직임 벡터 변환기는 그 결과로서 'zero' 벡터를 전송하도록 한다.

#### IV. 시뮬레이션

본 논문에서는 MPEG 소프트웨어 시뮬레이션 그룹의 MPEG-2 복호기[8]와 마이크로 소프트

웨어사의 MPEG-4 부호기(9)를 기본 모델의 수정을 거친 혼성 부호변환기를 제작하여 실험하였다. 실험의 동작 환경은 AMD-1.2GHz, 256Mbytes 사양의 PC이다. 실험을 위한 입력 비트열로는 ITU-R.BT.601형식에서 CIF로 변환된(10) 1.5Mbps 비트율을 갖는 MPEG-2 비디오 비트열을 사용하고, 이로부터 QCIF 크기 영상을 384Kbps 비트율을 갖는 MPEG-4 비트열로 출력한다.

### 1. 복잡도 비교

본 절에서는 제안된 부호변환기의 복잡도를 분석하기 위해, 복호화와 부호화 및 변환과정의 소요시간을 측정하였다. 먼저, 제안된 부호변환기의 성능 비교를 위한 기준으로 움직임 벡터 재사용 기법을 사용하지 않는 기본적인 혼성 부호변환기의 복잡도를 측정한다. 혼성 부호변환의 전체 소요시간은 MPEG-2 비디오 비트열 복호화 소요시간, 픽셀 계층에서의 해상도 감소에 걸리는 소요시간, 그리고, MPEG-4 비디오 비트열로의 부호화에 걸리는 시간으로 구성된다. 또한, 부호화에서 움직임 추정에 대한 소요 시간을 추가적으로 측정하였다. 여기서, 제안한 기법에서 움직임 추정이란 움직임 벡터 변환기로부터 전송된

매크로블록의 움직임벡터 근방에서 수행되는 반화소 영역에 대한 움직임 추정을 말하는 것이다.

〈표 1〉에 제시한 부호변환기의 복잡도를 살펴 보면, 기본적인 혼성 부호변환기에서는 검색 범위가 넓어짐에 따라 전체 부호변환 시간이 증가됨을 알 수 있으며, 그 증가는 움직임 추정과정 복잡도에 전적으로 기인하는 것을 확인 할 수 있다. 한편, 제안한 기법에서는 전체적인 부호변환 복잡도가 크게 개선됨을 알 수 있다. 예를 들어, 가장 작은 검색 영역을 적용하였을 때의 기본적인 부호변환기에 비해 제안한 방법은 약 37%의 복잡도만을 가진다. 또한, 제안된 방법의 복잡도는 검색영역의 크기에 관계없다는 것을 확인할 수 있어, 검색 영역이 커짐에 따라 제안한 방법의 복잡도는 큰 폭으로 향상된다. MEDIAN-B1, MEDIAN-B2 기법의 복잡도를 비교하면, B-프레임에 대해 제안한 두 가지의 움직임 벡터 재사용기법들에 대한 복잡도 차이는 거의 없음을 알 수 있다. 따라서, 움직임 벡터 재사용으로 비디오 부호변환의 복잡도를 감소시키고자 함은 타당한 것임을 알 수 있다.

### 2. 성능 평가

본 절에서는 cyclamen, bream, stefan 등 3 가지 실험 영상에 대해 제안한 부호변환기의 PSNR 측면에서의 성능을 고찰하고, 그 결과를 〈표 2〉에 제시하였다. 〈표 2〉에서는 ITU-R.BT.601 영상을 QCIF 크기로 변환한 영상과 부호변환기의 출력을 비교하여 PSNR을 측정하였다. 그리고, [그림 3]에서는 cyclamen 영상에 대해 기본적 혼성 변환기법, 제안한 MEDIAN-B1 및 MEDIAN-B2 방법으로 얻어진 영상들에 대한 프레임 별 PSNR을 도기한 것이다.

[그림 3]에 제시한 프레임별 PSNR 도표를 살

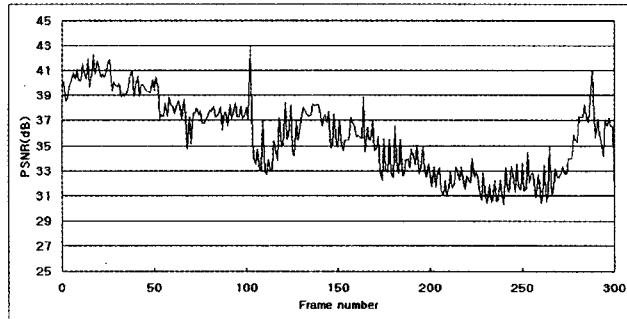
〈표 1〉 부호변환기의 복잡도(단위: msec/frame)  
 〈Table 1〉 Complexities of transcoders

	total	DEC	pixel	ENC(ME)
basic(4)	76	7	13	54 (22)
basic(8)	11	7	13	90 (58)
basic(16)	223	7	13	201 (169)
basic(32)	568	7	13	547 (516)
B1(16)	47	7	13	25 (3)
B2(16)	47	7	13	25 (3)

