韓國컴퓨터情報學會 論文誌
第16卷 第11號, 2011. 11.

2011-16-11-2-1

인접 픽셀들의 특성을 이용한 보간 영상의 화질 개선 기법

정 수 목*

Quality Improvement Scheme of Interpolated Image using the Characteristics of the Adjacent Pixels

Soo-Mok Jung*

요 약

보간 기법이 영상 확대에 널리 사용되고 있다. 보간 기법을 사용하여 확대한 영상은 입력 영상의 픽셀들과 입력 영상의 픽셀들을 사용하여 보간 된 픽셀들로 구성된다. 선형적인 값을 갖는 보간 픽셀 값들은 실제 영상의 특성인 지역성을 갖지 못하는 한계가 있다. 따라서 실제 영상에 존재하는 지역성을 갖도록 보간 픽셀들을 추정하면 확대 영상은 실제 영상에 더욱 가깝게 된다. 입력 영상에 존재하는 인접 픽셀들의 특성을 이용하여 보간을 수행함으로 보간 픽셀들이 지역성을 갖도록 하여 확대 영상의 화질을 개선하는 효율적인 보간 기법이 본 논문에서 제안되었고 제안된 기법을 사용하여 확대한 영상의 화질이 향상되었다. 제안된 기법의 성능을 평가하기 위한 실험에서 PSNR(Peak Signal to Noise Ratio)을 사용하였다. 제안된 기법을 적용하여 확대한 여러 영상들의 PSNR 값들이 기존의 보간 기법들을 사용하여 확대한 영상들의 PSNR 값들보다 큰 것을 확인하였다.

▸ Keyword : 보간, 이미지 확대, PSNR, 양선형 보간

Abstract

Interpolation schemes are used widely in image magnification. Magnified image generated by interpolation scheme is composed of the known pixels in input image and the interpolated pixels estimated from the known pixels in input image. So, as the interpolated pixels are estimated to have locality which exists in real images, the magnified image is much closer to the real image. In this paper, an efficient interpolation scheme was proposed to provide locality for the interpolated

• 제1저자 : 정수목
• 투고일 : 2011. 09. 09, 심사일 : 2011. 09. 19, 게재확정일 : 2011. 10. 10
* 삼육대학교 컴퓨터학부(Division of Computer, Sahmyook University)
※ 이 논문은 2011년도 삼육대학교 학술연구비 지원에 의하여 연구되었음.

www.kci.go.kr

pixels by using the characteristics of adjacent pixels in input image. The quality of magnified image using the proposed scheme was improved. In experiment, PSNR(Peak Signal to Noise Ratio) was used to evaluate the performance of the proposed scheme. The PSNR´s of the magnified images generated by the proposed scheme were greater than those of the magnified images generated by the previous interpolation methods.

▸ Keyword : Interpolation, Image Magnification, PSNR, Bilinear interpolation

I. 서 론

크기가 작은 디지털 영상을 크게 확대하는 영상 확대 기술은 여러 분야에 사용되고 있으며 이러한 영상 확대에 영상 보간 기법이 널리 사용되고 있다.[1][2] 영상 보간 기법 중 가장 간단하게 구현할 수 있는 영차 보간법(zero order interpolation)은 확대 영상의 화질이 저하되는 단점이 있다.[3] 확대 영상의 화질을 개선하기 위하여 제안된 선형 보간법(linear interpolation), 스플라인 보간법(spline interpolation), 3차 회선 보간법(cubic convolution interpolation) 등은 영상의 경계면에서 흐림 현상이 발생하는 단점이 있다.[4][5][6]

보간 영상의 화질을 개선하기 위하여 적응 보간(adaptive interpolation) 기법들이 제안되었다.[7][8][9] 3차 회선 보간 기법이 선형 보간 기법에 비하여 보다 우수한 성능을 보이기 때문에 적응 보간 기법 구축 시 일반적으로 기본 모델을 3차 회선 보간 기법에 둔다. 그러나 선형 보간법은 3차 회선 보간법에 비하여 상대적으로 간단하고 적응 선형 보간법들은 보간 영상의 화질이 3차 회선 보간법과 대등한 결과를 보인다.[10] 또한 영역 변화량의 기울기 값에 따라 보간 커널의 적용을 다르게 하여 에지 정보를 보존하는 기법[11]이 제안되었으나 보간 화소 값들의 오차정보를 이용하여 부분적인 에지를 보존하지만 오차정보 예측 과정에서 발생하는 부가적인 오차가 에지를 흐리게 하는 문제점이 발생할 수 있는 한계가 있다.

영상 확대 시 발생하는 화질 저하를 개선하기 위하여 제안된 양선형 보간법(bilinear interpolation)은 픽셀 값의 변화가 선형이라는 가정에 기초하여 가로축(row)과 세로축(column)에 대한 보간을 수행하는데, 이러한 가정은 픽셀 값의 변화가 비선형적인 실제 영상의 특성을 충분히 반영하지 못하는 단점이 있다.

