

무선환경을 고려한 DCT 계수 특성을 이용한 이미지 재구성 기법

양승준*, 박성찬*, 이귀상*

*전남대학교 전산학과

e-mail:sjyang@cs.chonnam.ac.kr

DCT Based Image Reconstruction Scheme for Mobile Environment

Seung-Jun Yang*, Sung-Chan Park*, Guee-Sang Lee*

*Dept of Computer Science, Chonnam National University

요약

무선 채널 네트워크는 광범위하고 높은 에러발생률의 특성이 있다. 에러발생으로 인한 패킷의 손상이나 분실의 경우 화질에 심각한 영향을 미치게 된다. 본 논문에서는 DCT(Discrete Cosine Transform)을 기반으로 하는 고 압축 이미지의 손상된 데이터를 복구하기 위해 DCT 영역내 계수들의 분포 특성과 인접한 블록간의 유사성을 이용한 간단한 이미지 재구성 기법을 제안한다. 이러한 기법은 DCT 기반의 다양한 응용에 적용이 가능하며 적은 계산량을 가짐으로써 시스템의 낮은 전력 소모를 유지하여 무선컴퓨팅환경의 응용에 적합할 것이다.

1. 서론

무선 채널은 제한적인 대역폭을 가지며, 전송중 에러가 광범위하고 높은 비율로 발생한다[8]. 특히, DCT(Discrete Cosine Transform)기법과 가변길이 코딩(Variable Length Coding) 기법을 사용하여 압축된 이미지를 전송하는 경우, 에러 발생시 화질에 심각한 영향을 주게 된다[7]. 이러한 에러에 대응하기 위해 기존의 유선 채널 기반의 연구에서는 Layered coding, FEC(Forward Error Correction), ARQ(Automatic Retransmission Query Protocols) 등과 같은 기법들이 연구되어 왔다[3]. 그러나 FEC의 사용은 전송 오버헤드가 늘어나 대역폭의 효율이 떨어지게 되며, ARQ의 경우에는 실시간 응용에서 재전송된 패킷은 무의미하다[1]. 따라서 불규칙하고 광범위한 에러가 발생하는 무선환경에서 위와 같은 기법을 적용하기에는 적합하지 않다.

이에 무선채널에서 이미지 전송에 따른 전송상의 에러의 전파를 최소화하고, 발생한 에러에 대하여 간단하며 효과적으로 복구할 수 있는 기법이 요구된다.

현재까지의 전송 중 손실된 블록을 복구하기 위한 여러 가지 기법들을 살펴보면 대표적인 에러 처리 기법의 형태를 간략하게 분류하면 순방향 에러 은닉기법(Forward Error Concealment), 후처리 에러 은닉기법(Error Concealment by Postprocessing), 상호 에러 은닉기법(Interactive Error Concealment) 등으로 나눌수 있다[2][3]. 순방향 에러 은닉 기법의 경우, 에러 발생에 대비하여 부호화기(Encoder)에서 추가적인 처리를 하는 방법이며, 후처리 에러 은닉 기법은 복호기(Decoder)에서 에러를 회복하는 방법이다. 상호 에러은닉 기법(Interactive Error Concealment)은 전송 에러 복구를 위해 디코더에서 에러 발생을 감지할 때마다 인코더에게 손실된 블록의 정보를 전송하면 부호화기에서 해당 블록을 재부호화하여 전송해 주는 방법이다.

본 연구는 정보통신부 2000년 대학기초 연구사업지원(071-02)과 한국과학재단 2000년 목적기초연구사업(2000-1-30300-005-3)에 의하여 수행되었음.

본 논문에서는 인코더와 디코더 양측면을 고려한 간단한 에러복구 기법을 제시한다. 제시된 기법은 인코더 측면에서 에러분산을 위해 기존의 기법을 이용하고, 디코더에서는 DCT 주파수 특성과 인접한 블록들간의 유사성을 이용하여 손실된 영역의 DCT 영역 내에서의 에러복구를 행하게 된다. 이러한 기법은 무선 컴퓨팅환경을 고려하여 적은 계산량으로 이미지를 복원함으로써 시스템의 낮은 전력소모를 유지함을 목적으로 한다. 이 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 JPEG의 기본개요와 특성에 대해 간략히 설명하고, 3장에서는 제안된 기법을 기술한다. 4장과 5장에서는 각각 실험된 결과를 제시하고 결론을 기술한다.

2. JPEG 개요 및 특성

JPEG의 인코딩 과정은 간략하게 DCT, 양자화, 엔트로피 코딩의 세가지 단계로 구성되어지며, 디코딩과정은 인코딩의 역순으로 이루어진다(그림 1)[5].

