

Wavelet변환을 이용한 직물화상복원

박은혜, 정성훈
한양대학교 섬유공학과

1. 서론

많은 분야에서 아날로그 영상 데이터가 디지털 데이터로 대체되어 사용되고 있다. 이런 디지털 영상 데이터를 그 데이터의 양 그대로 저장하거나 전송하는 것은 많은 시간과 비용을 소비한다. 그래서 원래 영상 데이터의 정보를 유지하면서 그 양을 효과적으로 줄이는 압축 방법이 꾸준히 연구되어 왔다.

일반적으로 영상 정보의 경우는 상당량의 중복성(Redundancy)을 가지고 있으므로 이 중복되는 정보를 효과적으로 제거하여 전체 영상의 정보량을 줄이고 동시에 영상 신호를 가능한 충실하게 재생하고자 하는 데이터 압축기법에 대해 많이 연구가 진행되었다. 이러한 데이터 압축을 위한 한 수단으로서 일반적인 영상 신호의 특성 분석에 적절하고 인간의 시각 구조에 가장 큰 영향을 주는 에지 부분과 압축률을 높일 경우 전체 영상을 부영상으로 잘라서 처리하는 과정으로 인해 부영상 간의 경계부분에서 오차가 크게 나타나는 단점이 있다. 그래서 최근에는 시간과 주파수를 동시에 해석하는 Wavelet변환을 이용한 방법이 많이 연구되어 지고 있다. [1,2]

Wavelet변환은 일반적인 영상 신호의 특징을 분석하는데 적절하고 인간의 시각 분해 방식과 유사한 공간주파수성분을 가진다.

본 연구에서는 직물의 이미지를 디지털화 시킴으로 직물에 대한 각각의 스펙트럼과 주기영역에서의 정보를 다중해석 스펙트럼 필터로서 사용되는 Two-Dimensional Wavelet Analysis로 분석하며, Wavelet Analysis에 의한 화상처리법이 현재까지 연구된 다른 어떠한 기법보다 원화상에 근접하게 복원함을 보이고자 한다. [1,2,4]

2. 이론

2.1 Wavelet Transform

이산여현변환(DCT)을 기반으로 하는 블록 단위의 변환부호화는 여러 가지 이점으로 JPEG, H.261, MPEG-1, MPEG-2, H.263 등 현재까지의 정지영상 및 동영상 부호화의 국제 표준에 채택되었다. 그러나 저비트율에서는 각 블록의 경계에서 불연속성이 마치 타일을 깔 것처럼 규칙적으로 나타나는 이른바 블록킹 현상에 의해서 화질이 열화되는 단점이 있다. 이를 해결하기 위한 여러 가지 다른 변환들이 제안되었는데 그 중 많이 사용되는 것이 웨이블릿 변환이다. [1,2]

Wavelet변환을 이용하는 방법[3]은 영상 신호를 공간과 주파수 영역에서 각기 다른 해상도를 갖는 방향성과 주파수 선택성을 가진 다른 크기의 영상 데이터로 분해 (decomposition)한 후 각각의 영상 데이터에서의 중요성을 고려하여 부호화(encoding)함으로써 압축의 효과를 얻는다. 영상은 2차원 신호이므로 행 방향과 열 방향으로 1차원 Wavelet 변환을 두 번 적용하여 영상을 처리한다. Wavelet변환을 이용하여 영상을 분해하면 그 단계에 Wavelet의 필요성에 따라 영상을 다중해상도로 분해 할 수 있다. Fig.1 (a)에 1단계로 영상신호를 분해하는 과정과 (b)에 1단계로 분해한 모델을 나타내었다. [3,4]

