

論文98-35S-6-14

움직임벡터의 상관성을 이용한 반화소단위 움직임 추정 기법 (Half-pixel Accuracy Motion Estimation Using the Correlation of Motion Vectors)

李法基*, 李京桓*, 崔正鉉*, 金德奎*

(Bub Ki Lee, Kyeong Hwan Lee, Jung Hyun Choi, and Duk Gyoo Kim)

요 약

본 논문에서는 인접블럭의 화소단위 움직임벡터와 반화소단위 움직임벡터 사이의 통계적인 특성과 반화소단위 움직임벡터의 공간적 상관성을 이용하여 새로운 반화소단위 움직임벡터 추정 기법들을 제안하였다. 즉, 화소단위 움직임벡터가 같은 인접블럭과는 반화소단위 움직임벡터도 같을 확률이 높다는 사실과 반화소단위치들 간에도 서로 인접된 반화소단위치간에는 높은 상관성을 지니고 있음을 실험을 통해 확인할 수 있었다. 이러한 성질을 이용한 제안한 방법들은 모의실험 결과 기존의 방법에 비해 아주 미약한 PSNR감소를 보이는 대신 비트율 및 계산량을 효과적으로 줄일 수 있음을 보여주었다.

Abstract

In this paper, we proposed two new methods of half-pel accuracy motion estimation using spatial correlation of half-pel accuracy motion vectors and stochastic characteristics between pixel accuracy motion vectors and half-pel accuracy motion vectors. We confirmed two facts: One is that the probability of having same half-pel accuracy motion vectors with neighboring blocks is high when having same pixel accuracy motion vectors. And the other is that there is high correlation between neighboring half-pel positions. These new half-pel motion estimation techniques are shown to decrease the bit rates for vector coding and computational complexity with similar PSNR.

I. 서 론

동영상 압축기술에 있어서 정확한 움직임 추정(motion estimation)은 매우 중요하다. 이것은 영상들간에 존재하는 시간적인 중복성을 제거하는 것으로서 일반적으로 화소단위의 블럭 정합 알고리즘(BMA; block matching algorithm)을 사용하고 있다.^{[1]-[3]} 그런데, 실제로 물체의 움직임은 반드시 샘플링 격자 간격(sampling grid distance)의 정수배로만 일어나는 것이 아니므로 더욱 정확한 움직임

추정을 위해서 반화소단위 또는 1/4화소단위 등의 움직임 탐색 기법을 사용하고 있다.^{[4]-[7]} 화소 단위를 보간하여 더욱 정확한 움직임을 추정위한 반화소단위의 움직임 보상은 MPEG의 표준안으로서, 기존의 화소단위 탐색에 비해 더욱 정확한 움직임 보상을 얻을 수 있으나 전송해야할 비트량과 계산량이 증가하는 단점이 있다.^[4] Koc등^[5]은 일반적인 표준 동영상 부호화의 하이브리드 DCT 기반에서 IDCT를 제거함으로써 하드웨어 구현을 용이하게 하였다. 그러므로 반화소 단위 움직임 벡터 추정은 기존의 공간영역에서 행하는 것이 아니라 DCT변환 영역에서 행 할 수 있는 방법을 제안하였다. Girod^[6]는 TV신호와 비디오 폰(video phone)신호에 대한 3단계 분수화소(1/2, 1/4, 1/8) 탐색을 3가지 보간(interpolation) 함수를

* 正會員, 慶北大學校 電子工學科

(Dept. of Electronics, Kyungpook Nat'l Univ.)

接受日字: 1997年10月7日, 수정완료일: 1998年5月27日

이용하여 각각의 성능을 비교하였다. 움직임 추정에 있어서, TV신호는 1/4화소 탐색까지, 비디오 폰 신호는 1/2화소 탐색까지 행함으로써 충분한 성능을 나타낸다. 이는 화소 단위 움직임 추정에 비해 더욱 정확한 움직임 보상을 얻을 수 있지만 반화소 탐색을 위한 계산량과 전송해야할 비트량이 증가하는 단점이 있다. $Iu^{[7]}$ 는 공간영역에서 화소단위로 움직임 벡터를 찾은 후 화소 단위 움직임 벡터를 기준으로 탐색 영역 범위를 축소시켜 반화소 탐색을 행하였다. 이 방법은 MPEG 기준의 반화소 단위 움직임 벡터의 추정보다 정확한 움직임을 찾을 수 있다. 그러나 이 방법은 반화소 탐색을 위한 계산량이 상당히 많이 증가한다. 최근 화소 단위 움직임 벡터로 반화소 단위의 움직임 벡터를 찾는 방법들이 제안 되었다^{[9] [10]} Y. Senda등^[10]은 화소 단위의 MAD(mean absolute difference)와 반화소 단위의 MAD의 상관성을 이용하여 계산량을 줄이는 방법을 제안하였다. 즉 반화소 단위의 움직임 벡터를 찾기위해 주변의 화소 단위의 MAD를 이용하므로써 보간을 행하지 않았다. 이는 계산량을 많이 줄일 수 있지만 화소 단위의 움직임이 추정이 정확하지 않을 경우 추정 오차가 증가한다.

