

경계영역검출을 이용한 영상 데이터압축에 관한 연구

°지은정, 김현철, 천승환, 이귀상

전남대학교 전산통계학과

전화 : (062) 530-0147 팩스 : (062) 530-3439

A Study on the Data Compression of Image using the Extraction of Boundary Region

Eunjung Ji, HyunChul kim, Cheon Seung Hwan, Gueesang Lee

Department of Computer Science and Statistics Chonnam National University

E-mail : u9897393@chonnam.chonnam.ac.kr

Abstract

In this papers, we proposes a efficient compression method of an image using the extraction of boundary region of DCT in MPEG-1. DCT coefficients have from low frequency to high frequency various components. After performing DCT to an image, the data is compressed to contain the boundary Region by quantization, and the information of boundary Region can be extracted by inverse DCT. In those, I chose frequency components susceptible to the boundary through the many experiences. In this paper, boundary can be selected by dividing low frequency by big quantization coefficient and dividing high frequency by small quantization coefficient without degrading visual quality in MPEG-1. Also it is predicted that to reduce high frequency value will be good in noisy environments.

I. 서론

정보화 사회가 발전함에 따라 다양한 정보의 처리와 사용이 계속 증가하고 있는 추세이다. 이들 다양한 정보 중에서도 특히 음성 및 영상 정보는 많은 필요성이 요구되고 있으며 이런 정보의 특징은 대량의 정보가 발생되

어 방대한 데이터의 효율적인 저장과 전송을 위해서는 영상 압축의 필요성이 증가하고 있다. 특히 영상통신을 위한 영상전송부분에서는 영상 부호화(Image Coding)에 상당한 연구가 진행 중이며 아래와 같은 문제점을 가진다. 즉 첫째, 영상정보는 일반적으로 높은 비트율을 가져야하며 둘째, 영상을 복원할 경우, 블록 왜곡(block distortion)이 없어야 한다[1]. 따라서 경계(edge) 및 자연스러운 명암의 변화(smooth gradation)등을 잘 보존해야 한다. 따라서 본 논문에서는 DCT이후 경계선 정보를 갖는 영역에 가변적인 양자화 계수값을 적용함으로써 고품질 저용량방법을 제안하고자 한다.

본 논문은 다음과 같은 구성되어있다. 제 1장에 서론에 이어서, 제 2 절에서 영상 데이터 압축을 위한 기존 연구방법과 관련된 내용을 소개한다. 제 3 절에서는 제안된 경계영역검출을 위한 방법을, 제 4 절에서는 제안된 기법을 바탕으로 실험한 결과에 대해서 말하고자한다. 마지막으로 제 5 절에서는 간단한 결론에 대하여 논한다.

II. 관련연구

2.1 시각 적응적 이미지 압축

시각 적응적 이미지 압축은 관심도를 고려한 압축에서처럼 적은 손실율로 압축할 영역을 사용자가 설정하는 것이 아니라 고손실 또는 저손실 블록을 적응적으로 결정하는 방법으로서, 일단 전체 이미지에 대하여 손실을

많이 허용하면서 높은 압축율로 압축하되 인간이 보아서 쉽게 인지할 수 있을 정도의 왜곡현상이 발생할 소지가 있는 블록은 미리 예측하여 저손실로 압축하는 방법이다. 시각 적응적 이미지 압축에서는 이미지의 각 블록에 대하여 이미지 왜곡들의 발생여부를 미리 계산하고 그 결과에 따라서 블록에 가해질 손실의 양을 조절하여 압축한다.[2][3]

0	1	5	6	14	15	27	28
2	4	7	13	16	26	29	42
3	8	12	17	25	30	41	43
9	11	18	24	31	40	44	53
10	19	23	32	39	45	52	54
20	22	33	38	46	51	55	60
21	34	37	47	50	56	59	61
35	36	48	49	57	58	62	63

그림 1. 8×8 DCT 블록에서의 계수

각 블록에서 발생할 수 있는 왜곡의 종류와 왜곡의 인지 가능성 판별을 위한 과정을 설명하기 위해 DCT 변환된 블록을 D, JPEG 표준안에서 추천하고 있는 양자화 테이블을 Q라하고, 블록 D에서의 계수들의 번호를 그림 1과 같다고 할 경우, 손실을 줄여서 양자화하기 위한 조건으로 각 블록에 블록 효과, 번짐 효과, 물결 효과 중에서 적어도 한 가지 이상이 발생하는 경우를 선택하였다.

