

# 에지 기반 가변 가중치 벡터 중앙값 필터를 이용한 움직임 벡터 처리

정희원 박주현\*, 김영철\*, 홍성훈\*

## The Edge-Based Motion Vector Processing Based on Variable Weighted Vector Median Filter

Ju Hyun Park, Young-Chul Kim\*, Sung-Hoon Hong\*\* *Regular Members*

### 요 약

DTV Full HD급이 보편화되면서 LCD(Liquid Crystal Display)의 잔상효과 제거와 격동적인 화면에서의 고화질 구현을 위해 수신 단에서 후처리 과정으로 움직임 보상 기반 프레임 보간(MCFI)이 사용되고 있다. MCFI는 움직임 정보를 이용하여 삽입 될 화면을 보간하는데 이러한 움직임 정보를 후처리 없이 바로 사용하는 건 많은 열화 현상 및 보간 된 물체의 구조 변형 결과를 초래한다. 이에 본 논문에서는 움직임 벡터 후처리 기법으로서 에지 방향 정보기반 가변 가중치 벡터 중앙값 필터를 이용하여 움직임 벡터 처리 기법을 제안한다. 제안한 움직임 벡터 처리 기법은 먼저 소벨 마스크와 가중치 최대빈도필터를 통해 에지 정보맵을 생성한다. 그리고 3×3 윈도우 내 움직임 벡터들의 중앙값을 구한 후 그 중앙값과 윈도우 내 움직임 벡터들과의 변위 값을 이용하여 이상치(outlier) 움직임 벡터를 제거한다. 마지막으로 에지 정보맵의 에지방향 연속성과 움직임 벡터와의 공간적 상호 연관성을 고려하여 가중치 벡터 중앙값 필터를 적용한다. 실험 결과 PSNR은 “0.5 ~ 1” dB, 유사성 평가 지표인 SSIM은 “0.4 ~ 0.8” %의 성능 향상을 보였다.

Key Words : MCFI, 가중치 벡터 중앙값 필터, 움직임 벡터 처리, 에지 방향정보

### ABSTRACT

Motion Compensated Frame Interpolation(MCFI) has been used to reduce motion jerkiness for dynamic scenes and motion blurriness for LCD-panel display as post processing for high quality display. However, MCFI that directly uses the motion information often suffers from annoying artifacts such as blockiness, ghost effects, and deformed structures. So in this paper, we propose a novel edge-based adaptively weighted vector median filter as post-processing. At first, the proposed method generates an edge direction map through a sobel mask and a weighted maximum frequent filter. And then, outlier MVs are removed by average of angle difference and replaced by a median MV of 3×3 window. Finally, weighted vector median filter adjusts the weighting values based on edge direction derived from spatial coherence between the edge direction continuity and motion vector. The results show that the performance of PSNR and SSIM are higher up to 0.5 ~ 1 dB and 0.4 ~ 0.8 %, respectively.

\* 본 연구는 교육과학기술부와 한국산업기술진흥원의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임

\* 전남대학교 전자컴퓨터공학부(svelo2000@yahoo.co.kr, hsh@chonnam.ac.kr)

논문번호 : KICS2010-04-189, 접수일자 : 2010년 4월 30일, 최종논문접수일자 : 2010년 10월 26일

## I. 서 론

현재 DTV에서는 Full HD급의 대형화와 고화질이 요구되고 있으며 특히 스포츠 같은 격동적인 화면에서의 고화질 구현을 위해 Frame Rate Up Conversion(FRUC) 기법이 사용되고 있다. 전통적인 FRUC 기법은 프레임 반복이나 선형 프레임 보간법이 사용되었다. 그러나 이러한 방법은 움직임 정보를 고려하지 않기 때문에 움직임이 없는 배경 보간에는 큰 문제가 없으나 움직임이 있는 물체 보간 시 번짐 현상이나 고스트 현상을 피할 수 없다. 이에 움직임 정보를 고려한 움직임 보상 기반 프레임 보간(MCFI; Motion Compensated Frame Interpolation)기술이 제안되었다<sup>[1]</sup>. MCFI는 시간적인 관점에서 해상도를 60Hz에서 120Hz로 더 나아가 240Hz로 개선시키므로 LCD 디스플레이에서 움직임 번짐 현상(motion blurriness)이나 움직임 요동(motion jerkiness) 현상을 줄일 수 있다. 이러한 MCFI 구현을 위해서는 압축 단계에서 전송된 움직임 정보를 사용하거나 후 처리 과정에서 움직임 예측기를 이용하여 인접한 두 프레임 사이의 움직임 정보 추출이 필요하다<sup>[2]</sup>.

