

명도 신호를 이용한 색도신호의 부호화에 관한 연구

84337

° 이해영 이만섭 김성대 김계군
한국과학기술원 전기 및 전자공학과

On the luminance adaptive DPCM coding
of chrominance signals

Hae yeung Lee, Man Seop Lee, Seong Dae Kim, Jae-kyoon Kim
Department of Electrical Engineering, KAIST

Abstract

In component coding, it is well known that a luminance edge provides better masking of the noise added to chrominance signals. So we propose an adaptive DPCM coding system which provides good performance in chrominance signals by using the effect of this masking.

1. 서론

칼라 영상신호의 DPCM 부호화 방식에는 합성 (composite) DPCM 방식과 성분별(component) DPCM 방식으로 크게 나눌수 있다. 합성 DPCM 방식은 NTSC 칼라 합성신호를 바로 DPCM 부호화 하는 것이고 성분별 DPCM 방식은 칼라신호를 명도 성분과 색도성분으로 변환하여 각각에 대하여 DPCM을 적용하는 것이다. 그런데 합성 DPCM에서는 칼라 subcarrier의 영향 때문에 부호화 성능이 떨어지는 단점이 있다. 그래서 보다 좋은 화질을 얻기 위하여 성분별 DPCM 방식이 많이 연구되고 있다.

칼라 신호의 각 성분들 사이의 상관관계는 거의 없으나 일반적으로 명도성분이 변하는 곳에서는 색도성분도 변하며 또한 색도성분에 대한 명도성분의 masking 효과는 색도성분의 masking 효과 보다 더 좋다. 이러한 성질을 이용하여 색도신호를 부호화하는 Adaptive DPCM 방식을 제안한다.

2. 본론

칼라 영상신호에서 통계적으로 명도신호의 변화가 큰 곳에서는 색도 신호의 변화도 크고 명도신호의 변화가 작은 곳에서는 색도신호의 변화도 작게 나타난다. 일반적으로 DPCM 부호화 시스템에서 신호의 변화량이 크면 예측오차(prediction error)도 크게 나타나므로 명도신호의 변화 정도를 인식함으로써 색도신호의 예측오차의 정도를 추정할 수 있다. 뿐만 아니라 색도신호에 대한 명도신호의 masking 효과는 색도신호의 masking 효과 보다 더 좋다. 그러므로 이러한 특성을 이용하여 명도성분에 기초를 둔 adaptive DPCM 부호화 시스템을 제안하였다.

본 연구에서 제안한 부호화 시스템의 구조는 그림1과 같다.

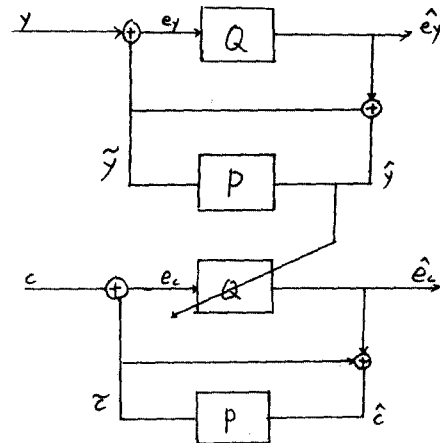


그림1 ADPCM 시스템의 구조도

Fig1 Block diagram of ADPCM system
이 시스템은 명도신호(y)를 먼저 전송하고 이미 전송된 명도신호(\hat{y})의 변화 정도에 따라 색도신호(I, 혹은Q)의 양자기를 switch하는 시스템이다. 여기서 재생된 명도신호(\hat{y})의 화소들로부터 변화량을 나타내는 함수를 정의하여 그 변화량의 정도에 따라 적당한 threshold를 정하여 영상신호를 여러 조각(segment)으로 나누고

각 조각에 대하여 각각의 다른 양자기를 사용하여 좋은 화질의 영상을 얻고자 한다.