본 논문에서는 현재블럭과 인접블럭의 화소단위 움직임벡터와 반화소단위 움직임벡터 사이의 통계적인 특성과 반화소단위 움직임벡터의 공간적 상관성을 이용하여 새로운 반화소단위 움직임 추정 기법을 제안하였다. 제안한 첫번째 방법은 현재블럭의 화소단위 움직임벡터가 이웃블럭의 화소단위 움직임벡터와 같으면 반화소단위 움직임벡터도 같을 확률이 높다는 사실에 근거하였다. 즉, 제안한 방법은 현재블럭과 인접블럭의 화소단위 움직임벡터를 비교하여 같으면 현재블럭의 반화소단위 움직임벡터를 인접블럭의 그것으로 대체함으로써 전송해야할 비트량과 계산량을 줄일 수 있었다. 반대로, 현재블럭과 인접블럭의 화소단위 움직임벡터가 다를 경우에는 반화소단위 움직임을 탐색함으로써 기존의 방법과 동일한 추정오차를 얻을 수 있다. 두번째 제안한 방법은 현재블럭의 반화소 움직임 탐색을 행하여 얻어진 움직임벡터가 동일한 화소단위 움직임벡터를 갖는 인접블럭의 그것과 같은 그룹에 속하면 인접블럭의 반화소단위 움직임벡터를 현재의 것으로 간주함으로써 비트량을 줄일 수 있었다. 그렇지 않으면, 기존의 방법대로 현재블럭의 반화소단위 움직임벡터를 그대로 전송하므로 동일한 추정오차를 얻을

수 있다.

II. 반화소단위 움직임 추정 기법

움직임 보상 부호화에서 더욱 더 정확한 움직임 추정 및 높은 압축효율을 얻기 위해서 반화소단위 움직임 추정 기법이 행해지고 있다. 이것은 움직이는 물체가 반드시 카메라의 샘플링 격자 간격의 정수배로만 움직이지 않는다는 사실에 근거한다. 즉, 현재프레임과 이전프레임과의 관계는

$$S_i(x, y) = S_{i-1}(x-d_x, y-d_y) \quad (1)$$

와 같이 나타낼 수 있는데, 여기에서 x축 및 y축으로 실제의 움직인 거리 (displacement distance) d_x 및 d_y 는

$$\begin{aligned} d_x &= (m_x + \nu_x) d \\ d_y &= (m_y + \nu_y) d \end{aligned} \quad (2)$$

와 같이 반드시 샘플링 간격 d의 정수배로만 나타나지는 않는다. 여기에서 m_x 와 m_y 는 움직임 변위의 정수 성분을 나타내고, ν_x 와 ν_y 는 소수부분을 나타내는 것으로 -0.5 에서 0.5 사이의 값을 갖는다.

따라서 화소단위로만 탐색할 때 나타나는 오차를 최소화하기 위해 일반적으로 그림 1에서 보는 바와 같이 BMA로 추정된 화소단위 움직임 벡터를 기준점으로 하여 이전 프레임의 영상을 보간 (interpolation)하여 이웃 8개의 반화소위치를 만든다. 그 후 기준점이 되는 화소단위를 포함해서 그 주위 8개의 반화소위치에 대하여 추정오차가 최소가 되는 위치를 탐색해서 전송하는 반화소 움직임 탐색 기법이 쓰여지고 있다.^[8] 그림 1에서 (x, y)는 화소단위 BMA로 추정된 벡터의 위치이고 그 주위의 8개 ⊗는 이전 프레임을 보간하여 만들어진 이웃 반화소위치들을 나타낸다. 이때 보간을 위한 기법으로는 양선형 (bilinear), Lagrange 등 여러 가지가 있으나 일반적으로는 양선형 기법을 사용하는데 이를 수식으로는

$$\begin{aligned} S(x, y \pm 0.5) &= [S(x, y) + S(x, y \pm 1)] / 2 \\ S(x \pm 0.5, y \pm 0.5) &= [S(x, y) + S(x \pm 1, y) + S(x, y \pm 1) + S(x \pm 1, y \pm 1)] / 4 \\ S(x \pm 0.5, y) &= [S(x, y) + S(x \pm 1, y)] / 2 \end{aligned} \quad (3)$$

와 같이 표현할 수 있다.

