

특집논문-02-07-4-02

## H.264 / MPEG-4 AVC 에서의 B 픽처를 위한 시간적 다이렉트 모드

전 병 문\*

## Temporal Directmode for B Picture in H.264 / MPEG-4 AVC

Byeong-Moon Jeon\*

## 요 약

본 논문은 H.264 / MPEG-4 AVC 비디오 코덱에서 쌍예측 픽처의 시간적 다이렉트 모드의 모션벡터를 유도하는 방법을 소개한다. 우선, 다이렉트 모드의 list 1 레퍼런스 픽처에 있는 동일 위치 블록에서의 시간적 다이렉트 모드의 모션벡터 유도를 위해 사용될 모션벡터 결정 방법과 상기 결정된 모션벡터가 가리키는 레퍼런스 픽처를 다이렉트 모드의 list 0 레퍼런스 픽처로 결정하는 방법을 제시한다. 또한 동일 위치의 매크로블록이 인트라 모드를 예측모드로 가지고 있을 때, 코딩 효율을 높이기 위한 방법으로써 레퍼런스 픽처 인덱스 및 다이렉트 모드의 모션벡터를 공간적으로 예측하는 기법을 제시한다. 그리고, 쌍예측 픽처 매크로블록과 다이렉트 모드의 list 1 레퍼런스 픽처에 있는 동일 위치 블록은 프레임 모드 또는 필드 모드로 코딩이 이루어질 수 있으므로 4가지 경우에 대한 다이렉트 모드의 모션벡터 연산 방법을 소개한다. 마지막으로, 실험을 통한 공간적 다이렉트 모드와의 성능평가 결과를 보임으로써, 본 논문이 제시한 기법이 H.264 / MPEG-4 AVC의 시간적 다이렉트 모드에 적용될 수 있음을 보여준다.

## Abstract

The object of this paper is to make temporal direct mode clear by providing a solution to the following problem: if the co-located block in the list 1 reference picture for direct mode has only the list 1 motion vector or both the list 0 and list 1 motion vectors, then which motion vector will be used for the direct mode motion vector calculation? This paper also shows how to derive reference picture index and direct mode motion vector for each list in order to guarantee the high coding efficiency, when the co-located macroblock is in intra mode. Furthermore, the reasonable calculation methods for the direct mode motion vectors in the various cases are presented. Finally, experimental results show that the proposed temporal direct mode provides the comparable performance against the spatial direct mode. Therefore, the simulation proves that the proposed temporal direct mode is acceptable.

## I. 서론

최근 표준화 작업이 진행중인 H.264 / MPEG-4 AVC의 쌍예측(B) 픽처는 list 0, list 1, 쌍예측(bi-predictive), 다이렉트(direct), 그리고 인트라(intra) 모드 등의 예측 모드를 가지고 있다. 이중 list 0 모드와 list 1 모드는 각각 종래의 포워드 모드, 백워드 모드와 비슷하다고 볼 수 있다. 한편, H.264 / MPEG-4 AVC에서는 B 픽처가 레퍼런스

픽처로서 사용되는 것을 허용하기 때문에, 쌍예측 모드의 두 레퍼런스 픽처는 B 픽처보다 모두 시간적으로 앞에 위치하거나 모두 뒤에 위치할 수 있고, 또는 B 픽처를 중심으로 앞과 뒤에 존재할 수 있다. 이때 각 레퍼런스 픽처는 시간적 위치 정보인 POC(picture order count)이라는 데이터를 갖고 있다. 또한, 다이렉트 모드는 디코더에서 공간적 기법과 시간적 기법 중 한가지 기법을 통해 모션벡터를 유도할 수 있는 모드로써, 레퍼런스 픽처 인덱스(reference picture index) 및 모션벡터(motion vector)와 같은 모션정보가 필요하지 않기 때문에 비트율이 현저히 감소되는 장

\* LG 전자, Digital Media 연구소  
LG Electronics Inc., Digital Media Research Lab.

점을 갖고 있다.

H.264 / MPEG-4 AVC에 따르면, 공간적 다이렉트 모드(spatial direct mode)는 코딩하려는 매크로블록의 주변 블록들로부터 list 0 및 list 1의 레퍼런스 픽처 인덱스 및 모션벡터를 공간적으로 예측하여 구한다. 그리고 시간적 다이렉트 모드(temporal direct mode)는 다이렉트 모드의 list 1 레퍼런스 픽처(list 1 reference picture for direct mode)에 있는 동일 위치 블록(co-located block)이 갖는 list 0 모션 벡터를 스케일링하여 list 0 모션벡터(MV<sub>F</sub>)와 list 1 모션벡터(MV<sub>B</sub>)를 계산한다. 여기서 다이렉트 모드의 list 1 레퍼런스 픽처는 B 픽처 코딩에 사용되는 레퍼런스 픽처 중 list 1 예측을 위한 인덱스(index for list 1 prediction) 값이 0인 레퍼런스 픽처를 의미하고, 다이렉트 모드의 list 0 레퍼런스 픽처(list 0 reference picture for direct mode)는 동일 위치 블록의 list 0 모션벡터가 가리키는 레퍼런스 픽처를 의미한다<sup>[1]</sup>. 만일 동일 위치 블록이 인트라 모드로 코딩되었다면 동일 위치 블록은 제로 모션을 가졌다고 간주하고 다이렉트 모드의 list 0 레퍼런스 픽처는 B 픽처 바로 이전에 디코딩된 픽처로 정의하게 된다.

