

이 만 선*, 박 종 석**, 김 재 근**
*한국과학기술원(한국전기통신연구소 산하) **한국과학기술원

A Video Codec for Using Optical Fiber Transmission Technology

Man Seop Lee*, Jong Seok Park**, Jae Kyoon Kim**

*K A I S T (sponsored by KETRI) **K A I S T

ABSTRACT

Parameters of the design on the video codec have been studied using optical fiber transmission technology. And according to the parameters a composite DPCM codec has been designed, which is transmitting an NTSC color TV signal at a 44.736 Mbps. The results of the experiment on the codec will be useful for a better one in the next year.

1. 서 론

최근 영상전송 시스템은 광섬유 통신 시스템 기술과 영상 coding 방식의 발전으로 기존 영상 전송 시스템의 기술적 제한을 극복하여 실제적인 응용 단계에 이르고 있고 특히 광섬유 전송 시스템은 영상전송 서비스의 확대에 중요한 역할을 하고 있다.

광섬유를 이용하는 영상전송 시스템은 analog 방식과 digital 방식으로 대분되며 전자는 다시 D-IM (Direct Intensity Modulation), PFM - IM (Pulse Frequency Modulation Intensity Modulation), FM-IM (Frequency Modulation Intensity Modulation) 으로 후자는 PCM - IM (Pulse Code Modulation Intensity Modulation), DPCM - IM (Differ-

ential Pulse Code Modulation Intensity Modulation)으로 나뉘어 진다.

D - IM 은 짧은 전송 거리에 경제적으로 가장 유리한 방식으로 ITV (Industrial Television)에 응용 가능하고 [1] PFM - IM은 SNR과 비직선 입력 특성이 다른 방식보다 좋으므로 짧은 전송거리의 방송망 품질이 요구되는 것에 적합하며 PCM - IM, DPCM - IM 은 장거리 전송에 적합한 방식으로서 PCM - IM은 DPCM - IM보다 간단하나 많은 대역폭을 점유하고 경제적으로 불리하므로 DPCM - IM 방식에 대한 연구가 활발히 진행되어 왔다. [2], [3], [4] 국내에서 analog 방식에 대한 연구가 진행되어오며 [5] 기존 PCM통신망 조직에 적합한 digital 방식에 대한 연구의 필요성이 대두되어 왔다. 따라서 이러한 필요성에 따라 국내통신망 조직중의 T3 급 (44.736Mbps) 전송속도에 맞추어 방송망 품질의 장거리 영상전송 시스템의 연구 개발이 KAIST 와 KETRI 의 협조하에 추진되고 있다.

이와같은 연구의 대상은 이미 T3 급 광통신 시스템이 KETRI 에서 연구 개발 되어있으므로 [6], [7] 광통신 시스템이 포함되는 전송은 연구 대상에서 제외하고 NTSC color TV codec (coder decoder) 의 연구에 국한하고 있다.

따라서 본 논문에서는 금년도의 연구목표가 광섬유 통신을 이용한 영상전송 시스템의 가능성 타진 및 그에 대한 평가에 있으므로 일차적으로 영상전송

시스템의 codec 설계에 관하여 언급하고자 한다.

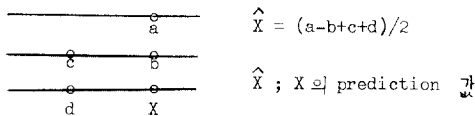
2. NTSC color TV codec 설계

1) Prediction algorithm

DPCM coding 방법에는 크게 component separation coding 방법과 composite coding 방법이 있다. [4] 전자는 NTSC composite color TV 신호를 luminance 성분과 2개의 chrominance 성분으로 분리하여 각각 따로 coding 하는 것으로서 TV 신호를 분리하지 않고 coding 하는 composite coding 방식보다 성능에 있어서는 우수하나 hardware가 매우 복잡하다.

따라서 본 논문의 coding 방식에는 성능에 있어서 떨어지지만 hardware를 고려한 composite coding 방식을 택하였다. 이러한 composite DPCM prediction algorithm에는 TV 신호의 각 성분들이 인접한 pel 사이에서 상관관계가 높다는 것을 이용하는 여러 종류의 prediction algorithm이 있으나 [2], [3], [4] 그중 1979년 Sawada와 Kotera가 제시한 algorithm이 two dimensional algorithm으로서 prediction에 많은 pel을 사용하였지만 앞에 언급한 것들 보다는 성능이 우수하므로 이것을 사용하였다. [4]

이때의 prediction algorithm은 아래와 같이 표시된다.



