
메디안 필터와 공간 변화량을 이용한 영상 확대

Image Magnification Using Median Filter and Spatial Variation

곽내정
목원대학교 정보통신공학과

Nae-Joung Kwak(knj0125@mokwon.ac.kr)

요약

영상을 확대한다는 것은 저해상도 영상의 한 점을 이용하여 고해상도 영상의 다수의 점을 추정하는 것으로 고화질의 확대영상을 얻기 위해 다양한 보간법이 연구되어 왔다. 본 논문에서는 메디안 필터와 공간 변화량을 이용한 영상 보간 방법을 제안한다. 제안방법은 보간 화소의 주변정보 특성을 보존하기 위해 메디안 필터 값과 보간 화소와 상관성이 밀접한 두화소의 평균값을 이용하여 보간 화소값을 생성한다. 또한 평균적인 공간 변화량과 최대 공간변화량을 이용하여 방향성 정보와 주변 화소의 변화 특성을 반영함으로 확대 영상의 화질을 개선한다.

제안 방법의 성능을 평가하기 위해 기존의 보간 방법과의 PSNR과 확대 영상을 화질을 비교하였다. 실험결과 제안 방법은 기존의 방법에 비해 개선된 화질과 성능을 보여 우수함을 입증하였다.

■ 중심어 : | 보간법 | 영상확대 | 메디안 필터 | 공간 변화량 |

Abstract

Image magnification is the estimation of a few pixel in images with high quality from a pixel of an image with low resolution and there have been studied many techniques to make images with high quality. In this paper, we propose an image interpolation method using median filter and spatial information. The proposed method makes an interpolating pixel using an average value of a median filtered value and an average value of two pixels correlated with an interpolating pixel tightly. Also we make the magnified image with improved quality to add the directional information of surrounding pixels and the characteristic of ones using average value and max value of spatial variation.

We evaluate the performance using PSNR in the quality of enlarged image comparing the proposed method with existing methods. The results show the proposed method improves PSNR than the existing methods and make images preserving the characteristic of original images.

■ keyword : | Interpolation | Image Magnification | Median Filter | Spatial Variation |

* 본 연구는 2006년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단 연구과제로 수행되었습니다.

(KRF-2006-531-D00019)

접수번호 : #070604-002

접수일자 : 2007년 06월 04일

심사완료일 : 2007년 08월 23일

교신저자 : 곽내정, e-mail : knj0125@mokwon.ac.kr

I. 서론

컴퓨터의 성능이 급속도로 향상되고 보급 속도가 빠르게 확산됨으로 사회 전반에 컴퓨터를 이용하여 처리되며, 사용되는 정보 또한 텍스트 문서에서 멀티미디어 정보가 주를 이루고 있다. 이러한 멀티미디어 정보는 텍스트 정보와 다르게 방대한 데이터량을 줄여 저장하거나 전송되기도 한다. 그러므로 정보의 양을 줄이기 위해 작은 영상으로 저장되거나 전송된 멀티미디어 데이터는 원래의 데이터로 복원하거나 확대할 필요가 있다.

영상의 확대는 영상 확장(image extension) 과 영상 보간(image interpolation)의 두 단계로 나누어 설명할 수 있다. 먼저, 영상의 확장이란 원영상의 화소를 확대하고자 하는 간격만큼 띄워 놓는 것을 의미한다. 다시 말해 원영상의 확대 영상의 격자에 일정 간격으로 재배치하는 것을 의미하며 영상의 보간이란 확대 영상의 격자에 존재하지 않는 격자점들의 화소값을 적절한 값으로 채우는 과정이다. 영상 보간은 디지털 영상의 복원이나 확대시 자주 사용되는 영상처리 기술로 컴퓨터 비전의 다양한 응용에 사용되고 있다[1][2]. 영상 보간은 디지털 카메라응용[2][3], 영상 압축[4], 디지털 TV 분야[5] 등에서 사용된다.