그림 1은 코딩에 사용되는 레퍼런스 픽처 수가 6이고 B 픽처 세 장이 삽입되어 코딩되는 IBBBP 패턴일 때, 디코딩 순서에 따라 B6, B5, B7에 대한 list 0 예측을 위한 디

폴트 인덱스(default index for list 0 prediction), list 1 예측을 위한 디폴트 인덱스(default index for list 1 prediction) 및 다이렉트 모드의 list 1 레퍼런스 픽처(list 1 reference picture for direct mode)를 각각 보여주고 있다. 여기에서 list 0 예측을 위한 디폴트 인덱스와 list 1 예측을 위한 디폴트 인덱스는 디코딩 순서와 관계없이 레퍼런스 픽처의 출력 순서, 즉 POC 값에 의해 인덱싱이 이루어진다<sup>[1]</sup>. 그림 1에서는 list 1 예측을 위한 인덱스(index for list 1 prediction) 값이 0인 레퍼런스 픽처, 즉 다이렉트 모드의 list 1 레퍼런스 픽처가 시간적으로 B 픽처 뒤에 위치하는 것을 보여준다. 다른 예로써, 그림 2에서는 오직 B 픽처만으로 코딩된 IBBB 패턴에 대해, 디코딩 순서에 따라 B8, B7, B9 픽처에 대한 list 0 예측을 위한 디폴트 인덱스, list 1 예측을 위한 디폴트 인덱스 및 다이렉트 모드의 list 1 레퍼런스 픽처를 각각 보여주고 있다. 여기에서 list 1 예측을 위한 인덱스(index for list 1 prediction) 값이 0인 레퍼런스 픽처, 즉 다이렉트 모드의 list 1 레퍼런스 픽처는 B 픽처보다 시간적으로 앞 또는 뒤에 위치할 수 있음을 알 수 있다. 또한 [1]에 의해 레퍼런스 픽처는 P 픽처 또는 B 픽처가 될 수 있으므로, 다이렉트 모드의 list 1 레퍼런스 픽처에 존재하는 동일 위치 블록은 한 개 또는 두 개의 모션벡터를 갖거나 인트라 모드를 갖을 수 있다.

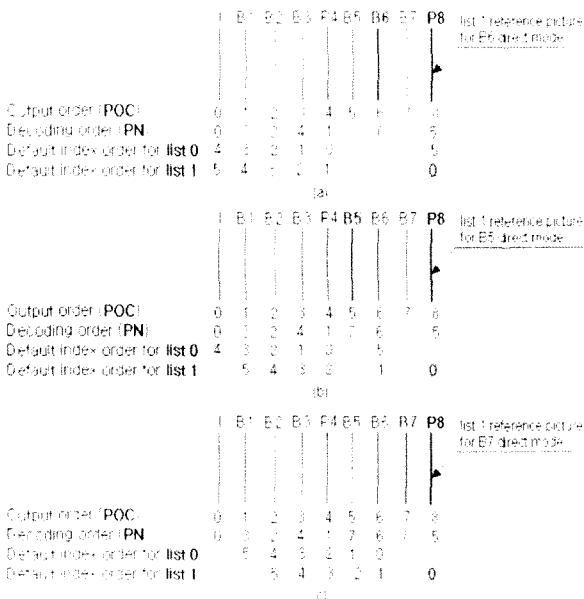


그림 1. IBBBP 패턴에서의 다이렉트 모드의 list 1 레퍼런스 픽처  
Fig. 1. list 1 reference picture for direct mode in IBBBP coding pattern

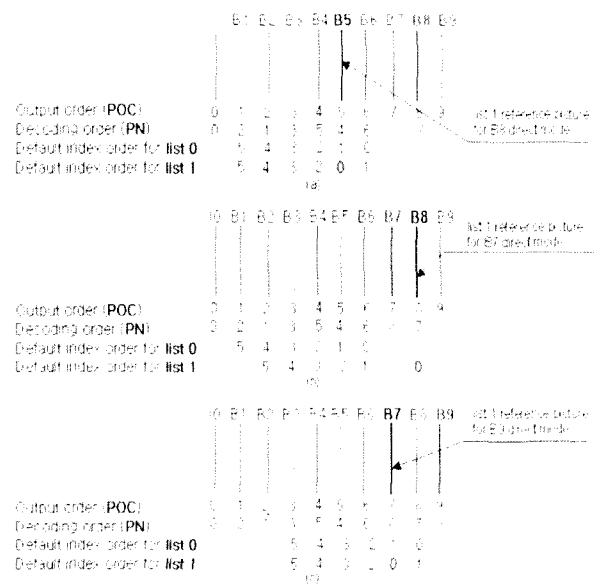


그림 2. IBBB 패턴에서의 다이렉트 모드의 list 1 레퍼런스 픽처  
Fig. 2. list 1 reference picture for direct mode in IBBB coding pattern

그림 1과 2를 통해 동일 위치 블록이 오직 list 1 모션 벡터를 갖는 경우가 발생할 수 있다. 이때, H.264 / MPEG-4 AVC에 따르면, 시간적 다이렉트 모드의 모션 벡터 계산을 위해 동일 위치 블록이 제로 모션을 갖는 것으로 간주되는 문제점이 발생한다. 따라서 본 논문은 이 문제점에 대한 해결책을 제시하여 코딩 효율을 향상시키고자 한다. 또한 동일 위치 블록이 인트라 모드에 의해 코딩 되었을 경우, 향상된 코딩 효율을 얻기 위해 레퍼런스 픽처 인덱스 및 모션벡터를 공간적으로 구하는 방법을 제시한다. 마지막으로, B 픽처의 매크로블록 및 동일 위치의 매크로블록이 프레임 또는 필드 모드로 코딩되는 경우를 4가지로 각각 구분하여 다이렉트 모드의 모션벡터 연산 방법을 제시한다.

## II. 시간적 다이렉트 모드의 모션벡터

### 1. 동일 위치 블록이 갖는 모션벡터 및 레퍼런스 픽처 선택<sup>[2]</sup>

만일 list 1 레퍼런스 픽처에 있는 동일 위치 블록이 쌍 예측 모드에 의해 list 0, list 1 모션벡터를 가지고 있는 경우, 본 논문에서는 list 1 레퍼런스 픽처에서 시간적 거리가 가까운 모션벡터를 다이렉트 모드의 모션벡터를 유도하는 모션벡터로서 선택할 것을 제안한다. 그리고 선택된 모션벡터가 가리키는 레퍼런스 픽처를 다이렉트 모드의 list 0 레퍼런스 픽처로써 사용한다.

