

신뢰성 있는 웨이블릿 이미지 전송을 위한 패킷타이징 기법

장신애⁰ 이주경 정기동
부산대학교 전자계산학과

(sajang⁰, jklee)⁰@melon.cs.pusan.ac.kr, kdchung@hyowon.cc.pusan.ac.kr

Enhanced Dispersive Packetization Scheme for Reliable Transmission of wavelet Image

Shin-Ae Jang⁰ Joo-Kyong Lee Ki-Dong Chung
Dept. of Computer Science, Pusan National University

요 약

이미지 압축을 위한 새로운 기법 중의 하나가 웨이블릿 변환이다. 웨이블릿 변환된 이미지는 이미지 전체의 중요 정보가 한쪽으로 치우치는 경향을 보인다. 그러므로 웨이블릿 이미지를 순차적으로 네트워크상에 전송한다면 중요 정보가 포함된 패킷에 손실이 발생할 경우 이미지의 품질에 치명적인 영향을 미친다. 본 논문에서는 전송된 웨이블릿 이미지의 품질을 보장하기 위한 새로운 패킷타이징 기법을 제안한다. 즉, 주파수 부대역(frequency subband)을 여러 개의 블록으로 나누고, 이 블록들을 서로 다른 패킷에 삽입하여 패킷의 중요도를 분산하는 것이다. 또한 주파수대역이 가장 낮은 부대역 정보를 중복하여 전송함으로써 이미지 전체의 품질을 보장한다. 제안된 기법의 성능을 평가하기 위해 객관적인 성능평가 단위인 PSNR과 주관적인 이미지 분석을 수행하였다. 실험결과 제안된 기법의 성능이 순차적인 블록 패킷 기법에 비하여 PSNR에서 1~4 dB 높았으며, 이미지의 선명도도 높음을 알 수 있었다.

1. 서 론

화상 통신의 발전과 함께 이미지/비디오 전송에 대한 연구가 지속적으로 이루어지고 있다. 특히, 이미지의 경우 종래의 DCT(Discrete Cosine Transform) 변환에서 DWT(Discrete Wavelet Transform) 변환을 기반으로 하는 새로운 코딩 기법이 주목받고 있다. DCT 기법은 시간적, 공간적 중복성을 제거하여 압축효율을 높이는 장점이 있지만, 압축율이 높을 경우 블록킹 효과가 발생하여 이미지의 품질을 떨어뜨리는 단점이 있다. 반면, DWT를 기반한 코딩 방식은 이미지 전체의 중요정보를 작은 부대역(subband)영역으로 집중하는 효과가 있어 이미지 표현에 효과적일 뿐 아니라 DCT에서 발생하는 블록킹의 문제가 없어 높은 압축율에서 효율적이다. 또한, DWT변환 이미지는 다해상도(multiresolution)로 분할되는 특징이 있다. 이것은 DWT 변환된 이미지는 해상도는 각각 다르지만 같은 이미지 영역을 나타내는 여러개의 부대역으로 분해된다는 것을 의미한다. 그리고, HVS(Human Visual System)의 특성에도 적합하다는 장점이 있다. 하지만, 웨이블릿 변환된 이미지는 순차적인 블록순으로 전송하게 되면 중요 정보가 포함된 패킷의 손실이 발생할 경우에는 전체 이미지에 치명적인 영향을 미치게 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 웨이블릿 이미지를 네트워크 전송할때에 적합한 패킷화 기법이 제안되었다[1],[2].

본 논문에서는 웨이블릿 변환된 이미지의 주·객관적 품질을 모두 보장하는 패킷화 기법인 EDP (Enhanced Dispersive Packetization) 기법을 제안한다. EDP 기법에서는 웨이블릿 이미지가 다해상도로 분할되는 특징을 이용하여 각 부대역을 동일한 수의 블록으로 나누고, 부대역 내의 블록들을 서로 다른 패킷에 할당한다. 각 패킷에 할당된 블록들은 서로 다른 이미지 영역을 나타내는 블록들로 구성된다. 또한, EDP 기법은 주

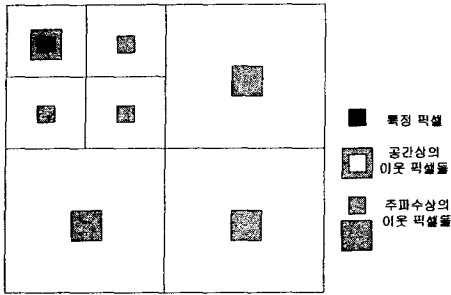
파수 대역이 가장 낮은 부대역(lowest subband)의 블록들을 중복정보로 패킷들에 분산시켜 할당함으로써 일부 패킷에 손실이 발생하더라도 전체 이미지의 품질은 보장할 수 있다. 손실된 블록은 같은 부대역의 공간상 이웃한 블록들과 다른 부대역의 주파수상 이웃한 블록들을 이용하여 손실된 블록에 대한 정보를 복구할 수 있다[5].