가장 간단하고 쉽게 접근할 수 있는 보간은 영차 보간(zeroth order interpolation)이다. 이 방법은 구현이 간단하여 저 복잡도를 요구하는 보간 응용분야에서 사용이 가능하지만 보간된 영상의 화질이 좋지 못한 단점이 존재한다. 화질을 높이기 위한 방법으로 선형 보간(linear interpolation) 방법, 3차 컨벌루션 보간(cubic convolution interpolation), 스플라인 보간(spline interpolation) 등의 고전적인 방법이 사용된다[6-10]. 이들 방법은 화질 개선의 효과가 있지만 영상의 에지 부분에서 흐림 현상을 유발한다. 따라서 보간된 영상의 화질을 개선하기 위한 보간 방법으로 적응보간(adaptive interpolation)이 제안되었다. 적응 보간 방법들은 영상의 에지 부분에서 에지 정보를 이용한 보간 방법들[11]과 고전적인 보간법[6]의 보간 커널식에서 고정 매개변수들을 사용하지 않고 주변 화소 값으로부터 적절한 정보를 얻어서 매 화소마다 매개변수를 변

화시키는 방법[12][13]으로 크게 나눌 수 있다. 이러한 보간법은 보간 성능면에서는 향상되었으나 비교적 많은 연산량을 필요로 하는 단점이 있다. 이와 같은 보간 방법은 보간 함수의 수학적 분석을 통해 영상을 확대하기 위한 방법으로 이러한 방법의 한계를 극복하기 위해 SWAI(Spatio-Weighted Adaptive Interpolation) 방법[14], 메디안(MED) 필터 방법[15], 형태학적 필터 방법[16], Pseudomedian 필터[17] 등의 비선형 필터 방법들이 제안되었다.

비선형 필터 중 Pseudomedian 필터는 적은 연산량으로 메디안 필터의 특성을 제공하기 위한 방법으로 이를 개선하여 성능을 향상시킨 적응형 Pseudomedian 필터[18]가 제안되었다. 적응형 Pseudomedian 필터는 영상의 수평, 수직 및 대각선 정보를 고려하여 부윈도우 설정 방향을 가변적으로 하여 영상을 확대함으로 윤곽 정보의 재현성을 개선하였다. 그러나 주변 정보를 고려하기 위하여 연산량이 증가되는 단점이 있다.

본 논문에서는 부윈도우의 메디안 값과 보간 화소와 상관관계가 높은 인접 화소의 평균을 이용하여 영상을 확대하는 방법을 제안한다. 이때 보간하고자 하는 화소의 주변정보를 이용해 화소의 공간적 변화량과 변화의 방향성을 고려하여 가중치를 줌으로 주변 영역의 특성을 반영한다. 제안방법은 적응적 Pseudomedian 필터에 비해 계산량을 감소시키면서 화질은 개선된다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 기존의 영상 확대 방법을 설명하고 3장에서는 제안방법을 기술한다. 4장에서는 제안방법과 기존방법에 대한 실험 결과를 보이고 5장에서 결론을 맺는다.

II. 기존의 영상 확대 방법

영상을 확대한다는 것은 저해상도 영상의 한 점을 이용하여 고해상도 영상의 다수의 점을 추정하는 것이다. 따라서 한 화소에서 다수의 화소값을 추정하는 것은 어렵고 부정확한 결과의 영상을 얻을 수 밖에 없다. 이를 해결하기 위한 방법이 보간법이다. 보간법은 주변의 화소들을 분석함으로 새로운 화소를 생성하며 영상처리

에서 주로 사용되는 보간법으로는 최근접 이웃 화소법, 양선형 보간법, 3차 콘볼루션 보간법, Pseudomedian 필터 방법, 적응형 Pseudomedian 필터 방법 등이 있다.

1. 최근접 이웃 화소법(Nearest Neighbor Interpolation)

최근접 이웃 화소 보간법은 보간 화소로 생성된 주소에 가장 가까운 원화소를 보간 화소로 할당하는 것이다. 가장 인접한 이웃 화소를 재추출하는 것은 새로운 화소값이 계산될 수 없기 때문에, 모든 출력 화소에 대응하는 화소값은 입력 화소에서 찾을 수 있다. 이 방법은 처리속도가 빠르기는 하지만, 이 방법을 적용한 영상은 모자이크 현상이 나타난다. 일반적으로 하나의 입력 화소 값을 갖는 출력 화소들의 수가 크면 클수록 출력은 더 나쁘게 보인다. 또한 톱니 모양으로 알려진 블록화 현상이 출력에 나타날 수 있다.