또 다른 경우로써, list 1 레퍼런스 픽처의 동일 위치에 있는 블록이 오직 list 1 모션벡터만을 갖고 있는 경우를 가정해보자. H.264 / MPEG-4 AVC의 방법을 그대로 적용한다면, 동일 위치 블록이 모션정보가 있음에도 불구하고 동일 위치 블록의 list 0 모션벡터는 0이라는 이유 때문에 다이렉트 모드의 모션벡터는 0으로 결정되는 문제점이 있다. 따라서 이것을 해결하기 위해, 본 논문은 동일 위치의 블록이 갖는 모드 종류와 관계없이, 그 블록이 갖고 있는 모션벡터로부터 다이렉트 모드의 모션벡터를 유도하고자 한다. 즉, 모션벡터 계산에 사용될 모션벡터 값은 동일 위치의 블록이 갖고 있는 list 1 모션벡터를 그대로 이용하고, list 1 모션벡터가 가리키고 있는 레퍼런스 픽처를 다이렉트 모드의 list 0 레퍼런스 픽처로 결정하는 것을 제안한다.

### 2. list 1 레퍼런스 픽처에 있는 동일위치의 매크로블록이 인트라 모드를 갖는 경우

다이렉트 모드의 list 1 레퍼런스 픽처에 있는 동일 위치의 매크로블록이 인트라 모드일 경우에 이것은 모션정보를 갖고 있지 않으므로, H.264 / MPEG-4 AVC에서는 동일 위치의 매크로블록이 제로 모션을 갖는다고 간주하고 list 0 레퍼런스 픽처는 가장 최근에 디코딩된 픽처로 정의하였다. 하지만 이러한 방법은 높은 코딩 효율을 보장할 수 없으므로 본 논문에서는 B 픽처의 코딩하려는 매크로블록의 주변 블록으로부터 list 0, list 1 레퍼런스 픽처와 각 list에 대한 모션벡터를 공간적 중복성(spatial redundancy)을 이용하여 예측, 산출하도록 한다. 그림 3은 공간적 중복성을 고려하여, 주변 블록 A, B, C의 모션벡터를 이용하여 블록 E의 예측 모션벡터를 연산하는 것을 설명하는 그림이다.

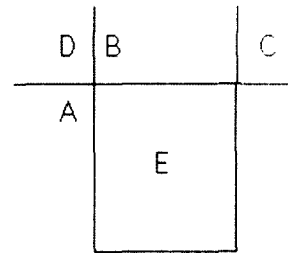


그림 3. 주변 블록 A, B, C의 모션벡터를 이용한 블록 E의 예측 모션벡터 연산  
Fig. 3. Motion vector prediction of block E using motion vectors of the neighboring blocks

각 list에 대한 레퍼런스 픽처 인덱스는 다음과 같은 방법으로 구한다.

- 1) 주변 블록 A, B, C의 레퍼런스 픽처 인덱스가 서로 다를 경우에는, 그 중에서 가장 작은 레퍼런스 픽처 인덱스가 다이렉트 모드의 레퍼런스 픽처 인덱스로 결정된다.
- 2) 주변 블록 중 두 개의 블록이 동일한 레퍼런스 픽처 인덱스를 가지고 있으면, 그 인덱스가 다이렉트 모드의 레퍼런스 픽처 인덱스로 결정된다.
- 3) 주변 블록 모두 같은 레퍼런스 픽처 인덱스를 가지고 있으면, 그 인덱스가 다이렉트 모드의 레퍼런스 픽처 인덱스로 결정된다.

또한 각 list에 대한 모션벡터는 다음과 같은 모션벡터 예측을 통해 구한다. 이때 주변 블록 A, B, C 중 인트라 모드를 갖는 블록이 있으면, 그 블록의 list 0와 list 1의 모션 벡터를 각각 0으로 설정한다.

- 1) 위에서 구한 각 list의 레퍼런스 픽처의 시간적 위치와 동일한 방향을 갖는 모션벡터를 주변 블록으로부터 선택하고 미디언 연산을 통해 각 list의 모션벡터를 구한다.

2) 만일 주변 블록이 동일한 방향의 모션벡터를 두 개 가지고 있으면, 그 블록에서는 한 개만을 선택하여 미디언 연산에 포함시키도록 한다.

한편, 만일 주변 블록으로부터 list 0, list 1에 대한 유효한 레퍼런스 픽처 인덱스를 모두 유도해낼 수 없다면, list 0, list 1의 레퍼런스 픽처 인덱스는 각각 0이 되고 각 list에 대한 모션벡터는 0으로 설정한다.

3. 픽처 사이의 시간적 거리를 부호가 있는 값으로 계산하여 다이렉트 모드 모션벡터 연산

H.264 / MPEG-4 AVC는 픽처 계층 또는 매크로블록 계층에서 픽처 또는 매크로블록을 프레임 모드와 피일드 모드로 코딩하는 것을 허용하므로, B 픽처의 매크로블록과 list 1 레퍼런스 픽처에 있는 동일 위치의 매크로블록은 다음과 같이 4가지 경우의 프레임/피일드 코딩 조합을 갖게 된다.