보간 기법에서는 확대하고자 하는 입력 영상의 주변 픽셀들의 위치 정보에 의해서 결정되는 가중치를 사용하여 보간 픽셀들을 구하고, 구해진 보간 픽셀들과 기준 픽셀인 입력 영상의 픽셀들로 이루어진 확대 영상이 생성된다. 보간 픽셀 생성 시, 입력 영상의 픽셀 값과 주변 픽셀들의 위치 정보뿐만 아니라 인접 픽셀들의 특성을 동시에 고려하여 실제 영상과 유사한 보간 픽셀들을 생성하는 보간 기법을 적용하면 확대 영상의 화질을 개선 할 수 있다.

본 논문에서는 확대영상에서의 대각방향 화질저하를 감소시키기 위하여 입력 영상의 인접 픽셀들의 특성을 분석한 후 입력 영상의 픽셀 값을 변형하고, 보간 픽셀 값들이 실제 영상에 존재하는 지역성을 충실히 갖도록 하는 효율적인 기법을 제안하였다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 2장에 영상을 확대하는 기존의 관련연구들을 기술하였고 3장에서는 제안 기법에 대하여 설명하였다. 4장에 실험결과를 제시하였으며 5장에 결론을 기술하였다.

II. 관련 연구

적은 개수의 픽셀을 갖는 작은 영상으로부터 다수의 픽셀을 갖는 큰 영상으로 확대하는 영상 확대에서는 입력 영상의 픽셀들인 기준 픽셀들과, 입력 영상의 픽셀들을 이용하여 추정된 픽셀들로 확대 영상이 구성된다. 따라서 입력 영상의 픽셀 값들을 이용하여 추정된 픽셀들의 값이 실제 영상의 값과 다르게 되면 확대 영상의 품질이 떨어지게 된다. 이러한 확대 영상의 품질저하 문제를 해결하기 위하여 보간법(interpolation)이 사용되고 있다. 보간법은 확대 영상의 보간 픽셀 값을 추정하기 위하여 첫 번째 단계에서는 역방향 사상(backward mapping)을 하여 확대 영상의 픽셀 위치에 대응하는 입력 영상에서의 실수 좌표를 계산하고 두 번째 단계에서는 역방향 사상된 입력 영상에서의 실수(real value) 좌표 주변의 픽셀 값과 위치정보를 이용하여 역방향 사상된 입력 영상 좌표에서의 픽셀 값을 계산한다. 이렇게 구해진 값을 확대 영상의 보간 픽셀 값으로 하여 확대 영상의 품질을 향상시키는 기법이다.

2.1. 최근접 이웃 보간법

최근접 이웃 보간법(nearest neighbor interpolation)

www.kci.go.kr

은 확대 영상의 픽셀 값들을 추정하기 위하여 확대 영상의 각 픽셀들에서 입력 영상으로 역방향 사상을 수행하고 역방향 사상된 좌표와 가장 가까운 위치에 있는 입력 영상의 픽셀 값을 확대 영상의 픽셀 값으로 할당하는 기법이다. 확대 영상 내 임의의 좌표에서의 픽셀 값을 결정하기 위하여 역방향 사상된 입력 영상에서의 실수 좌표를 (xr, yr)이라고 하면 (xr, yr)에서 가장 가까운 입력 영상에서의 좌표 (x, y)를 식(1), (2)와 같이 구한다.

$$x = (int)(xr+0.5) \quad \cdots\cdots (1)$$

$$y = (int)(yr+0.5) \quad \cdots\cdots (2)$$

따라서 역방향 사상된 입력 영상에서의 실수 좌표 (xr, yr)에 가장 가까운 픽셀의 위치인 좌표 (x, y)에서의 픽셀 값 p(x, y)가 확대 영상에서의 보간 픽셀 값이 된다. 최근접 이웃 보간법은 간단하여 구현이 쉽고 처리속도가 빠르지만, 확대 영상에 블록화 현상(blocking effect)이 나타나 영상의 품질이 저하되는 단점이 있다. 이러한 블록화 현상은 확대 배율이 높을수록 시각적으로 두드러지게 나타난다.

2.2. 양선형 보간법

양선형 보간법(bilinear interpolation)은 영상의 가로축과 세로축 양방향으로 보간을 수행하는 기법으로서, 최근접 이웃 보간법에서 나타나는 블록화 현상을 제거할 수 있어 확대 영상의 화질을 향상시킬 수 있다. 영상 확대에 일반적으로 사용되고 있는 양선형 보간법은 확대 영상의 픽셀 좌표로부터 역방향 사상된 입력 영상의 좌표에 해당하는 픽셀 값을 추정하여 이를 확대 영상의 보간 픽셀 값으로 설정한다. 입력 영상으로 역방향 사상된 좌표에 해당하는 픽셀 값 추정치는 주변에 있는 4개의 픽셀 값과 가중치를 사용하여 가로축과 세로축 양방향으로 보간을 수행하여 구한다.