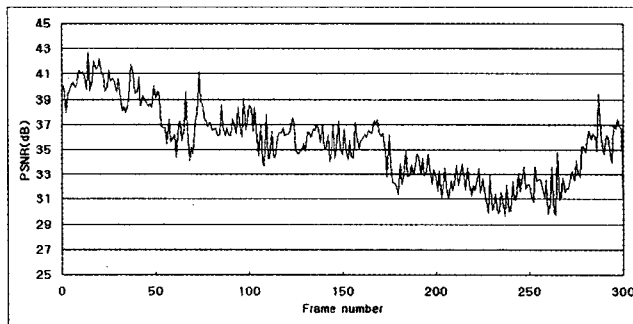


펴보면, 3가지 방법들이 유사한 성능을 보임을 알 수 있다. 구체적으로 살펴보면, 기본적인 부호 변환기는 평균 35.79dB의 성능을 보였고, MEDIAN-B1 기법은 35.48dB, 그리고, MEDIAN-B2 기법은 35.63dB로 측정되어, 기

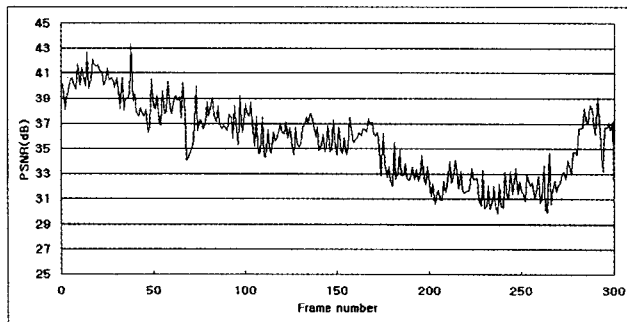
본적인 부호화기에 비해 각각 0.31dB 및 0.16dB 정도 성능이 저하됨을 알 수 있었다. 따라서, <표 1>에 제시한 복잡도 감소를 참조할 때 제안한 기법들은 비교적 우수한 성능을 유지함을 알 수 있다.



(a)



(b)



(c)

[그림 3] 부호변환기의 PSNR 성능: (a) 기본적인 기법, (b) MEDIAN-B1, (c) MEDIAN-B2

(Fig. 3) PSNR profiles by (a) basic transcoder, (b) MEDIAN-B1 method, (c) MEDIAN-B2 method

〈표 2〉 부호변환기의 PSNR 성능

〈Table 2〉 PSNR performance of the transcoders

		PSNR(dB)			
		I	B	P	평균
Cyclamen	basic	36.72	35.50	36.25	35.79
	B1	36.34	35.22	35.86	35.48
	B2	36.50	35.32	36.11	35.63
Bream	Basic	39.34	37.50	39.54	38.17
	B1	39.39	37.21	39.02	37.85
	B2	39.26	37.32	39.07	37.93
Stefan	Basic	30.88	29.37	30.57	29.80
	B1	30.11	27.93	29.64	28.55
	B2	30.13	27.97	29.63	28.57

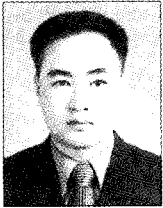
한편, 〈표 2〉에 제시한 bream, stefan 영상에 대한 결과를 살펴보면, 제안한 기법들은 평균 PSNR이 bream에 대해서 약 0.24 ~ 0.32dB, 그리고 stefan에 대해서 약 1.23 ~ 1.25dB로 나타났는데, 특히, stefan 영상에 대한 성능이 비교적 크게 저하됨을 알 수 있었다. 즉, 가장 좋은 결과를 나타내는 cyclamen의 경우, 화면 내 객체들의 각 움직임은 시간축의 인접한 프레임에 대해 일관성 있는 움직임을 보이는 것에 반해, 비교적 좋지 못한 결과를 보이는 stefan의 경우는, 화면 내 객체들의 급격한 움직임과 방향 이 전환 되는 프레임들이 다수 존재하기 때문에 시간축상의 움직임 벡터들이 일관성 있는 방향과 크기를 갖지 못하기 때문으로 판단된다.

