

움직임 적응형 멀티프레임 보간 알고리즘

김희철(金熙哲)*, 채종석(蔡鍾錫)*, 최철호(崔喆浩)*, 권병헌(權炳憲)**, 최명렬(崔明烈)*

*한양대학교 전자전기 제어공학과, ** 유한대 정보통신과

전화 : (0345) 400-4036 / 팩스 : (0345) 501-8114

A Motion Adaptive Multi-Frame Interpolation Algorithm

Hee Chul Kim*, Jong Seok Chae*, Chul-Ho Choi*, Byong Heon Kwon**, Myung Ryul Choi*

*Dept. of EECE, Hanyang University

**Dept. of Information and Telecommunication, Yuhan College

E-mail : kim1139@asic.hanyang.ac.kr

Abstract

In this paper, we propose a new interpolation method by using the motion between two moving image frames. In the proposed method, the movement is detected by using neighborhood pixels of target pixel in the past frame and the present frame. Then, H-shaped pseudomedian filter (below HPMED) is used for the still part of the image and Delta-shaped interpolation filter (below Δ -shaped) for used in the moving part of the image. We detect the movement by comparing the differences between pixels in 4x5 window of the past frame and the present frame; the difference has a critical value. We simultaneously accomplish checking PSNR(peak signal noise ratio) and subjective assessment that is placed the focus on edge characteristic for assessment of result in computer simulation. The results show that the proposed adaptive method is better than the conventional methods.

I. 서론

현재 멀티미디어와 정보화 사회에서 인간과 기계장치의 인터페이스 역할을 담당하는 부분으로써 디스플레이 분야가 관심을 받고 있는데, 기존의 CRT(cathode ray tube)를 대신하는 FPD(flat panel display)의 개발이 활발히 이루어지고 있다. FPD패널의 크기가 커지고 고해상도를 요구함에 따라 입력되는 해상도와 상관없이 전화면 디스플레이를 요구하고 있다. 입력되는 영상의 확대를 위해

많은 디지털 영상확대 방법들이 제안되고 있다. 입력되는 영상은 정지영상일 수도 있고 동영상일 수도 있다. 또한 동영상 내에서도 한 프레임 내에는 움직임이 거의 없는 부분과 움직임이 많은 부분으로 구성되어 있을 것이다. 이런 이유로 일관된 보간법은 이미지의 국부적인 열화현상을 초래한다[1]. 일반적으로 정지화상에는 H-형 의사미디언 필터가 우수한 성능을 보이며, 동영상에는 Δ -형 필터가 우수한 성능을 보인다[2]. 이에 따라 본 논문에서는 이미 제안된 보간 방식인 H-형 의사미디언 보간 방식과 Δ -형 보간필터를 기반으로 입력되는 영상의 특성에 따라 적응형으로 보간할 수 있는 보간 방법을 제안하였다.

II. 기존의 영상확대방법

기존의 보간 방식들은 선형 연산을 위주로 한 선형 보간 방식과 미디언(Median)필터를 중심으로 하는 비선형 보간 기법으로 나눌 수 있다. 대표적인 선형 보간 방식으로는 ZOI(zero order interpolation)[3], FOI(first order interpolation)[3]등이 있고, 비선형 보간방식으로는 미디언방법[4], ELA(edge based line average)[5], PMED(pseudo-median)필터등이 있다.

1. ZOI

ZOI 방식은 생략된 라인의 위 라인을 그대로 반복하는 방식으로서 이 방식은 구현은 간단하나 제한된 적용성을 가진다[2].

2. FOI

FOI 방식은 비월 주사된 각 필드에서 빠져있는 주사선

을 인접한 상하 주사선의 화소값을 평균하여 보간하는 방식으로서 대각성분의 열화현상이 심하다[2,3].

3. 미디안(Median) 방식

미디안 방식은 신호처리에 사용되는 가장 보편적인 비선형 기법 중의 하나로서 개념적으로 복잡하지는 않지만 실제 계산량이 많이 요구되는 방식이다[4]. 필터의 출력은 윈도우 내부의 미디안 값을 취한다.

4. Pseudomedian 필터

Pseudomedian 필터는 미디안과는 달리 윈도우에서 N+1의 부 윈도우만을 사용하기 때문에 미디안 필터보다 더욱 중심점에 강한 가중치를 부가하는 특성을 갖는다. 한편 에지와 임펄스에 대한 응답특성도 미디안 필터보다 우수하다[4].

