

논문-98-3-2-02

공간계층형 영상부호화에서 상위계층의 움직임 탐색 복잡도 감소화 방법

권순각*, 김재균**, 최재각***,

Reduction Method of Motion Searching Complexity for Higher Layer in Spatial Scalable Video Coding

Soon-kak Kwon*, Jae-kyoon Kim**, and Jae Gark Choi***

요 약

공간계층형 영상부호화에서 상위계층의 시공간방향 예측을 위한 움직임벡터 추정시에 계산량의 복잡도를 줄이기 위한 움직임벡터 추정 방법을 제안한다. 첫번째 방법에서는 하위계층에서 추정된 움직임벡터가 상위계층의 움직임벡터 추정을 위한 초기값으로 이용되어 작은 탐색영역내에서 상위계층의 움직임벡터가 추정된다. 두번째 방법에서는 하위계층에서 추정된 움직임벡터와 공간 가중치가 연계된 시공간 가중 탐색에 의해서 상위계층의 움직임벡터가 추정된다. 모의실험 결과로부터 제안된 방법들이 기존의 방법에 비해서 부호화율 효율을 저하시키지 않으면서 계산량의 복잡도를 더욱더 감소시킴을 보인다.

Abstract

In order to reduce the computational complexity of the motion estimation for the spatio-temporal prediction of the higher layer, two estimation methods are proposed. In the first one, the motion vector of the higher layer is estimated within the small search range by using the previously estimated motion vector in the lower layer as an initial vector. In the second one, the motion vector is estimated by the spatio-temporally weighted search, which is combined with the previously estimated motion vector of the lower layer and the weight for spatial prediction. Simulation results show that the proposed methods give the smaller computational complexity without the degradation of the coding efficiency than the conventional one.

I. 서 론

계층형 부호화 (scalable coding)는 계층화 영역에 따라

주파수영역과 공간영역으로 크게 나뉘어진다^{[2][3]}. 주파수 영역기법에는 원신호가 필터뱅크 (filter bank)에 의해 주파수 대역의 신호로 분리되어 부호화되는 subband 기법과 이산여현변환 (discrete cosine transform) 계수들이 대역 분할되어 부호화되는 계층형 대역분할기법 등이 있다. 주파수 영역기법은 비교적 압축성능이 우수하지만 각 계층 사이의 유연성이 떨어지는 단점이 있다. 공간 영역기법은 입력영상의 화면크기가 가변되어 각 계층에서 부호화되는 기법으로서 주파수 영역기법에 비해 압축성능이 다소 떨어진다. 그러나 공간 영역기법은 사용의 유연성 때문에 다른 해상도를 갖는 시스템간에 호환성 (compatibility)을 충족시켜주는 호환성 부여방안으로 연구되어왔다^[4]. 또한 전송로에서 발생한 오류에 쉽게 대처할 수 있는 능력

* 기술신용보증기금 기술평가센터
Technology Appraisal Center, Korea Technology Credit
Guarantee Fund

** 한국과학기술원 전기및전자공학과
Dept. of Electrical Engineering, KAIST

*** 경일대학교 제어계측공학과
Dept. of Control & Instrumentation Engineering, Kyungil
University

이 있다.

공간계층형 부호화 (spatial scalable coding)를 위해서 동시방송 (simulcast) 기법, 피라미드 DCT 부호화기법^[5], 시공간 가중예측 부호화 (spatio-temporally weighted prediction coding) 기법^{[1][6]}이 연구되어져 왔다. 동시방송 기법은 하위계층과 상위계층이 서로 독립적으로 부호화되므로 복잡도 측면에서는 가장 간단하지만, 계층간 중복되는 정보를 서로 이용하지 않으므로 대역 이용 측면에서 비효율적이다. 피라미드 DCT 부호화기법은 하위계층에서 재생된 신호를 직접적으로 상위계층의 부호화과정에 이용한다. 하지만 두 계층간 신호 특성에 크게 의존되는 단점이 있다. 시공간 가중예측 부호화기법은 동시방송 기법과 피라미드 DCT 부호화기법을 적응적으로 사용하는 기법으로 세가지 기법중에서 성능이 가장 우수하다. 이 기법에서는 상위계층의 예측신호를 하위계층으로 부터의 공간방향 예측신호와 상위계층에서의 시간방향 예측신호를 가중평균하여 얻고 있다. 여기서 상위계층의 시간방향 예측신호는 상위계층의 화면들 사이에서 움직임보상 예측 (motion-compensated prediction)으로부터 얻어진다. 부호화기단에서 실시간으로 움직임보상 예측을 구현함에 있어서 가장 큰 걸림돌은 움직임 추정에 사용되는 방대한 계산량이다.