본 논문은 2장에서는 관련 연구에 대해 간략히 소개하고, 3장에서는 본 논문에서 제안하는 EDP 기법에 대해 설명하고 4장에서는 실험 및 분석을 통해 제안된 기법의 성능을 평가한 후 5장에서는 결론 및 향후 방향에 대해 밝힌다.

2. 관련 연구

2.1 DP (Dispersive Packetization)

일반적으로 DCT변환을 기반한 이미지의 경우는 이미지의 공간적 상관관계를 이용하여 비인접한 블록들을 인터리빙방식으로 패킷타이징한다. 반면, DWT변환 이미지에서는 공간상의 상관관계뿐만 아니라 주파수 부대역간의 상관관계도 이용할 수 있다. 즉, 각 픽셀에서 이웃한 픽셀은 부대역내에서 상/하/좌/우에 위치한 픽셀들과 다른 부대역들의 같은 위치에 있는 픽셀들을 모두 가리킨다. DP(Dispersive Packetization)기법은 공간/주파수상의 상관관계를 이용하여 픽셀 단위의 패킷타이징을 하는데, 이웃한 픽셀들을 다른 패킷에 할당되도록 하는 방식이다. DP기법은 패킷 손실이 발생하면 DCT변환 이미지의 순차적인 블록 패킷타이징과 비교할때 오류가 전체 이미지에 고르게 분산되어지는 것이 장점이다. 즉, 동일한 PSNR에 대한 DP 기법의 주관적인 이미지 품질은 기존의 순차적 블록 패킷타이징 기법에 비해 향상된다. [그림1]은 DWT변환 이미지에서 특정 픽셀에 이웃하는 픽셀들을 보여준다[3].



[그림 1] 공간상/주파수상의 이웃 픽셀들

2.2 MRMC (MultiResolution Motion Compensation)

DWT변환된 이미지는 해상도가 다른 여러 부대역들로 분해된다. 다해상도 부대역들은 부대역의 사이즈는 다르지만 같은 움직임 구조(motion structure)를 가지는 특징이 있다. 즉, 각 부대역은 움직임 정보는 실제로 다르지만, 동일한 움직임 구조를 가지는 특성 때문에 주파수 부대역간의 상관관계를 이용하면 DWT변환된 이미지의 움직임 보상을 효과적으로 수행할 수 있다. 다해상도 분해된 웨이블릿 변환 이미지를 움직임 보상을 수행해서 시간적인 중복 정보를 제거함으로써 압축 효율을 높인 것이 MRMC 기법이다. MRMC 기법은 패킷 손실 발생시 해상도가 높은 부대역의 움직임 벡터(motion vector)들을 해상도가 낮은 부대역의 움직임 벡터를 이용해 손실 정보에 대해 예측할 수 있게한 것이다. 그러나, MRMC 기법은 각 부대역사이의 움직임 구조간에 "블록 효과(block effect)"가 일어나는 문제점을 가진다. 이를 해결하기 위해서 가변적인 블록 사이즈를 지원한다. 가변적인 블록 사이즈란 웨이블릿 피라미드 구조에서의 레벨에 맞추어 블록의 사이즈를 조정하는 것이다. 이렇게 하면 검색시간을 줄일수 있다[4],[5].

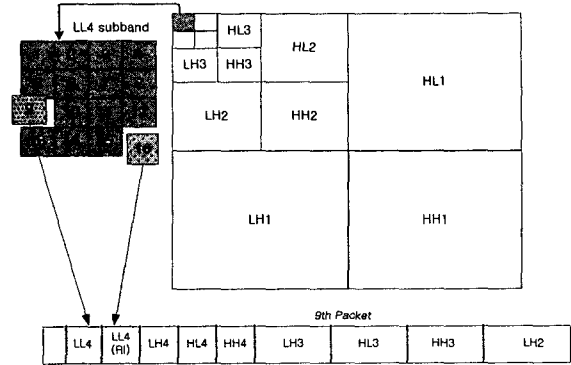
3. Enhanced Dispersive Packetization

본 논문에서 제안한 EDP(Enhanced Dispersive Packetization)기법은 웨이블릿 이미지의 공간/주파수상의 상관관계를 이용하여 각 주파수 대역간에 서로 이웃하지 않는 블록들을 패킷에 할당하고, 주파수 대역이 가장 낮은 부대역의 중요 정보는 중복해서 보내주는 패킷타이징 기법이다. EDP기법의 알고리즘을 간단히 설명하면 아래와 같다.