<그림 1>에서 ✖는 확대 영상의 임의의 픽셀로부터 입력 영상으로 역방향 사상된 실수 좌표 위치를 나타내고 좌표 값은 (xr, yr)이다. 흰 원은 실수 좌표 주변에 있는 4개의 픽셀들을 나타내고 A, B, C, D는 각각에서의 픽셀 값을 나타낸다. 즉 p(xi, yj)=A, p(xi+1, yj)=B, p(xi, yj+1)=C, p(xi+1, yj+1)=D 이다. 회색 사각형들의 값인 E와 D는 A와 B, C와 D를 사용하여 각각 가로축 방향으로 보간 된 픽셀 값들이다. 역방향사상 된 좌표에서의 픽셀 값을 구하기 위하여 E와 D를 사용하여 세로축 방향 보간을 수행한다. 가로축 방향과 세로축 방향 보간에 사용되는 가중치 α, β는 식 (3), (4)와 같이 정의되고 식 (5)를 만족하는 실수 값이다.

$$\alpha = xr - xi \quad \cdots\cdots (3)$$

$$\beta = yr - yj \quad \cdots\cdots (4)$$

$$0 \le \alpha, \beta \le 1 \quad \cdots\cdots (5)$$

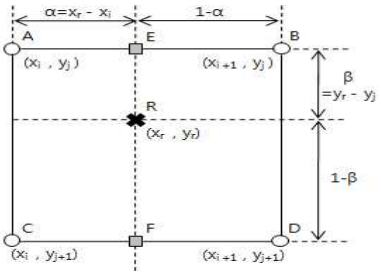


그림 1. 양선형 보간법에서의 픽셀 보간
Fig. 1. Pixel interpolation in bilinear interpolation)

(xr , yr)에서의 픽셀 값을 구하기 위하여 식 (6), (7)과 같이 먼저 가로축 방향으로 보간을 수행하여 E, F의 값을 구한 후, 식 (8)과 같이 세로축 방향으로 보간을 수행하여 (xr , yr)에서의 픽셀 값 R을 구한다. 입력 영상의 좌표 (xr , yr)에서 식(8)을 사용하여 구해진 픽셀 값 R이 확대 영상의 보간 픽셀 값이 된다.

$$E = A\cdot(1 - \alpha) + B\cdot\alpha \quad \cdots\cdots (6)$$

$$F = C\cdot(1 - \alpha) + D\cdot\alpha \quad \cdots\cdots (7)$$

$$R = E\cdot(1 - \beta) + F\cdot\beta \quad \cdots\cdots (8)$$

양선형 보간법은 픽셀 값이 선형적으로 변한다는 가정에 기초하기 때문에 가중치 α, β는 식 (3), (4)와 같이 거리에 비례하는 값으로 정의되고, 영상 확대에 이 값이 식 (6), (7), (8)과 같이 사용된다. 즉, 역방향 사상된 입력 영상의 임의의 좌표에서의 픽셀 값 추정은 식 (3), (4), (6), (7), (8)과 같이 선형적으로 계산되어 확대 영상의 보간 픽셀 값으로 사용된다.

<그림 1>에서 역방향 사상된 입력 영상에서의 좌표가 xi≤xr≤xi+1 이고 yr=yj인 경우, 확대 영상의 기준 픽셀 값 A와 B, 그리고 그사이에 존재하는 보간 픽셀 값들과 대응되는 입력 영상의 픽셀들과의 관계가 <그림 2>에 나타나 있다. <그림 2> (a)는 입력 영상의 x축 방향으로 인접한 두 픽셀과 역방향 사상된 좌표 (xr , yj)를 나타낸다. <그림 2> (b)는 n배 확대된 영상에서의 기준 픽셀 값 A와 B, 그리고 그사이에 존재하는 보간 픽셀들의 값 P1, P2, ... Pn-1을 나타낸다. <그림 2>에서 보는 바와 같이 입력 영상의 좌표 (xi ,

www.kci.go.kr

yj), (xi+1 , yj) 에서의 픽셀 값은 각각 A, B이고, 이 좌표에 대응하는 n배 확대된 영상에서의 좌표는 (xni , ynj), (xn(i+1) , ynj)이기 때문에 p(xni , ynj)=A, p(xn(i+1) , ynj)=B가 된다. 또한 두 기준 픽셀 사이에 (n-1)개의 보간 픽셀들의 값 P1, P2, P3, ... Pn-1이 추정되어야 하고 그 픽셀들의 좌표는 (xni+1 , ynj), (xni+2 , ynj), (xni+3 , ynj), ... (xni+n-1 , ynj)이다.

양선형 보간법의 경우, 확대된 결과 영상에서 기준 픽셀 값 A와 B 사이에 새로 생성되는 보간 픽셀 값 P1, P2, P3, ... Pn-1 을 구하기 위하여 사용되는 가중치 α의 값은 1/n, 2/n, ... , (n-1)/n 이 된다.