## V. 결론

본 논문에서는, B-picture 부호변환에 적용될 수 있는 2가지 움직임 벡터 재사용 방법들을 제안한다. 첫번째로, MEDIAN-B1 기법에서는 전

송되지 않은 움직임 벡터에 대해서 'zero' 값으로 대체하고, 주어진 매크로블록에 대한 움직임 벡터를 얻기 위해 euclidean distance에 기초한 median 필터를 사용한다. 그리고 최종 움직임 벡터는 검색범위 0.5화소에 대한 움직임 추정을 통해 결정된다. 두번째로, MEDIAN-B2 기법에서는 전송되지 않은 움직임 벡터를 주어진 매크로블록의 사용 가능한 다른 움직임 벡터를 외분함으로서 추정하는 것이다. 그 이후의 처리과정은 MEDIAN-B1 기법과 같다. 제안한 두 기법의 성능평가는 3개의 서로 다른 영상에 대한 실험으로 이루어졌다. 그 결과, 제안한 기법들은 움직임 벡터를 재사용하지 않는 기본적인 부호변환기에 비해 부호변환 복잡도를 크게 감소시키면서도 PSNR 성능을 일정한 수준으로 유지함을 알 수 있었다. 특히, 외분을 통해 움직임 벡터를 추정하는 MEDIAN-B2 기법은 기본적인 부호변환기와 거의 유사한 성능을 보임을 확인할 수 있었다. 따라서, 본 논문에서 제시한 방법을 참조한다면, I/B/P 부호화 구조를 가지는 MPEG 부호변환을 보다 효율적으로 수행할 수 있게될 것이다.

저자 소개



**최정일**

2001년 서울시립대학교 전자전기공학부 (공학사)

2003년 서울시립대학교 전자전기컴퓨터공학부 (공학석사)

관심 분야 : transcoding, MPEG-4 응용, embedded system 등



**남제호**

1992년 2월 홍익대학교 전기제어공학과 졸업(학사)

1996년 12월 美 Univ. Minnesota 전기 및 컴퓨터공학과 졸업(석사)

2000년 12월 美 Univ. Minnesota 전기 및 컴퓨터공학과 졸업(박사)

2001년 2월~현재 한국전자통신연구원 방송미디어연구부 근무(선임 연구원)

관심분야 : 디지털 신호처리, 디지털 방송, 영상통신, MPEG-7/21, TV-Anytime, 콘텐츠 보호



**김인철**

1985년 서울대학교 제어계측공학과 (공학사)

1987년 서울대학교 제어계측공학과 (공학석사)

1992년 서울대학교 제어계측공학과 (공학박사)

1992년 8월~1994년 3월 대우전자 영상 연구소

1994년 3월~1999년 8월 한성대학교 정보전산학부 조교수

1999년 9월~현재 서울시립대학교 전자전기컴퓨터공학부 부교수

관심 분야 : 오디오 및 비디오 신호처리, 멀티미디어통신, 실시간 신호처리, ATR 등

■ 참고문헌

- [1] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11/N5231, *MPEG-21 Overview*, Shanghai, Oct. 2002.
- [2] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11/N5353, *CD 21000-7 Digital Item Adaptation*, Awaji, Dec. 2002.
- [3] W. Zhu, K. H. Yang, M. J. Beacken, "CIF-to-QCIF video bitstream down-conversion in the DCT domain," *Bell Labs Technical Journal*, Jul.-Sept., 1998.
- [4] T. Shanableh, M. Ghanbari, "Heterogeneous video transcoding to lower spatio-temporal resolutions and different encoding formats," *IEEE Trans. on Multimedia*, vol. 2, no. 2, pp. 101-110, June. 2000.
- [5] N. Bjork, C. Christopoulos, "Transcoder architectures for video coding," *IEEE Trans. on Consumer Electronics*, vol. 44, no.2, Mar. 1998.
- [6] J. N. Youn, M. T. Sun, C. W. Lin, "Motion vector refinement for high-performance transcoding," *IEEE Trans. Multimedia*, vol. 9, pp. 30-40, Mar. 1999.
- [7] S. Guobin, Z. Bing, Z. Ya-Qin, M.L Liou, "Transcoder with arbitrarily resizing capability," in *Proc. IEEE Int. Symp. Circuits and Systems*, vol. 5, pp. 25-28, 2001.
- [8] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11/N0400, *MPEG-2 Test Model 5*, Apr. 1993.
- [9] ISO/IEC 14496 *Video Reference Software version*: Microsoft-FDAM1-2.3-001213.
- [10] ISO/IEC JTC1 /SC29 /WG11/N3908, *MPEG-4 Video Verification Model version 18.0*, Pisa, Jan. 2001.