

## 영상의 지역성을 이용한 보간 영상의 화질 개선 기법

정 수 목\*

### *Quality Improvement Scheme of Interpolated Image using the Locality*

Jung, Soo Mok

#### 〈Abstract〉

In the case of image magnification by using interpolation methods, interpolated pixels are estimated from the known pixels in source image. The magnified image is composed of the known pixels in source image and the interpolated pixels which is estimated. If the interpolated pixels are estimated to have the locality which is exists in real images, the magnified image is much closer to the real image.

In this paper, an improved interpolation scheme is proposed to estimate pixels from the known pixels in source image using the locality which is exists in real images. The magnified image by using the proposed interpolation scheme is much closer to the real image.

The performance of the proposed interpolation scheme is evaluated by using PSNR(Peak Signal to Noise Ratio) in experiment. The PSNR of the magnified image by using the proposed scheme is improved than that of the magnified images by using existing interpolation methods. So, the proposed interpolation scheme is an efficient interpolation method for the quality improvement of magnified image.

Key Words : Image Magnification, Interpolation, Bilinear Interpolation, Locality

## I. 서론

영상 보간 기법이 디지털 영상 확대에 널리 사용되고 있다[1-2]. 영상 보간 기법에는 구현이 간단한 영차 보간(zero order interpolation) 기법이 있으나 영상의 화질이 떨어지는 단점이 있다[3]. 확대 영상의 화질을 개선하기 위하여 사용되는 양선형 보간(bilinear interpolation) 기법은 행(row)과 열(column)에 대한 보간 수행 시, 픽셀

(pixel) 값들의 변화가 선형이라는 가정 하에 보간을 수행하기 때문에 실제 영상 픽셀 값들의 비선형적인 변화 특성을 고려하지 못하는 한계를 가지고 있다. 또한 스플라인 보간(spline interpolation) 기법, 3차 회선 보간(cubic convolution interpolation) 기법 등은 영상의 에지 부분에서 흐림 현상이 발생하는 문제점을 가지고 있다[4-6]. 보간 영상의 화질을 개선하기 위하여 비선형 필터 또는 적응 보간(adaptive interpolation) 기법들이 제안되었다[7~9]. 3차 회선 보간법이 선형 보간 기법보다 우수한 성능을 보이기 때문에 적응 보간법 구축 시 기본 모

\* 삼육대학교 컴퓨터학부 교수

델을 3차 회선 보간법에 두는 경우가 많다. 그러나 선형 보간법은 3차 회선 보간법에 비하여 상대적으로 간단하고 적응 선형 보간법들은 보간된 영상의 화질이 3차 회선 보간법과 대등한 결과를 보인다[10]. 보간법은 보간 픽셀 생성 시, 확대하고자 하는 입력 영상의 주변 정보를 이용하여 가중치를 결정하고 이 가중치를 사용하여 보간한 픽셀들과 입력 영상의 픽셀들로 구성된 확대 영상을 생성한다. 보간 기법을 사용하여 생성된 확대 영상의 화질은 처리과정 뿐만 아니라 보간 픽셀을 생성하는 입력 영상의 값들과 관련이 있기 때문에 입력 영상의 값들과 입력 영상의 값들 사이에 존재하는 지역성(locality)을 동시에 고려하는 보간 기법을 사용하면 확대 영상의 화질이 개선될 수 있다.

본 논문의 제안 기법은 확대하고자 하는 입력 영상의 주변 픽셀들의 정보에 따라 일반적인 영상에 존재하는 특성인 지역성을 선택적으로 사용하여 양선형 보간을 수행하는 기법이다. 제안된 기법을 사용하여 확대된 영상은 실제 영상이 가지는 지역성을 충실히 갖기 때문에 영상의 화질이 개선된다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 2장에 기존의 영상 확대 방법들을 기술하였고 3장에서는 제안 기법에 대하여 설명하였다. 4장에 실험결과를 제시하였으며 5장에 결론을 기술하였다.