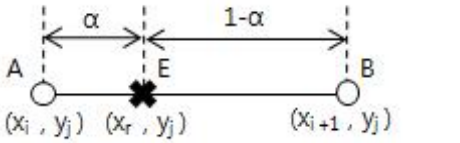
<그림 2> (a)에서 A < B인 경우에는 보간 픽셀 값들은 다음의 식 (9), (10), (11)을 만족한다.

$$P1=A + |A-B|/n \quad \cdots\cdots (9)$$

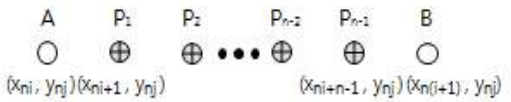
$$P2=A + 2(|A-B|/n) \quad \cdots\cdots (10)$$

$$Pn-1=A + (n-1)(|A-B|)/n \quad \cdots\cdots (11)$$

A > B인 경우에는 Pn-1=A - (n-1)(|A-B|)/n 와 같이 된다. 그러므로 확대 영상에서 (xni+1 , ynj)와 (xni+n-1 , ynj) 사이의 좌표에 있는 보간 된 (n-1)개의 픽셀 값 P1, P2, P3, ... Pn-1 은 선형적인 값들을 갖게 된다.



(a) 입력 영상에서 x축 방향으로 인접한 두 픽셀



(b) n배 확대된 영상에서 기준 픽셀 값 A와 B, 보간 픽셀

그림 2. yr=yj인 경우, 입력 영상과 n배 확대된 영상간의 픽셀들의 대응관계
Fig. 2. The relationship between pixels in input image and n-times magnified image when yr=yj

실제 영상에서는 인접한 픽셀들의 픽셀 값이 서로 비슷한 값을 갖는 특성인 지역성(locality)을 갖지만, 양선형 보간법을 이용하여 확대한 영상의 보간된 픽셀 값들은 식 (9,) (10), (11)과 같이 선형적인 값을 갖기 때문에 실제영상의 특성인 지역성을 갖지 못하는 단점이 있다. 따라서 인접한 픽셀들의 특성을 고려하여 실제영상에 존재하는 지역성을 확대 영상이 갖도록 하면 실제 영상에 더욱 가까운 확대 영상을 얻을 수 있다.

2.3. 3차회선 보간법

3차회선 보간법은 확대 영상에서의 픽셀 값을 추정하기 위하여 역방향 사상된 입력 영상에서의 실수 좌표 주변에 있는 16개의 픽셀 값에 가중치 함수(weight function)에 정의된 가중치를 곱한 값을 모두 합한다. 3차회선 보간법도 양선형 보간법과 동일하게 먼저 각 가로축에 대하여 보간을 실시한 후 얻어진 보간 결과들을 가지고 세로축에 대한 보간을 수행한다. 따라서 3차회선 보간법을 사용하여 보간을 수행하는 경우에는 가로축으로 4회, 세로축으로 1회, 총 5회의 보간이 이루어진다.

참조해야 할 입력 영상에서의 실수 좌표 주변 16개 픽셀들은 <그림 3>에서와 같이 선택된다. <그림 3>에서 ✖는 역방향 사상된 입력 영상에서의 실수 좌표 (xr, yr)의 위치를 나타내고, 흰 원은 3차회선 보간법에 사용되는 16개의 픽셀들을 나타내고, 회색 사각형들은 역방향사상 된 좌표에서의 픽셀 값을 구하기 위하여 가로축 방향으로 보간 된 픽셀들이다.

3차회선 보간법에서의 가중치 함수는 식 (12)와 같다.

$$f(x)=\begin{cases} (a+2)|x|^3-(a+3)|x|^2+1 & 0\le|x|\le1 \\ a|x|^3-5a|x|^2+8a|x|-4a & 1\le|x|\le2 \\ 0 & 2\le|x| \end{cases} \quad \cdots (12)$$

식 (12)에서의 a 값은 -0.5, -1.0, -2.0 이며 시각적인 결과들에 대하여 커널을 평가하면 -1.0이 가장 적합하다. Taylor급수의 차수를 사용하는 경우 수학적으로 정확히 하기 위해서 a가 -0.5 이어야 함이 제시되었다.[6] a값의 변화에 따른 가중치 함수가 <그림 4>에 나타나 있다.

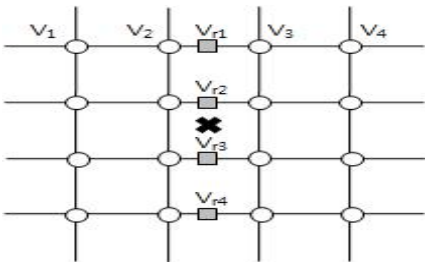


그림 3. 3차회선 보간법에 사용되는 입력영상의 16개 픽셀들
Fig. 3. 16 pixels in input image for cubic convolution interpolation

www.kci.go.kr

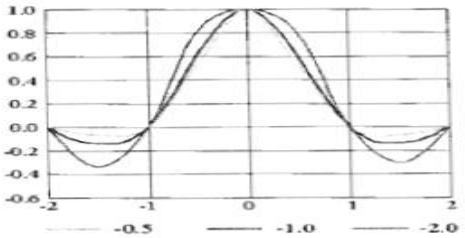


그림 4. 3차회선 보간법에 사용되는 기중치함수(The Fig. 4. weight function for cubic convolution interpolation

<그림 5>는 가로축에 대한 보간을 수행하는 경우를 보여주고 있다. 흰 원은 보간에 사용되는 4개의 픽셀들을 나타내고 그 값들은 각각 V1, V2, V3, V4이다. 회색 사각형은 역방향사상 된 좌표에서의 픽셀 값을 구하기 위하여 x축 방향으로 보간 된 픽셀이고 픽셀 값은 Vr1이다. 보간 픽셀의 값 Vr1은 식 (13)과 같이 계산된다.

