

영상 처리에서 보간법에 대한 연구

A Study on Interpolation for Image Processing

김종우* · 임사문**

〈 목 차 〉

- I. 서 론
- II. 영상 확대
- III. 제안 알고리즘 및 평가
- IV. 결 론
- * 參 考 文 獻

ABSTRACT

This paper presents hybrid interpolation more extacter than exiting one to get high-resolution still images. The nearest neighbor interporation and bilinear interpolation are grenerally used to process visual information. But the proposed interpolation is a compound of nearest neighbor interpolation excluding the mosaic and bilinear interpolation excluding the blurring.

In such way, more advanced high-resolution still image could be obtained maintaining advantage and making up weak points of interpolations which are mentioned above.

* 제주교육대학교 컴퓨터교육학과 교수

** 제주교육대학교 온평초등학교 교사

I. 서 론

멀티미디어 자료는 용량이 대체로 크기 때문에 네트워크를 통해 전달하려면 파일 크기에 의한 전송(traffic)의 문제가 발생하게 된다. 이와 같은 문제를 해결하기 위한 방법으로 전송속도의 향상을 도모하거나, 파일의 크기를 작게 만들어 대기시간(access time)을 줄여 주려는 노력이 시도되고 있다.

본 논문은 이러한 멀티미디어 자료 중에 많은 부분을 차지 하고 있는 영상의 처리에 관한 효율적인 복원에 관한 방법론을 다룬다. 파일을 작게 만들어 전송문제를 해결하고자 영상을 축소할 때 복원시에 해상도에 크게 좌우되지 않도록 하는 기술을 개발하고자 한다. 기존에 널리 사용되는 방법으로는 최근접 이웃화소 보간법(nearest neighbor interpolation)과 양선형 보간법(bilinear interpolation)이 있으나 최근접 이웃화소 보간법의 경우는 복원할 때 모자이크 현상이 발생하고, 양선형 보간법은 흐림현상(blurring)을 일으켜 일반화하기에는 둘 다 만족할만한 결과를 제공하지 못하고 있다. 따라서, 이 두가지에 기초를 둔 새로 제안하는 보간법의 적용으로 좀더 나은 복원을 얻고자 한다.

II. 영상 확대

1. 영상의 크기 변환

영상의 복원에서 발생하는 해상도 저하는 Fig. 1에서 보는 바와 같이 원래의 해상도를 갖는 영상 $x(i, j)$ 로부터 압축되어진 영상 $y(i, j)$ 로의 전이(transition)되는 과정에서 저해상도가 발생하게 되고, 이 영상의 확대를 통해 $y(i, j)$ 는 주어진 상황에서 원래의 고해상도 영상 $x(i, j)$ 를 추정해 내는 과정에서 발생하게 된다.

이러한 까닭은 영상을 2배 확대하면 확대된 영상에는 원영상의 1개 화소에 대응되는 4개의 화소 중 3개는 화소값이 존재하지 않게 된다. 영상을 확대한다는 것은 저해상도 영상의 한 점으로부터 고해상도 화소를 추정하는 것이다. 한 점에서 4개의 점의 화소값을 추정하기는 어렵고, 또한 부정확한 결과의 영상을 얻을 수밖에 없다. 이러한 문제를 해결하는 방법으로 보간법이 사용된다.