움직임 추정의 계산량을 줄이기 위하여 단일계층 부호화에 대한 움직임추정 방법들^{[8][9]}이 지금까지 제시되어왔다. 또한 주파수영역 계층부호화 구조에서 서로 다른 대역 신호간 움직임 추정의 정확도와 복잡도를 개선시키는 움직임추정 방법이 제시되어왔다^{[11][12]}. 이 방법들은 대역간 존재하는 유사성을 바탕으로 하위계층의 움직임벡터를 상위계층의 움직임벡터 추정시에 사용하고 있다. 공간영역 계층부호화 구조에서도 각 계층마다 움직임 추정이 이루어지므로 움직임 추정의 계산량을 줄이는 방안이 필요하다. 공간 계층형 부호화기법에서 상위계층의 입력영상 해상도는 하위계층에 비해 수평과 수직 방향으로 각각 두배 이상이다. 이것은 상위계층 움직임 추정의 계산량이 하위계층에 비해 상당히 방대함을 의미한다. 따라서 공간계층형 부호화구조에서 상위계층의 움직임 추정의 계산량을 감소시키는 것이 실시간 구현 및 구현의 복잡도를 단순화하는 데 중요하다.

기존에 제시된 상위계층의 움직임 추정방법^[7]은 시간방향 예측신호를 얻는 과정에서 상위계층의 움직임추정이 하위계층과는 독립적으로 이루어지므로 상위계층의 해상도가 증가될수록 움직임추정 계산량이 증가되는 단점이 있다. 본 논문에서는 공간계층형 상위계층의 부호화를 위한 시공간 가중탐색에서 상하위계층 화면의 유사성을 이용하여 가중탐색의 복잡도를 감소시키는 방법을 제안한다. 하위계층에서 추정된 움직임벡터를 상위계층의 움직임 추정시에 초기값으로 이용하여, 시공간 가중예측을 위한 탐색범위를 넓혀서 예측 오차가 줄어들도록 한다. 본 논문의 구성으로는 먼저 MPEG-2의 공간계층형 부호화구조의 특

성을 살펴보고, 예측특성에 기초하여 하위계층의 움직임벡터를 이용한 상위계층의 시공간 가중탐색의 복잡도를 감소시키는 방법을 설명한다.

II. 시공간 가중예측 부호화구조의 특성

그림 1은 MPEG에서 제시한 시공간 가중예측 부호화기법의 구성도를 나타낸다.

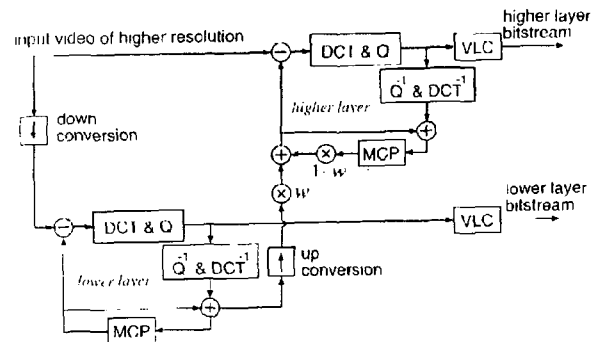


그림 1. MPEG-2 시공간 가중예측 부호화구조 (w : 공간방향 가중치, Q : 양자화기, VLC : 가변길이 부호기, MCP : 움직임 보상 예측)

Fig. 1. Block diagram of MPEG-2 spatio-temporally weighted prediction coding (w : weight for spatial predicting, Q : quantization, VLC : variable length coder, MCP : motion compensated prediction)

하위계층의 입력영상은 상위계층의 입력영상으로부터 하향변환되어 사용되고, 상위계층의 예측값으로는 하위계층의 국부 부호화 및 상향변환된 영상과 상위계층의 시간방향 예측된 영상의 가중 평균된 값이 사용된다. 상위계층으로 부터의 시간방향 예측값과 하위계층으로 부터의 공간방향 예측값은 시공간 가중치에 의해서 가중평균된다. 만약 항상 공간방향 가중치 $w=0$ 이면 (즉, 상위계층 부호화에 공간방향 예측값이 사용되지 않으면), 동시방송 기법과 동일하게 된다. 그림 2는 매크로블록 단위로 상위계층의 예측값을 얻는 과정을 나타낸다. 공간방향 예측값에 대한 가중치는 (w_1, w_2), 시간방향 예측의 가중치는 ($1-w_1, 1-w_2$)이다. 여기서 w_1 은 홀수필드, w_2 는 짝수필드를 위한 가중치이다. 시공간 가중치가 존재하는 범위가 넓으면 (다양하면) 넓을수록 상위계층의 예측성능은 증가되지만 가중치를 전송하는데 필요한 부가정보가 증가되므로 결과적으로 부호화성능은 항상 증가되지는 않는다. 따라서 MPEG에서는 상위계층의 예측성능과 시공간 가중치의 부가정보와의 상관관계를 고려하여 가중치가 존재하는 범위를 제한하고 있다. 표 1은 MPEG에서 제시된 공간방향 가중치를 나타낸다. 부호화되는 영상 시퀀스에 대하여 네가지 종류의 시공간 가중치 index중에서 하나가

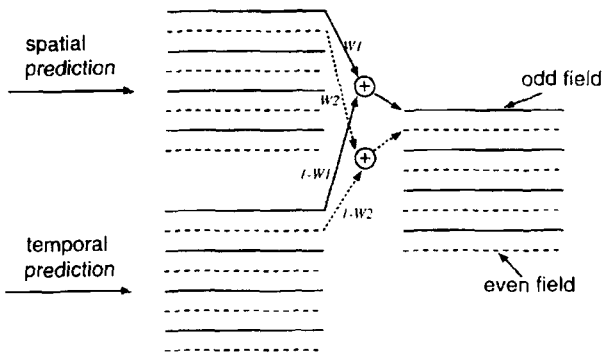


그림 2. 시공간 가중예측 과정, ($w1$: 홀드필드에 대한 공간가중치, $w2$: 짝수필드에 대한 공간가중치)