5. H-형 PMED 방식

H-형 PMED(이하 H-PMED)는 인가되는 비월주사 방식의 신호를 순차주사 방식의 형태로 변환하기 위한 것이며, 보간되는 화소값 g 는 식 (1)로 표현된다. 식 (1)이 의미하듯이 보간되는 화소값 g 는 수평, 수직방향으로 인접하는 화소들의 선형 및 비선형 연산에 의해 산출된다[1]. 그림 1은 PMED 연산에 사용되는 화소들을 나타낸 것이다

$$g = PMED(a, b, c, d, e, f) \tag{1}$$

$$= 0.5 \times \max[\min\{a, b, c\}, \min\{d, e, f\}, \min\{b, e\}]$$

$$+ 0.5 \times \min[\max\{a, b, c\}, \max\{d, e, f\}, \max\{b, e\}]$$

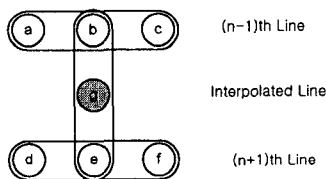


그림 1. H-형 PMED 연산에 사용된 화소군
Fig. 1. The pixels used for H-shaped PMED

6. △-형 보간 필터

△형 보간 필터는 미디안 필터와 PMED를 변형한 필터이다. 삼각형 모양의 부 윈도우 {a, c, e}에서의 중간값과 역삼각형 모양의 부 윈도우 {b, d, f}에서의 중간값 그리고 상하 값의 평균값의 중간 값을 구하여 보간 할 화소의 값을 계산하고, 식 (2)로 표시된다. 그림 2는 △-형 필터의 구조이다.

$$g = MED[MED(a, c, e), MED(b, d, f), 0.5(b+d)] \tag{2}$$

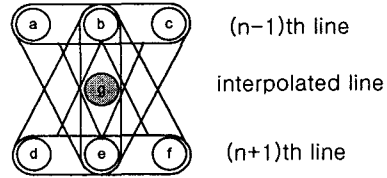


그림 2. △형 보간 필터 구조
Fig. 2. △-shaped interpolation filter

III. 제안한 움직임 적응형 알고리즘

제안한 알고리즘은 프레임 사이의 움직임을 검출하여 가변적으로 다른 보간법을 적용한다. 실시간 처리를 요하는 환경에서는 복잡한 알고리즘은 그 실효성이 떨어진다. 따라서 본 알고리즘에서는 두 프레임에서 임의의 윈도우 내에 있는 픽셀들의 차에 임계치를 두어 움직임을 검출하였다. 움직임 검출 되면 △-형 필터를 이용하고, 정지영상이라 판단되면 H-형 의사미디언 필터를 이용하여 보간하였다.

1. 움직임 검출

움직임 검출은 그림 3과 같이 N-1번째 프레임과 N번째 프레임 사이의 보간대상 픽셀주위의 4x5윈도우 내에 있는 픽셀들의 차에 임계치를 두어 판단하였다. 움직임 검출은 식 (3)과 같은 식에 의해 서로다른 픽셀들의 개수 (C_1)를 카운트하여 일정 임계치(V_{th}) 이상이 되면 움직임은 부분이라 판단하고 그 이하이면 정지영상이라 판단한다. 실험적으로 임계치 V_{th} 은 4로 정하였다. 식 (3)에서 PD는 Pixel Difference를, PV는 Pixel Value를 나타낸다.

$$PD = abs(PV(i, j, t-1) - PV(i, j, t)) \tag{3}$$

if (Pixel difference > V_{th})

$$C_1 = C_1 + 1$$

else

$$C_1 = C_1$$

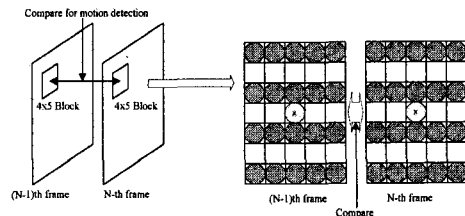


그림 3. 움직임 검출에 사용된 픽셀
Fig. 3. The pixels used for motion detection

2. 알고리즘 동작

제안안 알고리즘은 그림 4와 같이 수행된다. 즉 이전프레임을 한프레임 지연한 뒤 현재 프레임과 비교하여 PD의 값이 V_{th} 보다 크면 C_1 을 카운트하고 그렇지 않은 C_1 을 그대로 유지하여 4x5내에 있는 픽셀 모두가 비교되었을 때 C_1 의 값이 V_{th} 이상이면 Δ -형 필터를 이용해 보간하고 그 이하이면 H-형 의사미디안 필터를 이용하여 보간한다.