인코더 측에서의 입력영상은 8x8화소의 블록으로 분해되고 이 블록 단위에 DCT 연산을 행하고 여기서 얻어진 DCT 계수를 DC(Direct Current)성분과 AC(Alternate current)성분으로 나누어 독립적으로 양자화한다. 양자화된 DCT 계수중 DC 계수는 바로 앞 블록의 DC 계수를 예측치로한 차분치를 부호화(식 1)한다. 그 외 나머지 AC 성분은 블록마다 지그재그 스캔에 의해 일렬로 나열한 후 부호화한다.

$$DIFF = DC_i - DC_{i-1} \quad (\text{식. 1})$$

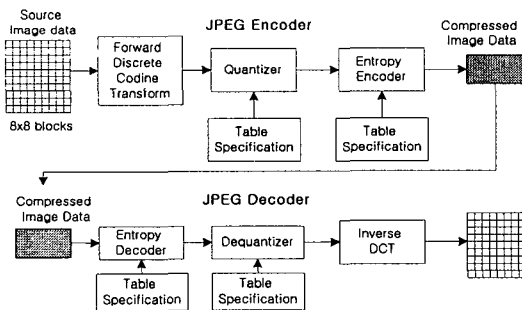


그림 1. Sequential JPEG 인코더와 디코더의 블록도

디코더 과정에서는 수신된 부호화 데이터로부터 허프만 테이블과 양자화 테이블이 디코딩을 위해 추출되고, 부호화 데이터는 엔트로피 복호기에서 양자화 인덱스를 처리한 후 역양자화되어, 따로 디코딩한 DC 계수와 함께 역 DCT 변환을 수행한다.

양자화된 AC 계수는 지그재그 순서로 주사가 된다. 엔트로피과정을 거치게 되면 지그재그순서에 따라 DCT 계수의 공간 주파수는 점차 증가하고 분산값은 감소한다. 이때 DCT 영역내에서의 주파수 분포의 구조적 특징이 [그림 2]에 나타나있다[6].

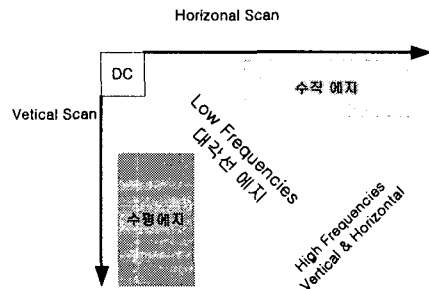


그림 2. DCT 영역의 구조적 분해도

3. 제안된 방법

제안된 기법을 효율적으로 처리하기 위해 기존의 기법과의 조합이 필요하다. 기존의 기법중 에러가 연속적으로 특정블록에 집중되는 현상을 막고 인접 블록의 데이터를 보존하기 위해 Chang의 기법이 사용되었다[1]. Chang의 기법은 패킷의 전송시 64개의 계수를 서로 다른 전송유닛에 나누어 담아 이것을 적절한 간격으로 뒤섞어 전송하게 된다. 이러한 방법으로 연속적인 패킷의 손실이 발생하더라도 잃어버린 계수들의 에러가 이미지 전체에 분산되는 효과를 가지게 된다.

블록내의 DC성분은 전송시 분할기법에 의해 적절한 간격으로 전송되므로 이미지 수평방향의 좌·우 블록에 존재하는 DC 성분으로부터 복구하게 된다. 다음 단계에서는 [그림 2]에서 표현된 DCT 계수에 의한 공간적인 특징을 이용하여 AC의 복원은 단지 공간적으로 인접한 블록에서의 해당위치의 값만을 이용할 것이다(그림 3).

DLH[x-1][y-1]	T[x-1][y]	DRH[x-1][y+1]
L[x][y-1]	Loss_Z [x][y]	R[x][y+1]
DLL[x+1][y-1]	B[x+1][y]	DRL[x+1][y+1]

그림 3. 공간적으로 인접한 블록

먼저 계수의 복구를 위해선 DCT 영역의 계수들의 위치를 에지 성분의 특성에 따라 분할한다. 이때 DCT 영역의 분할 경계는 영상의 DCT 계수 발생 통계에 따라 [그림 5]와 같이 결정했다. 그리고 경계 외부의 값은 통계적으로 지그재그 스캔 후 거의 0으로 채워지는 부분의 경우[그림 4의 D영역][4]로 이 영역의 연산은 수행하지 않게 하여 불필요한 계산량을 줄이도록 한다.

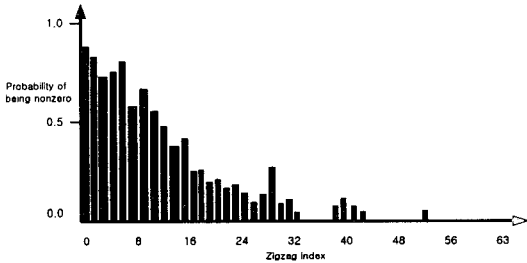


그림 4. 지그재그 순서 AC 계수의 nonzero 확률

0	1	5	6	14	15	27	28
2	4	7	13	16	26	B	42
3	8	C	17	25	30	41	43
9	11	18	24	31	40	44	53
10	9	23	32	39	45	52	54
20	22	33	38	46	51	55	60
21	A	34	37	47	50	56	61
35	36	48	49	57	58	62	63