Fig. 2. Process of spatio-temporally weighted prediction, ($w1$: spatial weight for odd field, $w2$: spatial weight for even field)

선택되고, index가 가리키는 가중치중에서 하나가 매크로블록 단위로 선택된다. 가중치 index의 선택은 두 계층 사이의 화면의 구조 (즉, 격행규격 또는 순행규격)에 의존된다[1]. index 00은 상위계층이 순행규격이고 하위계층이 순행규격 또는 격행규격일 때 사용이 바람직하다. index 10은 상위계층이 격행규격이고 하위계층이 순행규격이면서 상위계층의 홀수필드와 화소위치가 일치할 때 사용이 바람직하고, index 01은 상위계층이 격행규격이고 하위계층이 순행규격이면서 상위계층의 짝수필드와 화소위치가 일치할 때 사용이 바람직하다. index 11은 하위와 상위계층이 동시에 격행규격일 때 사용이 바람직하다.

표 1. 공간 가중치

Table 1. Weights for spatial prediction

spatial_temporal_weight_code_table_index	spatial_temporal_weight_code	spatial_temporal_weight(s)
00	-	(0.5)
01	00	(0, 1)
	01	(0, 0.5)
	10	(0.5, 1)
	11	(0.5, 0.5)
10	00	(1, 0)
	01	(0.5, 0)
	10	(1, 0.5)
	11	(0.5, 0.5)
11	00	(1, 0)
	01	(1, 0.5)
	10	(0.5, 1)
	11	(0.5, 0.5)

(a), a : 프레임의 공간 가중치

(a, b), a : 홀수필드의 공간 가중치, b : 짝수필드의 공간 가중치

그림 1에서 살펴본 것과 같이 시공간 가중예측 부호화에서 상위계층의 신호 $I_h(x, y, t)$ 의 예측신호 $\hat{I}_h(x, y, t)$ 는 시간방향 예측신호 $\hat{I}_t(x, y, t)$ 와 공간방향 예측신호 $\hat{I}_s(x, y, t)$ 의 가중합인 다음 식으로 정의된다.

$$\hat{I}_h(x, y, t) = w \cdot \hat{I}_s(x, y, t) + (1 - w) \cdot \hat{I}_t(x, y, t) \quad (1)$$

여기서 w 는 공간방향 가중치이고, $\hat{I}_s(x, y, t)$ 는 하위계층에서 재생된 신호 $\hat{I}_l(x, y, t)$ 의 상향변환된 신호이고, $\hat{I}_t(x, y, t)$ 는 상위계층에서 시간방향으로 움직임보상 예측된 신호이다. 즉,

$$\hat{I}_t(x, y, t) = \hat{I}_l(x + dx_h, y + dy_h, t + dt) \quad (2)$$

여기서 $\hat{I}_l(x + dx_h, y + dy_h, t + dt)$ 는 상위계층에서 수평방향으로 $(x + dx_h)$ 위치, 수직방향으로 $(y + dy_h)$ 위치, 시간방향으로 $(t + dt)$ 에서 재생된 신호이다. 따라서 상위계층 신호 $I_h(x, y, t)$ 의 기준화면에 대한 움직임벡터는 (dx_h, dy_h) 이다.

상위계층 신호 $I_h(x, y, t)$ 와 예측신호 $\hat{I}_h(x, y, t)$ 사이의 예측성능의 평가함수로 차신호의 제곱의 합이 정의되면 다음과 같이 매크로블록 단위의 평가함수가 얻어진다.

$$\begin{aligned} \sum_{MB} |I_h(x, y, t) - \hat{I}_h(x, y, t)|^2 \\ = \sum_{MB} |I_h(x, y, t) - w \cdot \hat{I}_s(x, y, t) \\ - (1 - w) \cdot \hat{I}_t(x + dx_h, y + dy_h, t + dt)|^2 \end{aligned} \quad (3)$$

결국 위의 평가함수 식이 최소가 되도록 공간가중치 w 와 상위계층의 움직임벡터 (dx_h, dy_h) 를 찾아야한다. 이때 기준화면에 대한 수평과 수직방향의 최대탐색 가능한 움직임변위가 N_x, N_y 이고, 선택가능한 공간가중치 가지수가 K 인 경우에 시공간 가중예측 탐색수 N_{search} 는 다음 식이 된다.

$$N_{search} = (2N_x + 1)(2N_y + 1)K \quad (4)$$

위 식으로 부터 최대탐색 움직임변위와 공간가중치 가지수가 증가될 수록 상위계층의 시공간 가중예측을 위한 탐색수가 증가됨을 알 수 있다. 따라서, 움직임벡터 추정을 위한 최대탐색 변위와 사용되는 공간가중치의 가지수를 감소시켜서 시공간 가중예측을 위한 탐색수를 줄여야 한다.

III. MPEG-2 TM5 표준방법의 독립적 탐색방법

식(4)의 시공간 가중예측 탐색수를 줄이기 위해 TM5에서는 다음의 두 단계로 나누어 시간방향의 예측신호를 얻는다.