2.1.1 휘도 마스크를 위한 평균 휘도값의 범위

DC계수는 블록의 평균적인 밝기를 나타내고 값의 범위가 약 -1000 ~ 1000 정도이다. 이 때 평균적인 밝기가 너무 어둡거나 밝은 경우에는 이미지의 내용을 판별하기 어렵다고 볼 수 있으며 이러한 블록에서는 왜곡이 많이 발생하더라도 사람의 눈에 쉽게 인지되지 않는다. 그러므로 임계치의 상한과 하한 Lmin과 Lmax를 설정하여 이 범위를 벗어나는 블록은 다음에 설명할 다른 이미지 왜곡 분석의 결과에 관계없이 손실을 많이 허용하여 압축하게 된다. 블록의 왜곡을 인지 가능한 평균 휘도값의 범위는 다음과 같다.

$$Lmin \leq D(0) \leq Lmax \quad (1)$$

이 범위에 포함되지 않아서 손실을 많이 허용하여 압축하는 경우에도 사용되는 양자화 테이블의 계수들 중에서 DC 성분계수는 저손실을 위한 양자화 테이블과 같은 값을 사용하여 DC 성분에서의 양자화 손실로 인한 왜곡은 최대한 줄였다.[1,5]

2.1.2 번짐 효과 발생 블록의 추출 방법

JPEG 표준안의 양자화 테이블로 양자화 하더라도 중

간 이후의 계수들은 보통 0으로 양자화되므로 고주파수 성분은 각 블록의 번짐 효과를 발생시키는데 별다른 영향을 미치지 못한다고 볼 수 있다. 그래서 다음과 같이 계수들의 범위를 정하였고 또 S_{blur} 의 범위를 조사함으로써 번짐 효과의 발생 여부를 판별할 수 있다.

$$S_{blur} = \sum_{i=1..35} |D(i)| \quad (2)$$

S_{blur} 의 값이 너무 작으면 블록 자체가 복잡하지 않기 때문에 번짐 효과가 처음부터 발생할 수 없으며, 반면에 너무 클 경우에는 공간적 마스크 때문에 번짐 효과가 눈에 잘 관찰되지 않는다[4].

2.2 관심도를 고려한 이미지 압축

관심도를 고려한 이미지 압축은 이미지 전체를 동일한 방법으로 압축하는 것이 아니라 이미지 중에서 사용자가 관심을 가지고 있는 부분과 나머지 부분을 달리 압축하는 일종의 주관적 압축방법이다.

그림 2에서 압축 화질을 조절할 수 있는 부분이 양자화 과정에 이용되는 양자화 테이블이므로 관심부분과 나머지부분에 서로 다른 손실 특성을 가지는 양자화 테이블을 달리 적용함으로써 서로 다른 질의 압축 이미지를 얻을 수 있다. 이렇게 하면 이미지 전체를 같은 방법으로 압축할 경우에 비해 관심 부분에 대한 이미지의 질은 일정 수준을 유지하면서 나머지 부분에 대해서는 손실을 더 허용할 수 있기 때문에 전체적으로는 압축효율을 올릴 수 있다.