3.1 B 픽처의 매크로블록과 list 1 레퍼런스 픽처의 동일 위치에 있는 매크로블록이 모두 프레임 모드일 때

그림 4와 그림 5에서 보이는 바와 같이, list 1 레퍼런스

픽처의 위치에 관계없이 B 픽처의 매크로블록과 list 1 레퍼런스 픽처의 동일 위치에 있는 매크로블록이 모두 프레임 모드일 경우, B 픽처의 다이렉트 모드의 모션벡터  $MV_B$ ,  $MV_F$ 는 다음식으로부터 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} MV_F &= TD_B \times MV / TD_0 \\ MV_B &= (TD_B - TD_0) \times MV / TD_0 \end{aligned} \tag{1}$$

여기서,  $TD_B$ 는 현재 B 프레임과 list 0 레퍼런스 프레임 사이의 시간적 거리로써 B 프레임으로부터 계산된 시간적 거리는 양(+)의 부호로 표시되고 list 0 레퍼런스 프레임으로부터 계산된 시간적 거리는 음(-)의 부호로 표시된다.  $TD_0$ 는 list 1 레퍼런스 프레임과 list 0 레퍼런스 프레임 사이의 시간적 거리로써 list 1 레퍼런스 프레임으로부터 계산된 시간적 거리는 양(+)의 부호로 표시되고 list 0 레퍼런스 프레임으로부터 계산된 시간적 거리는 음(-)의 부호로 표시된다. 그리고  $MV$ 는 다이렉트 모드의 list 1 레퍼런스 픽처에 있는 동일 위치 블록이 가지고 있는 모션벡터를 의미한다.

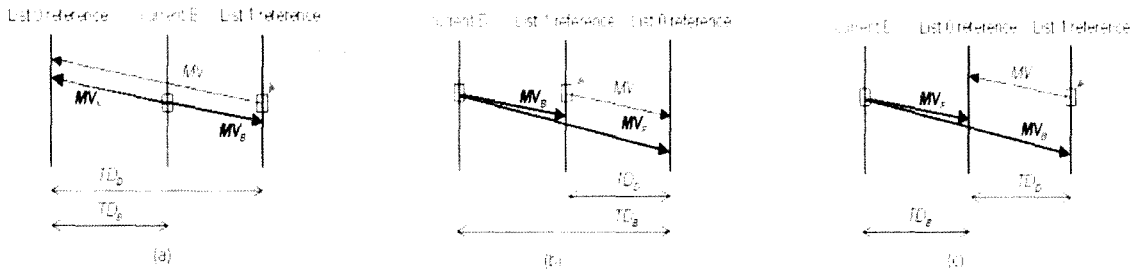


그림 4. 다이렉트 모드의 list 1 레퍼런스 픽처가 B 픽처보다 시간적으로 뒤에 위치한 경우  
Fig. 4. The case that list 1 reference picture for direct mode occurs temporally later than B picture

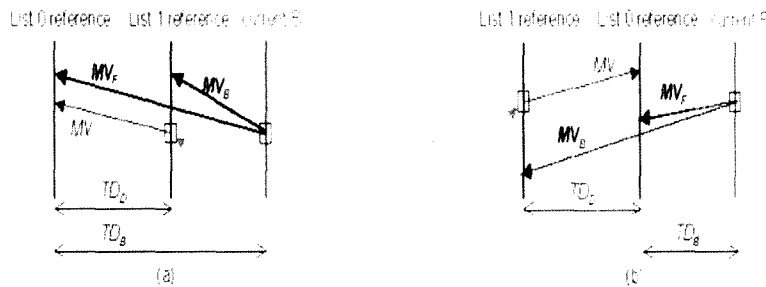


그림 5. 다이렉트 모드의 list 1 레퍼런스 픽처가 B 픽처보다 시간적으로 앞에 위치한 경우  
Fig. 5. The case that list 1 reference picture for direct mode occurs temporally earlier than B picture

3.2 B 픽처의 매크로블록과 list 1 레퍼런스 픽처의 동일 위치에 있는 매크로블록이 모두 피일드 모드일 때

그림 6과 그림 7에서 보이는 바와 같이, 픽처의 매크로블록과 list 1 레퍼런스 픽처의 동일 위치에 있는 매크로블록이 모두 피일드 모드일 경우, B 프레임의 각 피일드 i에 대한 직접 모드의 모션벡터  $MV_{F,i}$ ,  $MV_{B,i}$ 는 다음식으로부터 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} MV_{F,i} &= TD_{B,i} \times MV_i / TD_{0,i} \\ MV_{B,i} &= (TD_{B,i} - TD_{0,i}) \times MV_i / TD_{0,i} \end{aligned} \quad (2)$$

여기서,  $TD_{B,i}$ 는 현재 B 피일드와 list 0 레퍼런스 피일드 사이의 시간적 거리로써 B 피일드로부터 계산된 시간적 거리는 양(+ )의 부호로 표시되고 list 0 레퍼런스 피일드로부터 계산된 시간적 거리는 음(-)의 부호로 표시된다.  $TD_{0,i}$ 는 list 1 레퍼런스 피일드와 list 0 레퍼런스 피일드 사이의 시간적 거리로써 list 1 레퍼런스 피일드로부터 계산된 시간적 거리는 양(+ )의 부호로 표시되고 list 0 레퍼런스 피일드로부터 계산된 시간적 거리는 음(-)의 부호로 표시된다. 그리고  $MV_i$ 는 직접 모드의 list 1 레퍼런스 피일드 i에 있는 동일 위치 블록이 가지고 있는 모션벡터를 의미한다.

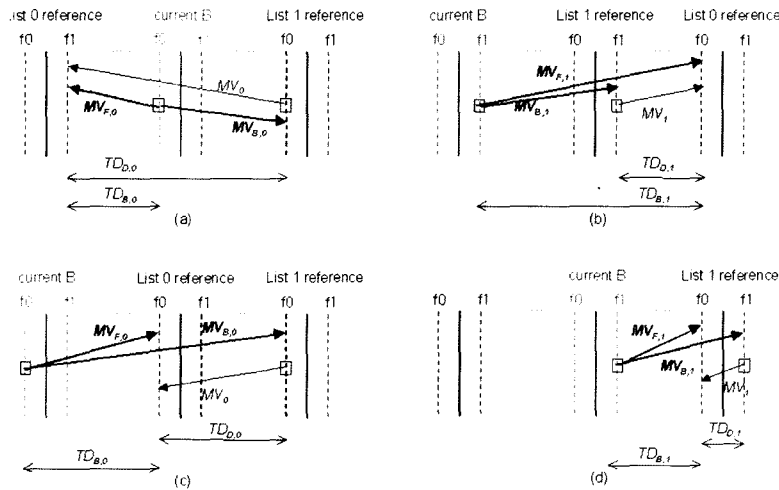


그림 6. 직접 모드의 list 1 레퍼런스 픽처가 B 픽처보다 시간적으로 뒤에 위치한 경우  
Fig. 6. The case that list 1 reference picture for direct mode occurs temporally later than B picture