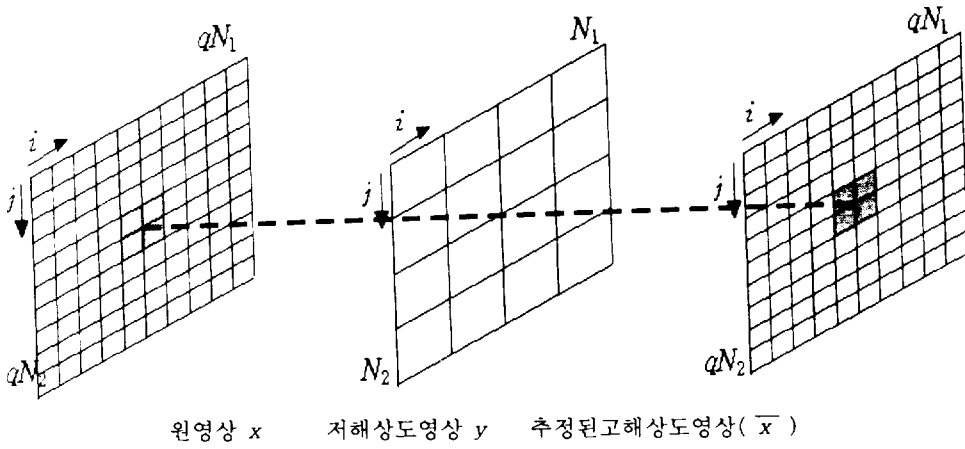


Fig. 1 해상도가 다른 두 영상 상호간의 관계

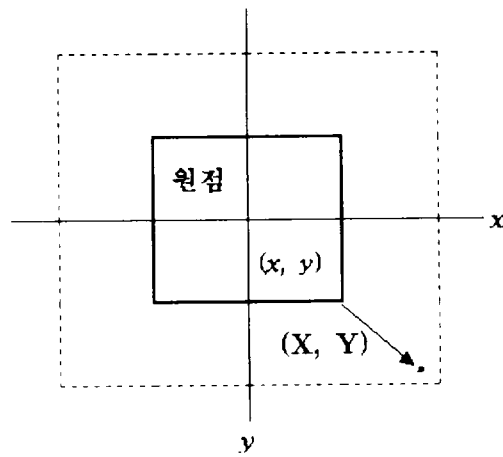


Fig. 2 영상 데이터의 크기 변환

영상의 크기를 변환하는 방법을 살펴보면, 어떤 점 (x, y) 가 확대, 축소되어 로 위치가 변하면, 두 좌표 사이에는 식(1)과 같은 관계가 성립한다.

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \quad (1)$$

위 식(1)에서 a, b 는 각각 x 방향, y 방향의 가중치이다. 가중치의 변화에 따라, a, b 가 1보다 큰 값을 가지는 경우는 영상 데이터가 확대 되고, 1보다 작을 때에는 축소가 된 출력 데이터를 얻을 수 있다. 이 수식에 의해 우리는 모든 화소점 (x, y) 에 대해서 이

연산을 행하고, 출력 영상의 점 (X, Y) 의 값에 입력 영상의 점 (x, y) 의 값을 쓰면, 영상의 확대 또는 축소를 할 수 있다.

2. 보간법(Interpolation)

원 영상이 1/4 크기의 해상도로 축소되는 경우 원 영상의 화소 격자에서 하나씩 건너뛰면서 새로운 영상의 격자에 써 가면 영상이 원 영상의 1/4의 해상도로 줄어든다. 그러나 원 영상을 4의 인수에 의해 해상도를 확대하는 것은 화소의 값이 없는 격자가 생겨서 잘되지 않는다. 4배의 해상도로 확대되면 실제 화소값들 사이에 빈 공간이 발생하게 되는 것이다.

보간법이란 주어진 데이터 점들의 정보로부터 그 점들 사이의 정보를 유추하는 수치적 방법이다. 보간법은 주변의 화소들을 분석함으로써 새로운 화소를 생성한다. 어떤 작업에 대하여 적절한 보간 함수를 선택하는 것은 어떤 응용문제인가에 달려있다.

영상 처리에서 주로 사용되는 보간법에는 최근접 이웃화소 보간법과 양선형 보간법, B-스플라인 보간법 등 여러 가지 방법이 있으나, 영상 처리에는 최근접 이웃화소 보간법과 양선형 보간법이 주로 사용되고 있다.

(1) 최근접 이웃화소 보간법

원 영상을 2배 확대하면 영상이 조금 변한다. 이것을 이해하기 위해, 다음 Fig. 3을 살펴보자.

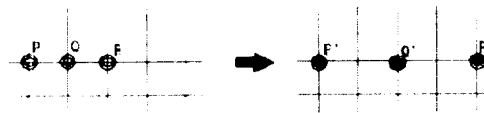


Fig. 3 영상의 2배 확대

Fig. 3에서 보면, 입력 영상의 화소 P가 출력 영상의 화소 P'에 대응(mapping)된다. 입력 영상 P의 인근에 있는 점 Q, R이 출력 영상에 각각 Q', R'로 대응되면, Q', R'는 확대율에 의하여, P'의 주변에 위치하고 있다. 2배 확대할 경우에는 출력 영상의 한 화소 P'점의 인접 화소에는 해당되는 데이터가 없기 때문에, 출력 영상 데이터에도 화소가 띄엄띄엄 있게 된다. 따라서, 이를 피하기 위해 '입력 영상을 기준으로 한 출력 영

상의 매핑(mapping) 방법'을 사용하지 않고, 출력 영상을 기준으로 해서, 출력 영상의 화소가 입력 영상의 어떤 화소에 대응관계를 이용하는 것이 더 나은 결과를 얻을 수 있다는 것을 알 수 있다. 이 과정을 수행하기 위해, 식(1)의 역변환을 생각해 보자. 식(1)의 역변환은 다음과 같다.

$$(x \ y) = \begin{pmatrix} \frac{1}{a} \\ \frac{1}{b} \end{pmatrix} (X \ Y) \quad (2)$$

출력 영상의 모든 화소 (X, Y) 에 대하여 식(2)를 계산하고, 대응하는 입력영상을 구해 이 화소의 농도값(density value)으로 사용한다.

