

# 효율적인 경계영역 보존 움직임 추정기법

최 명환, 임정은, 손 광훈  
연세 대학교 전기·전자 공학부

## Edge-preserving motion estimation technique

Myoung Hwan Choi, Jung Eun Lim, Kwang Hoon Sohn  
Dept. of Electrical & Electronics Eng, Yonsei University

E-mail : khsohn@yonsei.ac.kr

### 요 약

본 논문에서는 경계영역을 잘 보존할수 있는 움직임 추정기법을 제안하였다. 고정크기 블록으로 움직임 추정 시 생길 수 있는 경계영역에서의 왜곡은 인간의 시각에 민감하게 작용할 수 있다. 제안한 움직임 추정기법은 고정크기 블록기반으로서 기본적으로 MAD(Mean Absolute Difference)가 최소가 되도록 하는 동시에 영상의 경계값과 복잡도를 이용하여 경계부분에서 일어나는 시각적인 왜곡을 줄일 수 있도록 하였다. 제안한 움직임 추정기법은 기존의 경계영역 보존 기법에 비해 객관적 성능 및 주관적 화질이 향상됨을 모의 실험결과로부터 확인하였다.

### I. 서 론

움직임 추정 및 보상기법은 동영상에 존재하는 시간적 중복성(temporal redundancy)의 제거를 통해 높은 압축률을 얻는데 핵심적인 역할을 한다. H.261, H.263, 및 MPEG[1]등의 동영상 압축표준에서는 고정 크기 블록 정합 알고리즘(FBMA: Fixed size Block Matching Algorithm)을 이용하여 움직임 추정 및 보상과정을 수행하고 있다. 하지만 블록 단위로 움직임을 추정하기 때문에 블록화 현상(blocking artifact)이 발생하며 움직임이 있는 객체의 경계면을 포함한 블록의 경우 움직임 보상 시 물체의 일부가 어긋나 버리는 심각한 시각적인

왜곡을 발생시킬 수 있다. 이런 문제를 해결하기 위해 여러 개의 객체를 가지고 있는 블록을 분할하여 하나의 객체에 대해 하나의 블록으로 표현하는 가변크기 블록기반 움직임 추정 기법(VBMA: Variable size Block Motion estimation Algorithm)[2]이 소개되었다. 그러나 VBMA의 경우 FBMA를 사용하고 있는 표준과 호환되지 않는 문제점을 가지고 있다.

본 논문은 움직임이 있는 경계면에서의 시각적인 왜곡을 줄이는 FBMA기반의 움직임 추정기법을 제안한다. 제안한 움직임 추정기법에서 사용한 비용함수는 영상의 경계값과 밝기값을 동시에 고려하며 블록의 경계값과 복잡도를 이용하여 두 값의 가중치를 조절한다. 이로서 경계영역에서는 시각적인 왜곡을 최소화하고 그 밖의 다른영역에서는 가능한 높은 PSNR을 유지하도록 움직임 추정을 수행을 할 수 있다.

### II. 경계-보존 움직임 추정기법

블록기반 움직임 추정은 구현이 용이하고 효율성면에서 우수하기 때문에 H.261, MPEG과 같은 압축표준에 사용되었다. 그러나 한 블록안에 있는 모든 화소값은 움직임이 같다는 가정을 하여 여러 객체에 대해 한 개의 벡터로만 나타내기 때문에 여러 가지 문제점이 생길 수 있다. 그림1은 움직이고 있는 탁구공과 탁구채를 움직임 보상한 영상으로 블록정합 후 생기는 경계영역에서의 시각적인 왜곡을 보여주고 있다. 그림1(b)의 경

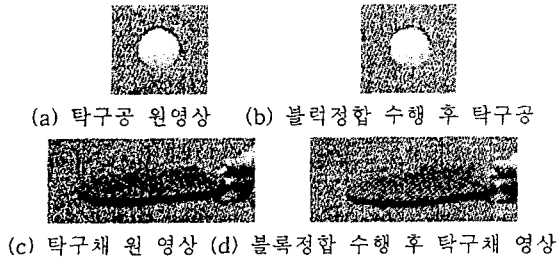


그림 1. 블록정합시 경계문제 (“Table Tennis”)

우 공의 경계부분이 잘못 보상되어졌는데 이것은 잡음성의 비균일 화소값을 가지고 있는 배경이 블록의 대부분을 차지하여 움직임 벡터를 결정하고 상대적으로 적은 영역을 차지하고 있는 탁구공의 왼쪽부분에 같은 움직임 벡터가 적용이 되었기 때문에 나타난다.

