

SBC와 블럭 적응 양자화를 이용한 가정용 디지털 VCR 영상 압축 알고리즘

(An Image Data Compression Algorithm for a Home-Use Digital VCR Using SBC with Block-Adaptive Quantization)

金株希*, 徐廷泰*, 朴容徹*, 李濟亨**, 尹大熙*

(Joo-Hee Kim, Yong-Cheol Park, Jeong-Tae Seo, Je-Hyoung Lee and Dae-Hee Youn)

要約

디지털 VCR에 사용되는 영상 압축 방식은 배속 재생, 편집 및 검색과 같은 특수 기능들을 가능하게 하고, 테이프의 결함에 의해 발생하는 에러에 강한 부호화 방식이어야 한다. 본 논문에서는 이러한 사항들을 고려하여 서브밴드 부호화와 블럭 적응 양자화를 이용한 프레임간 영상 압축 방식을 제안하였다. 제안된 방식에서는 입력 영상을 네개의 주파수 대역으로 분할한 후 가장 낮은 주파수 대역에서는 연속되는 두장의 화면 단위로 화소간의 레벨 중복성을 제거하여 양자화하는 3차원 블럭 적응 양자화를 사용하였다. 고주파수 대역은 프레임내 부호화 방식을 사용하여 에러에 대해 시각적으로 민감하게 느끼는 부분을 보다 충실히 부호화하였다. 또한 배속 재생시에 재생 영상의 화질을 고려하여 주파수 영역에서 세그먼트를 구성하는 방식을 제안하였다 컴퓨터 모의 실험 결과, 제안된 방식은 디지털 VCR에 적합한 방식이며 배속 재생 모드에서도 모자이크성 에러가 줄어든 영상을 얻을 수 있다는 것을 알 수 있었다.

Abstract

An image data compression method for a digital VCR must satisfy special requirements such as high speed playback, various editing capabilities and error concealment to provide immunity to tape dropouts. Taking these requirements into consideration, this paper proposes a new interframe subband coding algorithm for a digital VCR. In the proposed method, continuous input images are first partitioned into four frequency bands. The lowest frequency subband is coded with 3-D block adaptive quantization that removes the level redundancy within each level. The other higher frequency subbands are coded by an intraframe coding method using the property of the human visual system. To keep reasonable image quality in high speed playback, a segment forming method in the frequency domain is also proposed. Computer simulation results demonstrate that the proposed algorithm has the potential of achieving virtually lossless compression in normal play and produces an image with less mosaic errors in high speed play.

*正會員, 延世大學校 電子工學科
(Dept. of Elec. Eng., Yonsei Univ.)

**正會員, 金星社 中央研究所 家電 1室

(Home Application Research Laboratory
Gold Star Co., Ltd.)

接受日字: 1993年 6月 9日

1. 서론

디지털 신호 처리 기술의 발달과 디지털 방식이 아날로그 방식에 비해 갖는 장점들로 인해 현재 모든 정보 전달 매체가 디지털화되고 있는 추세이다. 가정용 영상 기기에서도 현행 아날로그 방식의 VCR보다 높은 화질을 얻을 수 있고 멀티 더빙(multi-dubbing)시에도 화질이 저하되지 않는 콤포넌트 신호 방식의 디지털 VCR이 차세대 가정용 VCR로 기대되고 있다. 방송국용과 같은 전문 목적을 위한 디지털 VCR로는 스튜디오내 규격 CCIR 601에 근거한 콤포넌트 디지털 VCR(D1-DVCR)과 NTSC 콤포지트 디지털 VCR(D2-DVCR)이 이미 상품화되었다.^[1] 그러나 가정용 디지털 VCR의 경우에는 성능대 비용 요인의 특수성 때문에 아직 연구 개발 단계에 있다.