본 연구에서는 명도신호의 변화량을 나타내는 함수로서 Solbel이 영상개선에 사용한 edge 연산기를 이용한다. 이 식에서 E는 명도신호의 기울기를 나타내며 abs(.)는 절대치를 나타낸다.

L1	L2	L3
L8	L0	L4
L7	L6	L5

L0: 현재 부호화하고 있는 화소의 명도성분
 그림2 명도성분의 국부회소
 Fig2 Local luminance pel

$$X = L1+2*L2+L3-L5-2*L6-L7 \quad (1)$$

$$Y = L3+2*L4+L5-L1-2*L8-L7 \quad (2)$$

$$E = \text{abs}(X) + \text{abs}(Y) \quad (3)$$

명도신호의 기울기(E)에 대한 색도신호의 visibility function $vc(\cdot)$ 는 일반적으로 그림3과 같이 나타낸다. [2] 여기서 기울기(E)에 대하여 적당한 threshold를 정하여 영상신호를 4개의 조각으로 나누어 각 조각에서의 visibility는 일정한 상수값($f0, f1, f2, f3$)으로 근사시키면 각 조각에서의 색도신호의 잡음(Noise)이 인간의 눈에 보이는 정도가 거의 일정하므로 Uniform 양자기를 사용하여 양자화 잡음(quantization noise)의 크기를 일정하게 한다. 그리고 각 조각에서의 색도신호의 예측오차(prediction error)의 확률분포를 고려하여 색도신호의 Mean Square Quantization Error를 최소화하도록 설계되었다.

3. Simulation 결과 및 검토

본문에서 제안한 시스템은 영상신호에서 명도성분의 기울기에 따라 영상을 여러 조각으로 나누어 각 조각에 대하여 다른 양자기를 사용하는 Adaptive DPCM 부호화 시스템이다. 이 시스템과 비교할 DPCM 시스템은 예측오차의 통계적 특성을 고려한 Non-Uniform Laplacian 양자기를 사용한 시스템으로 Computer Simulation에 의해 성능을 비교하였다. Simulation에 사용한 칼라 영상데이터는 "GIRL_2"로써 그 크기가 256x256 이고 8bit/pel의 resolution 을 갖는 데이터로 그 통계적 특성은 표1과 같다. 그리고 이 두 시스템에서 사용한 예측기는 그림4와 같다.

C3	C2
C1	C0

C0 ; present pel
 $\hat{C0} = (C1 + C2)/2$

그림4 국부 색소 회소
 Fig4 Local chrominance pel

여기서 $\hat{C0}$ 는 C0의 예측치(predicted value)를 나타낸다. 이 예측기를 사용하여 구한 예측오차는 그림5와 같다. 여기서 사용한 기울기(E)의 threshold는 각각 다음과 같다.

$$E1 = 20 \quad (4)$$

$$E2 = 50 \quad (5)$$

$$E3 = 150 \quad (6)$$

이 그림5로부터 명도신호의 변화가 큰 곳에서는 색도신호의 예측오차가 크게 나타난다는 것을 알 수 있다. 그리고 각 시스템에서 사용한 양자기는 표2에 나타나 있다. 부호화 시스템의 평가기준으로는 NMSE로써 원영상 f와 재생영상 f*와의 mean square error를 원 영상의 분산으로 정규화한 값으로 부호화 시스템의 성능평가에 널리 쓰이고 있다.

$$NMSE = E\{[f-f^*]^2\} / \{E\{f^2\} - E\{f\}^2\} \quad (7)$$

색도성분(I,Q)에 대한 두 시스템의 전송속도에 따른 NMSE를 표3에 나타내었다. 표3에의하면 본 연구에서 제안한 시스템이 보다 좋은 성능을 나타낸다는 것을 알 수 있다.

4. 결론

본 연구에서는 칼라신호의 각 성분들 사이의 상관 관계는 없으나 일반적으로 명도성분이 변하는 곳에서는 색도성분도 변한다는 성질을 이용하여 색도신호를 부호화하기 위하여 명도신호를 이용한 Adaptive DPCM 방식을 제안하였다. Simulation의 결과로부터 본문에서 제안한 시스템이 단순한 DPCM 부호화 시스템 보다 그 성능이 좋아짐을 알 수 있다.

