

논문 2008-1-3

모바일 QVGA 영상을 위한 JPEG 양자화 테이블 설계에 대한 연구

A JPEG Quantization Table Design for Mobile QVGA Images

정구민*, 이종덕**, 강동욱*

Gu-Min Jeong*, Jong-Deok Lee**, Dong-Wook Kang*

요 약

본 논문에서는 모바일 영상을 위한 JPEG 양자화 테이블 설계 방법을 제안한다. 작은 화면에서 많은 정보를 표현해야 하는 모바일 영상의 특성을 고려하여 고주파 성분의 영향을 보정하도록 양자화 테이블을 모델링한다. 제안한 모델링 방법을 서비스되는 모바일 QVGA 영상에 적용하여 pre-emphasis factor를 최적화 하였다. 모바일 QVGA 영상에 대한 실험을 통하여 bpp와 PSNR이 향상됨을 보였다.

Abstract

This paper presents a new JPEG quantization table design method for mobile images in handset. From the characteristics of the mobile images, we propose a modeling method of the quantization table and select the optimized pre-emphasis factor from various sets of 240×320 images. From the experiment, we show that the performance is improved in the sense of bpp and PSNR, applying the proposed method.

Key Words : JPEG, Quantization Table, Mobile QVGA Image

1. 서 론

JPEG [1][2]은 현재 정지영상의 사실상의 표준으로 사용되고 있다. JPEG은 사진과 같은 영상에서 좋은 압축률을 보이고 있으며 휴대용 단말기에서도 사진 등에 널리 사용되고 있다. 휴대용 단말기의 멀티미디어 기능이 발전함에 따라 휴대용 단말

기의 LCD 크기도 커지고 있으며 현재 대부분의 휴대용 단말기에는 QVGA (320×240) LCD가 널리 사용되고 있다.

QVGA (320×240)는 PC나 일반 디지털 카메라에서 사용되는 크기에 비해서 매우 작은 크기이다. 이에 따라서 휴대용 단말기 영상들은 PC나 디지털 카메라에 비해서 다른 특성-작은 크기의 영상에 많은 정보를 담아야 하는 특성-을 갖는다 [3].

* 정회원, 국민대학교 전자공학부

** 준회원, 국민대학교 전자공학부

접수일자 : 2007.10.20, 수정완료일자 : 2008.1.16

휴대용 단말기에서의 영상은 작은 이미지 크기 내에서 정보를 표현해야 한다. PC나 디지털 카메라용 영상을 휴대용 단말기를 위해서 QVGA 영상 등으로 크기를 재조정할 경우 영상 내의 주파수 특성이 변화될 수 있다. 즉 큰 영상을 작은 화면에서 표현하기 위해서 영상의 8×8 블록 내에서 고주파 성분의 증가를 가져올 수 있다.

따라서 고주파 성분이 많은 모바일 영상의 특성을 고려하여 고주파 성분의 양자화 값을 낮추고 저주파 성분의 양자화 값을 높여 주면 모바일 영상을 위한 양자화 테이블 설계가 가능하다.

본 논문에서는 모바일 영상을 위한 양자화 테이블 모델링 및 설계 방법을 제안하고 이를 320×240 영상에 적용하여 효율성을 검증한다. 고주파 성분을 보강하고 저주파 성분을 좀 더 압축하는 새로운 양자화 테이블 설계 방법을 제안하고 검증한다. 특히 R-D 최적화[4] 와 달리 기존의 표준 양자화 테이블을 이용하여 새로운 양자화 테이블을 모델링하여 양자화 테이블을 재전송할 필요가 없이 모델링 파라미터만 전송할 수 있도록 설계한다. SK 텔레콤의 사진 영상들[5]에 대해서 실험을 통하여 효율성을 검증한다.