가정용 디지털 VCR 구현시 해결해야할 가장 큰 문제점은 일반적인 카세트 테이프에 현행 아날로그 방식 정도의 장시간 기록이 가능하게 하는 점이다. 이를 위해서는 영상 신호를 A/D 변환해 얻은 막대한 양의 디지털 신호(현 아날로그 VCR과 비교하여 약 10배 이상)를 화질의 저하없이 20-30 Mbit/sec로 줄이는 영상 압축 기술의 개발이 필요하다.^[2]

디지털 VCR에 사용되는 영상 압축 방식은 통신 등 다른 영상 압축 분야에서와는 달리 여러가지 제한 조건을 갖는다. 즉 VCR의 특수 기능인 배속 재생, 멀티 더빙, 고속 탐색 및 편집등이 가능해야 하고, 헤드와 테이프의 특성에 의해 발생하는 여러의 영향도 고려되어야 한다. 이와 같은 제한 조건들을 만족시키기 위해서는 어떤 일정 단위(segment)를 기준으로 부호화가 독립적으로 이루어지고 균일한 발생 정보량을 갖는 압축 방식이 유리하다.^[3] 이에 따라 기존의 방식들에서는 대부분 DCT(Discrete Cosine Transform) 및 VQ(Vector Quantization)를 이용한 프레임내 부호화(intraframe coding)^[3-7] 방식을 사용하였다. 그러나 프레임내 부호화 방식을 사용하여 얻을 수 있는 압축률에는 한계가 있고, DCT와 같은 블럭 단위의 부호화 방식에서는 비트율이 충분치 못할 경우 재생 영상에 블럭 효과가 나타난다. 따라서 보다 높은 압축률을 얻기 위해서는 시간 방향의 상관관계까지 부호화에 이용하는 프레임간 부호화(interframe coding)를 사용해야 한다. 일반적으로 비디오폰과 같은 통신 분야에서는 움직임 보상(motion compensation)을 이용한 hybrid DPCM/DCT^[8]와 같은 부호화 방식이 사용된다. 그러나 VCR의 배속 재생 모드에서는 저장 매체의 특

성상 각 트랙에서 부분적으로 읽혀진 데이터만을 사용하여 독립적으로 부분적인 영상을 복원하는 것이 가능해야 하므로 움직임 보상을 이용한 부호화 방식은 사용하기 어렵다.

본 논문에서는 이와 같은 문제점들을 해결하여 디지털 VCR이 갖는 제한 조건들을 만족시키면서 높은 압축률과 블럭 현상이 제거된 고품질의 재생 영상을 얻을 수 있는 새로운 영상 압축 방식을 제안한다. 제안된 방식은 블럭 효과를 줄이기 위해 신호를 주파수 대역으로 분할하여 각 대역의 특성에 따라 부호화하는 서브밴드 부호화(SBC: SubBand Coding)^[9] 방법을 사용한다. 또한 압축 효율을 향상시키기 위해 대역 분할 후 가장 낮은 주파수 대역에서는 화소간의 레벨 중복성(level redundancy)을 제거하여 양자화하는 3차원 블럭 적응 양자화^[10]를 이용한 프레임간 부호화를 사용하고, 그 밖의 고주파수 대역에서는 인간의 시각 특성을 이용한 프레임내 부호화를 사용한다. 한편 배속 재생시 재생 영상의 화질을 향상시키기 위해 영상 압축의 기본 단위인 세그먼트를 주파수 영역에서 구성하는 방식을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. Ⅱ 장에서 제안된 부호화 방식을 설명하였다. Ⅲ 장에서는 배속 재생시 영상 압축 방식의 제한 조건을 설명하고, 새로운 세그먼트 구성 방식을 제안하였다. Ⅳ 장에서는 제안된 영상 압축 방식의 성능을 컴퓨터 모의 실험을 통해 알아보고, Ⅴ 장에서 결론을 맺었다.

Ⅱ. SBC와 블럭 적응 양자화를 이용한 부호화

서브밴드 부호화^[9]는 입력 영상을 필터를 이용하여 몇 개의 주파수 대역으로 나눈 다음 각 대역별로 부호화하는 방법이다. 이 방법을 사용하면 각 대역마다 그 대역 영상의 통계적 특성에 따라 최적의 부호화 기법을 적용할 수 있으며, 여러 스펙트럼을 조정하여 인간의 시각 특성에 따라 영상을 부호화할 수 있다.