움직임 예측을 위해 일반적으로 사용되는 블록정합 알고리즘(BMA; Block Matching Algorithm)은 현재 프레임의 블록과 이전 프레임의 블록 간의 절대 차이 합(SAD; Sum of Absolute Difference)을 계산하여 SAD 값이 가장 작은 블록을 선택하고 그때의 변위를 움직임 벡터(MV)로 선택 한다. 그러나 움직임 예측 시 움직임 물체 모양의 변형이나 잡음 및 밝기 변화들로 인하여 실제 움직임을 찾는 데 문제점을 가지고 있다<sup>[3]</sup>. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 3차원 회귀 움직임 예측(3-D recursive ME) 기법이나 계층적 블록정합 움직임 예측 기법(hierarchical block matching ME)들이 제안되었으나<sup>[4,5]</sup> 아직까지 실제 움직임의 정확한 예측은 어려움을 겪고 있다.

이러한 이유로 움직임 정보 개선 기능(refinement)이나 부드러움 처리(smoothing)와 같은 후처리 과정이 필요하며 이 과정 없이 움직임 벡터를 바로 사용하는 것은 블록화 현상이나 고스트 현상과 같은 화질 열화 현상을 초래한다.

이러한 화질 열화 현상을 줄이고 주어진 움직임 벡터로부터 실제 움직임을 유출하기 위한 움직임 벡터 처리 방법들이 제안되었다. 가장 간단한 방법은 벡터 중앙값 필터(VMF; Vector Median Filter)로서 주위 움직임 벡터들과 현재 해당 움직임 벡터와의 중앙값을 이용하여 움직임 벡터를 처리하는 기법이다<sup>[6]</sup>.

Alparone et al. 은 적응적 가중 벡터 중앙값 필터(AWVMF; Adaptively Weighted Vector Median Filter) 기법을 제안하였는데 이는 프레임 차이 값(DFD; Displaced Frame Difference) 기반의 예측 잉여 값을 이용하여 움직임 벡터를 처리 하고자 하였다<sup>[7]</sup>. Dane et al. 은 움직임 벡터 분류 후 벡터 중앙값 필터와 지역통과 필터를 적용하는 기법을 제안하였는데 이때 움직임 벡터 분류는 주위 움직임 벡터들과의 변위 값을 이용하였다<sup>[8]</sup>. [9]에서 Ai-Mei Huang et al. 은 주위 움직임 벡터로부터 최적의 움직임 벡터를 선택하고 그 움직임 벡터를 전·후방 프레임에 적용하여 최소 변화 값을 갖는 움직임 벡터를 선택하는 양방향 움직임 벡터 처리 기법을 제안하였다. 그러나 이러한 기법들은 복잡한 연산량을 요구하면서도 고스트 현상이나 번짐현상, 그리고 잘못된 움직임 벡터의 수정이 만족스럽지 못한 결과를 보여주고 있다.

본 논문에서는 MCFI에 적용하기 위한 새로운 움직임 벡터 처리 방법인 에지 기반 가변 가중치 벡터 중앙값 필터(ED-VWVMF; Edge based-Variable Weighted Vector Median Filter) 기법을 제안한다. 제안된 기법은 움직임이 있는 물체의 에지 정보와 움직임 벡터와의 공간적 상호 연관성을 고려하여 가중치를 적용한다. 이를 위하여 먼저 4 방향 에지 정보를 추출하고 가중치 최대빈도필터(WMFF; Weighted Maximum Frequent Filter)를 적용하여 최종 에지 정보맵을 생성한다. 그리고 최종 에지 방향에 해당하는 움직임 벡터에 가중치를 적용하여 가중 벡터 중앙값 필터 연산을 수행한다.

본 논문 구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 논문에서 제안한 ED-VWVMF 기법 정의와 단계별 알고리즘을 설명하고 3장에서는 제안한 알고리즘을 다른 기법과 비교 분석 후 4장에서 결론을 맺는다.

## II. 제안된 에지 기반 가변 가중치 벡터 중앙값 필터

움직임 예측이나 움직임 벡터 처리 시 SAD 연산과 알고리즘 적용을 위해서는 먼저 8×8이나 16×16 과 같은 크기의 블록으로 전체 영상을 분할한다. 예를 들어, 그림 1에서 보는 것처럼 움직이는 물체가 왼쪽 아래에서 오른쪽 위 방향으로 움직이고 있다. 이때 중간 프레임 보간 시 열화 현상을 피하기 위해서는 분할된 블록의 움직임 벡터인 MV<sub>1</sub>, MV<sub>2</sub>, MV<sub>3</sub> 의 크기나 방향이 유사성을 가져야 한다. 에지 방향성 측면에서 본다면 움직임 물체의 경계면 블록들이 가지고 있는

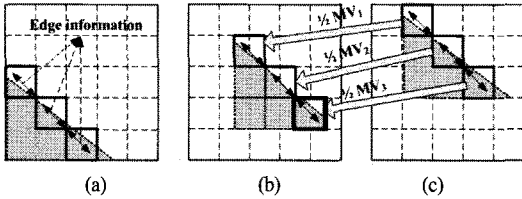


그림 1. 움직임 물체와 에지 방향과의 공간적 상호 연관성 : (a) 이전 프레임, (b) 보간 된 프레임, (c) 현재 프레임

에지 방향의 유사성이 높을수록 열화현상을 피할 수 있는 확률이 높아진다.