## II. 관련 연구

영상 확대는 제한된 픽셀을 갖는 저해상도의 입력 영상으로부터 다수의 픽셀을 갖는 고해상도 영상을 생성하는 것이다. 따라서 확대 영상의 픽셀들의 값은 입력 영상인 저해상도 영상의 픽셀 값으로부터 추정되어야 한다. 이 때, 추정된 값이 부정확하게 되면 확대된 결과 영상의 품질이 저하될 수밖에 없다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 보간법(interpolation)이 사용되고 있다. 보간법은 확대 영상의 픽셀 값을 추정하기 위하여 역방향 사상

(backward mapping)에 의한 입력 영상의 대응 위치 주변의 픽셀 값들을 고려하여 추정함으로써 정확한 값을 추정하도록 하는 기법이다.

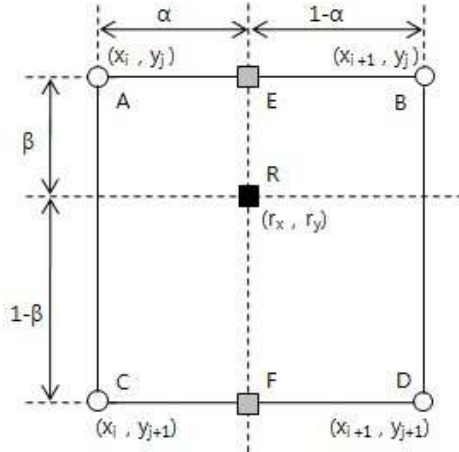
### 2.1 최근방 이웃 보간법

최근방 이웃 보간법(nearest neighbor interpolation)은 확대 영상의 픽셀 값을 추정하기 위하여 역방향사상에 의한 입력 영상의 위치에 가장 인접한 좌표의 픽셀 값을 확대 영상의 픽셀 값으로 할당하는 기법이다. 역방향 사상에 의한 입력 영상의 좌표가 실수인 경우는 반올림하여 가장 가까운 픽셀의 좌표를 찾는다. 최근방 이웃 보간법은 처리속도가 빠르고 구현이 쉽지만, 확대한 결과 영상에 블록화 현상(blocking effect)이 나타나는 단점이 있다. 이러한 블록화 현상은 확대 배율이 높을수록 심하게 나타난다.

### 3.2 양선형 보간법

양선형 보간법은 최근방 이웃 보간법에서 나타나는 블록화 현상을 개선하기 때문에 확대 영상의 화질이 향상된다. 양선형 보간법은 영상 확대에 일반적으로 사용되는 기법으로 확대 영상의 픽셀좌표로부터 역방향 사상된 입력 영상의 좌표 값 주변에 존재하는 4개의 픽셀 값에 가중치를 곱한 값들의 합을 픽셀 값으로 결정하는 기법이다. 양선형 보간법에서 사용되는 가중치들은 선형적으로 결정되는 값으로 각 가중치는 <그림 1>과 같이 정의된다. <그림 1>에서  $(r_x, r_y)$ 는 확대 영상의 픽셀 좌표로부터 역방향 사상된 입력 영상의 좌표 값이고,  $x$ 축 방향과  $y$ 축 방향 보간에 사용되는 가중치  $\alpha, \beta$ 는 각각  $r_x - x_i, r_y - y_j$  로 계산되어진다. 양선형 보간법에서 사용되는 가중치는 영상에서 픽셀 값이 선형적으로 변화된다는 가정에 기초하기 때문에 실제 영상의 특성을 정확하게 반영하는 데는 한계가 있다. 양선형 보간법에서 확대 영상의 좌표에서 역방향 사상에 의해 참조해야 할 입력 영

상의 좌표가  $(r_x, r_y)$ 일 때  $(r_x, r_y)$ 에서의 픽셀 값 R은 식 (1)~(3)과 같이 구해진다.