경계영역에 대해 정확한 벡터를 찾기 위한 기존의 방법[3]은 영상을 고정크기의 블록으로 나눈 후 각각의 블록에 대해 움직임검출과 경계값 검출을 통해서 경우에 따라 다른 움직임 추정기법을 사용하였는데, 경계영역이라고 판단될 때 식(1)과 같이 경계값에 대한 오차인 MADE(Mean Absolute Difference of Edge value)를 사용한 움직임 추정을 하여 경계면에 대한 주관적 화질을 향상시키고 그 밖의 다른 영역에서는 식(2)와 같은 밝기값에 대한 오차인 MADI(Mean Absolute Difference of Intensity value)를 사용하여 움직임을 수행한다.

$$MADE = \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} |S_n(i, j) - S_{n-1}(i+x, j+y)| \quad (1)$$

$$MADI = \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} |I_n(i, j) - I_{n-1}(i+x, j+y)| \quad (2)$$

여기서 MADI는 현재 영상  $I_n$ 과 이전 영상  $I_{n-1}$ 에 대한 밝기값의 차이를 말하고 MADE는 Sobel 경계검출기로 얻은 경계영상  $S_n$ 과  $S_{n-1}$ 에 있는 경계값의 차이를 말한다. 그러나 MADE로 움직임을 추정을 하는 경우 그 위치에서의 밝기값에 대한 오차의 고려없이 단지 경계영상에서 경계값에 대한 오차만을 고려하기 때문에 그림 2와 같이 일정밝기 값이 반복되는 텍스처 영역에 대해 심각한 오류를 발생시킬 수 있다.

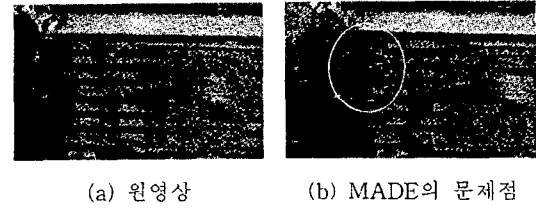


그림 2. MADE로만 움직임 추정시 문제점

본 논문에서는 이를 위해, MADE 또는 MADI를 독립적으로 사용하기보다는 적절한 가중치와 함께 두 비용함수의 합으로 이루어지는 새로운 비용함수를 사용하는 움직임 추정기법을 제안한다. 비용함수는 MADI와 MADE로 구성이 되며 블록의 영역에 따라 가중치가 조절된다. 즉 평활영역과 텍스처영역에서는 MADI에 가중치를 두어 움직임 추정에 신뢰성을 두며 경계영역에서는 MADE에 가중치를 두어 경계면에 대한 시각적인 왜곡을 줄이도록 하였다. 경계값은 원영상에 저역통과 필터를 적용한 후 Sobel 경계검출기를 통해 구한다. 이로써 MADE는 고주파를 가지는 잡음에 덜 민감하게 되어 움직임 추정에 대한 신뢰성을 향상시킬 수 있게 된다.

본 논문에서 제안한 움직임 추정시 사용하는 비용함수는 식(3) 및 식(4)과 같다.

$$Cost = \frac{MADI}{(m_{edge} + 1)} + \frac{MADE}{func(NZC)} \quad (3)$$

$$func(NZC) = |NZC - a| + |NZC - b| + c \quad (4)$$

식(3)에서  $m_{edge}$ 는 현재 블록안에 있는 경계값들의 평균[4]을, 그리고 식(4)의  $func(NZC)$ 는 NZC(number of zero crossing)[5]의 함수로서 블록의 복잡도를 표현한다. 우선 NZC를 구하기 위해 블록안에 있는 화소값들에 대해 그것들의 평균을 빼고 난 후 블록의 행, 열 그리고 두 개의 대각방향을 따라 이웃하는 화소에 대해 부호의 변화를 살핀 후 부호변화가 일어난 횟수를 세어 구한다. 또한 NZC가 잡음에 민감하지 않도록  $Th_{NZC}$ 를 두어 이 값보다 작은 값은 잡음으로 판단하고 '0'으로 지정함으로써 이웃하는 화소끼리의 부호변화가 일어나지 않도록 하여 불필요한 NZC값의 증가를 방지하였다. 따라서 경계영상에 대해 NZC를 구하면 그림 3과 같이 값의 크기에 따라 현재 블록이 평활 영역, 경계 영역,