2. 양선형 보간법(Bilinear Interpolation)

최근접 이웃화소 보간법보다 화질을 개선하기 위하여 양선형 보간법을 사용한다. 이 방법은 영상처리 분야에서 일반적으로 사용되는 방법으로 보간 화소는 네 개의 가장 가까운 화소들에 가중치를 곱한 값들의 합이다. 가중치들은 선형적으로 결정되어진다. 각각의 가중치는 각각의 존재하는 화소로부터 거리에 반비례한다. 식(1)은 1차원 선형 보간 식이다.

$$\hat{f}(x) = (1-s)f(x_k) + sf(x_{k+1}) \quad (1)$$

여기서 $\hat{f}(x)$ 는 화소 $f(x_k)$ 와 $f(x_{k+1})$ 사이의 보간 화소이고 s 는 각 화소 사이의 거리이다.

양선형 보간법은 최근접 이웃 화소 보간법보다 더 부드러운 영상을 산출하며 윤곽선 부분의 화질 향상이 필요하다. 또한 화소당 세 개의 일차 보간법 때문에 양선형 보간법은 가장 인접한 이웃 화소 보간법보다 상당히 많은 계산을 요구한다.

3. 3차 콘볼루션 보간법(Cubic convolution Interpolation)

3차 콘볼루션 보간법은 보간 화소를 생성하기 위하여 4개의 이웃한 값을 요구한다. 이 방법은 가중치를 양방향으로 줄 수 있어 오차가 다른 보간법보다 줄어들 수 있다. 따라서 양선형 보간법보다 출력 화질은 더 좋아지나 계산시간이 더 소요된다.

1차원 보간 함수는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \hat{f}(x) = & f(x_{k-1})(\alpha s^3 - 2\alpha s^2 + \alpha s) \\ & + f(x_k)((\alpha + 2)s^3 - (\alpha + 3)s^2 + 1) \\ & + f(x_{k+1})(-\alpha(\alpha + 2)s^3 + (2\alpha + 3)s^2 - \alpha s) \\ & + f(x_{k+2})(-\alpha s^3 + \alpha s^2) \end{aligned} \quad (2)$$

이 식은 (1)식과 달리 변수 s 외에 α 가 도입되었다. 다양한 값으로 α 를 정의하여 3차 콘볼루션 보간법으로 사용한다. Keys[6]는 $f(x)$ 가 3차 미분이 존재한다는 가정 하에 Taylor 급수 전개를 이용하여 $\alpha=1/2$ 를 제시하고 있다. 이 값을 대입하여 얻어진 식 (3)의 보간법이 가장 많이 사용되고 있다.

$$\begin{aligned} \hat{f}(x) = & f(x_{k-1})(-s^3 + 2s^2 - s)/2 \quad (3) \\ & + f(x_k)(3s^3 - 5s^2 + 2)/2 \\ & + f(x_{k+1})(-3s^3 + 4s^2 + s)/2 \\ & + f(x_{k+2})(s^3 - s^2)/2 \end{aligned}$$

4. Pseudomedian 필터 방법

Pseudomedian 필터는 이산 신호 상에서 동작하며, $2N+1$ 의 폭을 갖지만 필터의 출력은 $N+1$ 의 부윈도우의 최대치 중의 최소치와 최소치중의 최대치와의 평균이다. 이 필터의 정의는 $N=1$ 에 대해 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{PMED}(a,b,c) = & 0.5 \times \max\{\min(a,b), \min(b,c)\} \\ & + 0.5 \times \min\{\max(a,b), \max(b,c)\} \end{aligned} \quad (4)$$

여기서, 윈도우의 값은 (a,b,c) 이며, PMED는 Pseudomedian 필터를 의미한다.

부윈도우의 형태와 크기는 2차원 Pseudomedian의 특성에 큰 영향을 준다. Pseudomedian 필터의 도입시기에 Pratt는 square, pulse-shaped, circular 윈도우에 대해 2차원 Pseudomedian 필터를 정의했다[17]. 이러한 Pseudomedian 필터의 개념을 이용하여 그림 1의 3×3 윈도우에서 Pseudomedian 필터의 부윈도우 설정 방법에 따라 디지털 영상 확대에 적용할 수 있도록 H-shaped PMED와 Asterisk-shaped PMED의 두가지 방법이 제안되었다.

$$g = \text{H-shaped PMED}(a,b,c,d,e,f) = 0.5 \times \max\{\min(a,b,c), \min(d,e,f), \min(b,e)\} + 0.5 \times \min\{\max(a,b,c), \max(d,e,f), \max(b,e)\} \quad (5)$$

$$g = \text{Asterisk-shaped PMED}(a,b,c,d,e,f) = 0.5 \times \max\{\min(a,f), \min(c,d), \min(b,e)\} + 0.5 \times \min\{\max(a,f), \max(c,d), \max(b,e)\} \quad (6)$$