일반적으로 반화소 움직임 탐색 방법은 예측오차 분산이 줄어들어 정확한 움직임 보상을 얻을 수 있으나 BMA에 의한 화소단위 움직임벡터를 전송하는데 필요한 비트수 이외에 반화소 움직임벡터를 위한 별도의 비트가 필요하며, 이와 더불어 복잡한 보간 과정 및 추가 계산량이 필요하다는 단점이 있다.

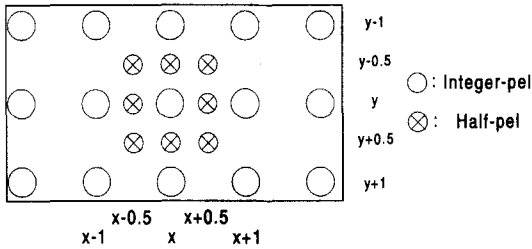


그림 1. 반화소 변위
Fig. 1. Half-pel displacement.

III. 제안한 반화소단위 움직임 추정 기법

제안한 방법에서는 현재블럭과 인접블럭의 화소단위 움직임벡터와 반화소단위 움직임벡터 사이의 통계적인 특성과 반화소단위 움직임벡터의 공간적인 상관성을 이용하여 비트율 및 계산량을 줄이고자 하였다.

1. 제안방법 I

제안방법 I은 인접블럭간에 존재하는 움직임벡터의 공간적 상관성을 이용하여 현재블럭의 화소단위 움직임벡터가 인접블럭의 화소단위 움직임벡터와 같으면 반화소단위 움직임벡터도 같을 확률이 높다는 사실에 근거하였다.

이와같은 움직임벡터의 상관성을 이용하여 제안방법 I에서는 그림 2에서와 같이 프레임의 전체블럭에 대해 부표본화를 행하여 빗금친 블럭에 대해서는 기존의 방법처럼 반화소 움직임 탐색을 행한다. 그 후 빗금친 블럭 A에 인접한 부블럭 a1, a2 및 a3에 대해서는 시간적 인과성을 고려한 주위블럭과 화소단위 움직임벡터가 같은지를 조사하여 반화소탐색 여부를 결정하게 된다. 즉, 부블럭 a1에 대해서는 블럭 A 및 b1과, 부블럭 a2에 대해서는 블럭 A 및 b2와 화소단위 움직임벡터가 같은지 비교하고 부블럭 a3은 블럭 A 및 b3과 비교하여 행한다. 이 방법은 현재블럭과 인접블럭의 화소단위 움직임벡터만을 이용하는 것이므로 부가정보 없이 수신측에서도 동일하게 반화소탐색 여부를

판단할 수 있다.

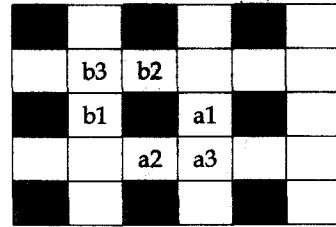


그림 2. 제안방법 I을 위한 인접블럭
Fig. 2. Neighboring blocks for proposed method I.

따라서 제안방법 I은 인접블럭과 동일한 화소단위 움직임벡터를 갖는 블럭에 대해서는 별도의 부가정보 없이 반화소탐색을 위한 비트량 및 계산량을 없앨 수 있으며, 반대로 인접블럭과 화소단위 움직임벡터가 다른 경우에는 기존의 방법대로 반화소탐색을 행하므로 동일한 추정오차를 얻을 수 있다.

2. 제안방법 II

제안방법 II에서는 BMA에 의해 결정된 화소위치 주위의 8개의 반화소위치 중에서도 서로 상관성이 높은 위치들간에는 평균 자승 오차 (MSE; mean square error)의 차이가 크지 않다는 사실을 이용하였다.

제안한 방법을 설명하기 위해 그림 1에 나타난 화소 및 반화소위치들을 그림 3에서와 같이 번호를 붙여 표현하였는데 여기에서 0는 BMA에 의한 화소단위 움직임벡터를 나타낸다. 이 때 화소 및 반화소위치들을 각 반화소위치에 대해 공간적 상관성이 높은 것부터 4개의 클래스로 분류하여 표현한 것이 표 1이다. 예를 들어 반화소위치 1에 대해 상관성이 제일 큰 것은 2와 4의 위치이며 두번째는 8, 세번째는 3과 6, 상관성이 제일 낮은 것은 5와 7의 위치이다.