실험에 의하면, 가장 낮은 주파수 대역에서 화소값의 변화가 크게 일어나는 위치에서는 고주파수 대역에서도 이에 해당되는 위치에서 큰 값을 갖는다고 알려져 있다.^[11] 그러므로 이러한 대역간 상관관계를 이용하는 것이 각 대역을 독립적으로 부호화하는 것보다 효율적이다. 본 논문에서 제안한 영상 압축 방식에서는 입력 영상을 그림 1에서와 같이 네 개의 주파수 대역으로 분할한 후 가장 낮은 주파수 성분으로 구성된 LL 대역에서는 화소간의 레벨 중복성을 이용한 프레임간 부호화 방식을, 그 외의 고주파수 대역

에서는 인간의 시각 특성을 이용한 프레임내 부호화 방식을 사용한다. 고주파수 대역에서는 각 블록을 활성도(activity)에 따라 분류하기 위해 대역내 뿐만아니라 대역간의 상관관계도 이용한다.

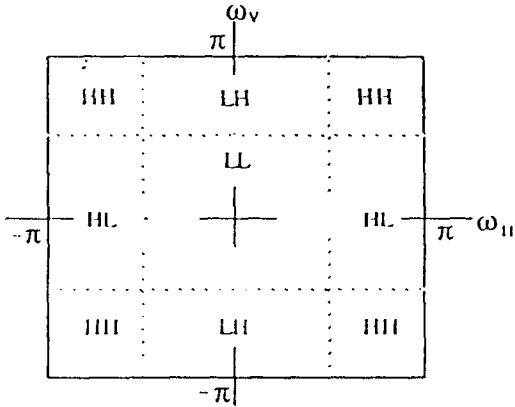


그림 1. 4 대역 분할시 각 대역이 차지하는 주파수 범위

Fig. 1. 4-band partition of frequency domain.

1. LL 대역의 부호화

입력 영상을 네 개의 주파수 대역으로 분할할 때 가장 낮은 주파수 성분의 LL 대역은 영상의 평균 밝기 정보를 나타내므로 이웃 화소간의 상관관계가 매우 크다. 그러므로 LL 대역을 여러 개의 작은 블록으로 나누면 한 블록내에서는 화소값의 변화 범위가 상대적으로 작다. 이러한 화소간의 레벨 중복성을 이용하면 양자화에 사용되는 비트수를 줄일 수 있다. 한 블록내에서 화소값이 가장 큰 것을 MAX, 가장 작은 것을 MIN이라 하면 화소값의 변화 정도는 MAX-MIN이 된다. 이 값을 동적 범위(dynamic range)라고 정의한다. 실제로 양자화되는 것은 화소값과 MIN과의 차이값인데, 각 블록의 동적 범위에 따라 양자화 스텝 크기(stepsize)를 조절한다. 즉, 동적 범위가 큰 블록에는 상대적으로 많은 비트를, 작은 블록에는 적은 비트를 할당하여 양자화한다.³⁰⁾

대부분의 동영상에서는 시간 방향으로도 큰 상관관계가 존재한다. 그러므로 앞에서 언급한 양자화 개념을 3차원으로 확장하여 적용하면 압축률을 높일 수 있다. 이웃하는 두 프레임의 동일 위치 블록들로 형성된 3차원 블록은 양자화 과정을 거치기 전에 각 블록마다 움직임이 일어나는 정도에 따라 움직임이 큰 블록(motion block)과 움직임이 작은 블록(non-

motion block)으로 분류된다. 각 블록의 움직임 판정에는 3차원 블록내에서 동일 위치 화소들의 차이값 중 최대값이 사용된다. 즉,

$$\max\{|S_k(i,j) - S_{k-1}(i,j)|, 0 \leq i,j \leq N-1\} > T_m \quad (1)$$

이 성립하면 그 블록은 움직임이 큰 블록으로 판정된다. 여기서 $s_k(i,j)$ 는 k번째 프레임의 NxN 블록내에서 (i,j) 위치의 화소값이고, T_m 은 움직임 판정에 사용되는 임계치이다. 움직임이 큰 블록으로 판정되면 3차원 블록내 두 개의 NxN 블록은 각각 독립적으로 양자화된다. (1)을 만족하지 않는 블록들은 움직임이 작은 블록들이므로 3차원 블록내 두 개의 NxN 블록의 평균값이 양자화된다.