$I(i-1, j-1) = a$	$I(i-1, j) = b$	$I(i-1, j+1) = c$	n-1 line
$I(i, j-1)$	$I(i, j) = g$	$I(i, j+1)$	n line
$I(i+1, j-1) = d$	$I(i+1, j) = e$	$I(i+1, j+1) = f$	n+1 line

그림 1. PMED 연산에 사용되는 화소군

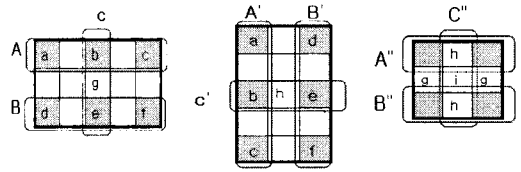
[그림 1]에서 a, b, c는 (n-1)번째에 위치하는 화소들이며 d, e, f는 n+1 번째 위치하는 화소들이다. 여기서 g는 보간될 화소를 나타낸다.

5. 적응형 Pseudomedian 필터 방법

5.1 Pseudomedian 필터의 부윈도우 설정

적응형 Pseudomedian 필터에서는 Pseudomedian 필터의 부윈도우 설정 방법을 제안한다. [그림 2(a)]에서와 같이 원영상의 화소를 확장시키고 확장된 영상에서 빈 화소점을 무시한 상태에서 수평 방향에 대해 보간될 빈 화소점 g의 상하 라인에 평행하게 각각 3개의 샘플 화소를 포함하는 부윈도우 A, B와 이 두 개의 부윈도우

와 직교하면서 2개의 화소를 포함하는 부윈도우 C를 설정하여 식 (7)과 같이 빈 화소점 g를 보간한다. [그림 2(b)]와 [그림 2(c)]에서는 빈 화소점 h와 i를 보간할 경우의 부윈도우 설정을 보여준다. 화소의 보간은 식 (7)에서 A, B, C 대신 A', B', C'과 A'', B'', C''으로 대체하여 실행함으로 보간한다.



(a) 수평방향 (b) 수직방향 (c) 대각선방향
그림 2. H-shaped PMED에 의한 영상 확대

$$g = \text{H-shaped PMED}(A, B, C) = 0.5 \times \max\{\min(A), \min(B), \min(C)\} + 0.5 \times \min\{\max(A), \max(B), \max(C)\} \quad (7)$$

5.2 적응형 Pseudomedian 필터를 이용한 영상 확대

적응형 Pseudomedian 필터는 주변화소의 분포 특성과 윤곽정보를 고려하여 적응적으로 가중치를 부여한다. [그림 3]의 (a)와 (b)에서와 같이 주변화소의 분포 특성을 파악하기 위해 화소값의 상하방향 변화량 D_v 와 대각선 방향의 변화량 D_d 를 식 (8)과 식 (9)로 구한다.

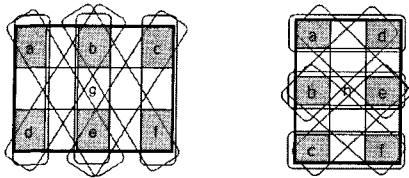
$$D_v = \{|a-d| + |b-e| + |c-f|\} / 3 \quad (8)$$

$$D_d = \{|a-e| + |b-f| + |b-d| + |c-e|\} / 4 \quad (9)$$

이렇게 구한 값을 이용해 보간 화소는 식 (10)과 같이 구한다.

$$g = K_1 \times |b+e|/2 + K_2 \times \text{H-shaped PMED}\{A, B, C\} \quad (10)$$

$$K_1 = \frac{D_d}{D_v + D_d} \quad K_2 = \frac{D_v}{D_v + D_d}$$



(a) 수평방향 (b) 수직방향
 그림 3. 보간 화소의 주변 정보

만약 $(D_v + D_d) \geq \alpha$ 이고 $D_v \leq \beta$ 이면 비평탄 영역이지만 상하 방향으로 강한 유사성이 존재하므로 판단하여 식 (10)으로 처리를 하고 그 외의 경우는 식 (7)의 값을 그대로 적용한다.

또한 대각선 방향은 수평방향 유사도와 수직 방향 유사도를 구하여 유사도에 따라 부원도우의 설정 방향을 다르게 함으로 화소의 재현성을 개선한다.