<그림 1> 양선형 보간법에서의 픽셀 보간

이 때,  $r_x=x_i+a$ ,  $r_y=y_j+\beta$  이고  $a$ ,  $\beta$ 는 0과 1사이의 실수 값이며 입력 영상에서의 좌표  $(x_i, y_j)$ ,  $(x_{i+1}, y_j)$ ,  $(x_i, y_{j+1})$ ,  $(x_{i+1}, y_{j+1})$ 의 픽셀 값을 각각 A, B, C, D 로 나타내었다. E, F는 x축 방향으로 보간된 픽셀 값이고 E, F를 사용하여 y축 방향으로 보간을 한 결과 값이 R이고 구해진 R값이 확대 영상의 픽셀에 복사된다.

$$E = A \cdot (1 - a) + B \cdot a \quad (1)$$

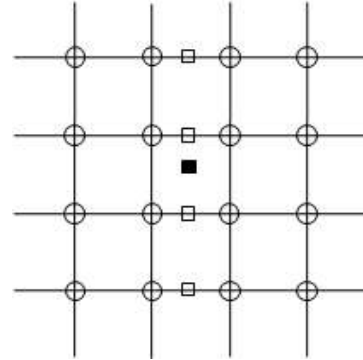
$$F = C \cdot (1 - a) + D \cdot a \quad (2)$$

$$R = E \cdot (1 - \beta) + F \cdot \beta \quad (3)$$

### 3.3 3차 회선 보간법

3차 회선 보간법에서는 확대된 결과 영상에서 역방향 사상된 입력 영상의 실수좌표 주변에 있는 16개의 픽셀 값에 가중치 함수(weight function)에 정의된 가중치를 곱한 값을 모두 합하여 확대된 결과 영상의 픽셀 값을 계산한다. 참조해야 할 입력 영상의 실수 좌표 주변 16개

픽셀들은 <그림 2>에서와 같이 선택된다. <그림 2>에서 검은 사각형의 위치는 역방향 사상된 입력 영상에 대한 실수 좌표를 나타내고 흰 원은 3차 회선 보간법에 사용되는 16개의 픽셀들을 나타낸다.



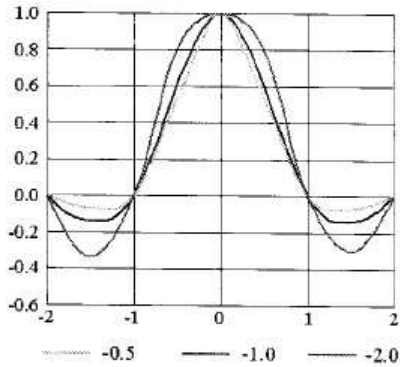
<그림 2> 3차 회선 보간법에 사용되는 입력 영상의 16개 픽셀들

3차 회선 보간법에 사용되는 가중치 함수는 식 (4)로 표현된다.

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

$a$ 의 값은 -0.5, -1.0, -2.0을 사용하는데, 시각적인 결과들에 대하여 커널을 평가한다면 -1.0이 가장 좋은 선택이다. Taylor급수의 차수를 사용하는 경우 수학적으로 정확히 하기 위해서  $a$ 가 -0.5 이어야 함을 제시하였다. [6]  $a$ 값의 변화에 따른 가중치 함수가 <그림 3>에 나타나 있다.