그림 2는 LL 대역을 부호화하는 과정을 나타낸 블록도이다. 먼저 이웃하는 두 프레임의 LL 대역 영상을 부호화 비트수가 일정하게 유지되는 기본 단위인 세그먼트로 구성된 후, 8x8x2 크기의 3차원 블록으로 나눈다. 각 3차원 블록은 움직임 블록 판정을 거친 뒤 양자화된다. 양자화에는 각 블록의 동적 범위를 M개의 균일한 레벨로 나누고 각 레벨의 중간값으로 양자화하는 선형 양자화기가 사용된다. 여기서 M은 각 블록의 동적 범위에 따라 할당된 비트에 의해 결정된 양자화 레벨수를 나타낸다. 이러한 양자화 과정을 식으로 나타내면 다음과 같다.

$$d_0(i,j) = (S_k(i,j) - \text{MIN} + 0.5)M / \text{DR} \quad (2)$$

여기서 $d(i,j)$ 는 NxN 블록내에서 (i,j) 위치의 화소값과 MIN과의 차이값을 나타내며, DR은 그 블록의 동적 범위를 뜻한다. 각 블록의 동적 범위는 그 블록을 활성도에 따라 세 개의 클래스 중 하나로 분류하는 데도 사용된다. 이러한 LL 대역의 클래스 분류 정보는 대역간 상관관계를 이용하여 고주파수 대역의 양자화에 이용된다.

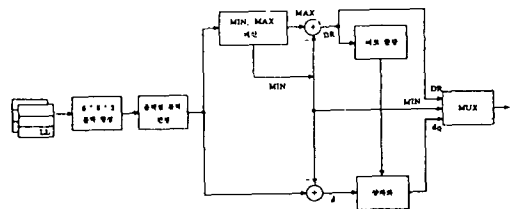


그림 2. LL 대역 성분의 부호화기

Fig. 2. Encoder block diagram for LL band signal.

2. 고주파수 대역의 부호화

대역 분할 후 고주파수 대역 성분은 전체 신호의 에너지에 비해 매우 작은 부분을 차지하지만 재생 영상의 화질에는 큰 영향을 준다. 고주파수 대역 성분을 양자화하는 데는 인간의 시각 특성에 의한 주관적 평가가 중요하다. 즉, 인간의 시각이 부호화 과정에서 생기는 에러에 대해 더욱 민감하게 느끼는 부분을 보다 충실히 부호화함으로써 눈으로 보기에 좋은 화질의 재생 영상을 얻을 수 있다.^[12] 이를 위해 고주파수 대역 영상을 NxN 블럭으로 나누고 각 블럭의 특성에 따라 네 개의 클래스 중 하나로 분류한 뒤 양자화한다. 각 블럭의 클래스 분류에는 대역간의 상관관계를 고려하여 LL 대역의 클래스 정보도 사용된다. 그림 3은 고주파수 대역 성분의 부호화 과정을 나타낸다.

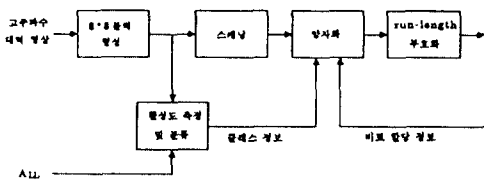


그림 3. 고주파수 대역 성분의 부호화기
Fig. 3. Encoder block diagram for higher band signal.

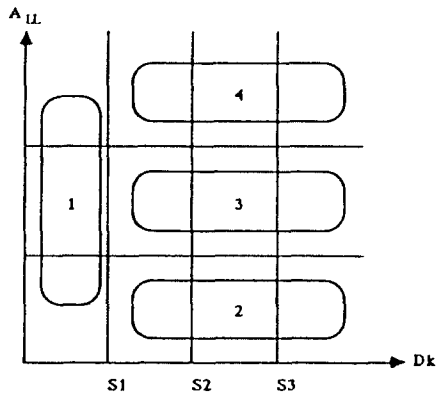


그림 4. 고주파수 대역에서 정의된 네개의 클래스
Fig. 4. Four Class definition in higher subbands.