III. 제안방법

적응형 PMED는 보간될 화소의 주변의 정보를 고려하여 기존의 PMED나 다른 방법에 비해 개선된 화질과 결과를 보여준다. 그러나 주변의 정보를 고려하는 과정에서 그에 따라 연산량이 증가한다. 본 논문에서는 주변의 정보를 고려하면서 적응형 PMED에 비해 적은 연산량을 갖는 영상 확대 방법을 제안한다.

1. 메디안 필터와 주변정보를 이용한 LMED(local median)

메디안 필터는 불연속 신호상에서 동작하며, 처리하고자 하는 신호를 중심으로 해서 $2N+1$ 샘플폭의 윈도우를 갖는다. 필터의 출력은 윈도우에서 $2N+1$ 의 메디안 값이 된다. 메디안 필터는 영역의 임펄스 잡음을 제거하고 에지를 보존하며 영역을 필터링하는 특성을 지니고 있어 영역의 특성을 보존하는데 탁월한 특성을 보인다. 따라서 본 논문에서는 보간 화소를 중심으로 평행한 두 영역을 부원도우로하여 부원도우의 메디안 값과 보간 화소의 상하 혹은 좌우 값의 평균을 이용하여 보간 값을 구한다. 부원도우는 [그림 2]의 H-Shaped PMED 방법과 동일하게 설정한다. 부원도우를 이용하

여 수평방향의 보간화소를 구하는 방법은 다음과 같다.

$$LMED = \frac{(IP_1 + IP_2)/2 + AV_c}{2} \quad (11)$$

$$= (IP_1 + IP_2)/4 + AV_c/2$$

$$IP_1 = \text{median}(a,b,c), \quad IP_2 = \text{median}(d,e,f)$$

$$AV_c = (b+e)/2$$

여기서 LMED는 보간 화소의 값이고 IP_1 와 IP_2 는 부원도우의 수평, 수직방향의 메디안 값이며 AV_c 는 보간 화소와 가장 인접한 두화소의 평균이다.

부원도우 설정이 [그림 2]와 동일하므로 그림 2를 예를 들어 설명하면, [그림 2]의 (a)에서 수평방향으로 보간될 화소 g를 구할 때 g와 평행한 두 부원도우 A와 B의 메디안 값을 평균한 값과 g와 상관관계가 가장 밀접한 인접화소 b와 e(부원도우 C)의 평균값을 이용하여 보간값을 구한다. 즉, 식(11)에 의해 보간될 화소와의 상관관계와 영역의 특성을 보존하는 메디안 필터의 특성을 이용하여 보간 화소의 값 LMED를 구하게 된다. 수직방향과 대각선 방향의 보간 화소는 식 (11)을 [그림 2(b)]와 [그림 2(c)]에서 부원도우 A', B', C'와 A'', B'', C''에 적용함으로 보간한다.

2. 공간 변화량을 이용한 SVLMED(spatial variation - LMED)

인간의 시각은 한 점보다 주변화소의 평균값을 인식하며 이러한 성질은 중심화소와 주변화소의 오차값을 인간의 시각은 인지하지 못함을 의미한다. 이 때 오차의 평균보다 크게 변화하는 영역은 인간의 시각에 거슬리게 되며 따라서 주변의 화소 분포 특성을 고려하여 영상을 보간함으로 더 나은 화질의 영상을 얻을 수 있다. 식 (11)에 의해 결정되는 보간 화소값은 구하는 주변 영역의 특성을 반영하여 구해진 값이지만 주변 화소의 분포 특성이나 방향성 등을 고려하지는 않았다. 따라서 본 논문에서는 중심화소와 주변 화소의 오차 값을 이용하여 주변 영역의 변화의 평균과 최대변화량을 구하고 그 비율을 이용하여 보간함으로 주변 화소의 분포 특성과 방향성을 고려하며, 다음과 같이 특성값 공간

변화량(SVI: Spatial Variation Information) 값을 구한다.