이러한 공간적 연관성을 고려하여 이 논문에서는 에지 정보를 가중치 벡터 중앙값 시스템에 적용하여 새로운 움직임 벡터 처리 기법을 제안하고자 한다.

### 2.1 에지 정보맵 검출 유효성

제안된 움직임 벡터 처리를 수행하기 위한 첫 단계는 그림 2와 같이 소벨 마스크를 이용하여 4개의 방향 성분을 추출하고 각 4방향 에지 성분의 최대 에너지를 비교하여 초기 통합 에지 정보맵을 생성하는데 이때 에지 정보 추출은 현재 프레임을 기반으로 수행된다. 그리고 초기 통합 에지 정보맵의 수정 및 상호 연관성을 높이기 위하여 가중치 최대 빈도 필터(WMFF)를 적용한다.

이때 가중치 최대 빈도 필터는 그림 3에서와 같이 3x3 윈도우에서 현재 블록  $\theta_{(i,j)}$ 의 방향 성분과 현재 블록  $\theta_{(i,j)}$ 가 나타내는 방향 성분, 즉  $\theta_{(i,j)}$ 가 수평방향인 경우 D, E 블록을 수직방향인 경우 B, G 블록을, 양의 대각방향 및 음의 대각방향인 경우 각각 C, F 블록과 A, H블록에 가중치를 적용하여 식 1과 같이 총 13-tab 기반의 최대빈도 연산을 수행한다.

-1 0 +1	+1 +2 +1	-2 -1 0	0 -1 -2
-2 0 +2	0 0 0	-1 0 +1	+1 0 -1
-1 0 +1	-1 -2 -1	0 1 2	2 1 0
(a)	(b)	(c)	(d)

그림 2. 각 방향 소벨 마스크 : (a) 수평방향, (b) 수직방향, (c)음의 대각방향, (d) 양의 대각방향

A B C	A B C	A B C	A B C
D E	D $\theta_{(i,j)}$ E	D $\theta_{(i,j)}$ E	D $\theta_{(i,j)}$ E
F G H	F G H	F G H	F G H
(a)	(b)	(c)	(d)

그림 3. 13-tab 가중치 최대빈도 필터 : (a) 수평방향, (b) 수직방향, (c) 양의 대각방향, (d) 음의 대각방향

$$\hat{\theta}_{(i,j)}(direction) = \max_{frequency} \left\{ A, B, C, D, E, F, G, H, \theta_{(i,j)}, \theta_{(i,j)}, \theta_{(i,j)}, D_1, D_2 \right\} \quad (1)$$

여기서  $\hat{\theta}_{(i,j)}$ 와  $\theta_{(i,j)}$ 은 각각 수정된 에지 방향과 원 에지 방향을 나타내고 있으며  $D_1$ 과  $D_2$ 는 수평방향인 경우 D, E 블록을 수직방향은 B, G 블록, 양의 대각방향은 C, F 블록을 그리고 음의 대각방향인 경우 A, H블록을 의미한다.

에지 정보맵 유효성 단계에서는 현재 블록의 에지 방향과 그 블록이 지시하는 방향에 해당되는 블록의 방향 성분의 유사성을 검사한다. 제한한 기법에서는 현재 블록의 에지 방향과 지시하는 블록들의 방향 성분이 2개 이상 같을 때에만 3x3 윈도우 내의 움직임 벡터들을 가중치 벡터 중앙값 필터 연산에 참여시킨다. 만약 유효 블록이 하나만 존재한다면 기존의 가중치 벡터 중앙값 필터를 적용하게 된다. 에지 정보맵 생성 및 유효성의 전체적인 흐름은 그림 4와 같으며 여기에서  $E_c$ 는 3x3 윈도우에서 현재 블록과 그 블록이 지시하는 방향에 해당되는 블록들의 같은 방향 성분 개수를 의미한다.

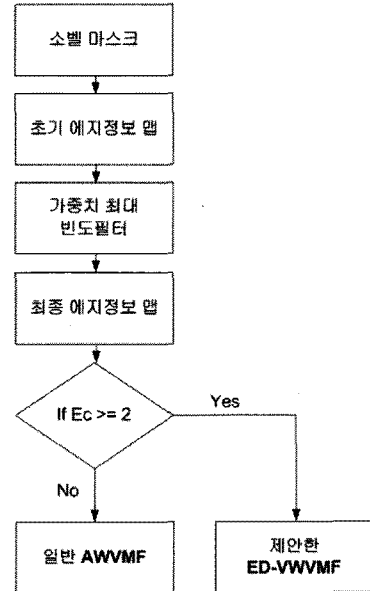


그림 4. 에지 정보맵 검출 및 정보맵 유효성 단계

### 2.2 움직임 벡터 분류

적용적 가중치 벡터 중앙값 필터(AWVVF)에서 가장 높은 가중치  $w_i$ 는 식 2와 같이 양방향의 프레임 차이 중 가장 적은 변화 값에 해당하는 움직임 벡터에 할당된다<sup>7)</sup>.