위의 사실에 근거하여 제안방법 II에서는 현재블럭의 각 반화소위치에 대하여 인접블럭에서 현재의 것과 동일한 반화소벡터 및 상관성이 제일 높은 제 1클래스 반화소위치를 묶어서 (1-1,2,4), (2-2,1,3), (3-3,2,5), (4-4,1,6), (5-5,3,8), (6-6,4,7), (7-7,6,8), (8-8,5,7), (0-0)과 같이 9개의 그룹으로 나누었다. 여기에서 첫 번째 숫자는 현재블럭의 반화소위치를 나타내고, 두번째 숫자부터는 인접블럭의 반화소위치를 나타낸다. 그 후, 기존의 방법대로 현재블럭의 반화소단위 움직임벡

터를 구하여 그것이 동일한 화소단위 움직임벡터를 갖는 인접블럭의 반화소단위 움직임벡터와 같은 그룹에 속할 경우에는 인접블럭의 반화소단위 움직임벡터를 자신의 것으로 간주함으로써 비트율을 줄일 수 있다.

1	2	3
4	0	5
6	7	8

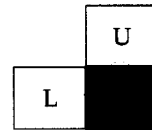
그림 3. 반화소 번호
Fig. 3. Half-pel number.

즉, 그림 4에서 빗금친 현재블럭과 동일한 화소단위 움직임벡터를 갖는 인접블럭이 L과 U중에 있는지를 먼저 조사한다. 단 여기에서 부가정보 증가를 막기 위해 먼저 블럭 L과 화소단위 움직임벡터의 동일여부를 조사한 다음 다른 경우에만 U를 사용하였다. 화소단위 움직임벡터가 같은 블럭이 L과 U중에 있다면 현재블럭의 반화소단위 움직임벡터를 구하여 그것이 화소단위 움직임벡터가 같은 인접블럭의 반화소단위 움직임벡터와 같은 그룹에 속해 있는지를 판별한다. 만일 같은 그룹에 속해 있다면 현재블럭의 반화소단위 움직임벡터를 인접블럭의 그것으로 대치함으로써 현재블럭의 반화소단위 움직임벡터 전송을 위한 비트량을 줄일 수 있으며, 반대로 다른 그룹일 경우에는 자신의 반화소 움직임벡터를 그대로 전송한다. 그런데 이 방법에서는 비록 현재블럭의 화소단위 움직임벡터가 인접블럭의 것과 같더라도 반화소단위 움직임벡터가 인접블럭의 그것과 다른 그룹이라면 자신의 반화소 움직임벡터를 전송해야 하므로 이를 판별하기 위한 부가정보가 필요하다. 또한 항상 현재블럭의 반화소탐색이 선행되므로 계산량의 감소는 없다. 그러나 전체적으로는 비트율을 효과적으로 감소시킬 수 있으며, 제안방법 I과 달리 인접블럭과 동일한 화소단위 움직임벡터를 갖더라도 반화소단위 움직임벡터간의 상관성이 떨어지면 자신의 것을 전송하므로 제안방법 I에 의한 오차를 최소화할 수 있다.

또, 이 방법에서도 제안방법 I과 같이 인접블럭과 화소단위 움직임벡터가 다른 블럭에 대해서는 현재블럭의 반화소단위 움직임벡터를 그대로 전송하므로 기존의 방법과 동일한 추정오차를 얻을 수 있으며 따라서 오차의 전파를 막을 수 있다.

표 1. 반화소위치들의 클래스 분류
Table 1. Classification of half-pixels.

Class 1	2, 4	1, 3	2, 5	1, 6	3, 8	4, 7	6, 8	5, 7	0
Class 2	8	7	6	5	4	3	2	1	
Class 3	3, 6	4, 5	1, 8	2, 7	2, 7	1, 8	4, 5	3, 6	
Class 4	5, 7	6, 8	4, 7	3, 8	1, 6	2, 5	1, 3	2, 4	



(L: Left, U: Upper)

그림 4. 제안방법 II를 위한 인접블럭
Fig. 4. Neighboring blocks for proposed method II.