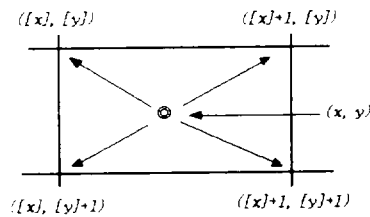


Fig. 4 화소값 구하는 방법

Fig. 4와 같이 좌표 (x, y) 에 가장 근접한 격자점을 선택하는 최근접 이웃화소 보간법을 적용한 확대 영상은 모자이크 현상이 나타나며 이 현상은 확대율을 크게 하면 두드러지게 나타난다[8].

최근접 이웃화소 보간법에 의한 영상확대 결과는 Fig. 5와 같다



Fig. 5 최근접 이웃화소 보간법에 의한 영상확대

(2) 양선형 보간법

최근접 이웃화소 보간법보다 화질을 좋게 하기 위해 양선형 보간법이라 부르는 방법을 이용하는데, 영상 처리분야에서 일반적으로 사용하는 보간법이다. 양선형 보간법에서 새롭게 생성된 화소는 4개의 가장 가까운 화소들에 가중치를 곱한 값들의 합이다. 가중치들은 선형적으로 결정되어진다. 각각의 가중치의 설정 기준은 각각의 화소로부터의 거리에 정비례한다[11].

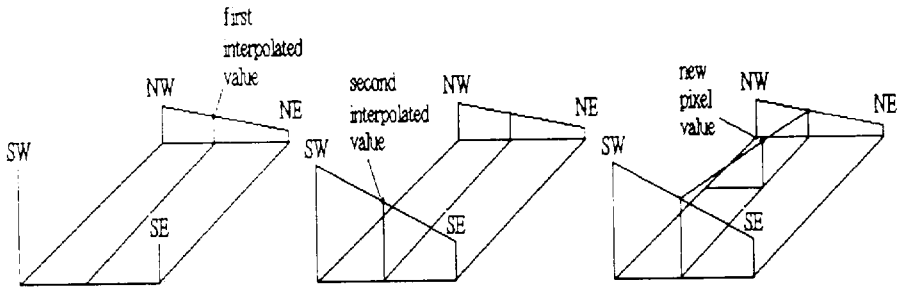


Fig. 6 양선형 보간법의 수행 단계

양선형 보간법은 Fig. 6에서 나타나듯이, 세 개의 1차 보간을 요구한다. 양선형 보간법은 최근접 이웃화소 보간법 보다 더 부드러운 영상을 산출한다. 화소당 세 개의 일차 보간법 때문에 양선형 보간법은 최근접 이웃화소 보간법 보다 상당히 많은 계산을 요구한다.

양선형 보간법에 의한 영상확대 결과는 Fig. 7과 같다.



Fig. 7 양선형 보간법에 의한 영상확대

Fig. 7의 결과 영상을 보면 최근접 이웃화소 보간법에 의한 영상보다 확대 영상의 화질은 부드러우나 흐려지며, 윤곽선 부분의 화질의 향상이 더욱 필요하다는 것을 알

수 있다.

3. 평가 방법

영상 평가의 궁극적인 척도는 인간의 시각을 통한 평가이지만 이는 주관적인 성향이 강하므로 수학적 계산을 통해 원 영상과의 차이를 객관적으로 측정하는 MSE(Mean Square Error)와 PSNR(Peak Signal to Noise Ratio)를 사용하였다. 식(3), (4)에서 $X_{i,j}$ 는 원 영상을 의미하며 $\overline{X_{i,j}}$ 는 확대된 영상을 의미한다[3].

$$MSE = \frac{1}{N^2} \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^N (X_{i,j} - \overline{X_{i,j}})^2 \quad (3)$$

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

III. 제안 알고리즘 및 평가

영상 처리하는데 주로 사용되는 보간법의 형태는 이웃화소 보간법과 양선형 보간법이 있는데 최근접 이웃화소 보간법은 구현하는데 알고리즘이 간단하나 모자이크 현상이 나타나는 단점이 있으며, 양선형 보간법은 하나의 화소 값을 구하기 위해서 세 번의 선형 보간을 해야 하는 복잡성이 있으며 또한 확대된 영상은 블러링 현상으로 인해 에지 부분이 희미해진다는 단점이 있다[3].