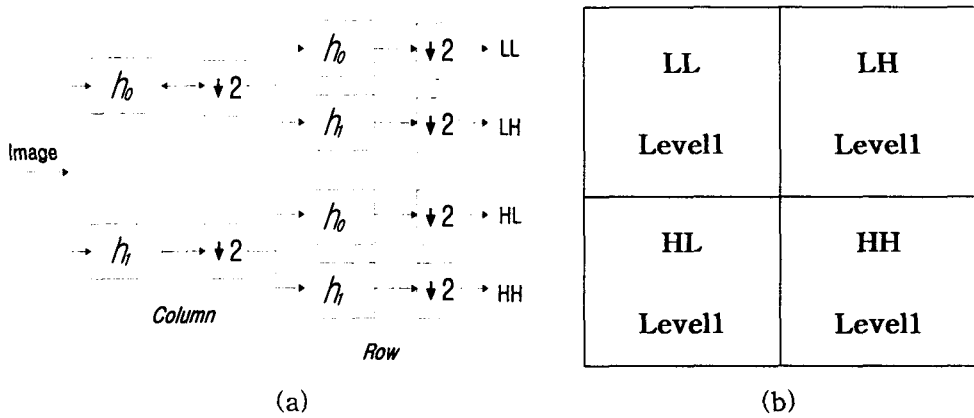


Fig.1 Wavelet변환을 이용한 다해상도 분해 [4]
 (a) 1단계 분해 과정 (b) 1단계로 분해한 모델

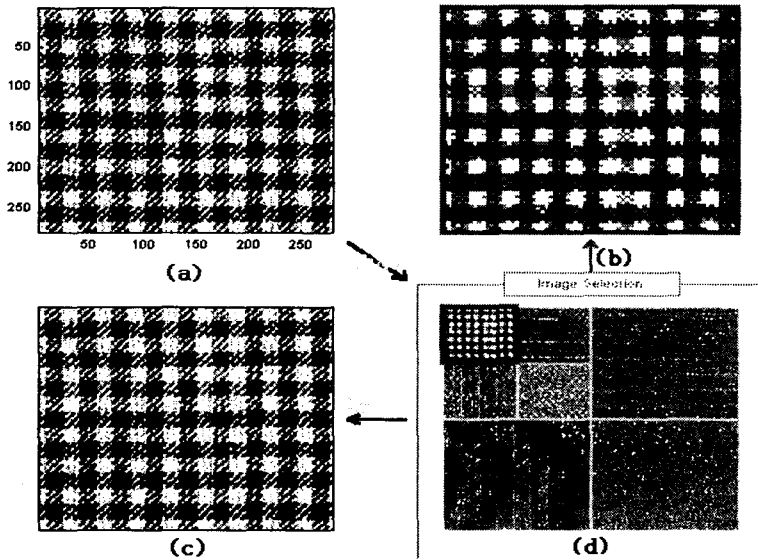


Fig.2 2단계로 분해한 original image

Fig.1(a)에서 보여주는 h_0 와 h_1 은 각각 Wavelet변환을 위한 1차원 Low pass 필터, High pass 필터이며, 이것을 행 방향과 열 방향으로 각각 적용하여 영상을 분해하면 서로 다른 단계의 다중 해상도 부밴드 영상들(LL,LH,HL,HH)(b)을 얻을 수 있다. 그리고 이 부 영상들을 이용하여 원하는 해상도의 영상을 다시 합성할 수 있다. 이런 다중해상도 특성이 영상의 전송이나 저장, 탐색 등을 효율적으로 할 수 있도록 한다. Fig.2(d)에서, 각각의 부밴드 영상들은 서로 다른 방향의 영상성분들을 나타내게 되는데 LL밴드 영상은 원영상을 낮은 해상도로 표현한 것이고 전체적인 인간의 시각에 frequency비교적 중요한 성분들을 포함하고 있다. LH, HL, HH 부밴드 영상들은 각각 수직, 수평, 대각 방향의 성분들을 표현한 것으로, 주로 각 방향의 에지성분들과 기타 고주파성분들을 포함하고 있다. 이러한, 웨이블릿 변환은 고대역 주파수 영역에서는 공간 해상도가 높은 반면 주파수 해상도는 낮고, 저대역 주파수 영역에서는 주파수 해상도가 높지만 공간 해상도가 낮으며 계속 분해할수록 주파수 범위가 절반씩 줄어지는 특성을 가지고 있다. (a)는 원화상을, (b)는 (d)에서의 LL부분의 화상을 확대한 것이며 (C)는 2단계 분해를 거쳐 복원된 화상이다. [4]

3. 모의 실험 및 결과

3.1 Materials

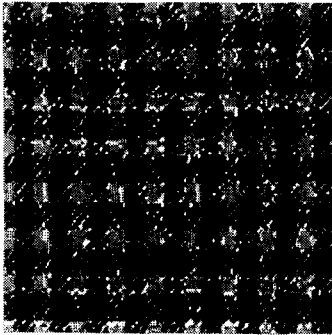
본 연구에 사용된 화상(image)명은 셰퍼드 체크(shepherd check)로 원래는 양치기용의 흑백 줄무늬 천을 의미한다. 이 표본의 화상을 가로 방향으로 스캐닝하여 가로 한 라인(Line)에 대한 프로파일(Profile)의 파형을 프로그램을 통하여 분석하였다.

