

신경망을 이용한 웨이블릿 영역에서의 영상보간

*김상수, 엄일규, 김유신
부산대학교 전자공학과
e-mail : {sasokim, ikeom, kimys}@pusan.ac.kr

Wavelet-domain Image Interpolation Using Neural Networks

*Sang-Soo Kim, Il-Kyu Eom, Yoo-Shin Kim
Department of Electronic Engineering
Pusan National University

Abstract

Interscale dependency and Lipschitz regularity of the wavelet coefficients imply the existence of functional mapping between scales. In this paper, the neural networks are exploited to learn an intercale mapping. We apply a phase-shifting filter for effective learning of the neural networks.

I. 서론

영상보간은 저해상도의 디지털 영상으로부터 화질의 열화를 최소화하면서 고해상도 영상을 얻는 방법이다. 최근 휴대용 영상매체 장치의 보급과 인터넷으로 인해 다양한 디지털 영상과 쉽게 접하게 되면서 고화질 영상에 대한 욕구가 증가하였다. 영상보간은 가용한 대역폭이나 단말기의 성능에 상관없이 고화질의 영상을 제공할 수 있는 가능성을 제공하기 때문에 중요한 분야라고 할 수 있다. 공간영역에서의 보간법중 적은 계산량으로 인해 널리 쓰이고 있는 bilinear나 bicubic 보간 필터들은 실시간 처리에는 유용하나 영상을 대역제한 신호로 가정하기 때문에 과도한 흐림현상이 나타난다. 이를 해결하기 위해 에지방향을 고려한 다양한 방법들이 제안되었다[1].

웨이블릿 영역에서의 영상 보간은 영상전체에 연속

성의 제약을 부여하지 않고 새로운 정지영상압축 표준인 JPEG2000이 웨이블릿 변환을 기반으로 한다는 점으로 인해 공간영역에서의 보간보다 웨이블릿 영역에서의 보간이 효과적이라 하겠다.

본 논문에서는 웨이블릿 영역에서 신경망을 이용한 영상보간법을 제안하고 모의실험을 통해 bilinear나 bicubic과 같은 전통적인 방법뿐 아니라 기존의 웨이블릿 영역에서의 보간법보다 우수한 성능을 보임을 확인하였다.

II. 본론

2.1 웨이블릿 영역에서의 영상보간

웨이블릿 영역에서의 영상보간은 저해상도 영상으로부터 추출한 웨이블릿 계수로부터 고주파 부대역의 웨이블릿 계수를 추정하는 고주파 부대역 외삽 문제로 볼 수 있다. 웨이블릿 계수는 크기가 스케일에 따라 지수적으로 감소하며 스케일간에 통계적인 의존성을 가지고 있는데 이는 신경망의 학습을 통해 두 스케일간에 존재하는 상관관계를 추정할 수 있다는 가능성을 보여준다.

2.2 웨이블릿 계수의 위상보정

웨이블릿 변환은 데시메이션으로 인한 위상변이의 단점이 있다. 이는 신경망이 스케일간 계수의 관계를

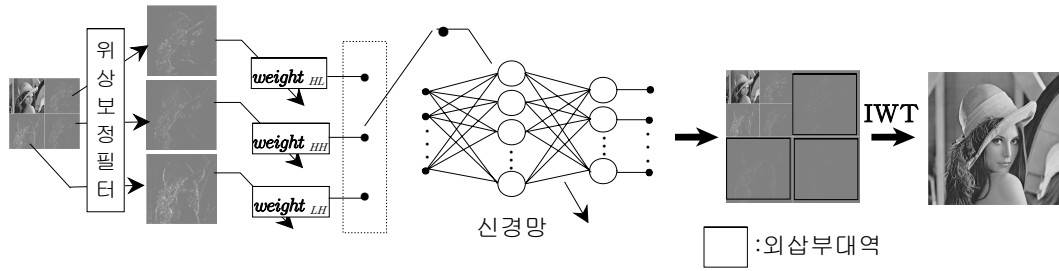


그림 1. 제안한 영상 보간 시스템

학습할 때 외삽할 부대역의 계수 위치를 결정하는 데 어려움을 준다. 이를 해결하기 위해 다음과 같은 위상보정필터를 사용한다[2]. 위상보정필터는 짝수 위상의 계수로부터 홀수 위상의 계수를 구하는 필터이다.