제안한 방법은 기존의 JPEG 인코더/디코더에 간단히 적용될 수 있으며 320×240 영상에 대해서 압축효율을 높일 수 있는 장점을 가진다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 모바일 영상을 위한 양자화 테이블 모델링 방법을 제안한다. 3 장에서는 실제 서비스되는 영상들을 이용하여 최적의 양자화 테이블을 구하고 압축의 효율성을 검증하며 4장에서는 결론을 맺는다.

II. 모바일 영상을 위한 양자화 테이블 모델링

본 논문에서는 모바일 영상의 특성을 고려하여 고주파 성분을 보강할 수 있는 양자화 테이블 모델링 방법을 제안한다. JPEG 영상에서 고주파 성

분을 보강하려면 고주파 성분의 양자화 테이블 값을 작게 할 필요가 있다. 그러나 이 경우 압축 성능에 영향을 줄 수 있으므로 압축 성능을 위해서 저주파 성분의 양자화 테이블 값을 크게 하여 저주파 성분의 영향을 줄이게 된다.

$T(x, y)$ 를 8×8 양자화 테이블의 (x, y) 번째 원소라고 하면, 제안하는 방법에서는 표준 양자화 테이블 T_S 와 pre-emphasis factor α 에 대해서 $T_F(1,1) = \alpha T_S(1,1)$, $T_F(8,8) = \frac{1}{\alpha} T_S(8,8)$ 이 되게 한다. pre-emphasis factor α 를 1보다 크게 설정하여 고주파 성분을 보강하고 저주파 성분의 영향을 줄이도록 한다.

그림 1은 이와 같은 방법을 바탕으로 양자화 테이블을 모델링하는 방법을 나타낸 것이다. 표준 양자화테이블과 pre-emphasis factor α 를 이용하여 양자화테이블을 모델링한다.

그림 1의 모델링 방법을 간략하게 요약하면 다음과 같다. 먼저 표준 양자화테이블 T_S 로부터 선형모델 T_L 을 얻는다. 선형 모델 T_L 에서 $T_L(1,1) = T_S(1,1)$, $T_L(8,8) = T_S(8,8)$ 로 두고 나머지 원소들은 식(1)에 의해서 계산된다.

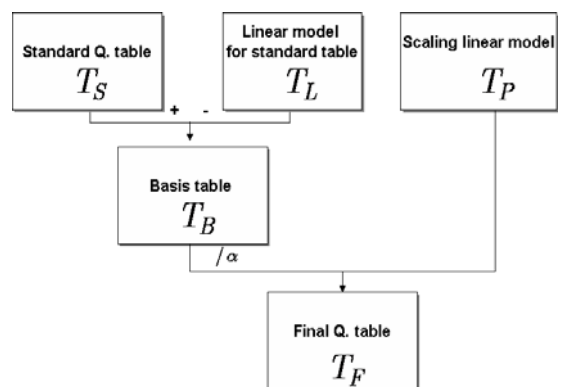


그림 1. 제안하는 양자화 테이블 모델링 방법
Fig. 1. The proposed modeling scheme of quantization table

$$T(x,x) = T(x) = \frac{T(8) - T(1)}{7}(x-1) + T(1), \text{ if } x=y$$

$$T(x,y) = T\left(\frac{x+y}{2}\right), \text{ if } x+y \text{ is even} \quad (1)$$

$$T(x,y) = \frac{T\left(\frac{x+y-1}{2}\right) + T\left(\frac{x+y+1}{2}\right)}{2}, \text{ if } x+y \text{ is odd}$$

베이스스 테이블 T_B 는 $T_B = T_S - T_L$ 과 같이 얻어진다. 그리고 pre-emphasis factor α 를 이용하여 Scaling linear model T_P 가 계산된다. T_P 를 얻기 위하여 $T_P(1,1)$ 과 $T_P(8,8)$ 을 α 에 따라서 이용하여 다음과 같이 둔다.

$$T_P(1,1) = \alpha T_L(1,1),$$

$$T_P(8,8) = \frac{1}{\alpha} T_L(8,8).$$

T_P 도 선형 모델이므로 T_P 의 나머지 원소들은 식(1)을 이용하여 얻어진다.