그림 5. 제안된 영역 선택

에러가 발견된 영역의 AC계수는 아래의 공식에 의해 해당영역의 계수값을 이용하여 복원된다. W_T , W_B , W_R , W_L , W_{DRH} , W_{DRL} , W_{DLH} , W_{DLL} 은 가중치로 영역에 따라 각기 다르게 선택된다.

$$Z_L = Z_L + W_T \times Z_T + W_B \times Z_B + W_L \times Z_L + W_R \times Z_R + W_L \times Z_{DRH} + W_R \times Z_{DLR} + W_L \times Z_{DRL} + W_R \times Z_{DLL} \quad (\text{식 2})$$

- 수평 성분 영역 (A 영역)

$$: W_R = W_L = \frac{1}{2},$$

$$W_T = W_B = W_{DRH} = W_{DRL} = W_{DLH} = W_{DLL} = 0$$

- 수직 성분 영역 (B 영역)

$$: W_T = W_B = \frac{1}{2},$$

$$W_R = W_L = W_{DRH} = W_{DRL} = W_{DLH} = W_{DLL} = 0$$

- 저주파영역(C 영역)

$$: W_T = W_B = W_R = W_L$$

$$= W_{DRH} = W_{DRL} = W_{DLH} = W_{DLL} = \frac{1}{8}$$

- 고주파의 대각선 영역(D 영역)

$$: W_T = W_B = W_R = W_L = 0,$$

$$W_{DRH} = W_{DRL} = W_{DLH} = W_{DLL} = \frac{1}{4}$$

4. 실험결과

실험에는 256x256 크기의 lena 이미지가 사용되었다. 그림 6의 256x256의 원래의 LENA 이미지이며, 그림 7.는 랜덤하게 에러를 발생시켜 약 15%의 손상된 이미지를 보여준다. 여기에서 계수를 분할해 전송을 받아 블록전체가 사라지지 않았음을 알 수 있다. 그림 8의 이미지는 그림 5의 손상된 lena 이미지를 제안된 방법으로 복구한 것이다. PSNR 측정값은 복원전의 이미지가 21.20이며 복구된 이미지는 26.93 이었다. 측정값이 수치적으로는 크게 향상되지는 않았으나 복구된 이미지가 원영상에 비해 화질이 시각적으로 큰 차이를 보이지 않음을 알 수 있다. 이러한 복구과정은 기존의 방식에 비해 계산량은 줄어들지만 화질은 시각적으로 큰 차이를 나타내지 않음으로 상대적으로 낮은 프로세스를 갖는 무선컴퓨팅 응용에 적합할 것이다.

5. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 전송 채널에서 발생할 수 있는 광범위하며 랜덤하게 발생하는 에러를 보존된 주파수 성분의 공간적인 특성과 인접블록의 유사특성을 이용하여 손실된 블록내의 계수를 간단하고 효과적으로 복구하는 에러 복구기법을 제시하였다. 제안된 기법은 기존의 기법들과 조합하여 사용하는 경우, 더욱 원영상에 가깝게 복원할 수 있었다. 또한 위의 기법은 적은 계산량을 수행하여 시스템의 낮은 전력 소모를 유지함으로써 무선컴퓨팅환경에 적합하다. 이러한 기법은 실험된 Baseline JPEG과 같은 DCT 기반의 압축 응용에 적합할 것으로 기대되며, 향후 이와 유사한 DCT 기반의 H.261/3과 같은 동영상 압축기법에도 적용시켜 나갈 예정이다.



그림 6. lena 원영상



그림 7. 손상된 lena 영상



그림 7. 제안된 방법으로 복구된 영상

6. 참고문헌

- [1] Edward Y. Chang "Image Coding and Reconstruction Scheme Mobile Computing", Proceedings of the 5th IDSM, p137-148, 1998
- [2] Shahram Shirani, Faouzi Kossentini and Rabob Ward "Packet Loss Concealment in Baseline JPEG Coded Images" IEEE Symposium on Advances in Digital Filtering and Signal Processing, p16-19, 1998
- [3] Yao Wang and Qin-Fan Zhu "Error Control and Concealment for Video Communication : A review" Proceedings of the IEEE. Vol. 86, No. 5 May 1998.
- [4] Borko Furht, Stephen W.Smoliar, HongJinang Zhang "Video and Image Processing in Multimedia Syatem" Kluwer Academic, 1995
- [5]Khalid Sayood "Introduction to Data Compression " Morgan Kaufmann, 1996
- [6] 황재정, "디지털 영상공학" 아진
- [7] Jong Wook Park, Dong Sik Kim, Sang Uk Lee "On The Error Concealment Technique for DCT Based Image" Acoustics, Speech, and Signal Processing ICASSP-94. IEEE International Conference on Vol 3, p295-296
- [8] I. Dalgic and F. Robagi "Characterization of quality and traffic for various video encoding schemes and various encoder control schemes" Stanford Technical Report CSL-TR-96-701, 1997