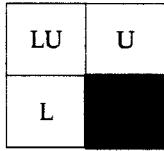
IV. 실험결과 및 고찰

본 논문에서 제안한 반화소단위 움직임 추정 기법의 성능을 평가하기 위하여 컴퓨터 모의 실험을 행하였다. 본 실험에서는 FOOTBALL 영상 및, FLOWER GARDEN 영상을 각각 30프레임 사용하였다. 이 들 영상은 720×480의 크기를 가지며 8비트로 양자화 되어 있는 것이다. BMA에서 움직임 추정을 위한 블럭의 크기는 SIF영상일 때 8x8 및 표준영상인 경우 16x16, 탐색범위는 각각 -8 - +7 및 -16 - +15로 하였다. 정합의 척도는 화소단위 움직임벡터를 찾기 위해서는 계산시간이 빠른 평균 절대 오차 (MAD; mean absolute difference)를, 반화소단위에는 좀더 정확한 MSE를 각각 사용하였다.

1. 움직임벡터의 상관성 실험

제안한 방법에서는 현재블럭이 인접블럭과 동일한 화소단위 움직임벡터를 가질 경우 반화소단위 움직임벡터도 같을 확률이 높다는 사실에 근거하고 있다.

실제로 FOOTBALL과 FLOWER GARDEN 영상에 있어서 현재블럭과 그림 5에 나타난 인접블럭들에 대해 화소단위 움직임벡터가 같을 확률 (P_{pel})과, 화소단위 움직임벡터가 같을 때 반화소단위 움직임벡터도 같을 확률 (P_{H-pel}) 및 인접블럭과 동일한 그룹에 속할 확률



(L: Left, U: Upper, LU: Left upper)

그림 5. 인접블럭
Fig. 5. Neighboring blocks.

($P_{H-group}$)을 각각

$$P_{pel} = \frac{B_{pel}}{B_{total}} \times 100 \quad (\%)$$

$$P_{H-pel} = \frac{B_{H-pel}}{B_{pel}} \times 100 \quad (\%) \quad (4)$$

$$P_{H-group} = \frac{B_{H-group}}{B_{pel}} \times 100 \quad (\%)$$

과 같이 실험적으로 구하였는데 그 결과는 표 2에서와 같았다. 수식 (4)에서 B_{total} 은 영상의 전체 블럭 개수를 나타내고, B_{pel} , B_{H-pel} , 및 $B_{H-group}$ 등은 각각 인접블럭과 화소단위 움직임벡터가 같은 블럭의 개수와 그 때 동일한 반화소벡터 및 반화소그룹을 갖는 블럭의 개수를 나타낸다. 표 2에서 알 수 있듯이 8×8 및 16×16 블럭 크기에 대하여 인접블럭과 화소단위 움직임벡터가 같을 확률은 인접블럭의 위치에 따라 각각 41~53% 및 25~56%, 그 때 반화소단위 움직임벡터도 같을 확률은 57~67% 및 29~50%였다. 한편, 동일한 반화소그룹에 속할 확률은 62~72% 및 34~57%로 증가하여 제안방법 I에서의 실제 오차성분은 미약하였다. 또, 반화소벡터가 다른 그룹에 속할 경우라도 제안방법 II에서는 반화소 탐색을 행하여 반화소벡터를 전송하므로 제안방법 I에서의 오차성분을 보상할 수 있다. 그리고 특이한 것은 동일한 화소 및 반화소벡터를 가질 확률은 FLOWER GARDEN이 높으나 같은 반화소그룹에 속할 확률은 오히려 FOOTBALL이 더 높은 것으로 나타났다.

특히, 제안방법 II에서는 8개의 반화소위치 중에서도 서로 상관성이 높은 위치들간에는 MSE 차가 크지 않다는 사실을 이용하였는데 그 실험결과는 그림 6에서와 같았다. 그림 6은 표 1에서 구분된 각 클래스별 반화소위치들의 평균 MSE가 다른 클래스들에 비해 가장 작은 확률을 나타낸 것이다. 그림에서 상관성이 제일 높은 제 1 클래스의 평균 MSE가 가장 작으며, 상관성이 떨어질수록 다른 클래스에 비해 평균 MSE

가 가장 작은 확률 Y는 급격히 떨어짐을 알 수 있다. 따라서, 제안방법 II에서처럼 현재블럭의 반화소위치가 인접블럭의 반화소위치와 같은 그룹에 속해 있다면 인접블럭의 반화소 움직임벡터를 현재의 것으로 간주해도 큰 오차가 없음을 확인할 수 있다.

표 2. 인접블럭간의 움직임벡터가 같을 확률
Table 2. The probability of same motion vectors in neighboring blocks.