3차 회선 보간법은 양선형 보간법과 유사하게 각 행에 대하여 보간을 먼저 실시한 후 얻어진 결과들을 이용하여 열에 대한 보간을 수행한다. 따라서 3차 회선 보간법을 사용하여 보간을 수행하는 경우에는 총 5회의 보간이 이루어진다. <그림 4>에 나타난바와 같이 4개의 점에

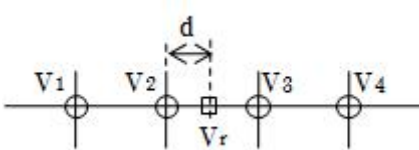


<그림 3> 3차 회선 보간법에 사용되는 가중치 함수

대한 3차 회선 보간은 식 (5)와 같이 주어진다. <그림 4>에서 보간법을 사용하여 픽셀 값을 구하고자 하는 입력 영상의 실수 좌표는 흰 사각형으로 표시하였고 흰 사각형 위치에서의 픽셀 값은  $V_r$ 로 표시하였다. 주위의 행 방향에 있는 인근 4개의 정수 좌표의 픽셀은 흰 동그라미로 표시하였으며 그 값들은 각각  $V_1, V_2, V_3, V_4$ 로 표시하였다.

$$V_r = V_1 \cdot f(1+d) + V_2 \cdot f(d) + V_3 \cdot f(1-d) + V_4 \cdot f(2-d) \quad (5)$$

이 때, 두 번째 픽셀과 흰 사각형사이의 실수거리를  $d$ 로 표기하였고  $d$ 는 0과 1사이의 실수 값이다.

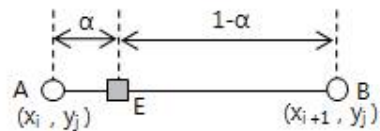


<그림 4> 4개의 점을 사용한 3차 회선 보간

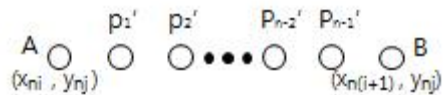
### III. 제안 기법

양선형 보간법은 확대 영상의 픽셀 좌표로부터 역방

향 사상된 입력 영상의 좌표에 해당하는 픽셀 값을 구하기 위하여 역방향 사상된 입력 영상의 좌표 주변 4개의 픽셀 값들과 가중치를 사용하여 양선형 보간을 수행한다. 이 때  $x$ 축과  $y$ 축 방향으로 인접한 픽셀 값이 선형적으로 변한다는 가정에 기초하여 식 (1)~(3)과 같이 가중치를 픽셀 값에 단순히 곱하고 이를 더하는 연산을 수행한다. <그림 5>는 입력영상을  $n$ 배 확대하는 경우에 입력 영상의  $x$ 축 방향으로 인접한 두 픽셀과 확대된 영상에서의 픽셀들의 대응 관계를 보인 것이다. 입력영상의 좌표  $(X_i, Y_i), (X_{i+1}, Y_i)$  에서의 픽셀 값은  $A, B$ 이고, 이 좌표에 대응하는  $n$ 배 확대된 영상에서의 좌표는  $(X_{ni}, Y_{nj}), (X_{n(i+1)}, Y_{nj})$ 이고 픽셀 값은 동일하게  $A, B$ 이다. 이 때 <그림 5> (b)에서 보는 바와 같이  $n$ 개의 보간된 픽셀값  $P_1', P_2', P_3', \dots, P_{n-1}'$  가 추정되어야 하고 그 픽셀들의 좌표는  $(X_{ni+1}, Y_{nj}), (X_{ni+2}, Y_{nj}), (X_{ni+3}, Y_{nj}), \dots, (X_{ni+n-1}, Y_{nj})$ 이다.



(a) 입력 영상에서  $x$ 축 방향으로 인접한 두 픽셀



(b) 확대된 결과 영상에서의 대응 픽셀들

<그림 5>  $n$ 배 확대한 경우, 입력 영상과 확대된 결과 영상에서의 픽셀간의 대응 관계

양선형 보간법의 경우, 확대된 결과 영상에서 기준 픽셀 값이 되는  $A$ 와  $B$  사이에 새로 생성되는 보간된 픽셀 값  $P_1', P_2', P_3', \dots, P_{n-1}'$  를 구하기 위하여 양선형 보간법에 사용되는 가중치  $a$ 의 값은  $1/n, 2/n, \dots, (n-1)/n$  이 된다. <그림 5>에서  $A < B$ 인 경우에는 보간된 픽셀 값들은 다음의 식 (6)~(8)을 만족한다.