1. grayscale 이미지를 subband-decomposition한 후, 부대역(subband) 포인터와 상수 위치(coefficient location)정보를 패킷타이저로 전달한다.
2. 각 주파수 부대역(subband)들을 블록단위로 재구성된 부대역으로 변환한다.
3. 각 주파수 부대역들에서 각 1개 블록씩을 선택해서 특정 패킷을 구성한다. 이때, 한 패킷내의 구성 블록들은 주파수 부대역들간에 주파수상 이웃하는 영역들이 중첩되지 않도록 블록간에 Distance=(전체 블록 개수/2)-1)를 두어서 추출한다.
4. 주파수 대역이 가장 낮은 부대역(Lowest Frequency Subband)은 중요정보이므로 이를 보호하기 위해서, 각

패킷당 LL부대역에서 1개 블록씩을 선택하여 중복 정보(RI:Redundancy Information)로 이용한다. 단, 인접 패킷간의 RI는 이전 패킷의 RI와 Distance만큼 떨어진 영역의 블록이 되도록 한다.

[그림2]는 웨이블릿 변환된 이미지를 EDP기법으로 패킷타이징하는 것을 보여준다.



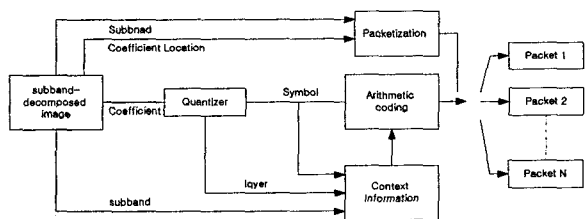
[그림 2] 웨이블릿 변환 이미지의 EDP기법

EDP기법에서는 부대역의 각 블록들을 서로 다른 패킷에 할당하기 때문에 패킷마다 동일한 중요도를 가진다. 이미지 정보의 중요도가 분산되므로 어느 특정 패킷의 손실에도 복원 이미지의 품질은 균일하다. DWT변환된 이미지는 가장 중요한 정보들이 왼쪽 상위로 집중되어 나타난다. 그러므로, 가장 낮은 주파수 부대역은 패킷당 한 블록씩 중복해서 할당한다. 결과적으로 부대역 전체를 중복 정보로 할당할 때보다 중복정보로 인한 오버헤드를 크게 줄일 수가 있다. 그리고, 패킷 손실이 발생할 때 디코더가 가장 중요한 정보를 손실할 위험을 방지할 수 있다는 것이 장점이다.

또한, EDP기법은 이전 DP방식에서 오류가 전체 화면에 분산되어져 화면 전체가 오류로 인한 영향을 받아서 화질이 선명하지 못했던 단점을 개선할 수 있다. 그리고, 각 부대역에 따른 가변적인 블록 사이즈를 지원하여 검색시간을 줄였다.

4. 실험 및 평가

제안된 기법의 성능 평가를 위해 Window 2000플랫폼에서 visual C++을 사용하여 공개 소스를 수정한 코드로 실험하였다. 다음 [그림3]은 전체적인 소스 흐름도를 보여준다.

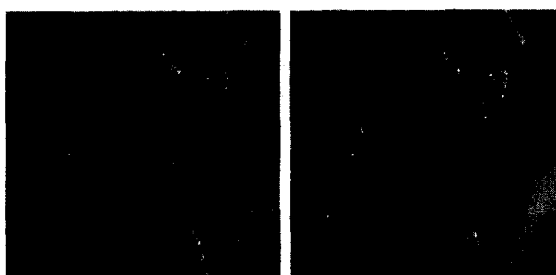


[그림 3] 코더와 패킷타이저의 소스 흐름도

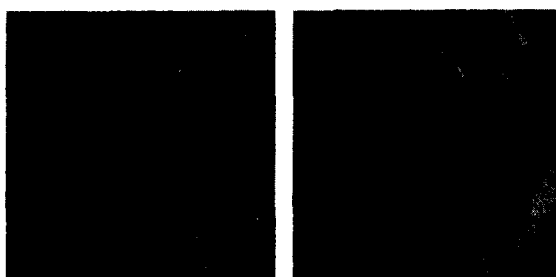
테스트에서는 lena512.pgm(512*512 픽셀 사이즈)의 grayscale 이미지를 사용하였다. 분해 레벨은 5로 하였으며, 각 부대역내의 블록 갯수는 $4 * 4 (=16개)$ 가 되도록 하였다. 인코더에서 이미지 압축률을 원래이미지의 50:1로 압축하게 하였다. 그런 다음, 제안한 EDP 기법으로 패킷타이징을 하여 디코더로 전송하였다. lena512.pgm이미지는 총 5152 Byte로 압축되며, 패킷당 약 352 Byte로 전송된다.