1. 영상 확대

본 논문에서는 최근접 이웃화소 보간법과 양선형 보간법의 장점을 취합하는 새로운 보간 방법을 제안하였다. 최근접 이웃 화소 방식에 의해 보간된 영상에 대하여 선형 보간을 함으로써 최근접 이웃화소 보간 방식과 양선형 보간 방식의 단점인 모자이크 현상과 블러링 현상을 제거하여 기존의 보간법 보다 화질이 좋은 확대영상을 얻을 수 있었다.

일반적인 영상 확대는 Fig. 8에 의한다. 확대된 영상의 화질은 Fig. 9에서 보는 바와 같이 사용되는 보간법에 따라 다른 결과가 나타난다.

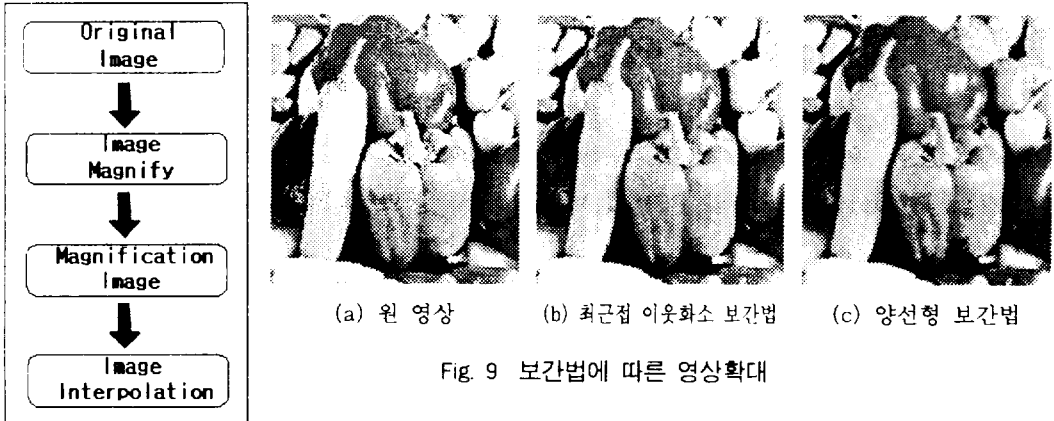


Fig. 8 일반적인 영상확대 구조도

2. 영상 보간

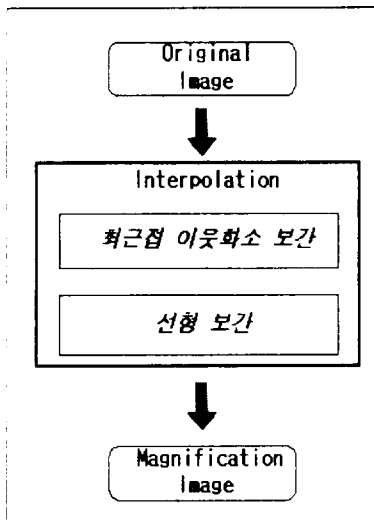


Fig. 10 제안 영상확대 구조도

본 논문에서 제시하는 영상의 보간 기법은 확장된 영상에 대하여 최근접 이웃화소 보간방식에 의하여 1차 보간을 하고 2차로 다시 선형 보간을 실시하는 것이다.

전체적인 영상 확대 구조도는 Fig. 10과 같다. 일반적으로 영상확대에 사용되는 보간법은 최근접 이웃화소 보간법과 양선형 보간법이다. 두 방법의 적절한 중간 방식을 채택하여 확대된 영상의 보간 단계에서 최근접 이웃화소 보간법과 양선형 보간법을 조합하여 사용하였다.