$$SVI = MAX_D / AVG_D \times MAX_D \quad (12)$$

$$MAX_D = \max(|a-f|, |b-e|, |c-d|)$$

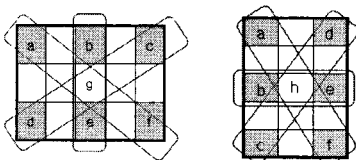
$$AVG_D = (|a-f| + |b-e| + |c-d|) / 3$$

AVG_D 와 MAX_D 는 [그림 4]의 (a)와 (b)의 각 화소 값을 이용하여 구하며 AVG_D 는 보간 화소 주변의 화소 변화량의 평균값이며 MAX_D 는 보간 화소 주변의 대각선 방향과 수평 또는 수직 방향의 화소 변화량 중 가장 큰 값으로, 주변 화소가 어떤 방향으로 변하고 있는지를 나타내는 값이다. AVG_D 와 MAX_D 비율값 (MAX_D / AVG_D)은 전체적인 화소 변화량에 대해 최대 화소 변화량이 어느 정도로 변화하는지를 나타내어 변화의 정도를 측정할 수 있게 해주며, 이 값에 최대 화소 변화량을 곱하여 SVI를 구한다. 만약 주변의 화소는 적게 변화하는데 한 방향으로 화소가 크게 변하는 경우에는 MAX_D / AVG_D 는 커지며 MAX_D 의 값의 반영이 큰 비중을 차지하게 된다. 또한 주변의 화소가 많이 변화하는 경우 MAX_D / AVG_D 는 중간값을 가지게 되며 MAX_D 의 반영 비율이 작아진다. 즉, SVI는 방향성 정보와 주변 화소의 변화량을 반영한 값으로 주변 화소의 분포 정도를 반영한 값으로 볼 수 있다.

보간값은 식 (11)과 식 (12)의 값을 이용하여 다음과 같이 구한다.

$$SVLMED = LMED \times (1 - \theta) + SVI \times \theta \quad (13)$$

θ 는 SVI의 반영 정도를 결정하는 제어 변수이다.



(a) 수평방향 (b) 수직방향

그림 4. SVI를 위한 부원도우

만약 AVG_D 가 크다면 보간 화소값 주변 화소는 급격히 변화하므로 SVI 값을 반영하여 보간값을 결정한다. 그러나 AVG_D 값이 작다면 보간 화소 주변의 변화량 값은 그다지 크지 않다고 볼 수 있으므로 SVI를 고려하지 않고 식 (11)로 구한 값을 보간 화소의 값으로 사용한다.

대각선 방향의 보간 화소는 주변 화소의 값이 원영상의 값과 보간된 값이 같이 사용된다. 보간된 값은 오차를 포함한 값이므로 주변 정보로서의 신뢰도가 감소되며 의미가 상실된다. 따라서 대각선 방향의 보간값은 식 (11)의 값을 이용하여 결정한다.

IV. 실험 및 고찰

제안방법과 기존 방법의 성능을 비교하기 위해 다양한 영상을 대상으로 CPU 1.83GHz, RAM 1MB의 컴퓨터에서 VC++ 6.0을 이용하여 프로그램하여 실험하였다. 시험 영상은 512x512화소의 LENA, BRIDEG, BABBON과 256x256 화소의 BOAT, GOLDHILL, ZELDA, PEPPER 영상을 대상으로 했다. 실제 시험할 확대 영상을 생성하기 위해 각 시험 영상의 격행과 격간을 하나씩 제거하여 1/2배의 축소 영상을 생성한 후 이 축소 영상을 대상으로 각 방법들을 적용한 영상 확대 처리를 수행하였다.

시뮬레이션 결과에 대한 객관적인 성능 비교를 위해 이 축소 영상을 2배 확대한 영상과 원영상간의 PSNR(Peak Signal to Noise Ratio)을 비교 평가하였다. 최근접 이웃화소 보간법을 a, 양선형 보간법을 b, 3차 콘볼루션 보간법을 c, PMED를 d, APMED를 e, 제안방법을 f로 표기하였다. 제안 방법에서 SVI를 반영하기 위한 AVG_D 의 임계값과 θ 의 값은 실험으로 정하였으며, 다양한 실험을 하여 결과에 변동이 적은 값으로 각각 30과 0.1로 하였다.

[표 1]은 제안방법과 기존의 방법을 PSNR을 이용하여 구한 결과이다. 제안 방법은 기존의 방법에 비해 약 0.02~4.06 dB가 개선되었다.