(단계1): 상위계층의 신호만이 이용된 다음 평가함수 (차신호 절대값의 합)가 최소가 되는 움직임 벡터 (dx_h, dy_h) 를 찾는다.

$$\sum_{MB} |I_h(x, y, t) - \tilde{I}_h(x + dx_h, y + dy_h, t + dt)| \quad (5)$$

(단계2): 단계1에서 구한 움직임벡터 (dx_h, dy_h) 를 식 (3)에 대입하여 고정시킨 후에 이 식의 평가 함수가 최소가 되는 공간가중치 w 를 선택한다.

기준화면에 대한 수평과 수직방향의 최대탐색 움직임변위가 N_x, N_y 이고, 선택가능한 공간가중치 가지수가 K 인 경우에 시공간 가중예측 탐색수 N_{search} 는 다음 식과 같다.

$$N_{search} = (2N_x + 1)(2N_y + 1) + K \quad (6)$$

비록 TM5의 표준기법의 독립적 탐색방법은 식(4)의 탐색수에 비해 줄어들지만 고화질 TV와 같이 상위계층의 해상도가 커지면 최대탐색 움직임변위 N_x, N_y 이 커져서 움직임 추정 탐색수는 상당히 커질 수밖에 없다. 이로인해 실시간 구현을 위한 시스템이 복잡해지게 된다.

IV. 하위계층 움직임벡터를 이용한 제안된 상위계층 움직임추정 방법

시공간 가중예측 부호화기법의 공간계층형 구조 특성을 이용하여 상위계층의 움직임 추정을 단순화하는 방안을 제시한다. 하위계층에서 추정된 움직임 벡터를 상위계층의 움직임추정에 이용한 탐색방법과 하위계층의 움직임벡터와 시공간 가중예측에서의 가중치를 연계한 탐색방법을 제안한다.

1. 하위계층에 기초한 탐색방법

하위계층 화면은 상위계층 화면을 하향변환 필터링하여 만들기 때문에 상/하위 두 계층에서 추정되는 움직임 벡터 사이에는 유사성이 존재한다. 따라서 상위계층 움직임 추정시에 하위계층에서 추정된 움직임 벡터를 초기값으로 사용할 수 있을 것이다. 이 때 TM5 표준기법의 탐색방법에서의 식(5)는 다음 식처럼 수정되고, 이 식이 최소가

되는 움직임벡터 $\Delta dx_h, \Delta dy_h$ 를 찾으면 된다.

$$\sum_{MB} |I_h(x, y, t) - \tilde{I}_h(x + kx \cdot dx_l + \Delta dx_h, y + ky \cdot dy_l + \Delta dy_h, t + dt)| \quad (7)$$

여기서, kx, ky 는 각각 수평과 수직방향으로의 상위계층에 대한 하위계층 해상도의 비이고, dx_l, dy_l 은 각각 하위계층에서 추정된 수평과 수직방향의 움직임벡터이다. $\Delta dx_h, \Delta dy_h$ 는 작은 탐색영역내에서 추정된다.

작은 변위 $\Delta dx_h, \Delta dy_h$ 추정을 위한 수평과 수직방향의 최대 탐색 움직임변위가 D_x, D_y 이고, 선택가능한 공간가중치의 가지수가 K 인 경우에 시공간 가중예측 탐색수 N_{search} 는 다음 식과 같다.

$$N_{search} = (2D_x + 1)(2D_y + 1) + K \quad (8)$$

위 식에서 D_x, D_y 의 크기가 식(6)의 N_x, N_y 에 비해 작아지면 TM5 탐색방법에 비해서 시공간 가중예측 탐색수가 줄어들게 된다.

이 방법은 기존에 제시된 계층적구조를 갖는 움직임벡터 추정기법^[10] (hierarchical structured motion vector estimation)처럼 실제운동에 근접해지므로 움직임벡터 전송비트량은 감소해지지만 시간방향 예측오차 신호의 증가가 초래될 수 있다. 그러나 시공간 가중예측 부호화기법의 특성에 의해서 시간방향 예측오차 신호가 증가되더라도 공간방향 예측성분이 이용될 수 있기 때문에 부호화 이득의 감소정도는 단일 계층에 비해 크지 않을 것이다.

2. 하위계층 움직임벡터와 가중치가 연계된 탐색방법

상위계층 움직임벡터 추정을 위하여 하위계층에서 추정된 움직임벡터 dx_h, dy_h 이 초기값으로 사용되면 식(3)의 평가함수는 다음 식과 같이 된다.

$$\sum_{MB} |I_h(x, y, t) - w \cdot \hat{I}_s(x, y, t) - (1-w) \cdot \tilde{I}_h(x + kx \cdot dx_l + \Delta dx_h, y + ky \cdot dy_l + \Delta dy_h, t + dt)|^2 \quad (9)$$

여기서, kx, ky 는 각각 수평과 수직방향으로의 상위계층에 대한 하위계층 해상도의 비이고, dx_l, dy_l 은 각각 하위계층에서 추정된 수평과 수직방향의 움직임벡터이다.