이 때, d는 두 번째 픽셀과 회색 사각형사이의 실수거리이고 식 (14)를 만족하는 실수 값이다.

이와 같이 가로축으로 4번의 보간을 수행하여 구해진 보간 값 Vr1, Vr2, Vr3, Vr4 를 가지고 세로축 방향으로 동일한 방법으로 보간을 수행하여 (xr, yr)에서의 픽셀 값 Vr을 구하여 이를 확대 영상의 보간 픽셀 값으로 한다.

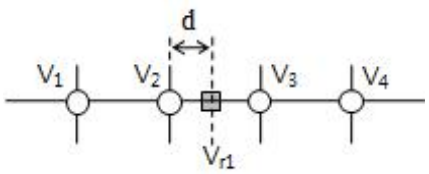


그림 5. 4개의 점을 사용한 3차회선 보간
Fig. 5. Cubic convolution interpolation using 4 pixels

$$Vr1=V1\cdot f(1+d)+V2\cdot f(d)+V3\cdot f(1-d)+V4\cdot f(2-d) \cdots \quad (13)$$

$$0 \le d \le 1 \quad (14)$$

III. 제안기법

영상 확대에 널리 사용되고 있는 양선형 보간법의 경우, 영상을 n배 확대하면 <그림 2> (b)에 나타난 바와 보간 픽셀 값들(P1, P2, ... Pn-2, Pn-1)은 식 (9)~(11)을 사용하여 계산되기 때문에 선형적인 값을 갖는다. 따라서 선형적인 값을 갖는 보간 픽셀 값들은 실제 영상의 특성인 지역성을 갖지 못하는 한계가 있다.

본 논문에서는 입력 영상의 인접한 픽셀 값들의 특성을 분석하여 화질 향상을 위한 처리들을 수행하여 확대 영상의 화질을 향상시키는 효율적인 보간 기법을 제안하였다.

양선형 보간법을 사용하여 확대된 확대 영상은 대각방향 정보에서 화질 열화가 발생하기 때문에 본 논문에서는 이를 보완하기 위하여 <그림 6>에 보인 것처럼 입력 영상 내 임의의 위치 (i, j)에서의 상하, 좌우, 대각방향으로의 픽셀 변화량(Vd)을 식 (15)와 같이 정의한다.

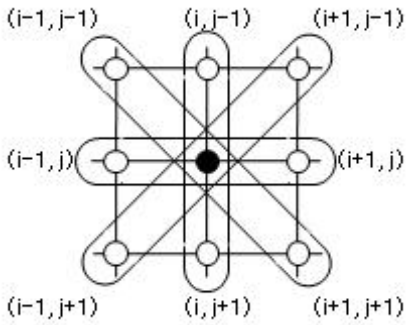


그림 6. 상하, 좌우, 대각방향으로의 픽셀 변화량
Fig. 6. Pixel variation in diagonal direction

$$\begin{aligned} Vd=&|p(i, j-1)-p(i, j+1)| + \\ &|p(i+1, j-1)-p(i-1, j+1)| + \\ &|p(i+1, j) - p(i-1, j)| + \\ &|p(i+1, j+1) - p(i-1, j-1)| \cdots \end{aligned} \quad (15)$$

상하, 좌우, 대각방향으로의 픽셀 변화량이 일정한 값 (VT)보다 적으면 픽셀 값 변화가 적은 영역이므로 식 (16)과 같이 원래의 픽셀 값 p(i, j)와 상하, 좌우, 대각방향의 인접한 8개의 픽셀 값들의 평균인 pav(i, j)를 고려한 값을 입력 영상의 위치 (i, j)에서의 새로운 픽셀 값, p′(i, j) 값으로 변경한다.

$$p'(i, j)=\begin{cases} p(i, j)\cdot\delta+pav(i, j)\cdot(1-\delta) & \text{if } Vd<VT \\ p(i, j) & \text{otherwise} \end{cases} \quad (16)$$

δ는 p(i, j)와 pav(i, j)의 반영 정도를 결정하는 변수이며 0과 1사이의 실수 값이다. 변경된 p′(i, j)의 각 값들에 대하여 <그림 7>의 제안기법에 나타난 바와 같이 보간 픽셀 값이 지역성을 갖게 하는 보간을 수행하여 확대 영상이 입력 영상의 특성을 충실히 유지하도록 하였다.