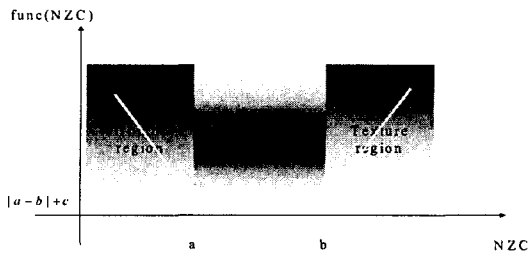


그림 3. func(NZC)

텍스처 영역중 어느 영역인지 알 수 있을 것이고 영역에 따라  $func(NZC)$ 로서 식(3)의 비용함수에 대해 가중치 조절을 하였다.

식(3)은 기본적으로 경계영역에서  $m_{edge}$ 가 증가하므로 MADE의 가중치가 증가하여 시각적인 왜곡을 줄일 수 있는 추정을 하게 된다. 여기서 MADE의 독립적인 사용보다 MADI와 함께 사용함으로써 보다 정확한 움직임 추정을 할 수 있다. 그러나 경계영역이 아닌 경우는 MADI에 가중치를 두어 신뢰성 있는 벡터를 찾을 수 있다. 여기서 경계값으로 가중치를 조절할 경우 경계영역과 평활영역에서는 좋은 결과를 기대할 수 있지만 텍스처영역일 경우에도  $m_{edge}$ 가 증가하여 식(3)의 비용함수는 MADE에 의해 영향을 받게되어 그림 2과 같은 화질의 열화가 초래될 것이다. 따라서  $func(NZC)$ 를 이용하여 텍스처영역에 대한 화질열화를 줄일 수 있도록 하였다.  $func(NZC)$ 는 그림 3와 같은 함수로서 텍스처영역에서 값이 증가하여 MADI에 대한 가중치를 증가시켜 잘못된 추정을 막을 수 있다. 마찬가지로 평활영역에서는 MADI에 가중치를, 경계영역에서는 MADE에 가중치를 두도록 하였다. 또한 식(3)의 '+1'은 경계값이 없을 때 비용함수가 무한대로 발산하는 것을 막기 위해 필요하다.

### III. 실험 결과

본 논문에서 제안한 움직임 추정기법의 성능을 평가하기 위해 모의실험을 수행하였다. 본 실험에서는 'table tennis'(720×480), 'train and tunnel'(720×576)을 실험영상으로 사용하였다. 움직임 추정을 위한 블록의 크기는 16×16으로 하였고, 탐색영역은 -16~16으로 설정

정하였으며  $func(NZC)$ 에 사용한 파라미터들은 실험적으로 결정하여  $a = 70$ ,  $b = 110$ ,  $c = -39$  그리고  $Th_{NZC} = 3$ 을 사용하였다. 제안한 비용함수를 이용한 움직임 추정기법에 대한 성능평가로서 객관적 지표인 PSNR(Peak to peak Signal to Noise Ratio)의 비교와 움직임 보상된 화면의 주관적 비교를 행하였다. 그림 4는 제안한 기법이 기존의 기법보다 우수하고 일반블록 정합과 비슷한 PSNR을 나타내고 있음을 보이고 있다. PSNR은 이론적으로 좋은 척도지만 인간의 시각적인 화질은 고려되지 않고 있으므로 주관적인 화질 또한 중요하다. 그림 5에서 table tennis 영상을 이용하여 주관적 화질을 비교하였다. 특히 그림 6의 손톱과 손목부분, 그림 7의 팔부분, 그림 8의 공부분을 통해 제안한 움직임 추정기법이 기존 기법에 비해 주관적인 측면에서 화질이 향상되었음을 확인할 수 있다.