$$DFD_B(\vec{v}) \cong \sum_{m,n \in B} [I_k(m,n) - \tilde{I}_{k-1}(m+v_x, n+v_y)]^2,$$

$$w_i \cong \frac{DFD_B(\vec{V}_c)}{DFD_B(\vec{V}_i)}, i = 1,2,3...N \quad (2)$$

여기에서,  $v_x, v_y$  는 움직임 벡터  $\vec{v}$  의  $x$ 축과  $y$ 축 성분을  $I_k(m,n)$ 은 현재 프레임의 휘도 성분을 그리고  $\tilde{I}_{k-1}$ 는 이전 프레임의 휘도성분을 나타낸다. 그리고 가중치 계산에서  $\vec{V}_c$  는 현재 블록  $B$ 의 초기 움직임 벡터를  $\vec{V}_i$  는 주위 8개 블록들의 움직임 벡터를 의미한다.

이때 프레임 차이 값 연산(DFD)은 초기 움직임 벡터를 이용하여 블록 정합(BMA) 연산과 유사한 연산을 수행하기 때문에 현재 블록의 움직임 벡터가 최종 움직임 벡터로 선택될 확률이 매우 높다. 다시 말해, 현재 블록의 움직임 벡터가 주위 움직임 벡터들과 비교했을 때 이상치 움직임 벡터라 할지라도 수정 없이 사용되어 질 수 있다. 결과적으로 움직임 벡터 처리 알고리즘을 적용 하였더라도 여전히 블록화 현상과 각종 열화현상이 발생한다.

제안된 방법에서는 현재 블록 움직임 벡터의 신뢰성을 검사하기 위하여 먼저 3x3 윈도우 내 움직임 벡터들을 이용하여 중앙값을 구한다. 그리고 구해진 움직임 벡터 중앙값과 윈도우 내 움직임 벡터들과의 변위 절대 값의 평균 값 (MAAD; Mean of Absolute Angle Difference)을 구하여 0° 이하 45° 이상인 경우는 이상치 움직임 벡터로 간주하고 초기 움직임 벡터 대신 구해진 중앙값으로 대체한다. 변위 절대 값의 평균 값 연산은 식 3과 같다.

$$MAAD(\vec{v}_{mc}) = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} |A(\vec{v}_c, \vec{v}_i)|$$

$$A(\vec{v}_c, \vec{v}_i) = \cos^{-1} \left( \frac{\vec{v}_c \cdot \vec{v}_i^T}{\|\vec{v}_c\| \cdot \|\vec{v}_i\|} \right), \quad (3)$$

여기에서  $A(\vec{v}_c, \vec{v}_i)$ 는 두 움직임 벡터인  $\vec{v}_c$  와  $\vec{v}_i$  와의 변위 차이 값을 의미하며  $\vec{v}_{mc}$  는 3x3 윈도우 내 중앙 값 움직임 벡터를  $\vec{v}_i$  는 3x3 윈도우의 총 9개 움직임 벡터를 의미한다. 또한  $\|\vec{v}_c\|, \|\vec{v}_i\|$  는 각각  $\sqrt{v_{cdx}^2 + v_{cdy}^2}, \sqrt{v_{idx}^2 + v_{idy}^2}$  을 의미하며  $\vec{v}_i^T$ 는  $[v_{idx}, v_{idy}]$ 의 전치 행렬을 의미한다.

### 2.3 에지 기반 가변 가중 벡터 중앙값 필터 (ED-VWVMF)

움직임 벡터 분류 과정을 통하여 3x3 윈도우 내의 초기 움직임 벡터 들 중 이상치 값을 갖는 움직임 벡터는 구해진 중앙값으로 먼저 대체 된 후 제안된 에지 기반 가변 가중치 벡터 중앙값 필터가 적용된다. 제안된 에지 기반 가변 가중치 벡터 중앙값 필터에서는 만약 중앙 블록의 에지 방향과 그 방향이 지시하는 두 방향의 에지 성분이 모두 동일하다면 그림 5와 식 4와 같이 3x3 윈도우 내 움직임 벡터들과 중앙 블록의 에지 방향이 지시하는 방향에 해당되는 블록의 움직임 벡터에 가중치를 두어 총 11개 움직임 벡터 중 식 5를 통하여 최소 누적거리의 움직임 벡터를 선택한다.

$$\overline{MV}_{(x,y)}(direction) = med \left\{ \begin{matrix} A, B, C, D, E, F, G, H, \\ \overline{MV}_{(x,y)}, \overline{MV}_{d1}, \overline{MV}_{d2} \end{matrix} \right\}, \quad (4)$$

$$\vec{v}_{out} = \arg \min_{\overline{MV}_k} \sum_{i=0}^{K-1} w_i \left\| \overline{MV}_k - \overline{MV}_i \right\|. \quad (5)$$

여기에서  $w_i$ 는 식 2의 가중치를 의미하며  $\overline{MV}_{d1}$  과  $\overline{MV}_{d2}$  는 중앙 블록 에지 방향이 지시 하는 방향에 해당하는 블록의 움직임 벡터를 그리고  $\vec{v}_{out}$  은 최종 움직임 벡터를 나타낸다.