결국 위 식의 평가함수가 최소가 되도록 $\Delta dx_h, \Delta dy_h$ 와 w 를 선택하면 된다. 이 때 $\Delta dx_h, \Delta dy_h$ 추정을 위한 수평과 수직방향의 최대탐색 움직임변위가 D_x, D_y 이고 선택가능한 공간가중치의 가지수가 K 인 경우에 시공간 가중예측 탐색수 N_{search} 는 다음식과 같다.

$$N_{search} = (2D_x + 1)(2D_y + 1)K \quad (10)$$

위 식의 시공간 가중예측 탐색수는 다음의 조건이 만족 되면 TM5 탐색방법의 식(6)에 비해서 작아지게 된다.

$$(2D_x + 1)(2D_y + 1)K < (2N_x + 1)(2N_y + 1) + K \quad (11)$$

비교의 편의를 위하여 위식에서 $D_x = D_y = D$, $N_x = N_y = N$ 라 놓으면, 다음 식으로 다시 쓰여질 수 있다.

$$(2D + 1)^2 K < (2N + 1)^2 + K \quad (12)$$

$$D < \frac{\sqrt{\frac{(2N+1)^2 + K}{K}} - 1}{2} \quad (13)$$

표준화된 MPEG-2에서는 표1에 나타낸 것처럼 선택가 능한 공간가중치의 최대 가지수가 4이므로, 위 식에서 K 에 4를 대입하고 $N > 1$ 의 조건 식을 고려하면 다음 식이 얻어진다.

$$\begin{aligned} D &< \sqrt{\frac{(2N+1)^2 + 4}{4}} - 1 \\ &\approx \frac{2N+1}{2} - 1 \\ &\approx \frac{N}{2} \end{aligned} \quad (14)$$

위 식으로 부터 하위계층의 움직임벡터를 초기값으로 사용함과 동시에 가중치를 연계하여 움직임벡터를 추정할 경우에 TM5에서처럼 독립적으로 추정될 때의 최대 탐색 영역 N 에 비해 제안된 방법에서 움직임벡터의 최대 탐색 영역 D 를 0.5배 작게하면 시공간 가중예측 탐색수가 줄어들음을 알 수 있다.

V. 모의실험 결과 및 검토

모의실험을 통하여 상위계층의 움직임추정 방법들이 상위계층의 부호화성능에 미치는 영향을 비교 분석한다. 실험조건으로는 하위계층 화면을 위해서 352 화소 x 240 주사선의 휘도성분과 176 화소 x 120 주사선의 색차성분으로 구성된 초당 30화면의 격행규격, 상위계층 화면을 위해서는 704 화소 x 480 주사선의 휘도성분과 352 화소 x 240 주사선의 색차성분으로 구성된 초당 30화면의 격행규격이 사용된다. 두 계층신호가 모두 격행규격이므로 시공간 가중예측 부호화를 위해서는 표1에 나타낸 index 11의

4가지 공간가중치가 사용된다. 하위계층과 상위계층은 한 GOP내에 B-화면이 없는 15화면으로 구성되어 프레임단 위 움직임추정방법이 사용되며, 각각 2Mb/s와 4Mb/s의 일정부호화율로 부호화된다.

1. 동시방송 방식에 대한 결과

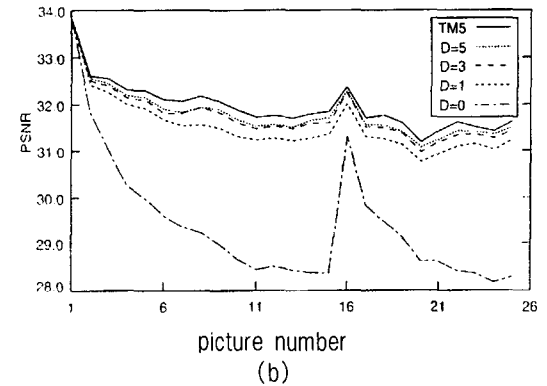
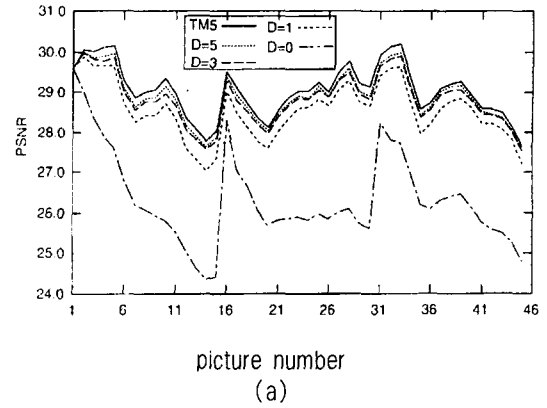


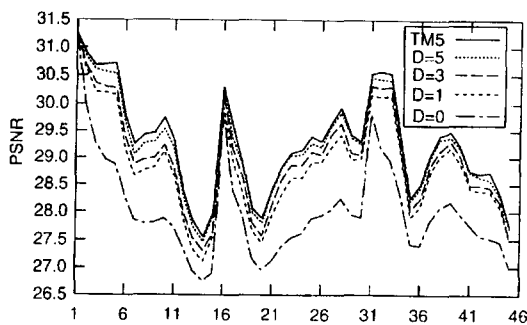
그림 3. 동시방송 방식에서 움직임추정 방법에 대한 상위계층 재생신호의 PSNR (a) Flower Garden (b)Football

