

웨이블릿 변환과 은닉 마코프 트리 모델을 이용한 영상 확대

우동현*, 엄일규**, 김유신*

*부산대학교, **밀양대학교

dhwoo@pusan.ac.kr ikeom@mmu.ac.kr kimys@pusan.ac.kr

Image Magnification Using Wavelet Transform and Hidden Markov Tree Model

Donghun Woo*, Ilkyu Eom** and Yooshin Kim*,

*Pusan National University, **Miryang National University

요약

본 논문에서는 은닉 마코프 트리 모델[1]에 기반을 둔 웨이블릿 영역에서 영상 확대 방법을 제안한다. 웨이블릿 영역에서 영상 확대는 고주파 부대역의 계수를 추정 문제로 볼 수 있다. 제안 방법에서 웨이블릿 계수는 은닉 마코프 트리 모델에 의해 모델링 된다. 모델의 파라미터들은 기존의 은닉 마코프 트리 모델과는 달리 웨이블릿 계수의 통계적 특성을 이용해서 입력 영상으로부터 직접 추출한다. 이러한 추정 방법은 모델을 입력 영상에 더 적합하게 한다. 제안 방법에서 부모 계수의 상태는 부대역의 분산에 의해 결정되며 상태 천이 확률은 [2]에서 보여진 상태 천이 특성을 이용한다. 각 상태에 대한 분산은 블록별로 웨이블릿 영역에서 분산의 지수적 감쇄특성을 이용하여 추정한다. 모의 실험에서 제안 방법은 기존의 bicubic 방법이나 혼련 과정을 가진 은닉 마코프 트리 방법에 비해 개선된 주관적, 객관적 성능을 보여주었다.

1. 서론

최근에 캠코더나 디지털 카메라같은 디지털 영상 획득 매체의 발달과 인터넷을 통한 디지털 영상의 활발한 전송에 의해 영상 확대 방법의 중요성은 점점 더 커져가고 있다. 또한 SDTV의 비월 주사 영상을 HDTV의 순차주사 영상으로 변환하는 deinterlacing은 2배 영상 확대로 볼 수 있으며 여러 장의 저해상도 영상으로부터 한 장의 고해상도 영상을 만드는 superresolution도 영상 확대와 밀접한 관련을 맺고 있다.

신호처리의 관점에서 입력 저해상도 영상은 고해상도 영상이 저대역 통과 필터를 통과한 후, 다운샘플링된 것으로 볼 수 있다. 다운샘플링 과정에서 aliasing에 의해 고주파 성분의 손실이 발생한다. 이로 인해 bilinear 방법이나 bicubic 방법 같은 전통적인 방법에 의해 확대된 영상에는 흐림(blurring)현상이 나타나며 이는 에지 영역에서 두드러진다.

Aliasing에 의해 손실된 고주파 성분을 복구하는 것은 영상 확대의 주요한 연구 주제이다. EDI(Edge Directed Interpolation)방법[3]은 이를 위해 경험적이고 비선형적인 방법을 사용한다. 이 방법은 에지의 선명도를 높이기는 하지만 비선형성으로 인해 영상의 객관적인 화질은 떨어진다. NEDI(New Edge Directed Interpolation)방법[4]은 저해상도 영상의 이웃 화소들 사이의 관계를 최소자승법(least square method)을 사용하여 추정한 후 이 관계를 고해상도 영상을 만들기 위한 가중치로 사용한다. 이 방법은 고해상도 영상과 저해상도 영상 사이에 상관도가 높은 강하고 긴 에지에

서는 우수한 주관적, 객관적 성능을 보인다. 그러나 이 방법은 많은 계산량을 요구하고 복잡한 에지 영역에서는 성능이 좋지 않은 단점이 있다.

최근에는 웨이블릿 영역에서 영상을 확대하는 여러 방법들이 제안되었다. 웨이블릿 영역에서 영상 확대는 웨이블릿을 이용한 여러 압축방법과 연관성이 있으므로 그 가치가 높다. Carey는 그의 논문[5]에서 웨이블릿 계수의 스케일에 따른 지수적 감쇄 특성을 이용하여 영상을 확대하는 방법을 제안하였다. 이 특성은 고립되고 강한 에지에는 잘 적용되지만 텍스처같은 복잡한 에지에는 잘 맞지 않는다. 은닉 마코프 트리 모델을 이용한 방법[6]은 웨이블릿 계수를 은닉 마코프 트리 모델로 모델링하여 계수를 추정한다. 이 방법은 에지를 선명하게 하지만 파라미터들을 훈련하기 위한 훈련 과정이 필요하다.

본 논문에서는 웨이블릿 영역에서 혼련 과정 없는 은닉 마코프 트리 모델을 사용하여 영상을 확대한다. 제안 방법에서 웨이블릿 계수는 [6]에서와 같이 은닉 마코프 트리 모델에 의해 모델링 된다. [6]의 방법이 파라미터를 구하기 위해 혼련과정에서 EM(expectation Maximization) 알고리즘을 사용하는 것과는 반대로 제안 방법에서는 웨이블릿 계수의 통계적 특성을 이용하여 입력 영상으로부터 직접 파라미터를 추정한다. 즉 웨이블릿 계수의 확률 밀도 함수(probability density function)로 사용되는 가우스 혼합 모델의 상태 함수, 상태 천이 함수, 각 가우스 분포의 분산이 혼련 과정없이 입력 영상으로부터 직접 구해진다. 먼저 상태 확률은 부모계수의 부대역의 표준편차에 의해 부모계수의