참 고 문 헌

- 1 J.O Limb, C.B Rubinstein, and J.E Thompson "Digital coding of color video signals" IEEE Trans. Comm., Vol Com-25, P1349-1385
- 2 A.N Netravali and C.E Rubinstein "Quantization of color signals" Proc. of IEEE, Vol 65 P1177-1187
- 3 A.N Netravali and C.B Rubinstein "Luminance adaptive coding of chrominance signals" IEEE Trans. Comm., Vol Com-27, P703-710
- 4 D.K Sharma and A.N Netravali "Design of quantizers for DPCM coding of picture signals" IEEE Trans. Comm., Vol Com-25 P1267-1274
- 5 A.N Netravali and B. prasada "Adaptive quantization of picture signals using spatial masking" Proc of IEEE, Vol 65 P536-548

Visibility of chrominance signals

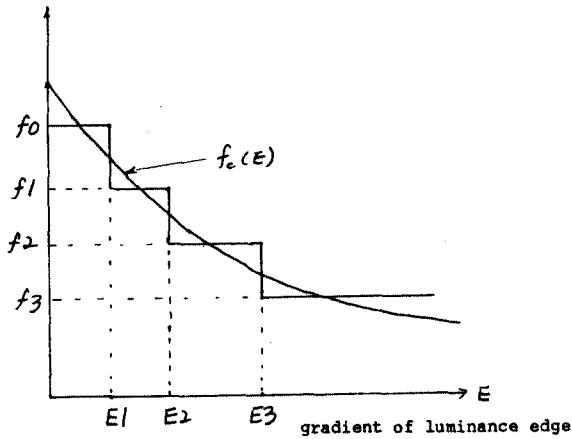


그림 3. 색도신호의 ADPCM 양자화에 대한 Segmentation

Fig 3 Segmentations for ADPCM quantization of chrominance signals

표 1. 영상데이터 "Girl-2"의 통계적 특징

Table 1. Statistics of Image data "Girl-2"

	Y	I	Q
평균	111.18	11.00	-3.48
분산	2465.07	812.41	156.09

probability

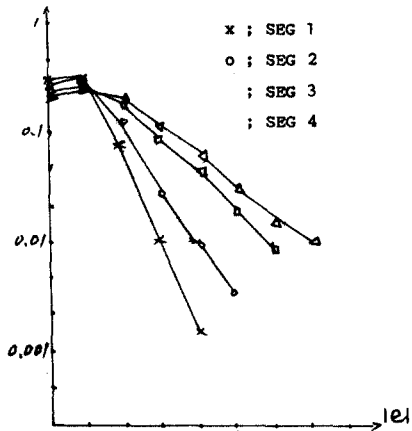


그림 5. 각 코닥에서 I 신호에 대한 예측오차

Fig. 5 Plot of probability of prediction errors for I signal in each segment

표 2. 각 시스템의 양자기 level

Table 2. Quantizer levels for each system

시스템	양자기 levels	
	3 bit	2 bit
SEG 1	0,1,2,3	0,2
SEG 2	0,2,4,6	0,3
SEG 3	0,3,6,9	0,5
SEG 4	0,4,8,12	0,7
DPCM	0,2,5,8	0,5

a) I Data

시스템	양자기 level	
	3 bit	2 bit
SEG 1	0,1,2,3	0,1
SEG 2	0,1,2,3	0,2
SEG 3	0,1,2,4	0,3
SEG 4	0,1,2,4	0,3
DPCM	0,1,2,4	0,2

b) Q Data

이 Data는 representative level을 나타낸다

표 3. 시스템의 성능비교

Table 3. Performance of coding System

	Data Bit rate	ADPCM	DPCM
I	3	-29.30	-27.25
	2	-23.75	-22.48
Q	3	-41.44	-40.26
	2	-32.54	-31.87