부대역 분해를 위한 분해 레벨은 레벨4나 레벨5가 되도록 한다. 이때, 부대역들의 총 갯수는 (레벨의 수 * 3) + 1과 같다. 블록 개수는 LL부대역의 사이즈에 따라서 6개/9개/16개로 정해진다. 앞으로는 QCIF/CIF 사이즈의 웨이블릿 변환 이미지에 적합하도록 최적화시켜갈 것이다. 본 EDP기법은 한 패킷당 500 byte가 넘지 않도록 함으로써 저 비트율의 네트워크 환경에서도 효과적인 전송이 가능하게 하였다. 그리고, 중복 정보에 대한 오버헤드는 측정 결과 전체의 5% 미만이었다.

성능 평가를 위해서 DCT변환 이미지에서 사용되는 순차적인 블록 패킷타이징 기법을 제안한 EDP기법과 비교하였다. 각 기법에서의 주관적인 이미지 품질과 객관적인 PSNR값을 측정, 분석하였다. 아래의 [그림4]와 [그림5]는 전송 중 16개 패킷 중 3개와 4개 패킷들에서 손실이 발생할 경우, 디코더에서 복원한 각 이미지를 비교한 것이다. 기존 기법에 비해서 EDP기법의 이미지가 화질이 더 선명함을 알 수 있다.



[그림 4] (a)순차적 전송과 (b)EDP적용 전송의 이미지 비교

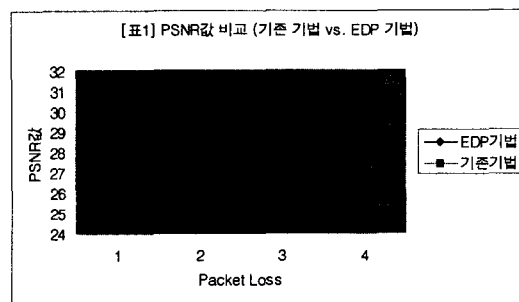


[그림 5] (a)순차적 전송과 (b)EDP적용 전송의 이미지 비교

실험 결과 본 논문에서 제안한 EDP 기법은 주관적인 이미지 품질에서 기존 기법에 비해 선명한 화질을 보여준다는 것을 알 수 있다. 그리고, 기존의 순차적인 블록 패킷타이징 기법은 가

장 낮은 부대역을 포함한 패킷이 손실될 경우 치명적인 복원 이미지의 오류를 초래한다. 반면, EDP기법은 어떤 패킷의 손실에도 안정적인 복원 이미지를 제공한다는 것이 장점이다.

또한, EDP기법은 객관적인 지표인 PSNR값에서도 더 좋은 실험 측정치를 보여준다. 패킷 손실율에 따른 PSNR값의 변동 폭도 크지 않다. 아래 [표1]은 기존기법 대 EDP기법의 PSNR값을 비교 측정한 결과이다.



5. 결론 및 향후 방향

본 논문에서는 웨이블릿 변환된 이미지를 네트워크 상으로 전송하기 위한 패킷화 기법을 제안한다. 기존 DP 방식의 성능을 개선하기 위해 웨이블릿 이미지의 다해상도 특성을 이용하고, 각 부대역을 같은 수의 블록으로 분할하여 서로 다른 패킷에 할당한다. 이렇게 함으로써 패킷화를 위한 검색시간을 줄이고 일부 패킷에 오류가 발생하더라도 이미지 전체의 품질을 보장할 수 있다.

실험결과 EDP 기법은 패킷 손실이 발생했을 때 PSNR 값이 안정적이며 주관적인 이미지 성능 분석에서도 기존의 순차적 패킷화 기법에 비해서 높음을 알 수 있었다.

향후 연구 방향으로서는 EDP 기법을 웨이블릿 기반 비디오 코딩에 적합하도록 수정하고 성능평가를 수행하는 것이다.

참고 문헌

- [1] Yao Wang, Qin-Fan Zhu, " Error Control and Concealment for Video Communication:A Reviews", IEEE, 1998
- [2] Dr.T.Morris, Mr.D.Britch, "Intra-Frame Wavelet Video Coding", IEEE, 2000
- [3] Ivan V.Bajic, John W. Woods, and Ali Mohammad Chaudry, " Robust transmission of packet video through dispersive packetization and error concealment", IEEE ICIP'2000, 2000
- [4] M.K.Mandal, E. Chan, X. Wang and S. Panchanathan, " Multiresolution motion Estimation Techniques for Video Compression", IEEE, 1995
- [5] Ya-Qin Zhang, Sohail Zafar, "Motion-Compensation Wavelet Transform Coding for Color Video Compression", IEEE, 1992