또한 제안 기법에서는 일반적인 영상에 존재하는 지역성(locality)을 확대 영상에서도 갖도록 하여 확대 영상의 화질

www.kci.go.kr

을 개선한다. <그림 2> (b)에서 인접한 기준 픽셀 값 A, B의 차가 큰 경우, 좌표가 (xni , ynj)인 기준 픽셀 주위에 있는 보간 픽셀 값들(P1, P2, ...)이 등 간격이 아닌 기준 픽셀의 값 A에 가까운 값이 되도록 하고 좌표가 (xn(i+1) , ynj)인 기준 픽셀 주위에 있는 보간 픽셀 값들(... Pn-2, Pn-1) 도 등 간격이 아닌 기준 픽셀의 값 B에 가까운 값이 되도록 하면 실제 영상에 존재하는 지역성을 갖게 된다. <그림 1>에서와 같이 역방향 사상된 좌표가 (xr, yr)인 경우, 즉 xr≠xi, yr≠yj 인 일반적인 경우, 확대 영상의 보간 픽셀 값들은 식 (3), (4), (6)~(8)과 같이 선형적으로 구해지나 제안기법에서는 실제 영상에 존재하는 지역성을 갖도록 하기 위하여 다음과 같이 가중치를 추가적으로 정의 한다. α의 값이 0.5보다 큰 경우에는 <그림 1>에서 보는 바와 같이 역방향 사상된 입력 영상에서의 좌표가 오른쪽으로 치우쳐 있기 때문에 제안기법에서는 기준 픽셀의 값이 B, D인 오른쪽 기준 픽셀을 기준으로 하는 새로운 가중치 α′를 식 (17)과 같이 정의한다. 이 경우 식 (6), (7)은 식 (18), (19)와 같이 표시된다.

$$\alpha' = xi+1-xr \quad \cdots\cdots (17)$$

$$E = A\cdot\alpha' + B\cdot(1-\alpha') \quad \cdots\cdots (18)$$

$$F = C\cdot\alpha' + D\cdot(1-\alpha') \quad \cdots\cdots (19)$$

동일하게 세로축 방향으로의 보간에서도 β의 값이 0.5보다 큰 경우에는 <그림 1>에서 보는 바와 같이 역방향 사상된 입력 영상에서의 좌표가 아래쪽으로 치우쳐 있기 때문에 제안기법에서는 기준 픽셀의 값이 C, D인 아래쪽 기준 픽셀을 기준으로 하는 새로운 가중치 β′를 식 (20)과 같이 정의한다. 이 경우 식 (8)은 식(21)과 같이 표현된다.

$$\beta' = yi+1-yr \quad \cdots\cdots (20)$$

$$R = E\cdot\beta' + F\cdot(1-\beta') \quad \cdots\cdots (21)$$

기준 픽셀 주위에 있는 보간 픽셀들의 값이 선형적인 값이 아니라 기준 픽셀에 가까운 값을 갖도록 하기 위하여 위쪽 기준 픽셀 값들의 차와 아래쪽 기준 픽셀 값들의 차로 표시되는 식 (22)의 값이 임계값(threshold, LT) 보다 큰 경우, 0과 1사이의 값을 갖는 ratio를 가중치에 곱하여 가중치 α와 α′를 식 (23), (24)와 같이 축소한다. 이는 인접한 기준 픽셀들 간의 픽셀 값 차가 크면 클수록 기준 픽셀들 가까이에 존재하는 보간 픽셀의 픽셀 값이 더 큰 지역성을 갖도록 하기 위함이다. β는 식 (4)에 의해서 구해지는 값이다.

축소된 가중치와 식 (6), (7) 및 식 (18). (19)를 사용하여 구해진 가로축 방향 보간 값들은 인접한 기준 픽셀에 더욱 가깝게 되어 실제 영상에 존재하는 지역성을 갖게 되어 확대 영상의 화질이 향상 된다.

$$|A-B|\cdot(1-\beta) + |C-D|\cdot\beta \quad \cdots\cdots (22)$$

$$\alpha = \alpha\cdot ratio \quad \cdots\cdots (23)$$

$$\alpha' = \alpha'\cdot ratio \quad \cdots\cdots (24)$$

동일한 이유로 식 (25)의 값이 임계값(LT) 보다 큰 경우, 0과 1사이의 값을 갖는 ratio를 가중치에 곱하여 가중치 β와 β′를 식 (26), (27)과 같이 축소한다.