Fig. 3. PSNR of higher layer after reconstruction for motion estimation method in simulcast scheme (a) Flower Garden, (b) Football

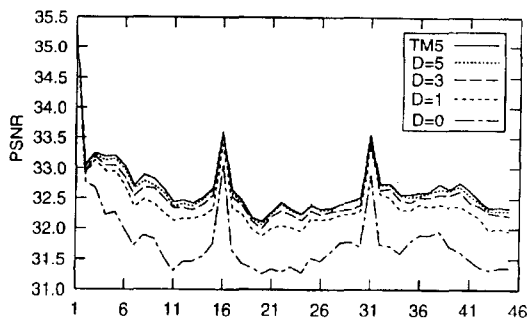
그림 3은 공간가중치가 고려되지 않는 동시방송 (simulcast) 방식에 대하여 TM5 표준 움직임탐색 방법 (표기: TM5)과 하위계층에서 추정된 움직임벡터를 상위 계층 움직임벡터 추정시의 초기벡터로 사용하여 수평과 수직방향으로 최대변위 D 화소내에서 움직임벡터를 탐색하는 방법에 대한 상위계층 재생신호의 PSNR을 각각 나타낸다. TM5 탐색방법에서 상위계층 움직임벡터 추정을 위한 최대 탐색변위는 Flower Garden 영상에서 $N=15$ 이고, Football 영상에서 $N=30$ 이다. D 값이 0이면 하위계층

에서 추정된 움직임벡터를 해상도 비율만큼 증가시켜 그대로 상위계층 움직임벡터로 사용하기 때문에 PSNR은 TM5 탐색방법에 비해 크게 감소하게 된다. 그러나, D 값이 증가되면 될수록 상위계층내의 국부적인 움직임이 고려되기 때문에 PSNR의 감소정도가 줄어들게 된다. D 값이 5가 되면 TM5 방법에 비해서 0.25dB 정도 PSNR이 감소된다.

2. 시공간 가중예측 부호화기법에 대한 결과



picture number
(a)



picture number
(b)

그림 4. 시공간 가중예측 부호화기법에서 하위계층에 기초한 움직임 추정 방법에 대한 상위계층 재생신호의 PSNR, (a) Flower Garden (b) Football

Fig. 4. PSNR of higher layer after reconstruction for motion estimation method based on lower layer in spatio-temporally weighted prediction coding, (a) Flower Garden, (b) Football

(1) 하위계층에 기초한 탐색방법

그림 4는 시공간 가중예측 부호화기법에 대하여 TM5 표준 움직임탐색 방법 (표기: TM5)과 하위계층에 기초한

탐색방법에 대한 상위계층 재생신호의 PSNR을 각각 나타낸다. 동시방송 방식에서와 마찬가지로 D 값이 0과 1인 경우 부호화 PSNR이 TM5 탐색방법에 비해 크게 감소되지만 D 값이 3과 5인 경우 부호화 PSNR의 감소정도가 크게 줄어들음을 알 수 있다. 그러나 동시방송 방식의 그림3과 비교하여 같은 D 값에서 PSNR의 감소정도가 동시방송 방식에 비해 더 줄어들음을 알 수 있다. 표2와 표3은 Flower Garden 영상과 Football 영상에 대한 탐색방법에 따른 상위계층의 재생된 신호의 평균 PSNR을 각각 나타낸다. D 값이 5가 되면 TM5 방법에 비해서 0.1dB 정도 PSNR이 감소된다.

표 2. Flower Garden 영상에 대한 하위계층에 기초한 추정방법의 평균 PSNR (사용된 공간가중치 가지수 $K=4$)

Table 2. Average PSNR of estimation method based on lower layer for Flower Garden sequence (number of used spatial weight $K=4$)

	TM5 ($N=15$)	D(최대 탐색영역)			
		0	1	3	5
PSNR(dB)	29.28	28.04	28.84	28.99	29.18
Δ PSNR(dB)	0.00	-1.24	-0.44	-0.29	-0.10

$$\Delta \text{PSNR}(\text{dB}) = \text{PSNR}(\text{method}) - \text{PSNR}(\text{TM5})$$

표 3. Football 영상에 대한 하위계층에 기초한 추정방법의 평균 PSNR (사용된 공간가중치 가지수 $K=4$)

Table 3. Average PSNR of estimation method based on lower layer for Football sequence (number of used spatial weight $K=4$)

	TM5 ($N=30$)	D(최대 탐색영역)			
		0	1	3	5
PSNR(dB)	32.69	31.68	32.42	32.57	32.65
Δ PSNR(dB)	0.00	-0.89	-0.27	-0.12	-0.04

$$\Delta \text{PSNR}(\text{dB}) = \text{PSNR}(\text{method}) - \text{PSNR}(\text{TM5})$$

(2) 하위계층 움직임벡터와 가중치가 연계된 탐색방법

그림 5는 시공간 가중예측 부호화기법에 대하여 식(3)을 이용한 완전탐색 방법 (표기: Full), TM5 표준 움직임탐색 방법 (표기: TM5), 하위계층 움직임벡터와 가중치가 연계된 탐색방법에 대한 상위계층 재생신호의 PSNR을 각각 나타낸다. 완전탐색 방법과 TM5 탐색방법에서 상위계층 움직임벡터 추정을 위한 최대 탐색변위는 Flower Garden 영상에서 $N=15$ 이고, Football 영상에서 $N=30$ 이다.

