

Salt & Pepper 잡음 환경에서 효율적인 보간법에 관한 연구

고유학* · 권세익* · 김남호*

*부경대학교 공과대학 제어계측공학과

A Study on Efficient Interpolation Method in Salt & Pepper Noise Environments

You-Hak Ko* · Se-Ik Kwon* · Nam-Ho Kim*

*Dept. of Control and Instrumentation Eng. Pukyong National University

E-mail : nhk@pknu.ac.kr

요 약

디지털 정보화 시대에서 영상처리는 스마트폰, 카메라, TV 등의 여러 디지털 기기에서 필수적으로 이용되고 있다. 그러나 영상 데이터를 분석, 인식, 처리하는 과정에서 열화가 발생하며, salt & pepper 잡음이 발생한다. 따라서, 본 논문에서는 salt & pepper 잡음 환경에서 보다 효과적인 보간법을 알아보기 위해, salt & pepper 잡음에 훼손된 영상에 선형 보간법, newton 보간법, lagrange 보간법, spline 보간법을 적용하여 처리하였으며, PSNR(peak signal to noise ratio)을 이용하여 각 방법을 서로 비교하였다.

ABSTRACT

In the digital information age, image processing is essential for various digital devices such as smart phones, cameras, and TVs. However, degradation occurs in analyzing, recognizing, and processing image data, and salt & pepper noise occurs. Therefore, in this paper, we applied linear interpolation method, newton interpolation method, lagrange interpolation method, and spline interpolation method to the image damaged by salt & pepper noise in order to find more effective interpolation method in salt & pepper noise environment, The methods were compared using the PSNR (peak signal to noise ratio).

키워드

Salt & Pepper 잡음, 잡음제거, 열화영상, 보간법

I. 서 론

디지털 정보화 시대에서 영상처리는 스마트폰, 카메라, TV 등의 여러 디지털 기기에서 필수적으로 이용되고 있다. 영상 데이터는 처리, 전송, 저장하는 과정에서 여러 외부 원인에 의해 잡음이 첨가되어 영상의 열화가 발생한다[1-2].

영상에 첨가되는 잡음은 발생하는 원인과 형태에 따라 다양한 종류가 있으며, salt and pepper 잡음, AWGN(additive white Gaussian noise)이 대표적이다.

그 중 salt and pepper 잡음을 제거하기 위한 보간법에는 선형 보간법, newton 보간법,

lagrange 보간법, spline 보간법 등이 있다.

따라서, 본 논문에서는 salt and pepper 잡음에 보다 효과적인 보간법을 확인하기 위해, salt and pepper 잡음에 훼손된 영상에 선형 보간법, newton 보간법, lagrange 보간법, spline 보간법을 적용하여 처리하였으며, PSNR(peak signal to noise ratio)을 사용하여 각 방법을 서로 비교하였다.

II. 보간법

보간법은 정확한 데이터 점들 사이에서 중간값

을 추정하기 위해 사용되며, 영상 처리에서는 잡음에 훼손된 화소를 복원하기 위해, 다양한 보간법을 적용하여 원 화소를 추정하였다. 본 논문에서는 salt and pepper 잡음에 효과적인 보간법을 알아보기 위해, 선형 보간법, newton 보간법, lagrange 보간법, spline 보간법을 서로 비교하였다.

2.1 선형 보간법

선형 보간법은 두 데이터 점을 직선으로 연결하는 것으로, 식 (1)과 같이 표현된다.

$$O_{i,j} = \frac{f(x_2) - f(x_1)}{x_2 - x_1} \quad (1)$$

여기서, $f(x)$ 는 x 위치의 화소값을 나타내며, x 는 화소의 위치를 나타낸다.

2.2 Newton 보간법

보간다항식을 정의하고, 각 계수를 구하는 방법으로 식 (2)와 같이 표현된다.

$$O_{i,j} = f(x_1) + (x - x_1)f[x_2, x_1] + (x - x_1)(x - x_2)f[x_3, x_2, x_1] \quad (2)$$

여기서, $f[x_i, x_j]$, $f[x_i, x_j, x_k]$ 는 식 (3)과 같이 구한다.

$$f[x_i, x_j] = \frac{f(x_i) - f(x_j)}{x_i - x_j} \quad (3)$$

$$f[x_i, x_j, x_k] = \frac{f[x_i, x_j] - f[x_j, x_k]}{x_i - x_k}$$

2.3 Lagrange 보간법

제차분 계산을 하지 않도록 Newton 다항식을 간단하게 다시 공식화한 것으로, 식 (4)와 같이 표현된다.

$$O_{i,j} = \sum_{k=1}^4 \left(\prod_{\substack{l=1 \\ l \neq k}}^4 \frac{x - x_l}{x_k - x_l} \right) f(x_k) \quad (4)$$

2.4 Spline 보간법

스플라인 보간법은 국부적으로 급격히 변화하는 함수의 우수한 근사값을 제공하며, 스플라인 보간법의 일반적인 3차 다항식은 식 (5)와 같다.

$$O_{i,j} = a_k + b_k(x - x_k) + c_k(x - x_k)^2 + d_k(x - x_k)^3 \quad (5)$$

식 (5)에서 $4(n-1)$ 개의 미지계수를 결정하기 위해 식 (6)과 같이 삼중 대각행렬을 설정한다.