마지막으로 최종 양자화 테이블 모델 T_F 는 T_P , T_S 그리고 T_L 을 이용하여 다음 식으로 얻어진다.

$$T_F = T_P + (T_S - T_L)/\alpha.$$

표 1은 각각 표준 JPEG양자화 테이블 T_S 와 선형 모델 T_L 을 보여준다. 또한 표 2는 $\alpha = 2$ 일 때의 선형 모델 T_P 와 최종 양자화 테이블 T_F 를 보여준다.

표 1. JPEG 양자화 테이블 T_S 과 선형 모델 T_L
Table 1. JPEG quantization table T_S and linearized model T_L

16	11	10	16	24	40	51	61	16	21	27	33	39	45	51	57
12	12	14	19	26	58	60	55	21	27	33	39	45	51	57	63
14	13	16	24	40	57	69	56	27	33	39	45	51	57	63	69
14	17	22	29	51	87	80	62	33	39	45	51	57	63	69	75
18	22	37	56	68	109	103	77	39	45	51	57	63	69	75	81
24	35	55	64	81	104	113	92	45	51	57	63	69	75	81	87
49	64	78	87	103	121	120	101	51	57	63	69	75	81	87	93
72	92	95	98	112	100	103	99	57	63	69	75	81	87	93	99

표 2. $\alpha=2$ 일 때 선형 모델 T_P 과 최종 양자화 테이블 T_F

Table 2. The linearized model T_P and the final quantization table T_F when $\alpha=2$

32	33	34	35	37	38	39	40	32	28	25	26	29	35	39	42
33	34	35	37	38	39	40	42	28	26	25	27	28	42	41	38
34	35	37	38	39	40	42	43	27	25	25	27	33	40	45	36
35	37	38	39	40	42	43	44	25	26	26	28	37	54	48	37
37	38	39	40	42	43	44	45	26	26	32	39	44	63	58	43
38	39	40	42	43	44	45	47	27	31	39	42	49	58	61	49
39	40	42	43	44	45	47	48	38	43	49	52	58	65	63	52
40	42	43	44	45	47	48	49	47	56	56	55	60	53	53	49

그리고 그림 2와 그림 3은 표 1과 표 2를 3차원으로 표현한 것이다.

제안된 방법을 이용하여 최종 양자화 테이블은 표준 양자화테이블과 pre-emphasis factor α 로부터 쉽게 얻어질 수 있다. $\alpha=1$ 일 경우 $T_F = T_S$ 가 되며 α 값이 커짐에 따라서 영상에서 고주파 부분의 영향이 증가하고 저주파 부분의 영향이 감소하게 된다.

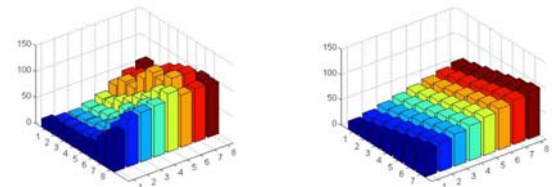


그림 2. 표준 양자화 테이블 T_S 과 선형 모델 T_L
Fig. 2. JPEG quantization table T_S and linearized model T_L

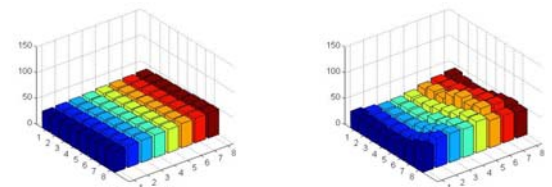


그림 3. $\alpha=2$ 일 때 선형 모델 T_P 과 최종 양자화 테이블 T_F

Fig. 3. The linearized model T_P and the final quantization table T_F when $\alpha=2$

III. QVGA모바일 영상에 대한 pre-emphasis factor 최적화

3장에서는 2장의 모델링 방법에 대해서 실제 서비스되는 모바일 QVGA 영상을 이용하여 pre-emphasis factor를 최적화 하고 화질과 크기 등을 비교하도록 한다.