3.2 Image Processing

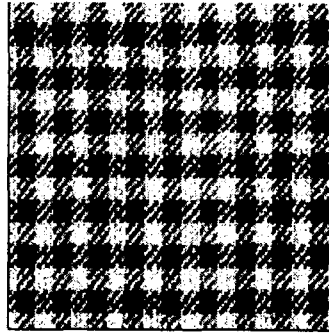
영상의 시각 정보는 2차원적 또는 공간적으로 표현되는 아날로그 정보로서 수치데이터나 문자, 기호 등으로 변환시켜 목적에 맞게 사용할 수 있도록 조작이 가능하다. 이는 표본 화와 양자화를 통해 이루어지는데 표본화는 공간적, 시간적으로 연속된 화상을 이산적인 점의 집합으로 변환하는 조작을 말하며, 연속적인 농담값을 이산적인 값으로 변환하는 조작이 양자화이다. 이를 통하여 얻어진 화상(Image)을 처리하여 물체에 대한 정보를 얻기 위해서 화상의 명암정보를 추출하며, 그 직물화상의 이미지를 디지털화 시킴으로 직물에 대한 각각의 스펙트럼과 주기영역에서의 정보를 다중해석 스펙트럼 필터로서 사용되는 Wavelet변환으로 분석한다. [1]

3.3 결과

에지 부분과 압축률을 JPEG를 이용하여 높일 경우 전체 영상(a)는 원화상(Fig.2(a))에 비교하여 본래 색상과 패턴의 복원률이 급격히 나빠짐을 보인다. 이것은 JPEG가 저비트율에서는 각 블록의 경계에서 불연속성이 마치 타일을 깬 것처럼 규칙적으로 나타나는 이른바 블록킹 현상에 의해서 화질이 나빠진 것이다. Wavelet을 이용하여 복원한 화상은(Fig.3.b)



(a) JPEG로 복원한 화상



(b) Wavelet으로 복원한 화상

Fig.3 JPEG와 Wavelet을 이용한 각각의 복원화상

Table.1 JPEG와 Wavelet의 데이터 비교

	원화상크기	줄어든 화상크기	compression
JPEG	80598 byte	44516 byte	1.8 : 1
Wavelet	80598 byte	24434 byte	3.3 : 1

원화상에서 거의 손실이 없는 유사한 복원을 보이고 있다.

Table.1에서는 JPEG와 Wavelet의 원래 화상(Fig.2(a))에서의 압축 후 복원된 화상의 정보를 보여준다. 즉, 각각의 압축방법으로 변환 후 복원될 때 Wavelet의 화상크기는 현저히 감소함에도 복원화상의 손실이 적은 반면, JPEG의 화상크기는 반정도 감소함에도 복원화상의 손실이 크다는 것을 알 수 있다. [3,4]

4. 결론

본 연구에서는 인간의 시각 분해 방식과 유사한 공간주파수성분의 Wavelet변환을 이용하여 직물의 이미지신호의 특징을 분석하고, 직물에 대한 각각의 스펙트럼과 주기영역에서의 정보를 다중해석 스펙트럼 필터를 거쳐, 저장된 이미지를 현재까지 연구된 다른 어떠한 기법보다 원화상에 가깝게 복원시킬 수 있음을 증명하였다. 향후, 이 연구는 직물의 화상처리(압축 및 복원)를 최적화 하기 위한 Mother Wavelet Function의 개발로 전개되어야 할 것이다. [4]

[reference]

1. 김민구, "쌍직교 웨이블릿변환과 시각가중 양자기화를 이용한 영상압축", 한국통신학회논문지, 1997
2. 김세웅, "웨이블릿 패킷 이용한 정지영상 신호부호화에 관한 연구", VOL.9, Part2, pp.8-13,1996
3. A. Biran and M. Breiner, "MATLAB for engineers", ADDISON-WESLEY, 1995
4. M. Misiti, J.M. Poggi "Wavelet Toolbox User's Guid", THE MATH WORKS Inc., 1996