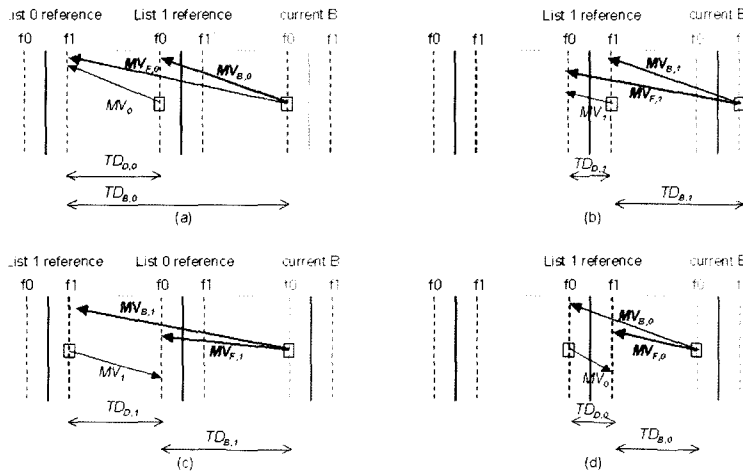


그림 7. 직접 모드의 list 1 레퍼런스 픽처가 B 픽처보다 시간적으로 앞에 위치한 경우  
Fig. 7. The case that list 1 reference picture for direct mode occurs temporally earlier than B picture

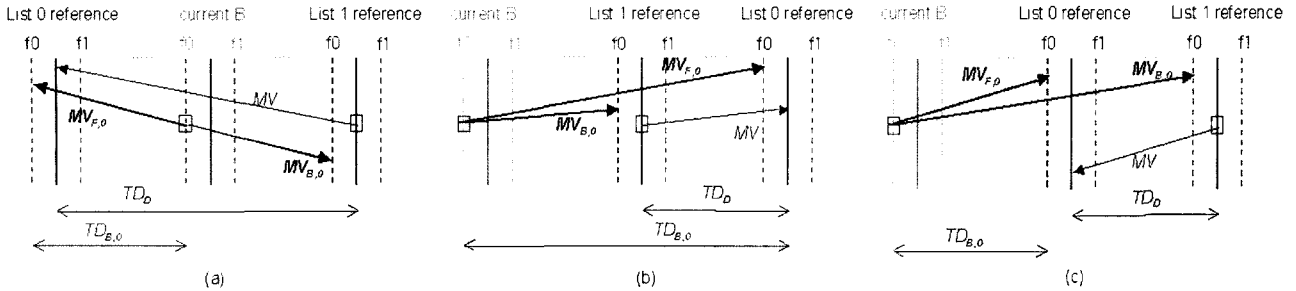


그림 8. 다이렉트 모드의 list 1 레퍼런스 픽처가 B 픽처보다 시간적으로 뒤에 위치한 경우  
 Fig. 8. The case that list 1 reference picture for direct mode occurs temporally later than B picture

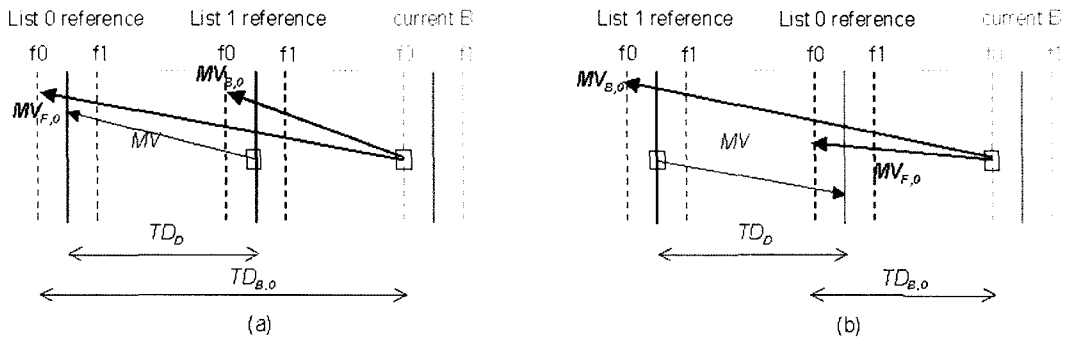


그림 9. 다이렉트 모드의 list 1 레퍼런스 픽처가 B 픽처보다 시간적으로 앞에 위치한 경우  
 Fig. 9. The case that list 1 reference picture for direct mode occurs temporally earlier than B picture

3.3 B 픽처의 매크로블록이 피일드 모드이고 list 1 레퍼런스 픽처의 동일 위치에 있는 매크로블록이 프레임 모드일 때

그림 8과 그림 9에서 보이는 바와 같이, B 픽처의 매크로블록이 피일드 모드이고 list 1 레퍼런스 픽처의 동일 위치에 있는 매크로블록이 프레임 모드일 경우, B 프레임의 각 피일드  $i$ 에 대한 다이렉트 모드의 모션벡터  $MV_{F,i}$ ,  $MV_{B,i}$ 는 다음식으로부터 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} MV_{F,i} &= TD_{B,i} \times MV / TD_b \\ MV_{B,i} &= (TD_{B,i} - TD_b) \times MV / TD_b \end{aligned} \quad (3)$$

여기서,  $TD_{B,i}$ 는 현재 B 피일드와 list 0 레퍼런스 피일드 사이의 시간적 거리로써 B 피일드로부터 계산된 시간적 거리는 양(+)의 부호로 표시되고 list 0 레퍼런스 피일드로부터 계산된 시간적 거리는 음(-)의 부호로 표시된다.  $TD_b$ 는 list 1 레퍼런스 프레임과 list 0 레퍼런스 프레임 사이의 시간적 거리로써 list 1 레퍼런스 프레임으로부터 계산된 시간적 거리는 양(+)의 부호로 표시되고 list 0 레퍼

런스 프레임으로부터 계산된 시간적 거리는 음(-)의 부호로 표시된다. 그리고 MV는 다이렉트 모드의 list 1 레퍼런스 프레임에 있는 동일 위치 블록이 가지고 있는 모션벡터를 의미한다.