a, b, c, d, X; pel

(2) Sampling 주파수

Sampling 주파수는 최소한 Nyquist rate 이상이어야 하며 DPCM coding에서 사용하는 prediction algorithm에서는 sampling 주파수, f_s 가 수평동기 신호 주파수, f_H 의 정수배가 되면 된다. 그 밖에 sampling 주파수에 영향을 주는 것은 전송 속도, 음성정보량, 단위 pel 당 비트수 등이 있다. 이들을 고려한 sampling 주파수 f_s 를 564

배의 f_H 까지 가능하여 이때 f_s 는

$$f_s = 564 \times f_H = 564 \times 0.015734264 \text{ MHz}$$

$$\approx 8.87 \text{ MHz}$$

이고 1 pel 당 5 bit로 DPCM coding하면 quantization level은 $2^5 = 32$ level이 된다. 이와같은 sampling 주파수는 보통 TV 신호에 있는 color burst에서 PLL을 걸어 얻고 있는데 이와같은 회로의 block diagram은 그림(1)과 같고 여기서 VCO의 출력 44.370 MHz를 $\div 5$ 하여 sampling 주파수를 얻는다. 이때 이와같은 구성은 color burst가 수평동기 주파수 f_H 의 $455/2$ 배인 관계식을 이용한 것이다.

3) Encoder/Decoder

DPCM Encoder는 NTSC color TV 신호를 받아 prediction 값과 참값의 차(즉 error signal)을 만들어 이를 부호화하여 전송하는 것이다. 이와같은 기능의 hardware의 구성은 다음과 같다.

DPCM prediction algorithm이 two dimensional algorithm이고 4개의 이전 data를 사용하므로 2개의 line의 pel을 저장할 수 있는 용량의 memory가 이들의 data를 저장하여 가감산기에 이어지는 연산을 통하여 prediction 값 $\hat{X} = (a-b+c+d)/2$ 이 얻어지도록 한다. 이 값은 참값 X와 비교되어 error 신호값 $e = X - \hat{X}$ 를 만들어 내고 이 error 신호값이 다시 ECL PROM으로 구성된 quantizer에 가해지게 된다. 이때의 error 신호값은 9bit로서 $-255 \sim +255$ 사이의 값이 되고 prediction이 정확하면 대부분 0 근방에 분포하게 된다. Quantizer를 통과한 error 신호는 5bit로 감축되어 전송된다. Decoder는 Encoder의 역기능이므로 prediction 과정은 Encoder에서와 똑같고 단지 Encoder와 다른 것은 5bit error 신호를 8bit로 expanding하여 prediction 값 \hat{X} 와 더해서 X 값을 얻게 되는 것뿐이다. 이와같은 Encoder/Decoder의 block

diagram 은 각각 그림(2), 그림(3)과 같다.

4) Frame 구조

DPCM 영상신호 data 가 약 44,374.6 Kbps 이므로 제3 차군 T3 신호인 44,736 Kbps 전송속도에 맞추려면 stuffing을 이용한 동기방식을 사용해야 하고 또 수신측에서 다중화된 영상신호를 재생할 때 동기틀 위한 frame 구조가 필요하다. 이때 프레임 구조에 고려할 사항은 다음과 같다.

- overhead 비트수
- 음성용 정보량
- stuffing 비
- 프레임 동기시간

이와같은 고려사항에 따른 프레임 구조의 설계는 다음과 같다. 먼저 T3 신호와 영상신호 데이터 차이는

$$(44,736 - 44,370.6) \text{ Kbps} = 365.4 \text{ Kbps}$$

이므로 프레임을 구성하는 overhead bit 를 영상신호 123 개 마다 1 개씩 넣으면 360.8 Kbps 가 되고 스테리핑 비트로서 4.6 Kbps 가 남아 적당하게 된다. 또 음성전송을 위해 128 Kbps를 할당하면 (NTSC 음성신호의 대역폭이 15 KHz 이므로 12 bit 로 PCM coding 하면 360 Kbps 가 된다) overhead bit 대 음성bit 의 비가 2.8 : 1 이 된다. 이것은 frame 구조가 2.8의 정수 배의 길이를 갖는 것이 편리함을 의미한다. 즉 frame 길이가 14 개외 overhead 비트의 정수 배의 길이를 갖는다는 의미이다. 따라서 프레임 길이를 28 overhead 비트로 할 때 다음과 같은 특성을 갖는다.