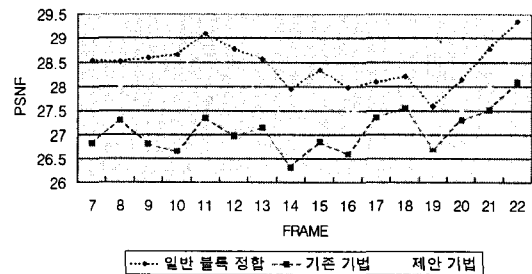


그림 4. 각 방식에 대한 PSNR 비교

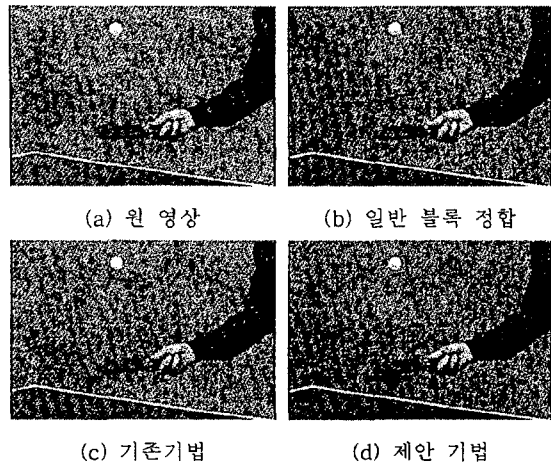


그림 5. Table tennis의 결과영상 비교

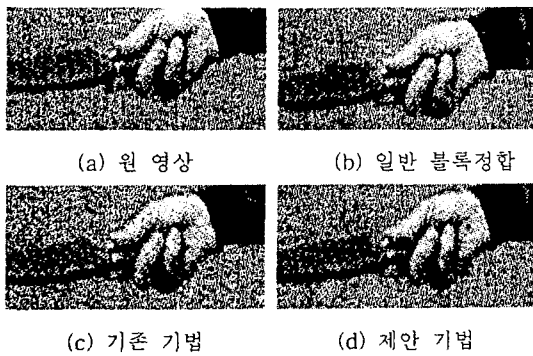


그림 6. 탁구채에 대한 결과영상 비교



(a)원영상 (b)일반블록정합(c)기존기법 (d)제안 기법

그림 7. 팔부분에 대한 결과영상 비교



(a)원영상 (b)일반블록정합 (c)기존기법 (d)제안기법

그림 8. 탁구공에 대한 결과영상 비교

#### IV. 결 론

본 논문에서는 경계영역 보존에 효과적인 움직임 추정기법을 제안하였다. 제안한 움직임 추정기법은 고정크기 블록기반으로서 적절한 가중치와 함께 MADE와 MADI를 동시에 고려하여 경계영역을 보존하였다. Sobel 경계검출기를 사용해 얻은 경계값과 블록의 복잡도를 나타내는  $func(NZC)$ 을 이용하여 경계영역에서는 MADE에 가중치를 두어 경계영역을 보존하고 평활영역과 텍스처영역에서는 MADI에 가중치를 둬서 PSNR을 높이 유지하였다. 제안한 움직임 추정기법은 기존의 기법보다 객관적 성능 및 주관적 화질이 향상되었음을 모의실험을 통해 확인하였다. 향후연구과제로는  $func(NZC)$ 를 영역에 따라 가중치를 조절하는 값  $a, b, c$ 를 영상 특성에 따라

적응적으로 변화하도록 하는 방법을 연구하는데 있다.

감사의 글: 본 논문은 산업자원부에서 시행한 차세대 신기술 개발사업에서 수행한 연구결과입니다.

#### 참고 문헌

- [1] ISO/IEC 13818-2, "Information technology - Generic Coding of moving picture and associated Audio information : video."
- [2] M. H. Chan, Y. B. Yu, and A. G. Constantinides, "Variable size block matching motion compensation with applications to video coding," IEE Pro. Communications, Speech and Vision, vol. 137, pp 205-212, August, 1990.
- [3] Y. L. Chan, and W. C. Siu, "Edge oriented block motion estimation for video coding," IEE Proc. Visual Image Signal Process, vol. 144 no. 3, pp 136-144, June, 1997.
- [4] M. H. Kim and K. H. Sohn, "Edge preserving directional regularization technique for disparity estimation of stereoscopic image," IEEE Trans. on Consumer Electronics, vol 45, no. 3, pp 804-811, August, 1999.
- [5] Kundu, "System and method for matching blocks in a sequence of images," US PATENT no. 5974192, 1999.