$$T(z) = \begin{bmatrix} H_0(z^{1/2}) & H_0(-z^{1/2}) \\ H_1(z^{1/2}) & H_1(-z^{1/2}) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} H_0(z^{1/2}) & H_0(-z^{1/2}) \\ H_1(z^{1/2}) & H_1(-z^{1/2}) \end{bmatrix}^{-1} \quad (1)$$

여기서 $H_0(z), H_1(z)$ 는 각각 웨이블릿 분해 बैं크에 있는 저대역 통과 필터와 고대역 통과 필터이다.

2.3 제안방법

그림 1은 제안한 보간 시스템의 구조를 보여준다. 저해상도 영상의 고주파 부대역 계수들이 위상보정필터를 거친 후 신경망의 입력으로 사용된다. LH, HL, HH 부대역에 하나씩 할당된 신경망은 미리 학습되어 위상 보정된 웨이블릿 입력 계수들 각각을 다음과 같이 외삽할 부대역의 계수로 매핑한다.

$$w^B_j = \Gamma_B [T(w^{B_{j-1}}; h_0, h_1)] \quad (2)$$

여기서 $B \in \{HL, HL, HH\}$ 이고 w^B_j 는 j 번째 스케일의 B 밴드에 있는 계수 입력벡터이다. Γ 는 학습된 신경망을 나타내고 T 는 위상보정필터이다.

III. 모의실험

512×512 크기의 256 회색조를 가진 Bridge, Goldhill, Man 영상을 학습영상으로 사용하였다. 각 영상의 2번째 고주파 부대역을 위상보정한후 4×4크기의 슬라이딩 윈도우를 사용하여 16차원의 입력 벡터를 얻었다. 최고주파 부대역에서도 4×4 슬라이딩 윈도우를 사용하여 16차원의 목표 벡터를 추출하였다. 신경망은 16-18-16 구조를 사용하였고 학습을 위해 Resilient 오차역전파 알고리즘을 사용하였다. Daubechies 쌍직교 9/7 필터를 웨이블릿 필터로 선택했고 위상보정필터도 이에 따라 구했다. 256×256 영상을 512×512로 확대하는 실험을 수행하였다. 결과는 그림 2 와 표 1 과 같았다.



(a) uHMT in [4] (b) 제안방법

그림 2. 주관적 화질 비교

표 1. PSNR 비교(dB)

	Bicubic	HMT in [3]	uHMT in [4]	Proposed
Lena	30.29	32.20	33.97	34.86
Boat	27.40	29.12	31.05	31.83
Peppers	30.82	30.92	33.49	33.95
Barbara	23.92	23.78	25.07	25.67

IV. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문은 위상 보정된 웨이블릿 계수에 대해 신경망을 적용하여 영상을 보간할 것을 제안하였다. 모의 실험을 통해 제안방법의 우수성을 확인할 수 있었다. 향후 영상의 국부적인 특성에 따라 계수를 분류하여 학습하는 연구가 이루어 질 것이다.

참고문헌

- [1] M. M. Hadhoud, et al, "New Trends High Resolution Image Processing," The 4th Workshop on Photonics and Its Application, 2004.
- [2] X. Li, "New results of phase shifting in the wavelet space," IEEE SP. Lett, vol. 10, no. 7, pp. 193-195, July 2003.
- [3] K. Kinebuchi, D. D. Muresan, and T. W Parks, "Image Interpolation using wavelet-based hidden Markov trees," ICASSP01, vol. 3.
- [4] D. H. Woo, I. K. Eom, Y. S. Kim, "Image interpolation based on inter-scale dependency in wavelet domain," ICIP04, vol. 3, pp. 1687-1690.