8×8 (-8~7)	L	44	58	72	53	67	71
	U	43	57	71	51	62	66
	LU	41	57	71	47	58	62
16×16 (-16~15)	L	41	41	57	56	50	54
	U	25	41	57	38	36	41
	LU	25	38	54	33	29	34

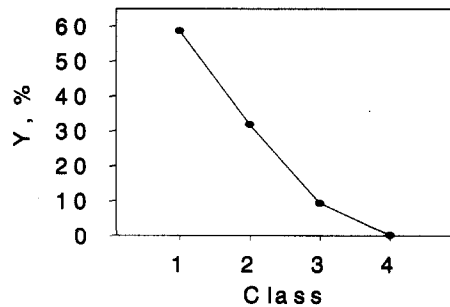


그림 6. 각 클래스별 평균 MSE가 가장 작은 확률 Y
Fig. 6. The probability Y of having the smallest mean MSE in each class.

2. 제안한 방법의 성능 실험

1) 비트율 및 계산량

제안방법 I 및 II가 기존의 반화소 움직임탐색에 비해 가지는 비트율 및 계산량의 감소정도 (P_I , P_{II})는

$$P_I = \frac{B_I}{B_{total}} \times 100 \quad (\%) \quad (5)$$

$$P_{II} = \left(1 - \frac{B_{11} \times 1 + B_{10} \times 4 + B_0 \times 3}{B_{total} \times 3} \right) \times 100 \quad (\%) \quad (6)$$

와 같이 확률로 표현할 수 있으며, 그 실험 결과는 표 3에서와 같았다. 수식 (5)에서 B_I 는 제안방법 I의 그림 2에서 주블럭 (A) 및 주위블럭 (b1, b2, 및 b3)

과 동일한 화소단위 움직임벡터를 갖는 부블럭들의 개수를 의미한다. 또, 수식 (6)에서 B 아래의 첫번째 숫자는 제안방법 II의 그림 4에서 인접블럭 (L 또는 U)들과 화소단위 움직임벡터의 동일여부를 나타내고, 두번째 숫자는 현재블럭의 반화소벡터가 인접블럭과 동일한 반화소그룹에 속하는지의 여부를 나타낸다. 예를 들어 B_{11} 은 인접블럭과 동일한 화소벡터 및 반화소그룹을 갖는 블럭들의 개수를 의미한다. 그리고 반화소벡터를 부호화 하기 위해서 기존의 방법에서는 일괄적으로 3비트가 필요하지만, 제안방법 II에서는 경우에 따라 필요한 비트수가 달라질 수 있다.

표 3. 제안한 방법의 비트율 및 계산량 감소율

Table 3. The reduction rate of bit rates and computations by proposed methods.

Block size (Senda range)	Methods	FOOTBALL		FLOWER GARDEN	
		Bit rates reduction, %	Computations reduction, %	Bit rates reduction, %	Computations reduction, %
8×8 (-8~7)	Senda	.	93	.	93
	Proposed I	22	22	27	27
	Proposed II	20	.	23	.
16×16 (-16~15)	Senda	.	93	.	93
	Proposed I	19	19	24	24
	Proposed II	18	.	26	.

실험 결과 제안방법 I의 경우 8×8 블럭 크기에 대해서는 비트율 및 계산량을 동시에 22~27%, 16×16 블럭 크기에 대해서는 19~24% 정도를 동시에 줄일 수 있었다. 또한, 제안방법 II에서는 각 블럭 크기에 대해 20~23% 및 18~26% 정도의 비트율 감소는 있었으나 계산량의 감소는 없다. 그것은 제안방법 II가 모든 블럭에 대해 항상 반화소탐색을 행하기 때문이다. 그리고 FLOWER GARDEN 영상에서 비트율 및 계산량 감소가 더 큰 것은 표 2에서 알 수 있듯이 이 영상이 인접블럭과 화소단위 움직임벡터가 같을 확률이 더 크기 때문이다. 표 3에서 Senda의 방법과 제안한 방법을 비교해 보면 계산량은 제안한 방법보다 많이 줄어듦을 볼 수 있다. 그러나 제안한 방법은 비트율을 줄일 수 있는 반면, Senda의 방법은 비트율의 감소를 얻을 수 없음 알 수 있다.