- 프레임 길이를 구성하는 비트수
 $124 \times 28 = 3,472 \text{ bits}$
- 프레임 길이당 최대전송 영상신호 비트수
 $123 \times 28 = 3,444 \text{ bits}$
- 프레임 길이당 전송되는 평균영상신호 비트수
 $(44,370.62 \text{ Mbps} \div 0.360774 \text{ Mbps}) \times 28$
 $= 3,443.63 \text{ bits}$

- 프레임 길이당 스테리핑 비 (스테리핑 비트가 채워질 확률)

$$(3,444 - 3,443.63) \text{ bits} \div 0.36 = 36\%$$

3. 결 론

Composite coding algorithm 을 이용하는 NTSC color TV DPCM codec 의 설계 parameter 를 설정하였고 이들 parameter 에 따른 T3 급(44,736 Mbps) 전송속도에 맞추어 codec설계를 하였다. codec 설계에 대한 실험은 T3 급 전송속도에 맞추는 것과 전송후 다시 영상 data를 찾아내는 실험은 완성되었으나 DPCM Encoder/Decoder 부분의 실험은 현재 진행중에 있다.

4. 참고문헌

- (1) Jun Yamagata, Takashi Hoshino and Nobuhiro Bando "Introduction of new video transmission technology in NTT" Japan Telecommunication Review, p. 34-42 Jan. 1982
- (2) J.E. Thompson, "Differential encoding of composite television signal using chrominance corrected prediction" IEEE Trnas. Com. COM-22 8. 1974
- (3) Mitsuo Ishii, Keishi Hanahara and Toshihiro Honma "Direct-predictive differential PCM of NTSC color TV signals" Fujitsu Scientific & Technical Journal, p. 49-63 Jan. 1977
- (4) K. Sawada and H. Kotera "NTSC color TV composite DPCM coding system" Review of the Electrical Communication Laboratories" Vol. 27 No. 11-12 p. 1095-1112 Nov. - Dec. 1979
- (5) 유강희 " PFM 방식을 이용한 광섬유 color TV 전송 시험" 고려대학교 대학원 석사논문 7. 1982

(6) 강민호 외 4명 "국간중계 광섬유 통신 상용화 연구" 한국전기통신연구소 보고서 1980

(7) 강민호 외 4명 "44.7 Mbps 광중계기 개발에 관한 연구" 한국전기통신연구소 보고서 1980

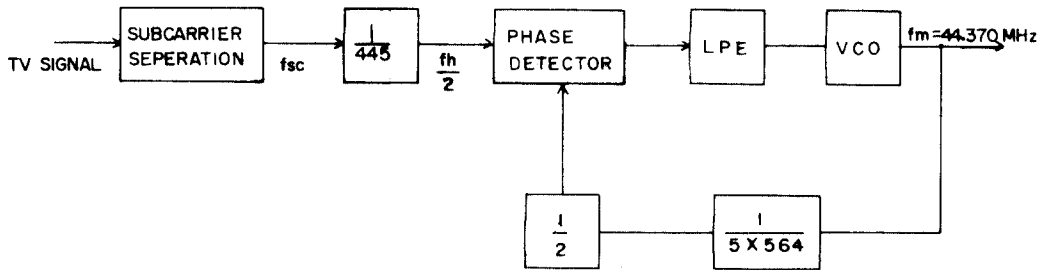


그림 1. Sampling 주파수 추출 회로의 block diagram

Fig. 1 Block diagram of the extraction of sampling frequency

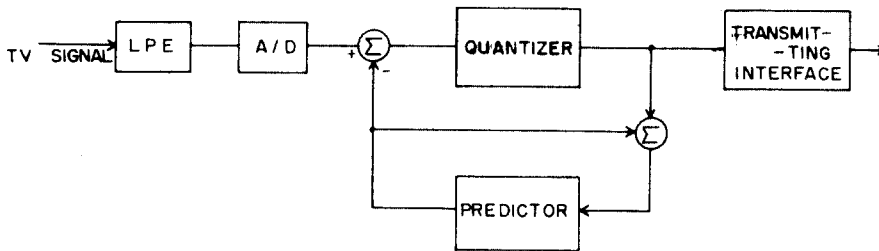


그림 2. Encoder 의 DPCM encoding block diagram

Fig. 2 Block diagram of DPCM encoding in Encoder

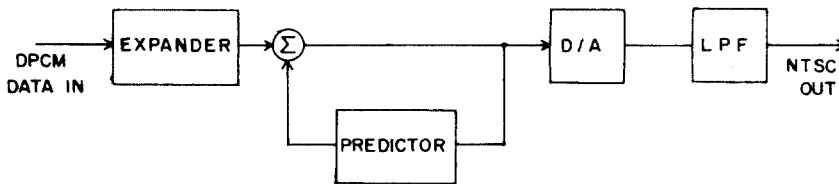


그림 2. Decoder 의 DPCM decoding block diagram

Fig. 2. Block diagram of DPCM decoding in Decoder