완전탐색 방법은 TM5 탐색방법보다 더 많이 시공간 가중예측 탐색을 하므로 PSNR이 더 큼을 알 수 있고, 하위계층 움직임벡터와 가중치가 연계될 때 D 값이 5가 되

면 TM5 탐색방법에 비해서 PSNR이 더 크든지 또는 거의 비슷하게 됨을 알 수 있다.

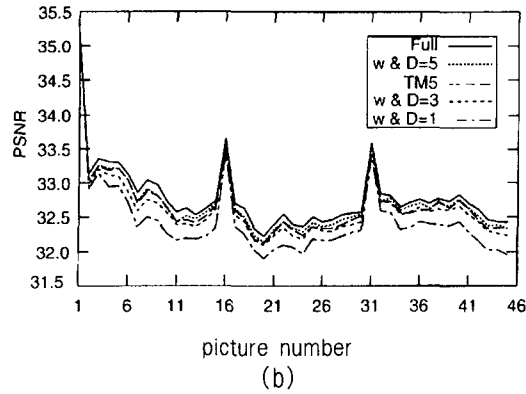
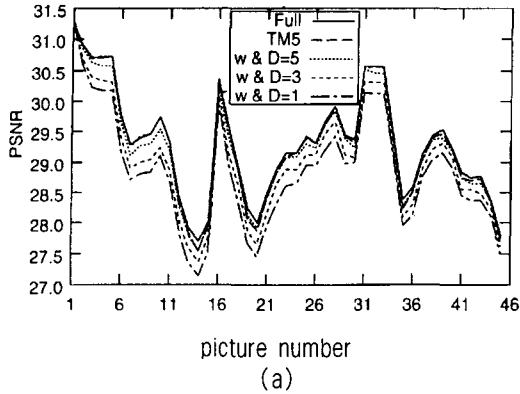


그림 5. 시공간 가중예측 부호화기법에서 하위계층의 움직임 벡터와 가중치가 연계된 움직임추정 방법에 대한 상위계층 재생신호의 PSNR, (a) Flower Garden (b) Football
 Fig. 5. PSNR of higher layer after reconstruction for motion estimation method combined with motion vector of lower layer and weight in spatio-temporally weighted prediction coding, (a) Flower Garden, (b) Football

표 4. Folwer Garden 영상에 대한 하위계층과 가중치가 연계된 탐색방법의 평균 PSNR (사용된 공간가중치 가지수 K=4)
 Table 4. Average PSNR of estimation method combined with weight and lower layer for Flower Garden sequence (number of used spatial weight K=4)

	TM5 (N=15)	Full (N=15)	D(최대 탐색영역)		
			1	3	5
PSNR(dB)	29.28	29.32	28.85	29.03	29.22
Δ PSNR(dB)	0.00	0.04	-0.43	-0.25	-0.6

$$\Delta \text{PSNR(dB)} = \text{PSNR(method)} - \text{PSNR(TM5)}$$

표 5. Football 영상에 대한 하위계층과 가중치가 연계된 탐색 방법의 평균 PSNR (사용된 공간가중치 가지수 K=4)

Table 5. Average PSNR of estimation method combined with weight and lower layer for Football sequence (number of used spatial weight K=4)

	TM5 (N=30)	Full (N=30)	D(최대 탐색영역)		
			1	3	5
PSNR(dB)	32.69	32.79	32.44	32.63	32.72
Δ PSNR(dB)	0.00	0.10	-0.25	-0.06	0.03

$$\Delta \text{PSNR(dB)} = \text{PSNR(method)} - \text{PSNR(TM5)}$$

표4와 표5는 Flower Garden 영상과 Football 영상에 대한 탐색방법에 따른 상위계층의 재생된 신호의 평균 PSNR을 각각 나타낸다.

표 6. 시공간 가중 예측 탐색수 비교 (사용된 공간가중치 가지수 K=4)

Table 6. Comparison of number of searching for spatio-temporally weighted prediction (number of used spatial weight K=4)

Full		TM5		ME-BL		ME-BLW	
N=15	N=30	N=15	N=30	D=3	D=5	D=3	D=5
3844	14884	965	3725	53	125	196	484

표 6은 공간가중치 가지수가 4인 경우에 움직임탐색 방법간의 시공간 가중예측 탐색수를 비교한다. TM5 탐색방법은 완전탐색 방법에 비해서 공간가중치 가지수만큼 탐색수가 줄어들고, 하위계층에 추정된 움직임벡터만을 이용하는 탐색방법 (표기: ME-BL)은 TM5 탐색방법에 비해서 탐색수가 많이 줄어듬을 알 수 있다. 또한 가중치와 연계하여 움직임을 추정할 경우 (표기: ME-BLW)도 역시 TM5 탐색방법에 비해서 계산량이 줄어듬을 알 수 있다. 이러한 계산량은 상위계층의 영상의 크기가 커질수록 더욱더 줄어들게 된다.