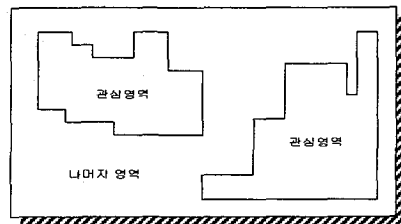


그림 2. 이미지에서의 관심 영역 설정

2.3 블록의 적응적 분류 기법에 의한 압축

적용 DCT는 부호화 효율을 높이기 위하여 블록의 특징을 고려하여 8×8 크기의 블록에 대해 블록의 내용에 따라 적응적으로 분류한 후, 각 분류마다 비트 할당을 위해 비트할당표를 적용한다. 즉 영상을 8×8 블록으로 일정하게 나누어서 각 블록을 에지 상태에 따라 공간 영역에서 분류한다. 이 때 블록의 종류는 균일 영역, 수평 에지 영역, 수직 에지 영역, 사선 에지 영역의 4종류로 나눈다[7].

III. 경계선 영역 검출을 위한 선택적 양자화

윤곽선이 검출되는 부분은 농도가 급격히 변화하는 경계부분으로서 고주파성분을 많이 가지고 있으므로, 평탄 부분에 해당하는 요소들을 가진 저주파 성분의 값을 빼면 윤곽선 성분만 남게 되어 윤곽선을 알아낼 수 있다. 이를 위해서는 영상 부호화에서와는 반대로 AC 성분들 중에서 윤곽선 성분이 들어 있다고 추정되는 고주파 성분을 가진 요소들만 선택하고 나머지 요소들은 작은 값으로 만들어버리는 일종의 양자화 과정이 필요하다. 즉, 대응하는 양자화 테이블의 양자화 계수를 큰 값으로 나누어줌으로써 불필요한 대역폭은 데이터 양을 줄일 수 있으며, 선택된 주파수 영역에서는 작은 양자화 계수를 나누어줌으로써 윤곽선 부분을 강조하고자 하는 것이다. 다음 그림 3은 경계영역을 고려한 가변적인 양자화를 적용한 알고리즘의 구조도이다.

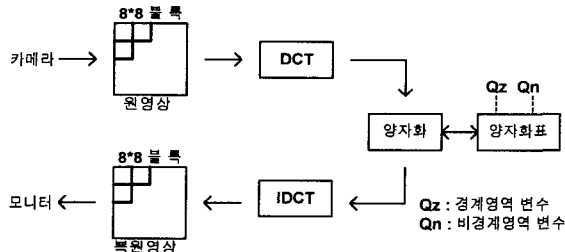


그림3. 경계영역을 고려한 이미지 압축

본 논문에서는 8×8 화소 블록과 같은 크기의 8×8 개의 양자화 계수를 요소로 가지는 양자화 테이블을 준비하고 양자화 테이블의 각 양자화 계수를 $Q_z (z = 9, \dots, 16)$ 로 나타낸다.

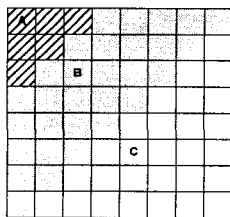


그림 4. 8×8 블록의 영역 구분

양자화 계수들의 값은 그림4에서 보는 바와 같이 DCT후 데이터 블록에서 고주파성분이 많이 존재한다고 추정되는 영역(B영역)에는 원래의 값을 유지하도록 양자화 계수 Q_{xy} 의 값을 원래의 값인 8로 나누어주고, 윤곽선 정보가 적다고 추정되는 영역(A,C영역)에는 양자화 계수를 9~16으로 변화를 주면서 화질의 열화를 최소화시켰다. 양자화 후의 데이터를 T'_{xy} 라 할 때 DCT후의

데이터 T_{xy} 를 양자화 한 결과는 다음과 같이 식 (3)으로 나타낼 수 있다.

$$T'_{xy} = T_{xy} / Q_z ; x, y=0,1,\dots,7, z=9,10,\dots,16 \quad (3)$$

한편, IDCT도 8×8 화소 블록별로 행해지며, T_{xy} 대신 T'_{xy} 를 대입하여 제안된 방식의 정보를 가진 복원된 영상의 픽셀 값을 얻는다. 분할된 모든 블록에 대해 IDCT 처리가 끝나면 이를 다시 하나의 프레임으로 만듦으로써 원하는 저용량의 영상이 얻어진다.