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ h_1 & 2(h_1+h_2) & h_2 & 0 \\ 0 & h_2 & 2(h_2+h_3) & h_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c_1 \\ c_2 \\ c_3 \\ c_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 3(f[x_3, x_2] - f[x_2, x_1]) \\ 3(f[x_4, x_3] - f[x_3, x_2]) \\ 0 \end{bmatrix} \quad (6)$$

여기서, h_i 는 $x_{i+1} - x_i$ 이다.

식 (7), (8)에 삼중 대각행렬의 해인 c_1, c_2, c_3, c_4 를 대입하여 spline 보간법의 해를 구한다.

$$b_k = b_{k-1} + h_{k-1}(c_{k-1} + c_k) \quad (7)$$

$$d_k = \frac{c_{k+1} - c_k}{3h_k} \quad (8)$$

III. 시뮬레이션 및 결과

본 논문에서는 선형 보간법, newton 보간법, lagrange 보간법, spline 보간법의 잡음제거 성능을 평가하기 위해, 512×512 크기의 8비트 그레이 영상인 Boat 영상에 salt and pepper 잡음을 첨가하여 시뮬레이션하였다. PSNR을 이용하여 각 보간법의 성능을 비교하였다.

그림 1은 Boat 영상에서 salt and pepper 잡음 ($P=60\%$)을 첨가하여 시뮬레이션한 결과이다.

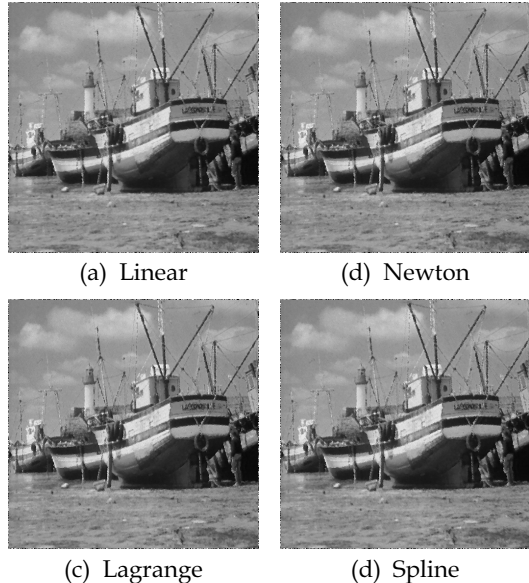


Fig. 1 Simulation image($P=60\%$)

그림 1에서 (a), (b), (c), (d)는 각각 선형 보간

법, newton 보간법, lagrange 보간법, spline 보간법의 처리 결과이다.

그림 2는 salt and pepper 잡음의 변화에 따른 각각의 필터들에 의해 복원된 Boat 영상에 대한 PSNR 특성을 나타낸 것이다.

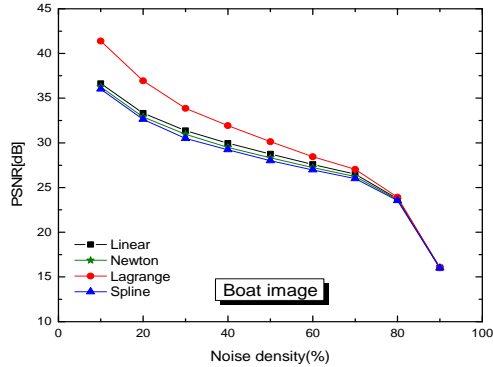


Fig. 2. PSNR with variation of salt and pepper noise.

IV. 결론

본 논문에서는 salt and pepper 잡음 환경에서 훼손된 영상을 복원하기 위해 다양하게 사용되고 있는 보간법 중 salt and pepper 잡음에 가장 효과적인 보간법에 대해 분석하였다.

시뮬레이션 결과, salt and pepper 잡음 밀도가 낮은 영역에서 모든 보간법이 우수한 잡음 제거 성능을 나타내었으며, 높은 영역에서 미흡한 결과를 나타내었다. 그리고 lagrange 보간법이 가장 우수한 잡음제거 성능을 나타내었다.

따라서 제안한 알고리즘은 salt and pepper 잡음 환경에서 운용되고 있는 영상처리시스템에 유용하게 적용되리라 사료된다.

ACKNOWLEDGMENTS

This work was supported by the Brain Busan 21 Project in 2017.

참고문헌

[1] R. C. Gonzalez and R. E. woods, *Digital Image Processing*, 3rd ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2008.

[2] K. N. Plataniotis and A. N. Venetsanopoulos, *Color Image Processing and Applications*, 1st ed. Berlin, Germany: Springer, 2000.

[3] S. J. Ko and Y. H. Lee, "Center weighted median filters and their applications to image enhancement," in *Proceeding of IEEE Trans. Circuits Syst.* vol. 38, pp.984-993, Sept. 1991.

[4] Jiahui Wang and Jingxing Hong, "A New Self-Adaptive Weighted Filter for Removing Noise in Infrared images," in *Proceeding of IEEE Information Engineering and Computer Science*, Wuha, Caina, pp.1-4, Dec. 2009.

[5] Z. Wang and D. Zhang, "Progressive switching median filter for the Removal of impulse noise form highly corrupted images", in *Proceeding of IEEE Trans Circuits and systems- II*, vol. 46, no. 1, Jan. 1999.