$$|A-C|\cdot(1-\alpha) + |B-D|\cdot\alpha \quad \cdots\cdots (25)$$

$$\beta = \beta\cdot ratio \quad \cdots\cdots (26)$$

$$\beta' = \beta'\cdot ratio \quad \cdots\cdots (27)$$

축소된 가중치 β를 사용하여 식 (8)과 같이 구해진 세로축 방향 보간 값과 축소된 가중치 β′를 사용하여 식 (21)과 같이 구해진 세로축 방향 보간 값은 인접한 기준 픽셀에 더욱 가까운 값이 되어 실제 영상에 존재하는 지역성을 갖게 되어 확대 영상의 화질이 향상 된다. <그림 7>은 본 논문에서 제안된 확대 영상의 화질을 개선하는 효율적인 보간 기법의 절차를 나타낸다.

```
// 입력 영상의 모든 픽셀
if( Vd<VT )
    -
    p(i, j)=p(i, j)·δ+pav(i, j)·(1-δ);
else
    -
    p(i, j)=p(i, j);
// 추가적인 보간 가중치 정의
α′=xi+1-xr ;
β′=yi+1-yr ;
// 가로축 방향 보간 가중치의 선택적 조정
if( |A-B|·(1-β) + |C-D|·β > LT ) {
                if(α<0.5)   α=α·ratio;
            else if(α>0.5)  α′=α′·ratio;
}
// 세로축 방향 보간 가중치의 선택적 조정
if( |A-C|·(1-α) + |B-D|·α > LT ){
                if(β<0.5)   β=β·ratio;
            else if(β>0.5)  β′=β′·ratio;
}
// 가로축 및 세로축 보간
if(α≤0.5) α를 사용하여 가로축 방향 보간 수행;
else      α′를 사용하여 가로축 방향 보간 수행;
if(β≤0.5) β를 사용하여 세로축 방향 보간 수행;
else      β′를 사용하여 세로축 방향 보간 수행;
```

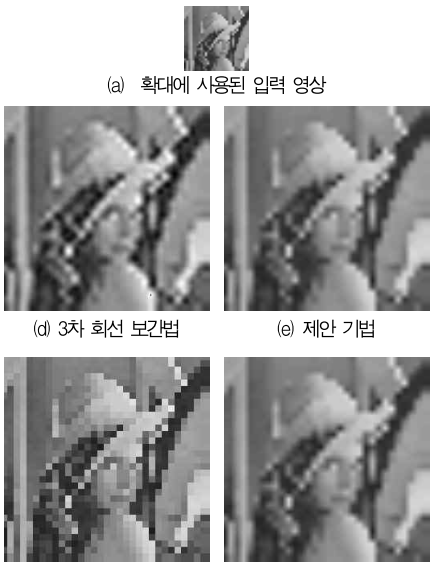
그림 7. 제안 기법의 절차
Fig. 7. The procedures of the proposed scheme

www.kci.go.kr

IV. 실험결과

본 논문에서 제안된 인접 픽셀의 특성을 이용한 보간 영상의 화질 개선기법의 성능을 평가하기 위하여 32x32픽셀 크기의 Mona Liza, Lenna, Space shuttle, Rocket-launching , Mars probe 영상에 대하여 실험을 수행하였다. 최근방 이웃 보간법, 양선형 보간법, 3차회선 보간법, 제안 기법인 인접 픽셀들의 특성을 이용한 보간 영상의 화질 개선기법을 적용하여 가로축 및 세로축 방향으로 각 8배 확대하였다. 각 기법들을 적용하여 확대한 영상들에 대하여 PSNR(Peak Signal to Noise Ratio)을 측정하여 각 기법들의 성능을 평가하였다.

<그림 8> (a)는 32x32픽셀 크기의 Lenna 영상이고, (b)~(e)는 기존 방법들과 제안 기법을 사용하여 가로축 및 세로축 방향으로 각 8배 확대한 256x256픽셀 크기의 확대 영상들이다.



(a) 확대에 사용된 입력 영상

(d) 3차 회선 보간법 (e) 제안 기법

(b) 최근방 이웃 보간법 (c) 양선형 보간법

그림 8. 32x32 Lenna 영상을 기존 방법 및 제안 기법을 사용하여 가로축 및 세로축 방향으로 각 8배 확대한 영상
Fig. 8. 8-times magnified image using the previous schemes, and the proposed scheme

[표 1]은 32x32픽셀 크기의 다양한 영상들을 기존 방법들과 제안 기법을 사용하여 가로축 및 세로축 방향으로 각 8배 확대한 영상들에서의 PSNR을 측정한 결과 값이다. 본 실험에서 사용된 VT, LT, ratio, δ는 각각 100, 50, 0.92, 0.7 이고, 3차 보간 기법에서 식(12)의 a 값은 -0.5 이다.

표 1. 각 기법들을 적용하여 확대한 영상에 대한 PSNR 측정값
Table 1. PSNR values for the magnified images using various schemes

	Lenna	Mars probe	Mona Lisa	rocket launch-ing	Space shuttle
최근방 이웃 보간법	19.203	17.755	25.376	21.478	17.388
양선형 보간법	21.169	19.402	28.530	23.172	19.114
3차 회선 보간법	21.036	18.056	28.564	23.208	18.614
제안 기법	21.193	19.455	28.642	23.513	19.166

단위: [dB]

[표 1]의 실험결과에서 보는 바와 같이 제안 기법은 기존의 방법들에 비하여 화질 향상이 0.024 ~ 3.266 dB 개선되었다. 이러한 결과는 양선형 보간법의 특징인 대각방향 화질 열화를 방지하기 위하여 제안기법에서 식 (16)과 같이 픽셀 값을 변화시킨 다음 <그림 7>에 제시된 보간 픽셀 값들이 인접 기준 픽셀 값에 따른 지역성을 갖도록 하는 개선된 양선형 보간을 수행하여 확대영상이 실제영상에 더욱 가깝게 되었기 때문이다.