IV. 실험 및 결과

실시간 동영상 저장 시스템을 구현하기 위해 클라이언트는 Pentium II 400 Processor와 RAM 128 MB, VGA 카드는 캡처보드용으로 Dooin Oscar V를 사용하여 실험하였다. 사용된 영상 데이터는 4:1:1 SIF(352*240)인 Bike, Tennis, Flower이며 성능평가를 위해서는 PSNR, 평균 MSE, 파일크기 및 인코딩시간의 4 가지 항목을 기준으로 평가한다. 그림 4에서 경계선 정보를 갖는 B영역의 블록에는 디폴트(default)로 양자화 계수값을 8로 설정하고, A와 C영역에는 양자화 계수값을 9에서 16까지 적용한 8개 항목으로 나누어 실험한 결과 A와 C영역에 양자화 계수값을 12로 주었을 때 PSNR 및 평균 MSE의 항목에서 특히 성능이 좋았다. 따라서 본 논문에서는 제안한 방법은 A와 C영역에 양자화 계수값을 12로 준 결과를 적용한다. 또한 제안된 방법의 성능의 효율성을 입증하기 위해 기존의 압축이 되지않는 방법, 본 논문에서 제안한 방법, 휘도마스킹을 이용한 방법, 블록 추출을 이용한 방법의 4가지 항목으로 나누어 실험한다.

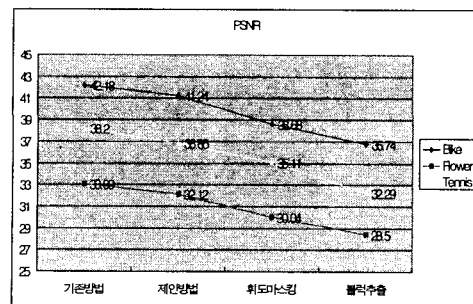


그림 5. 기존방법과 PSNR 비교

그림 5에서 보는 바와 같이 기존 방법과 영상화질을 비교한 결과 제안된 방법의 PSNR은 원영상보다 화질의 열화가 좀더 발생되지만 다른 방법에 비해 많은 향상이 있음을 알 수 있다. 그리고 그림 6은 Average MSE 항

목을 기준으로 비교한 것으로 휘도마스킹이나 블록추출 기법 및 기존의 압축되지 않은 영상보다도 수치가 낮음으로써 더 좋은 결과를 얻는다. 또한 복잡한 영상일수록 현저하게 열화가 발생됨을 알 수 있다.

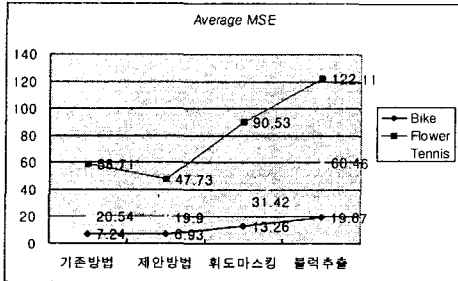


그림 6. 기존방법과 Average MSE 비교

그림 7에서는 파일의 크기를 비교한 것으로 다른 방법들과 비교하여 비슷하거나 좀 더 감소된다. 특히 복잡한 영상일수록 파일크기가 많이 감소되며 화질열화가 많고 파일크기를 줄이는 방법에 비교하여 제안된 기법이 매우 월등함을 알 수 있다

