

국내에서 연구 개발된 45Mbps TV 코덱 시스템의
특성 비교

박 종 윤, 이 만 섭, 안 재 형, 김 재 균
한국과학기술원 전기 및 전자공학과 영상통신연구실

Performance Comparisons of 45Mbps NTSC TV Codec
Systems Developed in Korea

Jong Yoon Park, Man Seop Lee, Jae Hyung An, Jae-Kyoon Kim
Visual Communications Lab., Dept. of EE, KAIST

Abstract

This paper is concerned with performance comparisons of composite DPCM codec systems which carry NTSC color TV signal at the T3 rate of 44.736Mbps. We discuss and compare the performance of three DPCM systems, especially differences in codec scheme, sampling frequency, prediction algorithm and quantizer.

1. 서 론

칼라 TV 신호의 디지털화는 100Mb/s에 가까운 양이 된다. 이러한 디지털화된 TV 신호를 전송하려면 많은 대역폭이 소요되므로 데이터 양을 감축시키려는 연구가 많이 진행되어 왔다. 영상데이터를 감축하는데 사용하는 방식은 크게 DPCM, 변환(transform) 방식, 운동보상 부호화(motion compensated coding) 방식 등이 있다. 이중 DPCM 방식이 데이터 감축량은 작지만 하드웨어 등을 고려할 때에 타 방식보다 고품질의 영상전송을 이룩하는데 유리하다. DPCM 방식은 성분별 부호화(component DPCM) 방식과 합성신호 부호화(composite DPCM) 방식으로 대분할 수 있고 이들은 다시 DPCM 방식의 중요 구성 요소인 비적응(nonadaptive) 혹은 적응(adaptive) 예측 알고리즘(prediction algorithm)과 양자화기(quantizer)의 구성에 따라 분류될 수 있다.

예측 알고리즘은 다시 1차원 및 2차원 예측 알고리즘과 3차원 예측 알고리즘으로 나누어진다. DPCM 방식의 예측 알고리즘에서 일반적으로 많이 사용되는 것이 고정 2차원 알고리즘이고 예측 알고리즘의 정확도를 높이기 위해 적응 혹은 3차원 예측 알고리즘을 사용하거나 이들을 혼합한 방식을 사용한다. 반면 이때 이러한 방식은 하드웨어가 복잡해진다.

본 논문에서는 한국전자통신연구소의 지원을 받아 '82년' 부터 '85년 8월'까지 3차에 걸쳐 수행된 DPCM 방식의 45Mbps 디지털 TV 코덱연구의 결과와 특성을 비교 정리하였다.

2. CATV용 TV 코덱

CATV용 TV코덱은 TV 코덱의 개발 가능성과 기술 축적의 목적과 함께 설계치 SNR이 46dB(평가치)인 CATV(Cable Television) 품질을 갖는 '82년도'에 국내 최초로 연구개발된 TV 코덱이다.

코덱의 구성을 간단하게 하기 위하여 수평동기 시간을 포함하는 TV 신호의 전 구간을 DPCM 하여 전송하였으며 에러신호에 대한 양자화 레벨은 $2^5=32$ 레벨을 갖는 비균등 양자기를 사용하였다.

44.736Mb/s의 전송속도에서 음성 및 프레임동 제어 신호를 제외하면 영상 데이터에 할당된 비트는 약 43Mb/s 정도가 된다. 따라서 영상 데이터에 할당된 비트 43Mb/s와 양자화 레벨 예측 알고리즘을

* 본 연구는 한국전자통신연구소의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

고려하여 샘플링 주파수 (f_s)를 수평동기 주파수 (f_h)의 564배인 8.874 MHz로 하였다. 그림 1에 이와같은 시스템의 예측방식이 나타나 있다.

3. 방송 품질용 TV 코덱

'83년도에 1차년도의 CATV용 TV 코덱의 연구개발의 결과를 토대로 SNR이 53dB 이상의 TV 코덱의 연구개발을 수행하였다. 일반적으로 영상품질은 코덱의 하드웨어 복잡도와 비례하며 CATV용 TV 코덱에서 사용한 것과 같은 복합 DPCM 만으로는 고품질의 영상정보를 전송하기가 어렵게 된다. 따라서 본 시스템에서는 DPCM 부호화 외에 영상정보의 16%를 차지하는 수평동기 신호를 보내지 않고 대신 영상신호를 보내는 HBL 제어를 추가하고 예측오차의 통계특성을 고려하여 71 군동 양자화 레벨을 4-8 비트 가변 코드 길이를 갖는 Huffman Laplacian 코덱을 사용 전송하였다. 이때에 Huffman 코덱의 길이가 가변이므로 버퍼(buffer)를 두어 오우버 프로우(overflow)를 감시하여 제어하게 하였다. 또한 샘플링 주파수(f_s)를 색부 반송파(f_{sc}) 주파수의 3배에 가까운 $682 f_h (=10.7\text{MHz})$ 로 하여 비이브(beat)잡음을 줄이도록 하였고 저역통과 여파기의 사용을 용이하도록 하였다. 그림 2에 샘플 점들의 위상과 사용된 예측방식이 나타나 있다.