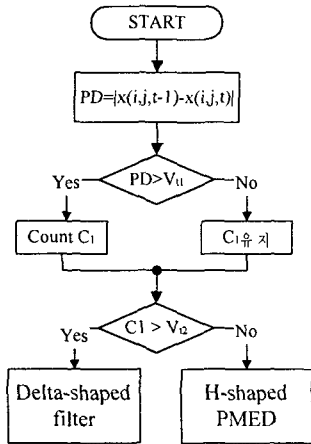


그림 4. 알고리즘 흐름도

Fig. 4. The flowchart of algorithm.

IV. 시뮬레이션 결과

시뮬레이션은 준 동화상인 Salesman의 30 frame(512x480) 과 동화상인 Football의 30 frame(512x480)의 샘플 이미지를 가지고 각각의 이미지의 격행을 컴퓨터 언어인 C언어를 이용하여 제거하여 512x240의 이미지를 만든 뒤 제거된 라인을 기존의 보간 알고리즘 하나만을 적용했을 경우와 제안된 보간 알고리즘을 적용한 다음 이미지를 비교하는 비교적 객관적인 판단기준인 PSNR비교와 주관적인 화질 평가를 병행하여 비교 분석하였다.

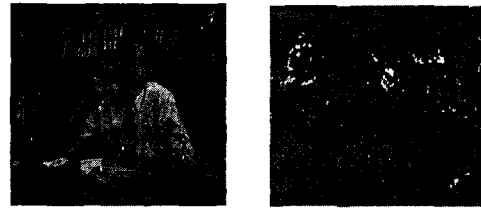
PSNR은 이미지를 비교하는 객관적 판단 기준으로 주로 사용되며 식 (4) 처럼 표현된다.

$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{(255)^2}{MSE} [dB] \quad (4)$$

$$MSE = \frac{1}{NM} \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{M-1} |I(i,j) - I'(i,j)|^2 \quad (5)$$

여기서 MSE는 Mean Square Error를 나타내며, $I(i,j)$ 은 원래의 화소값을, $I'(i,j)$ 은 처리된 화소값을 의미한다. 여기서 N, M은 각각 화면의 가로, 세로의 화소 수이며,

$I(i,j)$ 는 원래의 화소값이고, $I'(i,j)$ 는 보간 알고리즘을 적용한 화소 값이다. 이미지 내에서 움직임이 검출된 부분의 보간시 보간된 값에 0을 곱하여 움직임이 있다고 판단되는 부분을 검은색으로 대체하면 그림 5처럼 나타난다. 즉, 검은색으로 표시된 부분은 Δ -형 필터가 사용된다. V_{th} 과 V_{th2} 는 실험적으로 각각 4와 13으로 결정하였다. 표 1과 그림 6은 각각의 방법에 대한 PSNR 비교를 나타낸다.



(a) Salesman (b) Football

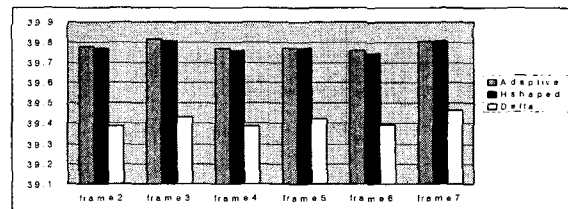
그림 5. 움직임이 검출된 이미지

Fig. 5. A motion-detected image

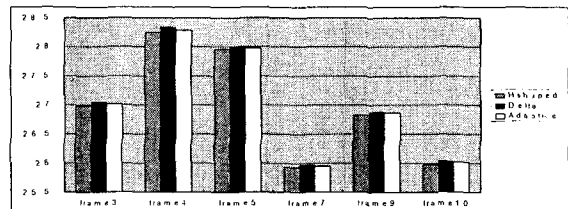
표 1. PSNR에 대한 각 방식의 비교(Salesman&Football)

Table 1. Comparison of processing methods by PSNR

	image	frame2	frame3	frame4	frame5
Proposed	Salesman	39.7774	39.81401	39.77081	39.76932
	Football	24.55322	27.01758	28.28572	27.97798
HPMED	Salesman	39.77061	39.80793	39.75707	39.76799
	Football	24.54734	26.98223	28.24954	27.95758
Δ shaped	Salesman	39.38436	39.4295	39.38249	39.42316
	Football	24.57539	27.04308	28.33138	28.00467



(a)Salesman



(b)Football

그림 6. PSNR 비교

Fig 6. The comparson of PSNR

각각의 방법에 대한 PSNR 값을 비교하면 Salesman에 서는 제안한 알고리즘이 가장 우수한 수치를 보였으며 Δ 형 필터는 상대적으로 낮은 수치를 보였다. Football의 경우에는 상대적으로 Δ -형 필터가 높은 수치를 보였고 H-형 의사미디언 필터는 낮은 수치를 보였지만 제안한 알고리즘은 Δ -형과 거의 같은 수치를 보였다. 그림 7은 각각의 방법의해 보간된 결과 이미지를 확대 예시한 것이다. 주관적인 이미지 평가부분에서는 제안한 알고리즘이 국부적인 이미지 질 상승효과를 보임을 확인하였다.