V. 결론

본 논문에서는 확대 영상의 화질 개선을 위하여 인접 픽셀의 특성을 이용한 효율적인 보간 영상의 화질 개선기법을 제안하였다.

제안된 기법에서는 양선형 보간법의 특징인 대각방향 화질 열화를 방지하기 위하여 입력 영상의 각 픽셀에서 상하, 좌우, 대각방향으로의 픽셀 변화량(Vd)이 일정한 값(VT) 보다 적으면 픽셀 값 변화가 적은 영역이므로 해당 픽셀 값과 주변 픽셀들의 평균값을 반영한 값을 새로운 픽셀 값으로 하여 입력 영상의 픽셀 값을 변경한다. 또한 기준 픽셀 값에 따른 지역성을 갖는 보간 픽셀 값을 구하기 위하여 가로축 방향 보간과 세로축 방향 보간에 사용될 새로운 가중치를 추가로 정의하였다. 인접한 기준 픽셀 값들의 차이가 임계값을 초과하는 경우 양선형 보간법에 사용되는 가중치와 추가로 정의된 가중치를 조정함으로 보간 픽셀 값들이 기준 픽셀 값에 따른 지역성을 갖도록 하여 확대 영상이 실제 영상에 근접하도록 하는

www.kci.go.kr

효율적인 기법을 제안하였다.

32x32픽셀 크기를 갖는 다양한 실험 영상들에 대하여 기존 방법들과 제안 기법을 사용하여 가로축과 세로축 방향으로 각 8배 확대한 영상에서의 PSNR 값들을 측정한 결과, 기존의 방법들에 비하여 제안된 기법을 사용하여 확대 영상을 생성한 경우 화질 향상이 약 0.024 ~ 3.266 dB 개선되었다. 이러한 결과는 양선형 보간법의 특징인 대각방향 화질 열화를 방지하기 위하여 (16)과 같이 입력 영상의 픽셀 값을 변화시킨 다음, 보간 픽셀 값들이 인접 기준 픽셀 값에 따른 지역성을 갖도록 <그림 7>에 나타난 개선된 양선형 보간을 수행하여 확대 영상이 실제영상에 더욱 가깝게 되었기 때문이다.

참고문헌

[1] W. K. Pratt, 「Digital Image Processing」, New York: Wiley, 1991.

[2] M. Petrou, P. Bosdogianni, 「Image Processing : The Fundamentals」, John Wiley & Sons Inc. Jan. 2002.

[3] T. Acharya, A. K. Ray, 「Image Processing: Principles and Applications」, Wiley-Interscience, Sep. 2005.

[4] R. Crane, 「Simplified Approach to Image Processing」, Prentice Hall, 1997.

[5] 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(2000), pp1988-1995.

[6] R. G. Keys, "Cubic convolution interpolation for digital image processing", IEEE Trans. Acoust., Speech, Signal Process, Vol.29(1981), pp.1153-1160.

[7] X. Li, M. Orchard, "New edge-directed interpolation", IEEE Trans. Image Process., Vol.10, No.10(2001), pp1521-1527.

[8] J. W. Hwang, H. S. Lee, "Adaptive image interpolation based on local gradient features", IEEE Signal Processing Letters, Vol.11, No.3(2004), pp.359-362.

[9] T. Mori, K. Kameyama, Y. Ohmiya, J. Lee, "Image resolution conversion based on and edge-adaptive interpolation kernel", IEEE Pacific Rim Conference, (2007), pp.497-500

[10] T. W. Chan, O. C. Au, T. S. Chong, and W. S. Chau, "An Adaptive interpolation using spatial varing filter", IEEE Int. Conf. Consumer Electron(2005). pp.109-110.

[11] T. Mori, K. Kameyama, Y. Ohmiya, and J. Lee, "Image Resolution Conversion Based on an Edge-Adaptive Interpolation Kernel", IEEE Pacific Rim Conference(2007), pp. 497-500.

[12] Kwang-Baek Kim, Hae-Jung Lee, "Image Magnification using Fuzzy Method for Ultrasound Image of Abdominal Muscles", Journal of the Korea Society of Computer and Information, v.16, no.4, pp.23-28, Apr. 2011.

[13] Imgeun Lee, "Image Contrast Enhancement using Adaptive Unsharp Mask and Directional Information" Journal of the Korea Society of Computer and Information, v.16, no.3, pp.27-34, Mar. 2011.

저 자 소 개

정 수 목

1984 : 경북대학교 전자공학과 공학사.

1986 : 경북대학교 대학원 컴퓨터공학과 공학석사.

2002 : 고려대학교 대학원 컴퓨터학과 이학박사

현 재 : 삼육대학교 컴퓨터학부 교수

관심분야 : 멀티미디어, 영상처리

Email : jungsm@syu.ac.kr

www.kci.go.kr