만약 3x3 윈도우 내 중앙 블록의 에지 방향과 그 방향이 지시하는 두 방향의 에지 성분이 모두 동일하지 않다면 가변적으로 동일한 에지 방향을 가지고 있는 블록의 움직임 벡터만 제안한 에지 기반 가변 가중치 벡터 중앙값 필터 연산에 참여시켜 총 9 ~ 11 tab 기반의 가중치 벡터 중앙값 필터를 수행하게 된다. 만약 유효 블록이 하나만 존재한다면 이는 에지 정보의 상호 연관성이 없는 것으로 간주하고 [7]의 적응적 가중치 벡터 중앙값 필터를 적용하게 된다.

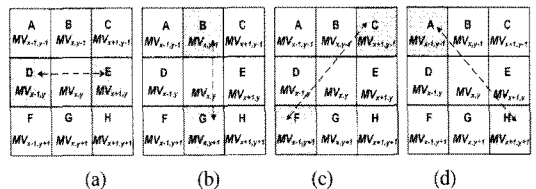


그림 5. 제안된 가중치 벡터 중앙값 필터의 가중된 움직임 벡터 : (a) 수평방향, (b) 수직방향, (c) 양의 대각방향, (d) 음의 대각방향

### III. 실험 결과

이 논문에서 실험은 표준 테스트 영상을 사용하였고 크기는 CIF(352 × 288) 형식을 사용하였다. 움직임 벡터 처리와 움직임 보상에서의 블록 크기는 8 × 8을 사용하였다. 그리고 프레임 보간을 위한 입력 테스트 영상은 홀수 프레임을 제거하고 짝수 프레임만을 이용하였다. 전체적인 움직임 보상 기반 프레임 보간은 그림 6과 같이 양방향 움직임 예측 수행 후 제안한 움직임 벡터 처리, 그리고 중첩블록 움직임 보상(OBMC; Overlapped Block Motion Compensation)으로 구성된다<sup>2)</sup>. 그리고 제안한 움직임 벡터 처리 시스템 흐름도는 그림 7과 같다.

소벨 마스크를 통하여 얻은 에지 정보를 기반으로 초기 통합 에지 정보맵을 생성한 결과는 그림 8(a)과 같다. 그리고 공간적 상호 연관성을 높이기 위하여 적용한 가중치 최대빈도필터(WMFF) 결과는 그림 8(b)과 같다. 그림 8(a), (b)에서 빨간 블록 영역의 에지 정보를 비교하여 볼 때 그림 8(b)의 에지 정보가 훨씬 더 상호 연관성이 높은 것을 볼 수 있는데 특히 얼굴 경계면의 에지 정보가 그림 8(a)의 적용 전 보다 높아진 것을 볼 수 있다.