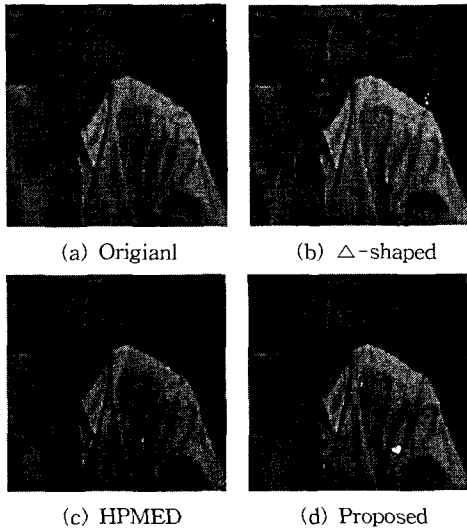


그림 7. 시뮬레이션 결과(Salesman 8th frame)
Fig. 7. The simulation results.

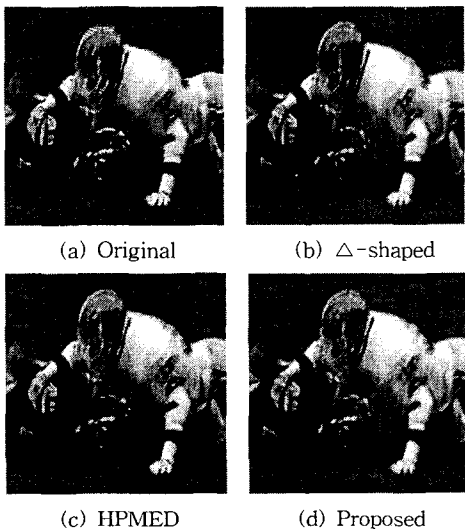


그림 8. 시뮬레이션 결과(FootBall 5th frame)
Fig. 8. Simulation results.

V. 결론

일반적으로 하나의 영상에는 움직임이 급격한 부분과 배경과 같은 움직임이 없거나 적은 부분들이 양존 한다. 이 두 부분에 대해 적응형으로 다른 보간법을 적용함으로써 보간 된 이미지의 화질을 극대화 시킬 수가 있다. 제안한 알고리즘은 상대적으로 열악한 결과를 보여준 Δ -형 필터와는 달리 준동영상 이미지에서는 가장 높은 PSNR 수치를 보였으면 보간 된 이미지 또한 우수한 결과를 보였다. 그리고 움직임이 급격한 동영상인 Football의 경우에는 상대적으로 H-형 의사미디언 필터는 낮은 PSNR를 보여주었으나 제안한 방식은 Δ -형 필터와 거의 같은 수치를 보여주었으며, 보간 된 이미지에서는 오히려 Δ -형 필터보다는 우수한 결과를 보여주었다. 이에 따라, 제안한 알고리즘은 움직임이 급격하지 않은 영상뿐만 아니라 급격한 동영상에도 좋은 결과를 보임을 확인 하였다. 움직임을 검출하는데 복잡하지 않은 연산을 수행하므로 하드웨어 크기가 크게 문제되지 않는 경우라면 실시간 처리는 물론 우수한 보간 이미지를 제공하는 필터를 구현할 수 있다.

본 논문은 산업자원부와 과학기술부에서 시행한 선도기술 개발 사업의 지원을 받았습니다.

참고문헌

- [1] 권병현 외, "De-Interlacing Scan Conversion을 위한 Pseudomedian Filter의 특성", 한국통신 학회 논문지, Vol. 21, No. 1, pp. 1151-1171, 1996.
- [2] 최명렬 외, "FPD상에서 다중 신호원을 디스플레이 하기 위한 Δ -shaped 보간 알고리즘", 한국 멀티미디어 학회 논문지, Vol. 2, No. 1, pp. 89-98, 1999.
- [3] R. S. PRODAN, "Multidimensional Digital Signal Processing for Television Scan Conversion", Philips j. Res. 41, pp. 576-603, 1986.
- [4] H. Rabtanen, "Color Video Signal Processing with Median Filters", IEEE Trans. on Consumer Electronics, Vol. 38, No. 3, pp. 157-161, Aug. 1992.
- [5] K. Oistamo, Y. Neuvo, "A Motion Intensive Method for Scan rate Converter and Cross Error Canellation," IEEE Trans. on Consumer Electronics, vol. 37, No. 3, pp. 296-301, Aug. 1991.