VI. 결론

상위계층의 움직임벡터의 추정을 위하여 하위계층에서 추정된 움직임벡터를 상위계층 움직임벡터 추정의 초기값으로 사용하여 작은 탐색영역내에서도 움직임벡터의 추정이 가능한 방법을 제안한다. 이로인해 움직임 추정시의 탐색수가 크게 줄어드는 잇점이 있는 반면에 상위계층내에서 극부적으로 변화되는 영역에 대한 움직임추정의 성능이 다소 떨어지는 문제가 있다. 이문제의 해결을 위해서 하위계층에서 추정된 움직임벡터를 초기값으로 사용함과 동시에 공간방향 가중치를 연계하여 다소 복잡도가 증가

된 상위계층의 시간방향 예측신호를 얻는 방법을 추가적으로 제안한다. 공간방향 가중치가 연계되므로 인해 움직임 추정시의 탐색수가 크게 줄어들 뿐만 아니라 원신호와 예측신호 사이의 예측오차를 더 줄일 수 있다. 상위계층에서의 움직임벡터 추정을 위한 탐색영역의 최대범위가 5이면 움직임추정의 성능이 크게 감소되지 않음을 확인하였다. 그러나, 상위계층 화면에 잡음이 섞이거나 고주파수 성분이 많아서 하향변환된 하위계층 신호와 유사성이 다소 떨어지면 제안된 방식의 성능이 감소될 수 있다.

참 고 문 헌

[1] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, "Generic coding of moving pictures and associated audio : Part 2 (Video)," *MPEG Committee Draft : Recommendation H.262*, Apr. 1995.
 [2] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, "Compatible coding," *MPEG 93/004*, Jan. 1993.
 [3] D. Anastassiou, "Digital television," *Proceedings of IEEE*, vol. 82, no. 4, pp. 510-519, Apr. 1994.
 [4] S. Okubo, "Requirements for high quality video coding standards," *Signal Processing : Image Communication*, vol. 4, no. 2, pp. 141-151, Apr. 1992.
 [5] CCIR SG, "Draft specification of the TV/HDTV compatible coding scheme by pyramidal DCT,"

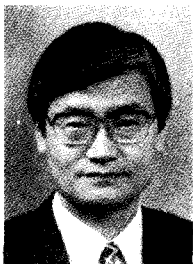
CMTT-2/56-E, Oct. 1992.
 [6] A. Puri and A. Wong, "Spatial domain resolution scalable video coding," *Proc. of Visual Comm. Image Processing*, pp. 718-729, Nov. 1993.
 [7] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, "MPEG-2 test model 5," *MPEG 93/457*, Mar. 1993.
 [8] J. R. Jain and A. K. Jain, "Displacement measurement and its application in interframe image coding," *IEEE Tr. on Comm.*, vol. COM-19, pp. 1791-1808, Dec. 1981.
 [9] Y. Ninomiya and Y. Ohtsuka, "A motion compensated coding scheme for television pictures," *IEEE Tr. on Comm.*, vol. COM-30, no. 1, pp. 201-211, Jan. 1982.
 [10] M. Biering, "Displacement estimation by hierarchical blockmatching," *Proc. of Visual Comm. Image Processing*, pp. 942-951, Nov. 1992.
 [11] K. M. Uz, M. Vetterli, and D. J. LeGall, "Interpolative multiresolution coding of advanced television with compatible subchannels," *IEEE Tr. on Circuits and Systems for Video Tech.*, vol. 1, no. 1, pp. 86-99, Mar. 1991.
 [12] S. Zafar, Y.-Q. Zhang, and B. Jabbari, "Multiscale video representation using multiresolution motion compensation and wavelet decomposition," *IEEE Journal on Selected Areas in Comm.*, vol. 11, no. 1, pp. 24-35, Jan. 1993.

저 자 소 개

권 순 각

1990년 2월 : 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 1992년 2월 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업(공학석사)
 1998년 2월 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업(공학박사)
 1998년 3월 ~ 1998년 8월 : 한국전자통신연구원 박사후 연수연구원
 1998년 9월 ~ 현재 : 기술신용보증기금 기술심사관
 주관심분야 : 영상처리, 영상부호화 및 영상전송

김 재 균



1962년 2월 : 한국항공대학 응용전자과 졸업(공학사)
 1967년 2월 : 서울대학교 전자공학과 졸업(공학석사)
 1971년 8월 : 미국 남가주대학교 전자공학과 졸업(공학박사)
 1972년 4월 ~ 1973년 3월 : 미국우주과학연구소 (NASA) 연구원
 1973년 3월 ~ 현재 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 교수
 1993년 1월 ~ 1994년 12월 : 한국통신학회 학회장
 1993년 9월 ~ 현재 : 한국과학기술원 멀티미디어통신 공동연구센터장
 주관심분야 : 정보이론, 영상부호화 및 멀티미디어통신

**최 재 각**

1984년 2월 : 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사)
1987년 2월 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업(공학석사)
1997년 8월 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업(공학박사)
1987년 2월 ~ 1998년 2월 : 한국전자통신연구원 선임연구원
1998년 3월 ~ 현재 : 경일대학교 제어계측공학과 전임강사
주관심분야 : 영상처리, 영상통신, 컴퓨터비전, 멀티미디어 신호처리