SK Telecom의 사진 서비스[5]에 사용되는 사진 영상 중에서 얼굴 영상 100장, 전신 영상 100장, 배경 영상 100 장의 3개 그룹 300 장의 영상들을 이용하여 pre-emphasis factor를 최적화하도록 한다. 그림 4는 실험에 사용한 각 그룹들의 영상 예이다.



그림 4. 실험에 사용한 모바일 QVGA 영상 예
Fig. 4. Examples of the test QVGA images

각 3개의 영상군에 대해서 다음 식과 같은 Lagrangian cost함수를 최적화하는 α 를 얻도록 한다.

$$J(\alpha) = D(\alpha) + \lambda R(\alpha),$$

여기서 $D(\alpha)$, $R(\alpha)$ 는 각각 양자화 테이블에 따르는 rate와 distortion을 나타내고 λ 는 Lagrangian 계수이다.

표 3은 $\lambda=1.125$ 인 경우 α 값을 1.1에서 2.5까지 0.1 씩 변화시킬 때 3개 영상군에 대한 cost함수의 값을 보여준다. 얼굴 영상에서는 1.6, 전신 영상에서는 1.7, 배경 영상에서는 1.9에서 각각 최적임을 볼 수 있다.

표 3. α 값의 변화에 따른 $J(\alpha)$ 값의 변화

Table 3. The values of $J(\alpha)$ according to α

α	얼굴사진	전신사진	배경사진
1.1	20.53	45.45	40.26
1.2	20.46	44.93	39.46
1.3	20.33	44.62	38.78
1.4	20.31	44.50	38.35
1.5	20.32	44.47	38.07
1.6	20.16	44.19	37.52
1.7	20.21	44.16	37.25
1.8	20.29	44.24	37.19
1.9	20.28	44.24	36.93
2.0	20.56	44.40	37.19
2.1	20.72	44.59	37.22
2.2	20.66	44.78	37.18
2.3	21.06	44.97	37.29
2.4	21.36	45.25	37.61
2.5	21.63	45.54	37.84

표 4는 3개 영상 군 300 장에 대해서 표준 양자화 테이블을 사용한 경우와 최적 α 를 사용한 경우에 대해서 평균 크기와 PSNR을 비교한 것이다. 제안된 방법을 사용할 경우 크기는 각각 5.97, 6.25, 3.34%정도 줄었으며 PSNR은 각각 0.08, 0.15, 0.47 dB가 향상되었다.

표 4. 표준 양자화 테이블 T_S 과 제안 테이블 T_F 결과 비교

Table 4. Results for T_S and T_F

	얼굴사진		전신사진		배경사진		평균	
	bpp	dB	bpp	dB	bpp	dB	bpp	dB
T_S	1.192	35.32	1.520	31.71	1.576	32.18	1.432	33.07
T_F	1.120	35.40	1.424	31.86	1.520	32.65	1.360	33.30
개선도	5.97%	0.08dB	6.25%	0.15dB	3.43%	0.47dB	5.14%	0.23dB

다음은 얼굴 영상, 전신 영상, 배경 영상에 대해서 최적 α 를 각각 1.6, 1.7, 1.9로 고정하고 다른 영상군을 선택하여 실험하였다. 같은 사이트에서 서비스되는 영상들 중에서 첫 번째 실험에서 사용하지 않은 영상들을 3개군 300장을 선택하여 선택된 최적 α 값을 이용하여 성능을 비교하였다.

표 5는 두 번째 실험의 결과 값을 보여준다.