표 1. 기존방법과 제안방법의 PSNR

	a	b	c	d	e	f
LENA	29.15	33.13	32.01	32.21	32.02	33.21
BRIDGE	22.67	25.24	23.23	25.47	25.59	25.63
BABOON	19.79	21.68	20.72	21.86	21.93	21.95
ZELDA	29.42	30.51	28.43	31.38	32.47	33.52
BOAT	22.68	25.13	23.08	25.0	24.83	25.03
GOLDHILL	25.94	28.12	27.72	28.76	28.79	28.97
PEPPER	25.01	29.56	28.75	28.45	27.91	29.07
평균	24.95	27.62	26.28	27.59	27.65	28.20

표 2. 각 방법의 연산량 비교

		가산	감산	승산	제산	비교 연산	절대 연산
a							
b		1		1			
c		24		25	1		
d		1		1		11	
e	수평/수직	8	7	5	3	13	7
	대각선	5	6	2		12	7
f	수평/수직	6	3	3	1	3	7
	대각선	3		2			6

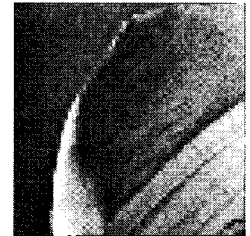
[표 2]는 각 방법을 적용하여 하나의 화소를 확대할 경우에 요구되는 연산량을 비교한 것이다. 구성 및 처리 방법에 다소 차이가 있으므로 동일한 연산으로 각 방법을 비교할 수 없지만 [표 2]를 통해 사칙 연산량과 비교 연산량 및 절대값 연산량을 비교해 보면 하드웨어 구현시 시스템의 복잡성과 실시간 구현성 정도를 대략적으로 살펴볼 수 있다. 제안방법은 PMED에 비해 연산량이 늘었지만 APMED에 비해 가산, 감산, 승산, 제산, 비교연산 및 절대 연산의 모든 영역에서 계산량이 줄었다. 이는 하드웨어로 구성 시 좀 더 간단히 구현할 수 있음을 보여준다.

[그림 5]는 화질을 비교하기 위하여 평탄영역과 에지 영역이 혼재되어 있는 LENA 영상의 모자부분에 제안방법과 기존의 방법을 적용한 결과 영상이다. (a)는 원 영상이고 (b)는 최근접 이웃화소 보간법을 적용한 결과 영상이다. (b)의 영상은 계단식 에지가 두드러지는 결과를 보여준다. (c)는 양선형 보간법을 적용한 결과 영상으로 (b)에 비해 개선된 결과를 보여준다. (d)는 큐빅 보간법의 결과 영상으로 (c)에 비해 경계 영역이 뭉개진 결과를 보여준다. (e), (f), (g)는 PMED, APMED, 제안방법을 적용한 결과 영상으로 (b), (c), (d)에 비해

개선된 결과를 보여준다. 특히 제안방법은 전체적인 화질이 개선될 뿐 아니라 에지 영역 등도 잘 보존되었음을 보여준다.



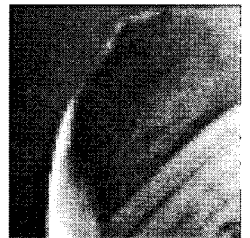
(a) 원영상



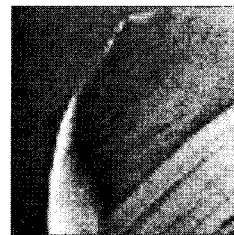
(b) 최근접 이웃 화소 보간법



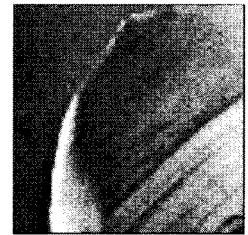
(c) 양선형 보간법



(d) 3차 콘볼루션 보간법



(e) PMED



(f) APMED



(g) 제안방법

그림 5. 기존의 방법과 제안방법의 결과영상

V. 결론

본 논문에서는 주변의 정보를 고려하면서 적은 연산량을 갖는 영상 확대 방법을 제안한다. 제안방법은 보간화소 주변의 특성을 고려하기 위해 보간 화소와 평행한부원도우를 설정하였으며 주변 특성을 보존하는 메디안 필터를 이용하여 부원도우의 대표값을 구하고 이 값과 보간 화소와 상관관계가 강한 인접화소의 평균을 이용하여 보간값을 생성한다. 또한 화소의 변화의 방향과 변화의 정도를 반영하기 위해 공간변화량을 구하여 변화가 많은 영역에서는 이 값을 반영하여 화소 보간값을 구함으로 주변화소의 분포 특성을 반영하도록 하였다. 주변 정보의 특성을 반영함으로 제안방법은 기존의 방법에 비해 개선된 화질을 보이며 PSNR에서도 좋은 성능을 보인다. 또한 기존의 방법에 비해 적은 연산량으로 구현이 가능하므로 다양한 멀티미디어 서비스의 응용에도 적합하다.