4. 고품질 TV 코덱의 연구

고품질 TV 코덱의 연구는 44.736Mbps의 전송속도에서 영상품질의 SNR이 60dB (평균치) 이상이 되는 적응식 필드간(adaptive interfield DPCM)에 대하여 컴퓨터 시뮬레이션으로 수행되었다. 샘플링 주파수는 $682 f_h$ 로 하였으며 전송 비트율은 약 5.1bit/pel로 하였다. 예측방식은 그림 3과 같은 2개의 고정 예측기(fixed predictor)를 병렬로 사용한 역방향 적응예측(backward adaptive prediction) 방식을 사용하였다. 이와같은 방식은 방금 전송된 화소를 기준으로 하여 가장 예측오차가 적은 고정 예측기를 결정한 다음에, 현재 전송할 화소를 예측하는데 바로 그 예측기를 사용하는 방법이다.

양자화는 128 레벨을 갖는 군동 양자화를 사용하였으며 허프만 코덱을 사용하여 데이터량을 감축하였다.

표 1은 앞에서 설명한 3가지 DPCM 시스템들의 중요한 변수를 요약한 것이다.

5. 결 론

82년 부터 85년 8월 까지 3차에 걸쳐 수행한 45Mb/s 디지털 TV 코덱의 특성을 비교 정리하였으며 이중 CATV 용 TV 코덱과 방송 품질용 TV 코덱은 실제로 하드웨어로 구성하여 실험하였다. CATV용 코덱의 실험결과는 에지(edge)부분에서 약간의 과부하잡음(overload noise)과 배경부분에서 미세한 양의 입상잡음(granular noise)이 관측되었다. 방송 품질용 TV 코덱의 재생된 영상은 원 영상과 별 차이점이 없었다. 3차년도 시스템의 컴퓨터 시뮬레이션 결과, 목표한 SNR(60dB)을 얻을 수 있었지만 실제로 하드웨어로 구성할 때 성능의 차이가 예상되고 또한 두개의 고정 예측기를 병렬로 사용하므로 시스템이 복잡하다. 그리고 적응 양자기(adaptive quantizer)를 이용한 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] 박종식, "45Mbps 디지털 TV의 개발연구" 석사논문, 한국과학기술원, 1983
- [2] 박근수, "45Mbps TV 코덱 시스템의 성능개선에 관한 연구" 석사논문, 한국과학기술원, 1984
- [3] 김재균외, "고성능 45Mbps TV 코덱의 구성방법에 관한 연구" 한국과학기술원, 1985
- [4] K. Sawada and H. Kotera, "32 Mb/s transmission of NTSC color TV signals by composite DPCM coding," IEEE Trans. communi. vol. COM-26, pp.1432-1439, Oct. 1978
- [5] Y. Hatori and H. Yamamoto, "Predictive coding for NTSC composite color television signals based on comb-filter integration method," Trans. IECE. Jap., vol. E-62, pp.201-208, April 1973

[6] Y. Hatori and H. Yamamoto, "Predictive Coding for NTSC Composite Color Television Signals Based on Comb - Filter Integration Method," Trans. IECE. Jap., Vol. E-62, pp. 201-208, April 1973

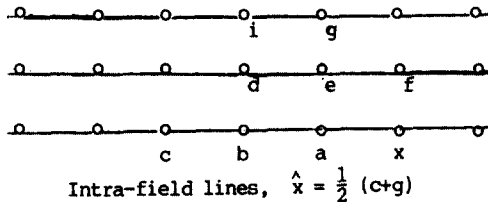


그림 2. $f_s = 682f_h$ 일때의 sample point와 f_{sc} 의 위상과 방송품질용 시스템에 사용된 예측방법

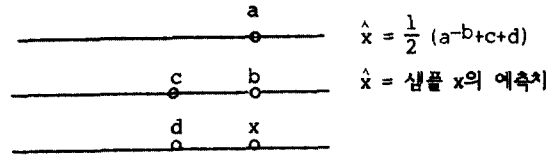
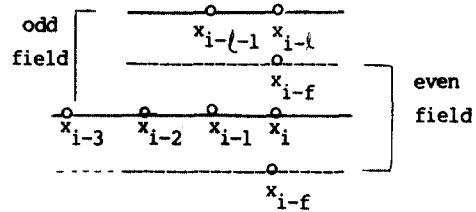


그림 1. CATV용 시스템에 사용된 예측방법



P1 : $\hat{x}_i = x_{i-3}$
 P2 : $\hat{x}_i = \begin{cases} x_{i-l}, & \text{odd field} \\ x_{i-f}, & \text{even field} \end{cases}$

그림 3. 고품질 시스템에 사용된 고정 예측기들

표 1. 45Mb/s TV 코덱의 특성 비교도

	CATV용	방송 품질용	고품질
Output filter	-40dB/oct	-60dB/oct	
A/D & D/A	Sampling freq.	$564f_h$	$682 f_h$
	Precision	8bits/sample	8bits/sample
	# of coding samples per line	564	572 (active video sample)
DPCM	Prediction	그림 1	그림 2
	line coding		Huffman
	Quantizer	32 levels uniform	71 levels uniform
Transmission rate	44.736 Mbps (the 3rd PCM hierarchy)		
HBL control	not used	used	used
Frame Structure	2중 프레임 구조	2840 or 2844 bits/line	
순수 영상 데이터	44,370kb/s	43,709kbps	43Mb/s
영상신호의 샘플당 평균전송 비트수	5비트	4.86비트	5.1비트
운 성 회 선	1 회선 (204kbps)	2회선 (360kbps x 2)	