표 5. 다른 영상군을 이용한 비교

Table 5. Results for other images

	얼굴사진		전신사진		배경사진		평균	
	bpp	dB	bpp	dB	bpp	dB	bpp	dB
T_S	1.256	35.07	1.320	33.85	1.536	33.02	1.371	33.64
T_F	1.176	35.24	1.248	34.25	1.504	32.54	1.261	34.01
개선도	6.37%	0.17dB	5.45%	0.40dB	2.08%	0.52dB	5.29%	0.37dB



그림 5. 두 번째 실험에 사용한 모바일 QVGA 영상 예
Fig. 5. Test examples for experiment 2

표 5와 같이 제안된 방법을 사용할 경우 T_S 를 사용하였을 때와 비교하여 크기는 각각 6.37, 5.45, 2.08% 정도 향상되었고 PSNR은 각각 0.17, 0.40, 0.52 dB가 향상되었다.

표4, 표5와 같이 모바일 QVGA 영상에 대해서 평균적으로 각각 5.15%, 0.23dB, 5.29%, 0.37dB 향상됨을 볼 수 있다.

제안한 방법은 기존의 R-D최적화와 비교하여 pre-emphasis factor만을 전송하므로 구조가 간단한 장점이 있다.

IV. Conclusion

본 논문에서는 모바일 영상에 사용이 가능한 JPEG 양자화 테이블 설계 방법을 제시하고 QVGA 영상에 적용하여 효용성을 검증하였다. 모바일 영상들은 작은 화면에 많은 정보를 디스플레이 해야 하기 때문에 일반 PC 영상과는 다른 주파수 특성을 가지게 된다. 특히 고주파 성분의 영향이 많아지기 때문에 JPEG 표준 양자화 테이블

를 적용할 경우 효율성이 떨어질 수 있다.

본 논문에서는 JPEG 표준 양자화 테이블로부터 모바일 영상에 적용 가능한 양자화 테이블을 모델링하고 모바일 QVGA 영상들에 적용하였다. 서로 다른 특성을 가지는 영상 군에 대해서 cost 함수를 최적화하여 화질과 크기 면에서 압축 성능이 향상됨을 보였다.

제안한 양자화 테이블 모델링 방법은 표준 양자화 테이블에서 쉽게 얻어질 수 있어서 다양한 모바일 서비스에 적용이 가능할 것으로 생각된다.

V. 참고 문헌

- [1] G. K. Wallace, "The JPEG still-picture compression standard", Commun. ACM, vol. 34, pp. 30-44, Apr. 1991
- [2] Independent JPEG Group, <http://www.ijg.org>.
- [3] G.-M. Jeong, J.-H. Kang, Y.-S. Mun and D.-H. Jung, "JPEG Quantization Table Design for Photos with Face in Wireless Handset", Lecture Notes in Computer Science, vol. 3333, pp.681-688, Dec. 2004
- [4] M. Crouse and K. Ramchandran, "Joint thresholding and quantizer selection for transform image coding: entropy- constrained analysis and applications to baseline JPEG," IEEE Trans. on Image Processing, vol. 6, no. 2, pp.285-297, 1997.
- [5] SK Telecom Photo Service, <http://photo.nate.com>

— 저 자 소 개 —



정구민(정회원)

- 2001년 서울대 전기컴퓨터공학부 (공학박사)
- 2001년 ~ 2004년 (주)네오엠텔 책임 연구원
- 2004년 ~ 2005년 SK 텔레콤 터미널 개발팀 과장

• 2005년 ~ 현재 국민대 전자공학부 조교수
<주관심분야 : 임베디드 시스템, 휴대용 단말기 어플리케이션, 차량전자제어>



이종덕(준회원)

- 2007년 국민대 전자공학과(공학사)
 - 2007년 2월 ~ 현재 국민대 대학원 전자공학과 석사과정
- <주관심분야 : 임베디드 시스템, 휴대용 단말기 어플리케이션, 패턴인식>



강동욱(정회원)

- 1995년 서울대학교 전자공학과 박사
- 2000년 9월 ~ 2001년 Lucent Technology MTS
- 1995년 ~ 현재: 국민대학교 전자공학부 교수

<주관심분야 : 비디오 코딩, 영상 통신>