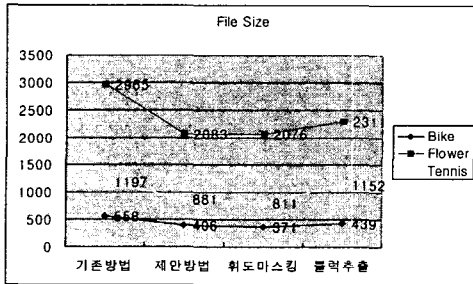
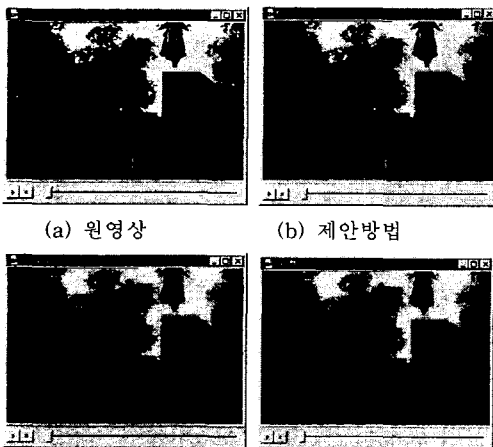


그림 7. File Size 비교



(a) 원영상 (b) 제안방법 (c) 휘도마스킹기법 (d) 블록추출기법
그림 8. 제안된 방법과 비교영상(Bike)

마지막으로 그림 8에서는 원영상과 비교한 경우 거의 화질의 변화가 없었으며 휘도마스킹이나 블록추출기법 보다는 화질개선이 월등하게 좋음을 알 수 있다.

V. 결론

본 논문에서 제안된 알고리즘을 토대로 가장 효율적인 경계선 정보를 갖는 블록들을 추출한 후, 3개의 영역으로 구분하고, 검출된 영역에는 양자화 계수값을 8로, 그 외의 영역에 대해서는 실험결과 양자화 계수값을 12로 주었을 경우, PSNR, MSE, 파일크기 그리고 인코딩 시간의 4가지 평가항목을 기준으로 보았을 때, 가장 좋은 결과를 얻을 수 있다. 또한 기존연구들과 비교분석한 경우, PSNR은 원영상보다 화질의 열화가 좀더 발생되지만 다른 방법에 비해 많은 향상이 있으며 Average MSE은 가장 좋은 결과를 보여주고 있다. 또한 파일크기에서도 다른 방법들과 비교하여 비슷하거나 좀 더 감소하고 있음을 알 수 있다. 따라서 제안된 기법은 기존의 방법에 비해 고화질 저용량의 데이터 압축의 성능향상을 보였다. 향후연구과제는 이미지 압축방법의 개선을 위해 이미지 왜곡의 종류 및 왜곡량 예측에 대한 연구가 더 이루어져야할 것으로 생각된다.

참고문헌

- [1] 김진태, 김동욱, 최종수, "영상 데이터 압축을 위한 움직임 보상 적용 DCT", 정보과학회논문지 11월, 1997, pp1144-1151
- [2] S. A. Karunasekera and N. G. Kingsbury, "A Distortion Measure for Blocking Artifacts in Images based on Human Visual Sensitivity". Proc. of SPIE. Visual Communications and Image processing, '93. vol. 2094. pp. 474-486. Cambridge. MA. USA. 1993
- [3] A. B. Watson, "DCT quantization matrices visually optimized for individual images", Proc of SPIE, Vol 1913. pp 202-216, San Jose, CA, USA, 1993
- [4] 허봉식, 김민환, "블럭DCT 기반의 시각적응적 이미지 압축에 관한 연구", 정보과학회논문지 제 22권 제 10호 pp1405-1415
- [5] K. R. Rao, P. Yip, Discrete Cosine Transform: Algorithms, Advantages, Applications, New York, Academic Press, 1990
- [6] MPEG-1 ISO/IEC 11172, "Information Technology Coding of Moving Picture and Associated Audio for Digital Storage Media at up to about 1.5Mbit/s", Aug 1993.
- [7] K.R.Rao, J.J.Hwang, "Techniques and Standards for Image, Video and Audio Coding", Prentice Hall, 1996