그림 9에서는 각 단계별 움직임 벡터 처리 결과를 보여주고 있다. 먼저 그림 9(a)는 움직임 벡터의 초기

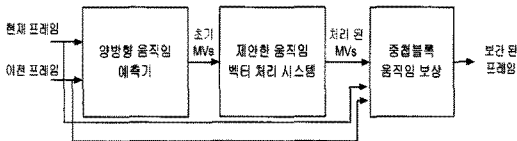


그림 6. 움직임 보상 프레임 보간(MCFI) 전체 흐름도

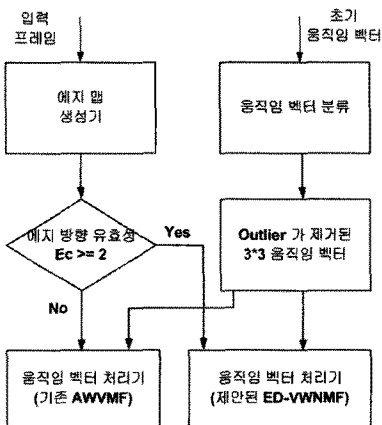


그림 7. 제안한 움직임 벡터 처리 시스템 흐름도

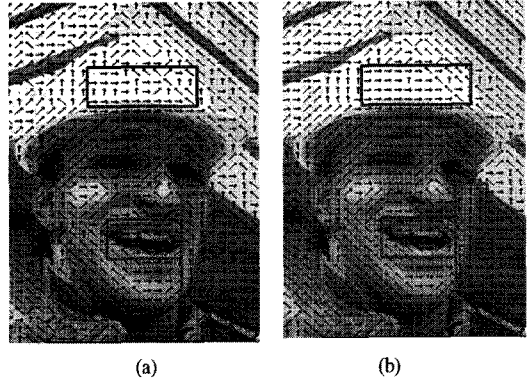


그림 8. 에지 정보 맵 : (a) 소벨 마스크를 통한 초기 에지 정보맵, (b) 가중치 최대빈도필터를 적용한 최종 에지 정보맵

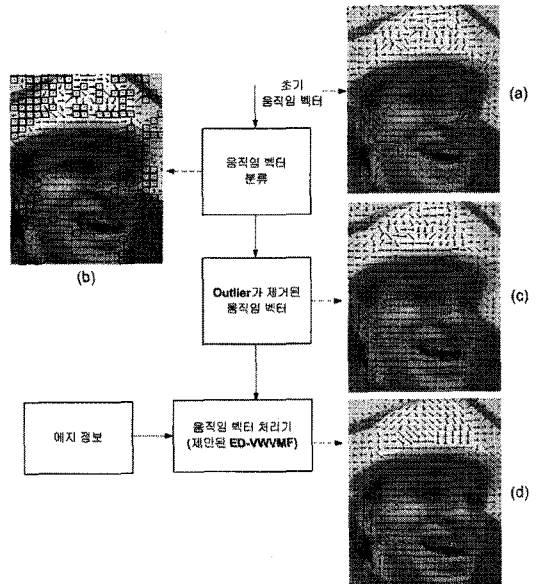
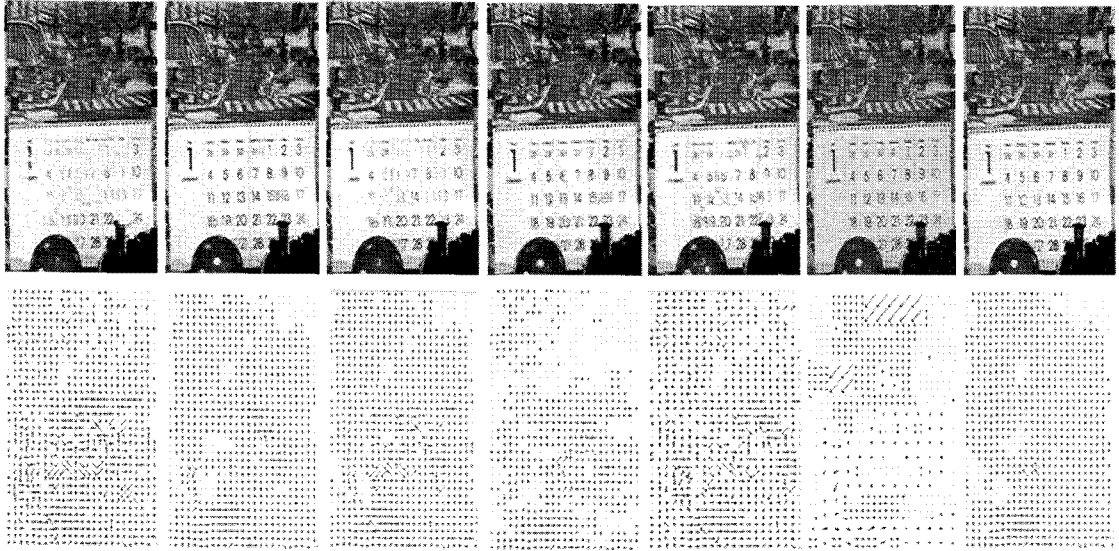


그림 9. 제안한 움직임 벡터 처리 기법의 각 단계별 결과

상태로서 코, 입, 귀와 턱 주변에 많은 열화 현상이 발생함을 볼 수 있다. 그림 9(b)에서는 움직임 벡터 분류 결과로서 앞에서 설명한대로 0° 이하 45° 이상의 범위 차이를 보이는 움직임 벡터를 이상치 움직임 벡터로 간주하고 블록으로 도식화하였다. 그림 9(a)의 열화 현상을 유발하는 움직임 벡터들이 이상치 움직임 벡터로 분류됨을 알 수 있다. 그림 9(c)는 3×3 윈도우 내 움직임 벡터들의 중간 값을 구하고 이상치 움직임 벡터로 분류된 움직임 벡터들 대신 그 중간 값을 적용한 결과를 보여주고 있다. 그리고 그림 9(d)는 에지 정보와 이상치 움직임 벡터가 제거된 움직임 벡터를 이용하여 제안한 움직임 벡터 처리 결과를 보여 주고 있다. 모자, 눈과 코 주변, 그리고 귀와 목 주변의 움



(a) No smoothing, (b) VMF[6], (c) AWVMF [7], (d) DMVP [8], (e) BMVP [9], (f) 참고논문 [11] (g) 제안된 기법  
 그림 10. MOBILE 테스트 영상의 5th 프레임 보간 결과 : (a) 22.9 dB, (b) 26.30 dB, (c) 24.59 dB, (d) 25.68 dB, (e) 23.63 dB, (f) 27.65 dB (g) 29.27 dB

직임 벡터가 일정한 방향을 보여주고 있다. 특히 눈과 입 주변, 그리고 귀 주변의 움직임 벡터가 부드러움(smoothing) 처리가 됨으로서 초기 움직임 벡터에서 발생하였던 블록화 현상이 제거됨을 볼 수 있다.