영상의 복잡한 정도인 활성도를 측정하기 위해 각 블럭내 화소들의 절대값 합을 구해 이를 각 대역별로 $D_k(i)$, $k=1, 2, 3$, 라고 정의한다. $D_k(i)$ 는 k대역 i번째 블럭의 활성도값(activity value)을 뜻한다. 고주파수 대역의 활성도값 $D_k(i)$ 가 차지하는 범위는 임계치 S_1, S_2, S_3 에 의해 네 구간으로 나누어지고 LL 대역

은 세 개의 클래스로 분류되므로 결과적으로 고주파수 대역에는 12개의 클래스가 생기는데 그림 4와 같이 이 중 몇 개를 서로 묶어 최종적으로 네 개의 클래스를 정의한다.

클래스-1에 해당되는 블럭은 에지 성분을 적게 포함한 영역이므로 화질 저하가 쉽게 눈에 띄는 부분이다. 따라서 작은 데드존(dead-zone)과 작은 스텝사이즈를 갖는 양자화기를 사용하여 세밀하게 양자화한다. 또한 클래스-2로 판정된 블럭은 화소값의 변화 범위가 작고 에지 성분을 많이 포함한 부분이므로 역시 세밀하게 양자화해야 한다. 반면 클래스-4에 해당되는 블럭은 활성도가 크고 에지 성분도 많이 포함한 영역이므로 거칠게 양자화해도 인간의 시각 특성상 화질 저하를 잘 느끼지 못한다. 그러므로 큰 데드존과 큰 스텝사이즈를 갖는 양자화기로 양자화한다.

각 세그먼트를 부호화하는데 드는 비트수를 일정하게 유지하면서 부호화 효율을 높이기 위해 이러한 클래스 정보를 이용하여 적응적으로 비트를 할당한다. 즉 클래스가 낮을수록 많은 비트를, 높을수록 적은 비트를 할당한다. 같은 클래스로 판정된 블럭 사이에서는 활성도 값이 큰 블럭에 상대적으로 많은 비트를 할당한다. 이러한 비트 할당 과정을 식으로 나타내면 다음과 같다.

$$BIT_k(i) = TBIT \times A_k \times (D_k(i) / \sum D_k(i)_{class-j}) \quad (3)$$

$$A_1 = 0.4, A_2 = 0.3, A_3 = 0.2, A_4 = 0.1$$

여기서 $BIT_k(i)$ 는 k 대역의 한 세그먼트 내에서 j 클래스에 속하는 i번째 블럭에 할당되는 비트수를 의미하며, $TBIT$ 는 한 세그먼트를 부호화하는데 사용되는 전체 비트수, $\sum D_k(i)_{class-j}$ 는 k 대역의 한 세그먼트 내에서 클래스 j로 판정된 블럭들의 활성도 값을 모두 합한 것을 뜻한다. 양자화 후의 각 블럭에는 영의 값을 갖는 화소가 많아지므로 run-length 부호화한다. 대역 분할 후에는 대역별로 파워 분포가 달라지므로 효율적으로 부호화하기 위해서는 대역마다 다른 스캐닝 순서를 사용해야 한다. 그림 5는 고주파수 대역에서의 대역별 스캐닝 순서를 나타낸다.

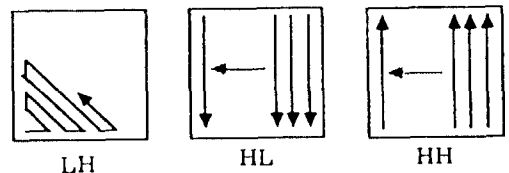


그림 5. 고주파수 대역에서의 대역별 스캐닝 순서
Fig. 5. 2-D scanning for higher subbands signals.