$$\begin{aligned}
 P_1' &= A + |A-B|/n & (6) \\
 P_2' &= A + 2(|A-B|/n) & (7) \\
 &\vdots \\
 &\vdots \\
 P_{n-1}' &= A + (n-1)(|A-B|/n) & (8)
 \end{aligned}$$

만약  $A > B$ 인 경우에는  $P_{n-1}' = A - (n-1)(|A-B|/n)$  와 같이 A에서 두 번째 항을 뺀 값이 되어 확대된 결과 영상의 A와 B 사이의 보간된 n개의 픽셀 값  $P_1', P_2', P_3', \dots, P_{n-1}'$  은 선형적인 값들을 갖게 되어 실제적인 영상의 특성과는 차이가 있다. 실제 영상에서 인접한 픽셀들의 픽셀 값은 비슷한 값을 갖는 지역성을 갖는다. 따라서 이러한 특성을 추가로 고려하여 영상을 확대하면 실제 영상에 더욱 가까운 확대 영상을 얻을 수 있다.

본 논문에서는 양선형 보간법에서의 이러한 문제점을 개선하기 위하여 지역성을 고려한 양선형 보간법을 제안한다. <그림 5> (b)의 확대된 결과 영상에서 지역성을 가지도록 하기 위하여 픽셀 값이 A인  $(x_{ni}, y_{nj})$ 의 주위에는 있는 보간된 픽셀 값들( $P_1', P_2', \dots$ )은 등 간격이 아닌 A에 가까운 값을 갖도록 하고 픽셀 값이 B인  $(x_{n(i+1)}, y_{nj})$ 의 주위에 있는 보간된 픽셀 값들( $\dots, P_{n-2}', P_{n-1}'$ )도 B에 가까운 값을 갖도록 하면 일반적인 영상에서 나타나는 지역성을 반영할 수 있다.

<그림 5> (b)의 확대 영상에서 새로 생성되는 픽셀들이 픽셀 값 A와 B를 중심으로 지역성을 갖게 하기 위하여 A와 B의 값 차가 일정한 수준(threshold)이상이면 가중치  $\alpha$ 의 값을 조정한다.  $\alpha$ 의 값이 0.5이하 이면 <그림 5> (a)에서 보는 바와 같이 역방향 사상된 입력영상의 좌표가 왼쪽으로 치우쳐 있으므로 왼쪽 픽셀 값인 A에 따른 지역성을 갖도록 하기 위하여 0과 1사이의 값을 갖는 ratio를  $\alpha$ 에 곱하여  $\alpha$ 값을 축소한다. 이렇게 하면 보간된  $p_1', p_2', \dots, p_k'$  값들이 A에 더욱 가깝게 되어 지역성을 가지게 된다. 이 때  $k = \lceil (n-1)/2 \rceil$  이다.  $\alpha$ 의 값이 0.5를 초과하면 역방향 사상된 입력 영상의 좌표가 <그림 5> (a)에서 오른쪽으로 치우쳐 있으므로 오른쪽 픽셀 값인 B에 따른 지역성

을 갖도록 하기 위하여 새로운 가중치를 정의한다. 이 경우, 새로운 가중치는 오른쪽 픽셀의 x좌표인  $x_{i+1}$ 에서 입력 영상에 역방향 사상된 좌표의 x좌표인  $x_i$ 를 뺀 값을 새로운 가중치  $\alpha'$ 로 정의하고  $\alpha'$ 에 ratio를 곱하여  $\alpha'$  값을 축소 후, 식 (9)와 같이 픽셀 값을 결정한다.