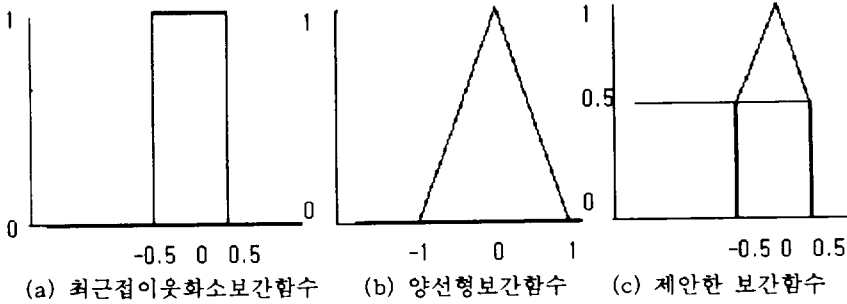


Fig. 11 보간 함수 비교

```

Process Image Interpolation
{
  int x=0,y=0;
  int max=256;
  for(x =0; x < 128; x++)
  {
    for(y=0; y < 128; y++)
    {
      m_Res[x*2][y*2] =
m_Org[x][y];
      m_Res[x*2+1][y*2] =
m_Org[x][y];
      m_Res[x*2][y*2+1] =
m_Org[x][y];
      m_Res[x*2+1][y*2+1] =
m_Org[x][y];
      if (y > 1 )
      {
        m_Res[x*2][y*2] =
(m_Res[x*2][y*2-1] +
m_Res[x*2][y*2+1])/2;
        m_Res[x*2+1][y*2] =
(m_Res[x*2+1][y*2-1] +
m_Res[x*2+1][y*2+1])/2;
      }
    }
  }
  PSNR();
}
    
```

Fig. 12 제안 보간 알고리즘

본 논문에서 제안하는 알고리즘은 Fig. 12에 나타내었다. 제안하는 알고리즘은 확장된 영상에 대하여 먼저 최근접 이웃 화소 보간을 실시하고 다시 선형 보간을 실시하고 있다.



Fig. 13 구현된 영상확대 시스템

Fig. 13은 제안하는 보간 알고리즘을 구현한 것이다. 제안하는 시스템은 최근접 이웃 화소 보간법에 의해 확대된 영상은 에지 부분에서 모자이크 현상이 나타난다. 이 영상

에 1차 선형보간을 실시하여 에지 부분의 모자이크 현상을 제거하고 양선형 보간법의 블러링 현상을 제거하는 효과를 얻었다. 본 논문에서 제시하는 방법은 알고리즘의 복잡도는 양선형 보간법 보다 간단하며, 확대된 영상의 주관적, 객관적 화질 또한 최근 접 이웃화소 보간법과 양선형 보간법 보다 나은 영상을 얻었다.

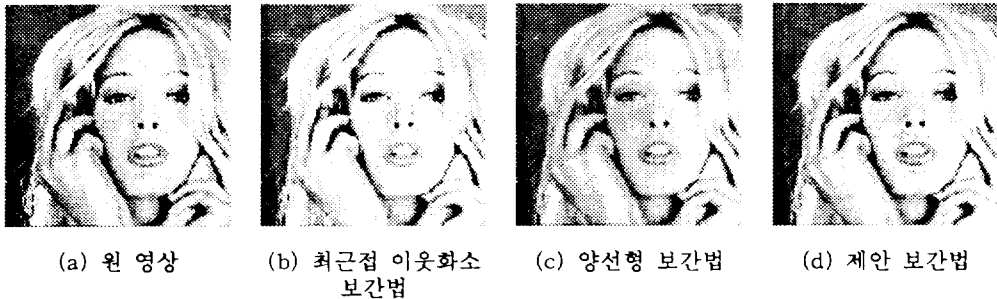


Fig. 14 보간법에 따른 확대영상 비교

3. PSNR값 비교

객관적 평가를 위해서 확대영상의 PSNR값을 비교하였다.

| | 최근접 | 양선형 | 제안 | PSNR 이득 |
|----------|-------|-------|-------|---------|
| Lena | 27.74 | 26.53 | 27.05 | 0.52 |
| Airfield | 22.00 | 21.00 | 21.49 | 0.49 |
| Peppers | 27.70 | 26.77 | 27.23 | 0.46 |
| Couple | 25.17 | 24.27 | 24.61 | 0.34 |
| Girl | 30.81 | 29.47 | 30.49 | 1.02 |
| Man | 26.16 | 25.23 | 25.65 | 0.42 |
| Woman | 28.49 | 27.60 | 27.94 | 0.34 |
| Baboon | 23.16 | 22.41 | 22.80 | 0.39 |
| Crowd | 25.22 | 24.22 | 24.76 | 0.54 |
| Airplane | 25.44 | 24.66 | 25.00 | 0.34 |
| 평균 | 26.18 | 25.21 | 25.70 | 0.48 |

Fig. 15 확대된 영상의 PSNR 비교

본 논문에서 제안하는 보간 알고리즘은 Fig. 15과 Fig. 16에서와 같이 확대된 영상의 PSNR 비교에서 여러 영상에 대하여 평균적으로 약 0.5db의 향상을 보였다.