Ⅲ. 주파수 영역에서의 세그먼트 구성

정상 속도에서는 그림 6과 같이 테이프가 일정한 속도로 드럼 위를 지나가게 되므로 헤드가 각 트랙을 완전히 읽는다. 따라서 각 트랙의 데이터가 연속적으로 복원되어 동일한 화면의 데이터로 재생 영상이 구성된다. 반면 배속 재생시에는 테이프가 드럼 위를 정상 속도에서보다 빨리 지나가므로 헤드가 그림 7과 같이 여러 트랙 위를 걸쳐 지나가게 된다. 그러므로 각 트랙에서 부분적으로 읽혀진 다른 화면의 데이터로 재생 영상이 구성된다. 이러한 이유로 움직임이 작은 영상인 경우에는 서로 다른 화면의 부영상(sub-image)들로 이루어진 배속 재생 영상의 화질이 적정 수준을 유지하지만 움직임이 큰 경우에는 복원된 영상에 모자이크성 에러가 생긴다. 또한 헤드가 이웃하는 두 트랙의 경계면을 지나갈 때는 신호의 레벨이 감소하거나 데이터를 복원하지 못하는 경우도 있다. 따라서 배속 재생시 각 트랙에서 부분적으로 읽혀진 데이터들로 중복되거나 누락되는 부분이 없는 재생 영상을 구성하기 위해서는 먼저 각 화면을 세그먼트로 나누고 각 세그먼트를 독립적으로 부호화한 후 테이프에 순차적으로 기록해야 한다.

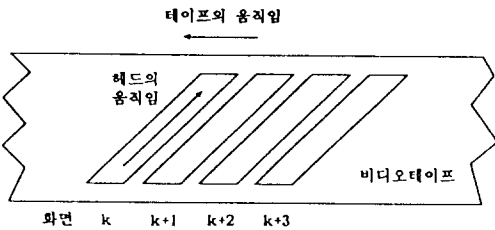


그림 6. 헤드의 헬리컬 스캐닝
Fig. 6. Helical scanning in DVCR.

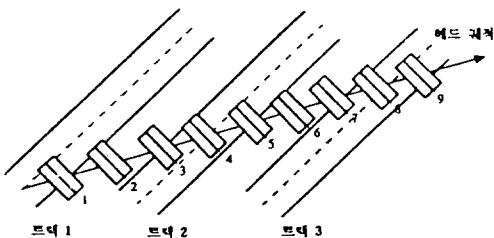


그림 7. 배속 재생 모드시 헤드의 궤적
Fig. 7. Scan path of heads at high speed playback mode.

재생 영상의 화질은 부호화 비트수가 일정하게 유지되는 영상 압축의 기본 단위인 세그먼트를 구성하는 방법에 많은 영향을 받는다.^[6,13] 배속 재생시 영상의 화질을 높이기 위해서는 가능한한 화면상에서 서로 이웃한 블록들로 세그먼트를 구성해야 한다. 그러나 이 경우 각 세그먼트당 정보량이 불균일하게 되어 부호화 효율이 떨어진다. 이 문제는 화면을 먼저 몇 개의 부화면으로 나누고 각 부화면에서 블록을 한 개씩 취해 세그먼트를 구성하면 해결할 수 있지만 이렇게 하면 배속 재생시 모자이크성 에러가 커진다.

본 논문에서는 이러한 두 가지 사항을 고려하여 새로운 세그먼트 구성 방식을 제안하였다. 제안된 영상 압축 방식에서는 LL 대역에서 연속되는 두 장의 화면 단위로 프레임간 부호화를 사용하므로 세그먼트 구성도 두 장의 화면을 기준으로 한다. 신호를 주파수 대역으로 분할하면 대부분의 에너지가 저주파수 대역에 집중되므로 각 세그먼트당 정보량을 균일하게 하기 위해 각 대역마다 한 세그먼트 안에 포함되는 블록의 수를 다르게 하였다. 즉 저주파수 대역에서는 한 세그먼트 안에 포함되는 블록의 수를 적게, 고주파수 대역으로 갈수록 포함되는 블록의 수를 많게 하였다. 그림 8은 연속되는 두 장의 화면 단위로 주파수 영역에서 8개의 세그먼트로 분할한 경우 세그먼트 구성 방식을 나타낸다. 각 트랙에서 읽혀진 서로 다른 화면의 세그먼트들이 서로 중복되거나 누락되는 부분없이 복원될 수 있도록 하기 위해서는 최대 배속 기간내에 있는 화면들에서 세그먼트들이 일정한 패턴으로 샘플링된 후 테이프에 기록되어야 한다. 그림 9는 4배속에서 두장의 화면이 두트랙에 기록된다고 가정하는 경우의 샘플링 패턴을 나타낸다.