$$E = A \cdot \alpha' + B (1-\alpha') \quad (9)$$

지역성을 갖도록 하기 위한 이러한 가중치 조절을 x축 방향뿐만 아니라 y축 방향에 대해서도 수행하여 전체적으로 지역성을 갖도록 한다. <그림 6>은 x축 방향과 y축 방향에 대한 가중치 조절을 수행하여 확대된 결과 영상이 지역성을 갖도록 하는 제안 기법의 절차를 나타낸 것이다.

```

// x축 방향 보간을 위한 가중치 조정
if( $\beta < 0.5$ ) {
    if( $|A-B| > \text{threshold}$ )
        if( $\alpha < 0.5$ )  $\alpha = \alpha \cdot \text{ratio}$ ;
        else if( $\alpha > 0.5$ )  $\alpha' = \alpha' \cdot \text{ratio}$ ;
    }
else if( $\beta > 0.5$ ) {
    if( $|C-D| > \text{threshold}$ )
        if( $\alpha < 0.5$ )  $\alpha = \alpha \cdot \text{ratio}$ ;
        else if( $\alpha > 0.5$ )  $\alpha' = \alpha' \cdot \text{ratio}$ ;
    }
}

// y축 방향 보간을 위한 가중치 조정
if( $\alpha < 0.5$ ) {
    if( $|A-C| > \text{threshold}$ )
        if( $\beta < 0.5$ )  $\beta = \beta \cdot \text{ratio}$ ;
        else if( $\beta > 0.5$ )  $\beta' = \beta' \cdot \text{ratio}$ ;
    }
else if( $\alpha > 0.5$ ) {
    if( $|B-D| > \text{threshold}$ )
        if( $\beta < 0.5$ )  $\beta = \beta \cdot \text{ratio}$ ;
        else if( $\beta > 0.5$ )  $\beta' = \beta' \cdot \text{ratio}$ ;
    }
}

// x축과 y축 방향으로 보간
if( $\alpha \leq 0.5$ )  $\alpha$ 를 사용하여 x축 방향 보간;
else  $\alpha'$ 를 사용하여 x축 방향 보간;
if( $\beta \leq 0.5$ )  $\beta$ 를 사용하여 y축 방향 보간;
else  $\beta'$ 를 사용하여 y축 방향 보간;
    
```

<그림 6> 제안 기법의 절차

제안된 기법에서는  $\beta$ 값에 따라 가중치  $\alpha$ ,  $\alpha'$ 의 값을 축소할지 여부를 판단하는 기준을 선택한다. 만약  $\beta$ 값이 0.5 미만이면 역방향 사상된 좌표가 위쪽 부분에 치우쳐 있으므로 윗부분의 두 픽셀 값 차의 절대치인  $|A-B|$ 값이 threshold보다 큰지를 비교하고,  $\beta$ 값이 0.5 초과이면 역방향 사상된 좌표가 아래쪽 부분에 치우쳐 있으므로 아래 부분의 두 픽셀 값 차의 절대치인  $|C-D|$ 값이 threshold보다 큰지를 비교한다. 동일한 이유로  $\alpha$ 값에 따라 가중치  $\beta$ ,  $\beta'$ 의 값을 축소할지 여부를 판단하는 기준을 <그림 6>에서와 같이 선택한다.

#### IV. 실험결과

영상의 지역성을 이용한 보간 영상의 화질 개선을 위하여 제안된 기법을 다양한 영상에 대하여 실험을 수행하였다. 본 실험에서는 Lenna, Mona Liza, space shuttle, launch rocket 영상들을 subsampling 기법을 이용하여 가로와 세로방향으로 각 8배 축소한 후, 축소된 영상에 대하여 최근방 이웃 보간법, 양선형 보간법, 3차 회선 보간법, 제안 기법을 사용하여 가로 세로 각 8배 확대한 영상과 원 영상간의 PSNR(Peak Signal to Noise Ratio)을 구하여 성능을 비교 평가하였다.