2) 평균 PSNR

FOOTBALL 및 FLOWER GARDEN 영상에 대해 일반적인 화소단위 전역탐색 (FSA), 기존의 반화소 움직임탐색 (H-pel) 및 제안한 방법에 의한 평균 PSNR을 계산한 결과는 각각 표 4에서와 같았다. 두 영상에 대한 제안한 방법들의 PSNR 감소는 기존의 반화소탐색에 비해 8×8 블럭 크기에 대해서는 제안방법 I이 각각 0.03 및 0.2 dB였으며, 제안방법 II에서는 두 영상에 대해 각각 0.07 및 0.1 dB로 아주 미약했다. 또한 16×16 블럭 크기에 대해서도 제안방법 I에서는 각각 0.01 및 0.16 dB, 제안방법 II에서는 각각 0.04 및 0.09 dB의 미약한 PSNR 감소를 보였다. 이 때 FLOWER GARDEN 영상에서의 PSNR 감소가 FOOTBALL에 비해 다소 큰 것은 꽃 부근에서의 작고 불규칙한 움직임에 기인한 것으로 보인다. 이런 경우에서처럼 인접블럭간에 상관성이 떨어지는 경우에는 제안방법 II가 제안방법 I에 비해 상대적으로 좋은 결과를 보였다. 표 4에서 Senda의 방법과 제안한 방법을 비교해 보면, Senda의 방법은 기존의 방법에 비해 PSNR의 감소가 0.31~0.52dB 정도지만 제안한 방법은 0.03~0.1정도도 아주 미약함을 볼 수 있다. 그러므로 표3과 표4의 결과에서 Senda의 방법은 계산량을 많이 줄일 수 있지만 추정오차가 증가하고 비트율의 감소를 얻을 수 없다, 그러나 제안한 방법은 기존의 방법에 비해 거의 비슷한 PSNR을 유지하면서 계산량과 비트율을 효과적으로 감소 시킬 수 있으므로 Senda방법보다 더 나은 성능을 나타냄을 확인 할 수 있다.

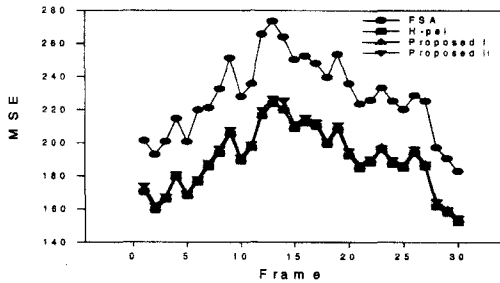
표 4. PSNR [dB] 비교

Table 4. The comparison of PSNR [dB].

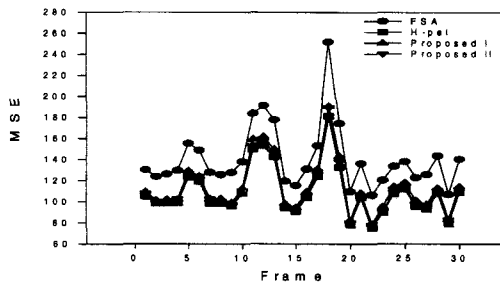
Block size	Methods	PSNR [dB]				
		FOOTBALL	FLOWER GARDEN	FOOTBALL	FLOWER GARDEN	FOOTBALL
8×8 (-8~7)	FOOTBALL	24.58	25.37	25.06	25.34	25.30
	FLOWER GARDEN	26.73	27.75	27.23	27.55	27.65
16×16 (-16~15)	FOOTBALL	24.74	25.37	25.01	25.36	25.33
	FLOWER GARDEN	26.98	27.69	27.38	27.53	27.60

3) MSE 비교

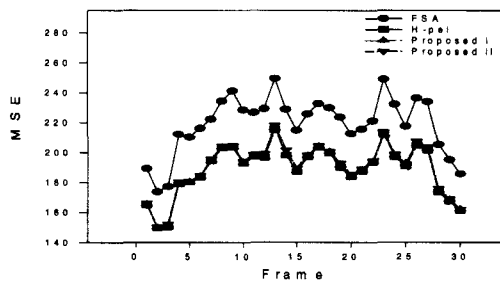
제안한 방법들의 화질 특성을 알기 위하여 두 영상의 프레임에 따른 MSE를 계산한 결과는 그림 7에서



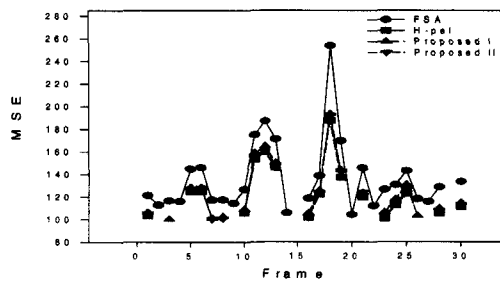
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 7. MSE 비교: (a) FOOTBALL (8×8); (b) FLOWER GARDEN (8×8); (c) FOOTBALL (16×16); (d) FLOWER GARDEN (16×16)

Fig. 7. Comparison of MSE: (a) FOOTBALL (8×8); (b) FLOWER GARDEN (8×8); (c) FOOTBALL (16×16); (d) FLOWER GARDEN (16×16).