그림 10은 기존의 움직임 벡터 처리 방법인 VMF, AWVMF, Dane's 움직임 벡터 처리(DMVP; Dane's Motion Vector Processing[8]), 양방향 움직임 벡터 처리(BMVP; Bidirectional Motion Vector Processing [9]) 결과, 그리고 블록 경계면 왜곡을 기반 움직임 벡터 처리[11] 및 제안한 방법의 결과를 비교하였다. 비교 시 영상 보간 결과(그림 10 위)와 움직임 벡터(그림 10 아래)를 비교하였고 테스트 영상은 FOREMAN, TABLE, MOBILE, CREW와 SILENT

를 사용하였다. 그림 10(a)는 아무런 움직임 벡터 처리를 적용하지 않는 결과를 보여주고 있는데 달력의 숫자에 많은 열화 현상을 볼 수 있다. 그림 10(b)와 (d)의 결과를 보면 블록화 현상과 열화 현상이 많이 줄어든 것을 볼 수 있으나 공과 달력의 숫자 주위에 번짐 현상과 고스트 현상이 발생함을 알 수 있다.

그림 10(c)와 (e)의 경우 공 주위의 고스트 현상이 제거됨을 볼 수 있으나 달력의 숫자 영역에서 많은 열화현상을 발견할 수 있다. 그림 10(f)의 경우 달력의 숫자에 발생하는 열화현상은 많이 개선됨을 볼 수 있으나 공 주위의 고스트 현상은 제거되지 못함을 알 수 있다. 그러나 그림 10(g)의 제안한 결과를 보면 번짐과 고스트 현상의 제거뿐 아니라 열화현상이 많이 제

표 1. 100 프레임 평균 PSNR 과 SSIM 비교결과

Sequence	No MV smoothing	VMF[6]	AWVMF[7]	DMVP[8]	BMVP[9]	참고논문[11]	Proposed
Foreman	31.72dB 90.93 %	32.78dB 92.87%	32.97dB 93.03%	32.01dB 91.61%	32.23dB 92.25%	32.41dB 91.47%	33.38dB 93.40%
TABLE	29.03dB 90.10%	31.57dB 93.71%	31.89dB 94.08%	31.21dB 92.53%	31.68dB 93.85%	31.82dB 93.88%	31.94dB 94.24%
MOBILE	25.50dB 90.40%	28.02dB 94.41%	27.32dB 93.53%	26.36dB 91.16%	28.57dB 94.56%	28.68dB 94.90%	29.82dB 95.04%
SILENT	35.38dB 95.90%	36.81dB 97.09%	36.84dB 97.10%	36.12dB 96.50%	36.92dB 97.14%	36.24dB 96.56%	37.11dB 97.25%
CREW	29.64dB 83.10%	30.86dB 86.69%	31.02dB 87.05%	30.13dB 84.50%	31.06dB 87.10%	30.54dB 86.19%	31.35dB 87.94%

거됨을 보여주고 있다.

객관적 평가를 위하여 100 프레임 평균 PSNR과 함께 구조 유사성 지표(SSIM)를 사용하여 평가하였다. SSIM(Structural Similarity)은 PSNR과 함께 영상 평가 지표로 사용되고 있는데[10] 표 1은 평균 PSNR과 SSIM의 결과를 보여주고 있다.

표 1에서처럼 제한한 알고리즘의 PSNR이 평균 0.5 ~ 1 dB 성능 향상을 보여주고 있는데 특히 숫자를 포함하는 MOBILE 테스트 영상 경우 에지 정보를 이용하여 가중치 벡터 중앙값 필터를 적용하므로 VMF나 AWVMF에서 발생하는 달력의 숫자 번짐 현상을 개선하여 평균 1 dB 이상을 블록 경계면 왜곡률 기반의 움직임 처리보다 0.8 dB 이상의 성능 향상을 보였다.

#### IV. 결 론

본 논문에서 우리는 움직임 벡터 부드러움 처리를 위하여 에지 정보 기반 가변 가중치 벡터 중앙값 필터 기법을 제안하였다. 제안된 움직임 벡터 처리 기법의 특징은 다음과 같다.

첫 번째로, 움직임 벡터 처리를 위해 에지정보를 추출하고 이를 움직임 벡터 처리에 적용하였는데 움직임 예측이나 움직임 벡터 처리 시 분할되는 움직임 물체의 에지 정보와 움직임 벡터의 상호 연관성을 이용하여 열화현상을 제거하고자 하였다.

두 번째로, 3×3 윈도우 내 움직임 벡터들의 상호 변위 값을 이용하여 이상치 움직임 벡터를 제거하고 윈도우 내 움직임 벡터들의 중앙값으로 대체하므로 새로운 움직임 벡터 필드를 생성하였다.