3.4 B 픽처의 매크로블록이 프레임 모드이고 list 1 레퍼런스 픽처의 동일 위치에 있는 매크로블록이 피일드 모드일 때

그림 10과 그림 11에서 보이는 바와 같이, B 픽처의 매크로블록이 프레임 모드이고 list 1 레퍼런스 픽처의 동일 위치에 있는 매크로블록이 피일드 모드이며, list 1 레퍼런스 픽처가 B 픽처보다 시간적으로 뒤에 존재하는 경우, list 1 레퍼런스 프레임의 피일드 0가 피일드 1 보다 B 픽처에 시간적 거리가 가까우므로 피일드 0에 있는 동일 위치 블록의 모션정보가 다이렉트 모드의 모션벡터를 구하는데 사용된다. 따라서 B 프레임의 다이렉트 모드의 모션벡터  $MV_F$ ,  $MV_B$ 는 list 1 레퍼런스 프레임의 피일드 0에 있는 동일 위치 블록의 모션정보가 다이렉트 모드의 모션벡터를 구하는데 사용되는 다음식으로부터 구할 수 있다.

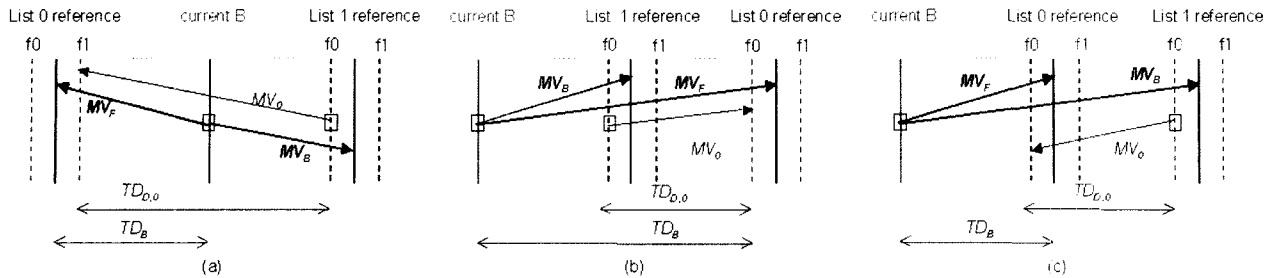


그림 10. 다이렉트 모드의 list 1 레퍼런스 픽처가 B 픽처보다 시간적으로 뒤에 위치한 경우  
 Fig. 10. The case that list 1 reference picture for direct mode occurs temporally later than B picture

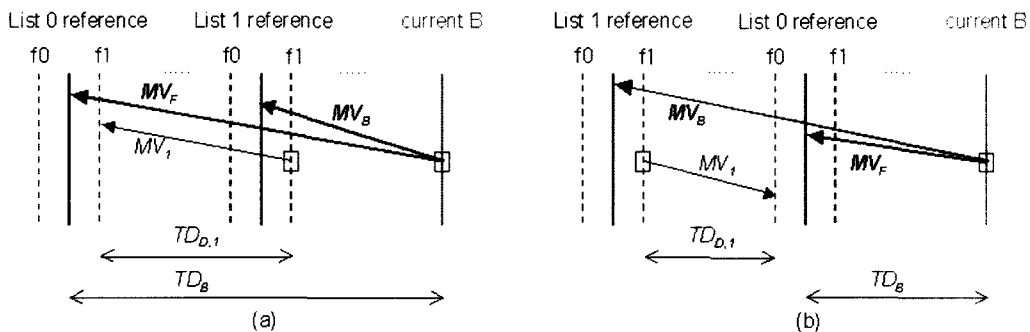


그림 11. 다이렉트 모드의 list 1 레퍼런스 픽처가 B 픽처보다 시간적으로 앞에 위치한 경우  
 Fig. 11. The case that list 1 reference picture for direct mode occurs temporally earlier than B picture

$$\begin{aligned} MV_F &= TD_B \times MV_0 / TD_{0,0} \\ MV_B &= (TD_B - TDS) \times MV_0 / TD_{0,0} \end{aligned} \quad (4)$$

여기서,  $TD_B$ 는 현재 B 프레임과 list 0 레퍼런스 프레임 사이의 시간적 거리로써 B 프레임으로부터 계산된 시간적 거리는 양(+)의 부호로 표시되고 list 0 레퍼런스 프레임으로부터 계산된 시간적 거리는 음(-)의 부호로 표시된다.  $TD_{0,0}$ 는 list 1 레퍼런스 프레임의 피일드 0과 list 0 레퍼런스 피일드 사이의 시간적 거리로써 list 1 레퍼런스 프레임의 피일드 0으로부터 계산된 시간적 거리는 양(+)의 부호로 표시되고, list 0 레퍼런스 피일드로부터 계산된 시간적 거리는 음(-)의 부호로 표시된다. 그리고,  $MV_0$ 는 다이렉트 모드의 list 1 레퍼런스 프레임의 피일드 0에 있는 동일 위치 블록이 가지고 있는 모션벡터를 의미한다.