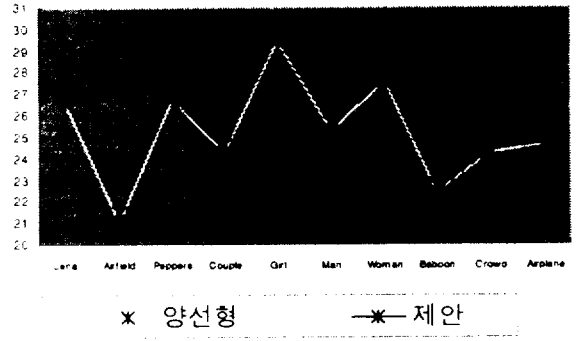


Fig. 16 양선형 보간법과 제안 보간법의 PSNR 비교

IV. 결 론

영상 처리할 때 확대 및 축소시 사용되는 방법은 주로 기존의 방법을 많이 사용하나 본 논문에서 제안한 방법은 좀더 개선된 방법이라 할 수 있을 것이다.

정지 영상의 확대는 원 영상이 가지고 있는 정보량의 한계에 의하여 진정한 의미의 고해상도 영상을 얻을 수 없다. 이러한 제한된 정보량에 대하여 원 영상을 확장하고 확장된 영상에 제안하는 보간법을 적용하여 확대 영상에서 최근접 이웃 화소 보간법의 단점인 모자이크 현상을 제거하고, 양선형 보간법의 단점인 블러링 현상을 제거한 향상된 화질의 확대 영상을 얻을 수 있음을 확인하였다.

영상의 평가 방법으로는 PSNR에 의한 객관적인 평가 방법을 사용하여 제안하는 보간법이 최근접 이웃화소 보간법과 양선형 보간법보다 좋은 결과를 얻을 수 있음을 증명하였다.

본 연구의 적용 범위는 대량의 이미지를 처리하는 업체에서 사용될 수 있을 것이며 특히 네트워크 환경에서 영상의 전송이나, 영상의 저장 등 많은 응용분야에서 사용될 것이다.

향후 연구 과제로는 칼라 영상에 대한 확대와 동영상 확대 기법에 대한 연구가 필요하다.

〈參考文獻〉

- [1] 서윤진, "확대된 정지영상의 개선을 위한 필터의 혼합적용에 관한 연구", 제주대학교 석사학위논문, 1999.
- [2] 이문호, 염재훈, "C언어를 이용한 영상신호처리", 대왕사, 1998.
- [3] Gonzalez & Woods 著 ; 하영호 外 共譯, "디지털 영상처리", 그린, 1998.
- [4] Randy Crane 著; 최형일 外 共譯, 영상처리 이론과 실제, 홍릉과학출판사, 1999.
- [5] 申定浩, 다채널 영상복원 및 확대기법에 관한 연구, 중앙대학교 석사학위논문, 1997.
- [6] A. K. Jain, "Fundamentals of Digital Image Processing", Prentice-Hall, 1989.
- [7] A. Papoulis, "Probability, Random Variables, and Stochastic Processes", 3rd., McGraw-Hill, 1991.
- [8] K. Aizawa, T. Komastu, and T. Satio, "A Scheme for Acquiring Very High Resolution Images Using Multiple Cameras", Proc. 1992 Int. Conf. Acoust., Speech, Signal Processing, vol. 3, pp. 289-292, 1992.
- [9] T. Ando, "Trend of High-Resolution and High-Performance Solid State Imaging Technology", Journal. ITE Japan, vol. 44, no. 2, pp. 105-109, February 1992.
- [10] R. R. Schultz and R. L. Stevenson, "A Bayesian Approach to Image Expansion for Improved Definition", IEEE Trans. Image Processing, vol. 3, no 3, pp. 233-242, May 1994.
- [11] B. C. Tom and A. K. Katsaggelos, "Reconstruction of a High Resolution Image From Multiple Degraded Mis-Registered Low Resolution Image", Proc. 1994 Visual Comm., Image Processing, vol. 2308, no. 3, pp. 971-981, May 1994.
- [12] B. C. Tom and A. K. Katsaggelos, "An Iterative Algorithm for Improving the Resolution of Video Sequences", Proc. 1996 Visual Comm., Image processing, vol. 2727, no. 3, pp. 1430-1438, March 1996.