와 같았다. 이 그림에서 기존의 방법에 비해 제안한 방법들의 MSE 증가는 그래프로 구별할 수 없을만큼 거의 없음을 알 수 있다. 이상의 결과에서 제안한 방법이 기존의 방법에 비해 큰 화질의 저하 없이 비트율 및 계산량을 효과적으로 감소시킴을 알 수 있다.

V. 결 론

본 논문에서는 화소단위 움직임벡터와 반화소단위 움직임벡터간의 통계적 특성과 반화소단위 움직임벡터의 공간적 상관성을 이용하여 새로운 반화소 움직임 탐색 기법들을 제안하였다. 실험을 통해 화소단위 움직임벡터가 같은 인접블록과는 반화소단위 움직임벡터도 같을 확률이 높다는 사실과 반화소위치를 간에도 서로 인접된 반화소위치간에는 높은 상관성을 지니고 있음을 확인할 수 있었다. 이러한 성질을 이용한 제안한 방법들은 모의실험 결과 기존의 방법에 비해 큰 화질의 저하없이 제안방법 I 은 비트율 및 계산량을, 제안방법 II는 계산량의 감소는 없지만 비트율을 각각 효과적으로 줄일 수 있음을 확인하였다.

참 고 문 헌

- [1] H. G. Musmann, P. Pirch, and H. J. Grallert, "Aavances in picture coding," *Proc. of IEEE*, vol. 73, no. 4, pp. 523-548, April 1985.
- [2] A. K. Jain, "Image data compression: A review," *Proc. of IEEE*, vol. 69, no. 3, pp. 349-389, March 1981.
- [3] A. N. Netravali and J. O. Limb, "Picture coding: A review," *Proc of IEEE*, vol. 68, no. 3, pp. 366-406, March 1980.
- [4] Motion Picture Experts Group, "MPEG Committee Draft," *ISO-IEC JTC1/SC29/WG11/602*, Nov. 1993.
- [5] U. V. Koc and K. J. R. Liu, "Subpixel motion estimation in DCT domain," *SPIE*, vol. 2727, pp. 332-343, 1996.
- [6] B. Girod, "Motion-compensating prediction with fractional-pel accuracy," *IEEE Trans. commun.*, vol. 41, no. 4, pp. 604, April 1993.
- [7] S. L. Iu, "Comparision of motion compensation using different degrees of

sub-pixel accuracy for interfield/interframe hybrid coding of HDTV image sequences," in *1992 International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing*, San Francisco, CA, USA, 1992, vol. 3, pp. 465-468.

- [8] Motion Picture Experts Group, "MPEG Test model 5 Draft revision 2," *ISO-IEC JTC1/SC29/WG11/NO400*, April 1993.
- [9] Y.Senda, H. Harasaki, and M. Yano, "A

Simplified Motion Estimation using an approximation for the MPEG-2 Real-Time Encoder." *ICASSP-95*, Vol. 4, pp.2277-2276(1995).

- [10] Yuzo Senda, Hidenobu Harasaki, and Mitsuhara Yano, "Theoretical Background and Improvement of a simplified Half-Pel Motion Estimation," *Proc. ICIP'96*, Vol. 3, pp. 263-266, 1996.

저 자 소 개

李 法 基(正會員)

1968년 6월 6일생. 1992년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사). 1994년 2월 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사). 1996년 2월 경북대학교 전자공학과 박사과정 수료. 주관심분야는 영상신호처리 및 압축

崔 正 鉉(正會員)

1966년 3월 10일생. 1991년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사). 1993년 2월 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사). 1995년 2월 경북대학교 전자공학과 박사과정 수료. 주관심분야는 영상신호처리 및 압축

李 京 桓(正會員)

1969년 11월 16일생. 1994년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사). 1996년 2월 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사). 1998년 2월 경북대학교 전자공학과 박사과정 수료. 주관심분야는 영상신호처리 및 압축

金 德 奎(正會員)

1951년생. 1973년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사). 1977년 8월 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사). 1989년 3월 일본 동경대학교 전기공학과 박사과정(공학박사). 1980년 3월 ~ 현재 경북대학교 전자전기공학부 교수. 현 대한전자공학회 총무이사, 한국공학기술학회 학술이사. 주관심분야는 영상 및 음향 시스템, PFC 등