만일 list 1 레퍼런스 픽처가 B 픽처보다 시간적으로 앞에 존재하는 경우, list 1 레퍼런스 프레임의 피일드 1이 피일드 0 보다 B 픽처에 시간적 거리가 가까우므로 피일드 1에 있는 동일 위치 블록의 모션정보가 다이렉트 모드의 모션벡터를 구하는데 사용된다. 따라서 B 프레임의 다이렉트

모드의 모션벡터  $MV_F$ ,  $MV_B$ 는 list 1 레퍼런스 프레임의 피일드 1에 있는 동일 위치 블록의 모션정보가 다이렉트 모드의 모션벡터를 구하는데 사용되는 다음식으로부터 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} MV_F &= TD_B \times MV_1 / TD_{0,1} \\ MV_B &= (TD_B - TD_{0,1}) \times MV_1 / TD_{0,1} \end{aligned} \quad (5)$$

여기서,  $TD_B$ 는 현재 B 프레임과 list 0 레퍼런스 프레임 사이의 시간적 거리로써 B 프레임으로부터 계산된 시간적 거리는 양(+)의 부호로 표시되고 list 0 레퍼런스 프레임으로부터 계산된 시간적 거리는 음(-)의 부호로 표시된다.  $TD_{0,1}$ 는 list 1 레퍼런스 프레임의 피일드 1과 list 0 레퍼런스 피일드 사이의 시간적 거리로써 list 1 레퍼런스 프레임의 피일드 1로부터 계산된 시간적 거리는 양(+)의 부호로 표시되고 list 0 레퍼런스 피일드로부터 계산된 시간적 거리는 음(-)의 부호로 표시된다. 그리고,  $MV_1$ 는 다이렉트 모드의 list 1 레퍼런스 프레임의 피일드 1에 있는 동일 위치 블록이 가지고 있는 모션벡터를 의미한다.

### Ⅲ. 실험 결과

Foreman, container, news, silent, tempete, paris, mobile 등의 7가지 테스트 시퀀스에 대해 IBBB 코딩 패턴으로 본 논문에서 제시한 디렉트 모드 모션벡터 연산 기법을 실험하였다. 본 논문에서 제시한 시간적 디렉트 모드는 JM(Joint Model) 버전 4.2 [3] 소프트웨어에 구현하였고, 300 프레임에 갖는 각 시퀀스에 대해 30 fps 프레임 레이트로 코딩하였으며 H.264 / MPEG-4 AVC에서 제시하는 테스트 조건 [4]에 따라 실험하였다.

본 논문에서 제시한 시간적 디렉트 모드는 공간적 디렉트 모드로 구현한 결과와 비교를 통해 성능 평가를 하였다. 그 이유는 현재까지 발표된 JM 버전 4.2 소프트웨어는 본 논문에서 설명한 다양한 경우에 대해 시간적 디렉트 모드가 구현되어 있지 않으므로, 종래 시간적 디렉트

모드와의 성능 평가는 불가능하기 때문이다.

한편, 시간적 디렉트 모드와 공간적 디렉트 모드는 B 픽처의 디렉트 모드에서 사용되는 틀로써, 비디오 시퀀스 종류에 따라 공간적 디렉트 모드가 높은 성능을 보이거나 또는 시간적 디렉트 모드가 더 높은 성능을 보이고 있다. 일반적으로, 움직임이 많은 시퀀스에 대해서는 공간적 디렉트 모드가 높은 성능을 보이고 움직임이 적은 시퀀스에 대해서는 시간적 디렉트 모드가 높은 성능을 보임이 발표되었다<sup>[3]</sup>. 따라서, 본 논문에서 제시한 시간적 디렉트 모드는 공간적 디렉트 모드에 비해 비교할 만한 성능 결과를 보일 경우 본 논문의 시간적 디렉트 모드는 적합하다고 판단할 수 있다.

그림 12부터 그림 18까지는 본 논문에서 제시한 시간적 디렉트 모드와 공간적 디렉트 모드를 7개 시퀀스에 각각 적용하여 얻은 결과를 RD 그래프로 보여주고 있다. 앞에

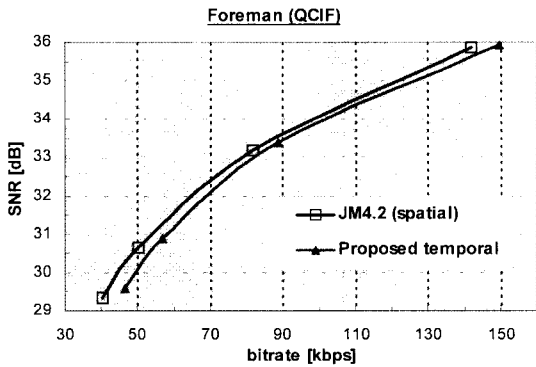


그림 12. Foreman 시퀀스에 대한 성능비교  
Fig. 12. Performance comparison for Foreman sequence

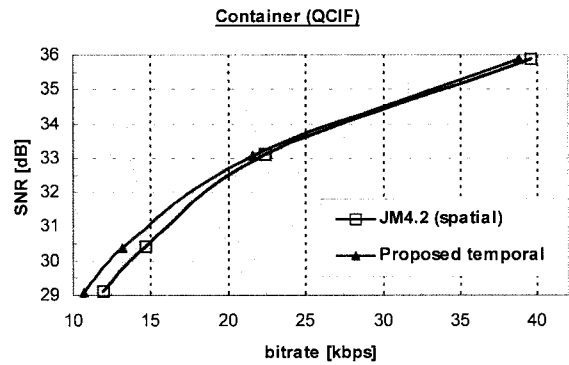


그림 13. Container 시퀀스에 대한 성능비교  
Fig. 13. Performance comparison for Container sequence