마지막으로, 추출된 에지 정보와 새롭게 생성된 움직임 벡터를 이용하여 새로운 가중치 벡터 중앙값 필터를 제안하였다. 에지 정보의 유효성을 판단하여 가중치를 적용 할 움직임 벡터를 가변적으로 선택하고 가중치 벡터 중앙값 필터 연산을 수행하므로 새로운 움직임 벡터 처리 방법을 구현하였다.

제한한 알고리즘의 성능 향상은 첫째로 VMF를 사용 하였을 때 발생 할 수 있는 움직임 물체 경계면의 번짐현상을 가중치 벡터 중앙값 필터를 사용하므로 개선하였고, 둘째로 AWVMF를 사용 하였을 때 발생 할 수 있는 이상치 움직임 벡터 제거의 약점을 MAAD 값을 이용하여 분류-정제하므로 성능을 향상시켰다. 마지막으로 에지 정보를 이용하여 가중치 벡터 중앙값 필터 연산을 수행하므로 숫자나 문자를 포함하는 영상이나 움직임 물체의 변형이 있는 영상에서 최고 평균 1 dB 이상의 성능을 향상시켰다

#### 참 고 문 헌

- [1] C.K. Wong and O.C. Au, "Fast motion compensated temporal interpolation for video", Proc. SPIE: Visual Communications and Image Processing '95, pp.1108-1118, May 1995.
- [2] B.T. Choi, S.H. Lee, "New Frame Rate Up-Conversion Using Bi-directional Motion Estimation", in IEEE Transaction on Consumer Electronics, Vol.46, No.3, 2000.
- [3] Ravi Krishnamurthy, J.W. Woods, "Frame Interpolation and Bidirectional Prediction of Video Using Compactly Encoded Optical-Flow Fields and Label Fields", in IEEE Transaction on Circuits and Systems for Video Technology, Vol.9, No.5, 1999.
- [4] Taehyeun Ha and S.J. Lee, "Motion Compensated Frame Interpolation by new Block-based Motion Estimation Algorithm", in IEEE Transaction on Consumer Electronics, Vol.5, No.2, 2004.
- [5] Ai-Mei Huang, T. Nguyen, " A Multistage Motion Vector Processing Method for Motion Compensated Frame Interpolation", in IEEE Transaction on Image Processing, Vol.7, No.5, 2008.
- [6] E J. Astola, P. Haavisto, and Y. Neuvo, "Vector median filters," Proc. IEEE, Vol.78, pp.678-689, Apr. 1990.
- [7] L. Alparone, M. Barni, F. Bartolini, and V. Cappellini, "Adaptively weighted vector-median filters for motion-fields smoothing", Proc. ICASSP, Vol.4, pp.2267 - 2270, May 1996.
- [8] G. Dane and T. Q. Nguyen, "Motion vector processing for frame rate up conversion", Proc. ICASSP, Vol.3, pp.309-312 May 2004.
- [9] Ai-Mei Huang, Truong Nguyen, "Motion vector processing using bidirectional frame difference in motion compensated frame interpolation", Proc. WoWMoM, pp.1-6, Jun. 2008.
- [10] Zhou Wang, Alan Conrad Bovik, "Image quality assessment: From error visibility to structural similarity," IEEE Transactions on Image Processing, Vol.13, No.4, pp.600-612, Apr. 2004.

[11] Q.V. Truong, Y.C. Kim "Classification-based motion vector processing for motion compensated frame interpolation using block boundary distortion metric", Proc. Vol.2, ICCAE, pp 488-491, Feb. 2010.

**홍성훈 (Sung-Hoon Hong)**

정회원



1988년 2월 영남대학교 전자공학과

1991년 2월 한국과학기술원 전기 및 전자 공학과 석사

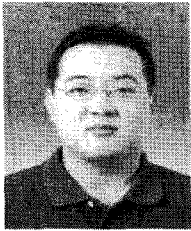
1991년~2000년 7월 LG전자 DTV 연구소 책임연구원

2000년 7월~현재 전남대학교 전자컴퓨터공학부 부교수

<관심분야> 영상통신시스템, SVC, 객체분할, 영상 편집 시스템

**박주현 (Ju Hyun Park)**

정회원



1992년 2월 조선대학교 전자공학과

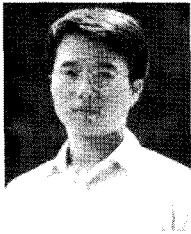
2002년 2월 전남대학교 전자공학과 석사

2006년 3월~현재 전남대학교 전자컴퓨터공학과 박사과정

<관심분야> 임베디드 SoC 설계, 저전력 설계, 영상 관련 SoC 및 VDP 설계

**김영철 (Young-Chul Kim)**

정회원



1981년 2월 한양대학교 전자공학과

1987년 2월 Univeristy of Detroit 전자 공학과 석사

1993년 2월 Michigan state University 전자공학과 박사

1993년~현재 전남대학교 전자 컴퓨터공학부 교수

<관심분야> 임베디드 SoC 설계, 저전력 설계, 영상 관련 SoC 및 VDP 설계