<그림 7>은 실험에서 사용한 256x256 크기의 Lenna 영상을 가로 세로 각 8배 축소한 후 기존 방법들과 제안 기법을 사용하여 가로세로 각 8배 확대한 결과 영상이다.

[표 1]은 원 영상들을 가로 세로 각 8배 축소한 후, 기존 방법들과 제안 기법을 사용하여 가로 세로 각 8배 확대한 영상과 원 영상간의 PSNR을 측정된 결과이다. 실험에서 사용한 제안 기법에서 threshold, ratio는 각각 50, 0.92로 하였다. [표 1]에서 보는 바와 같이 제안 기법은 기존의 방법들에 비하여 약 0.0009~3.2018 dB가 개선되었다. 이는 제안 기법을 통하여 확대된 영상의 픽셀 값들이 지역성을 충실하게 가짐으로 기존의 기법들을 사용하여 확대한 영상과 비교하여 원 영상에 더 가깝기 때문이다.



<그림 7> Lenna 영상을 가로 세로 각 8배 축소 후 기준방안 및 제안기법을 사용해 가로 세로 각 8배 확대한 영상

<표 1> 기존 방법들과 제안 기법을 사용한 확대 영상과 원 영상간의 PSNR

	최근방이웃 보간법	양선형 보간법	3차회선 보간법	제안 기법
Lenna	19.2033	21.1686	20.6504	21.1763
Mona Lisa	25.3757	28.5295	28.5327	28.5775
space shuttle	17.3881	19.1144	18.5299	19.1153
launch rocket	21.4775	23.1718	23.1736	23.1817

단위: [dB]

#### IV. 결론

본 논문에서는 확대 영상의 화질 개선을 위하여 양선형 보간법을 보완한 개선된 보간 기법을 제안하였다. 제안 기법은 기존의 기법들에 비하여 확대된 결과 영상에서 기준 픽셀들 주위에 생성되는 보간된 픽셀값들이 지역성을 갖도록 보간 가중치를 조절해 주는 방법을 사용하여 확대 영상이 원 영상에 더욱 가깝도록 하였다. 실험을 수행한 원 영상에 대하여 x축과 y축 방향으로 각 8배 축소 후, 기존의 방법들과 제안 기법을 사용하여 x축 y축 방향으로 각 8배 확대한 영상들과 원 영상과의 PSNR를 측정된 결과 기존의 방법들에 비하여 약 0.0009~3.2018 dB 개선되었다. 이는 본 논문에서 제안된 기법을 사용하여 확대된 영상이 영상에 존재하는 일반적인 특성인 지역성을 가지게 되어 확대된 결과 영상이 실제 영상과 더욱 가깝게 되었기 때문이다. 따라서 제안된 기법은 확대 영상의 화질을 개선하는 효율적인 보간 기법이다.

#### 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, Nov. 2000, pp.

1988-1995.

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

[7] X. Li, M. Orchard, "New edge-directed interpolation," IEEE Trans. Image Process., Vol. 10, No. 10, Oct. 2001, pp. 1521-1527.

[8] J. W. Hwang, H. S. Lee, "Adaptive image interpolation based on local gradient features," IEEE Signal Processing Letters, Vol. 11, No. 3, Mar. 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, Aug. 2007, pp. 497-500.

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

#### ■ 저자소개 ■



정 수 목  
Jung, Soo Mok

1998년 3월~현재  
삼육대학교 컴퓨터학부 교수  
2002년 2월 고려대학교 컴퓨터학과(이학박사)  
1991년 1월 LG정보통신연구소 연구원  
1986년 2월 경북대학교 전자공학과(공학석사)  
1984년 2월 경북대학교 전자공학과(공학사)  
관심분야 : 영상처리, 멀티미디어 시스템  
E-mail : jungsm@syu.ac.kr

논문접수일 : 2010년 11월 20일  
수 정 일 : 2010년 11월 27일  
게재확정일 : 2010년 11월 30일