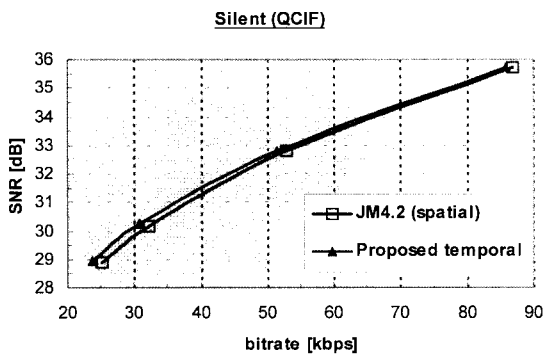


그림 14. News 시퀀스에 대한 성능비교  
Fig. 14. Performance comparison for News sequence

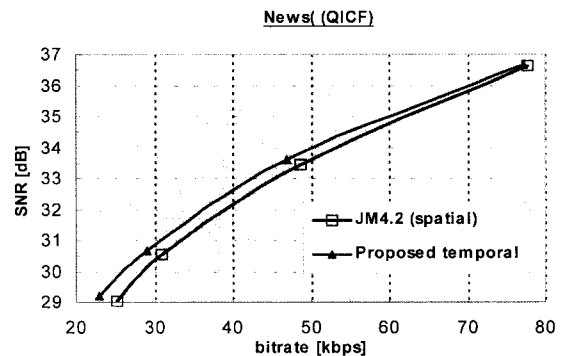


그림 15. Silent 시퀀스에 대한 성능비교  
Fig. 15. Performance comparison for Silent sequence



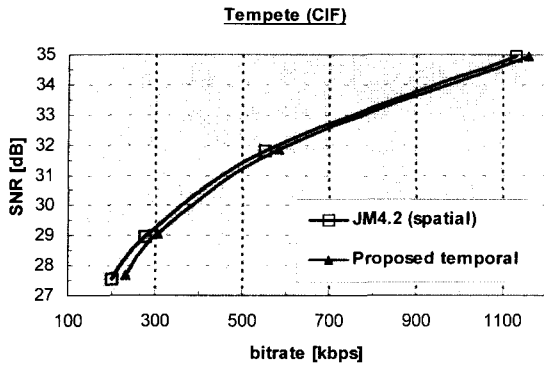


그림 16. Tempete 시퀀스에 대한 성능비교  
Fig. 16. Performance comparison for Tempete sequence

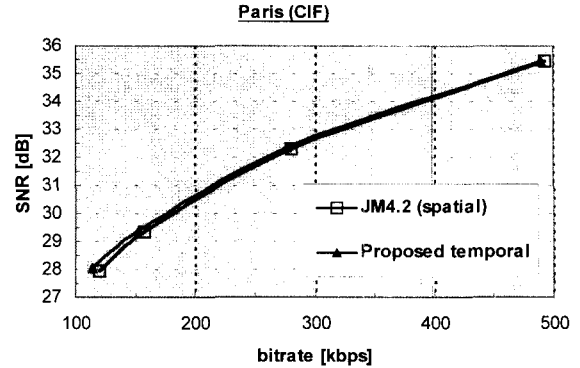


그림 17. Paris 시퀀스에 대한 성능비교  
Fig. 17. Performance comparison for Paris sequence

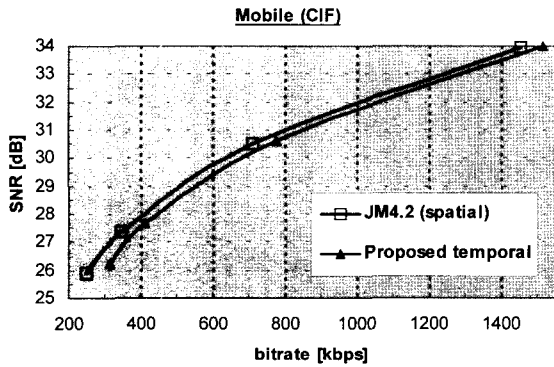


그림 18. Mobile 시퀀스에 대한 성능비교  
Fig. 18. Performance comparison for Mobile sequence

서 언급한 바와 같이, 본 논문에서 제시한 시간적 다이렉트 모드는 상대적으로 움직임이 적은 시퀀스인 container, news, silent, paris 등에서 공간적 다이렉트 모드에 비해 더 좋은 성능을 보임을 확인할 수 있다.

#### IV. 결론

실험을 통해 알 수 있듯 본 논문이 제시한 시간적 다이렉트 모드는 상대적으로 움직임이 적은 시퀀스에서 공간적

다이렉트 모드보다 높은 성능을 보여준다. 즉, 본 논문이 제시한 기법은 H.264 / MPEG-4 AVC의 시간적 다이렉트 모드를 위해 적용될 수 있음을 확인할 수 있다. 이것은 본 논문이 제시한 시간적 다이렉트 모드가 B 픽처의 매크로블록이 다이렉트 모드로 코딩될 수 있는 가능성을 더욱 높임으로서 B 픽처 코딩 효율을 크게 향상시키는데 그 원인이 있다.

#### 참고 문헌

- [1] "Joint Video Specification (ITU-T Rec. H.264 / ISO/IEC 14496-10 AVC) Joint Final Committee Draft," *Joint Video Team (JVT) of ISO/IEC MPEG and ITU-T VCEG*, document JVT-E022d6, doc, Sep, 2002.
- [2] Byeong-Moon Jeon, "Clean up for temporal direct mode," document JVT-E097r1.doc, Oct, 2002.
- [3] JVT Reference Software, official Version 4.2. <http://bs.hhi.de/~suehring/tml/download/>
- [4] G. Sullivan, "Recommended Simulation Common Conditions for H.26L Coding Efficiency Experiments on Low-Resolution Progressive-Scan Source Material," document VCEG-N81, Sep, 2001.
- [5] Alexis Michael Tourapis, "Performance comparison of Temporal and Spatial direct mode," document JVT-E026.doc, Oct, 2002.

---

저 자 소 개



**전 병 문**

- 1991년 : 고려대학교 전자공학과 졸업 (공학사)
- 1994년 : 고려대학교 전자공학과 졸업 (공학석사)
- 1999년 : 고려대학교 전자공학과 졸업 (공학박사)
- 2000년 : University of Miami (PostDoc)
- 현재 : LG전자 DM연구소 선임연구원
- 주관심분야 : Video coding, Multimedia, Image processing, Parallel processing