향후 다양한 크기로의 영상 확대에 관련된 연구 및 칼라영상에 적용될 경우 효율적으로 표현할 수 있는 연구가 필요하다.

참고 문헌

- [1] W. K. Pratt, *Digital Image Processing*, New York: Wiley, 1991.
- [2] I. N. Bankman, *Handbook of Medical Imaging, Processing and Analysis*, Academic, New York, pp.393-420, 2000.
- [3] B. E. Bayer, *Color imaging array*, U. S. Patent 3 971 065, July 1976.
- [4] K. P. Hong, J. K. Wang, I. S. Reed, and W. S. Hsieh, "Image data compression using cubic convolution spline interpolation," *IEEE Tran. Image Processing*, Vol.9, No.11, pp.1988-1995, Nov. 2000.
- [5] MPEG(JTC1/SC29/WG11) and E. G. on ATM Video Coding (ITU-T SG15), "Generic coding of moving pictures and associated audio:(MPEG-2)," Draft International Standard 13818-2 Video, ISO/IEC, Mar. 1994.
- [6] R. G. Keys, "Cubic convolution interpolation for digital image processing," *IEEE Trans. Acoust., Speech, Signal Process*, Vol.29, pp.1153-1160, Dec. 1981.
- [7] E. H. W. Meijering, "A chronology of interpolation: From ancient astronomy to modern signal and image processing," *Proc. IEEE*, Vol.90, No.3, pp.319-342, Mar. 2002.
- [8] P. Thevenaz, T. Blu, and M. Unser, "Interpolation revisited," *IEEE Trans. Med. Imag.*, Vol.19, pp.739-758, July 2000.
- [9] M. Unser, "Splines: A perfect fit for signal and image processing," *IEEE Signal Process. Mag.*, Vol.16, pp.22-38, Nov. 1999.
- [10] T. Lehmann, C. Gonner, and K. Spitzer, "Survey: Interpolation methods in medical image processing," *IEEE Trans. Med. Imag.*, Vol.18, No.11, pp.1049-1075, Nov. 1999.
- [11] X. Li and M. Orchard, "New edge-directed interpolation," *IEEE Trans. Image Process.*, Vol.10, No.10, pp.1521-1527, Oct. 2001
- [12] S. K. Park and R. A. Schowengrdt, "Image reconstruction by parametric cubic convolution," *Comput. Vis., Graph, Image Process.*, Vol.23, pp.258-272, Sept. 1983.
- [13] J. W. Hwang and H. S. Lee, "Adaptive image interpolation based on local gradient features," *IEEE Signal Processing Letters*, Vol.11, No.3, pp.359-362, Mar. 2004.
- [14] D. Nguyen and E. Dubous, "Spatio-Temporal Adaptive Interlaced to Progressive Conversion," *International Workshop on HDTV'92 Proceeding*, Vol.2, No.11, pp.18-20, 1992.
- [15] H. Rabtanen, "Color Video Signal Processing

- with Median Filters," IEEE Trans on Consumer Electronics, Vol.38, No.3, pp.157-161, Aug. 1992.
- [16] A. Albiol, "Morphological Image Enlargements," Journal of Visual Communication and Image Representation, Vol.8, No.4, pp.367-383, Dec. 1997.
- [17] W. K. Pratt, T. J. Cooper, and I. Kabir, "Pseudomedian filter," Pro. SPIE, Vol.534, pp.34-43, 1985.
- [18] 곽노윤, 황병원, "디지털 영상 확대를 위한 적응형 Pseudomedian 필터의 설계 및 성능분석", 정보처리 논문지, 제7권, 제4호, pp.833-843, 2000(4).

저자 소개

곽 내 정(Nae-Joung Kwak)

종신회원



- 1993년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과 (공학사)
 - 1995년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과 (공학석사)
 - 2005년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과 (공학박사)
- 2005년 3월 ~ 2006년 2월 : 목원대학교 정보통신공학과 프로그래밍 전문강사
- 2006년 3월 ~ 현재 : 목원대학교 정보통신공학과 전임강사
- <관심분야> : 멀티미디어 정보처리, 멀티미디어 통신, 컴퓨터 비전