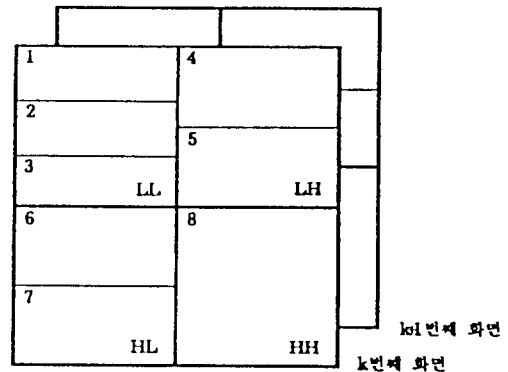


그림 8. 주파수 영역에서의 세그먼트 구성 방식
Fig. 8. Segment forming method in frequency domain.

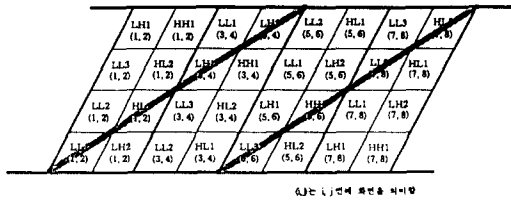


그림 9. 4배속시 세그먼트 셔플링 방식
Fig. 9. Segment shuffling pattern in 4-times normal speed playback.

IV. 실험 및 결과 고찰

본 모의 실험에서는 그림 10의 '모델 영상'을 실험 영상으로 사용하였다. 이 영상은 720×480(가로×세로, Y 신호) 크기의 YUV 칼라 영상으로 두 색차 신호 U, V는 수평, 수직 방향으로 각각 2:1 서브샘플링(subsampling)된 4:1:1 컴포넌트 형식의 신호이다. 복원된 영상의 객관적 화질 평가 기준으로는 (4)의 PSNR(Peak Signal to Noise Ratio)을 사용하였다.

$$PSNR = 10 \log_{10}(255^2 / mse) \tag{4}$$

$$mse = \frac{1}{M \cdot N} \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} |f(i, j) - f'(i, j)|^2$$

- M×N = 영상의 전체 화소수
- f(i, j) = 원영상의 화소값
- f'(i, j) = 재생된 영상의 화소값

입력 영상은 Johnston^[14]이 설계한 16탭(a) QMF(Quadrature Mirror Filters)에 의해 네 개의 주파수 대역으로 분할되며 그림 8과 같이 여덟개의 세그먼트를 구성하게 된다. LL 대역의 각 블럭은 움직임 판정을 거치게 되는데 움직임 판정을 위한 임계치로는 실험을 통해 그 값을 2로 하였으며 판정 결과는 각 3차원 블럭당 1비트가 부가 정보로 전송된다. LL 대역내 각 블럭을 양자화하는데 필요한 동적 범위와 최소값은 각각 8비트씩 부가 정보로 전송된다. 대역간의 상관 관계를 이용하기 위해, 고주파수 대역내 블럭의 클래스를 분류하는데 LL 대역에서 구한 클래스 정보를 이용하게 된다. 이를 위해 LL 대역의 각 블럭들은 각 블럭의 동적 범위에 따라 세개의 클래스로 분류된다. 즉, 한 블럭의 동적 범위가 10 보다 작으면 클래스 1로, 10 과 50 사이에 있으면 클래스 2로, 50보다 크면 클래스 3으로 분류하였

다. 고주파수 대역내 각 블럭들은 클래스의 특성에 따라 설계된 네 개의 양자화기 중 하나로 양자화되는데, 각 블럭을 부호화했을 때 발생한 비트수가 그 블럭에 할당된 비트수와 가장 가깝게 되는 양자화기가 선택된다. 휘도 신호와 색차 신호에 각각 세 개의 고주파수 대역이 있으므로, 결과적으로 테드존과 스텝 사이즈가 다른 24(6×4)개의 양자화기가 사용된다.



(a)



(b)

그림 10. 모델 영상
(a) 원 영상 (b) 재생된 영상 (1.23 bpp)
Fig. 10. Model images
(a) original image (b) reconstructed image (1.23 bpp).

본 논문에서 구현하고자 하는 부호화 시스템에서는 162 Mbps의 정보량을 갖는 입력 영상을 19 Mbps 정도로 압축하는데, 실제 액티브 데이터만을 고려하면 압축률은 약 6.5:1이 된다. 그림 11은 8장의 연속

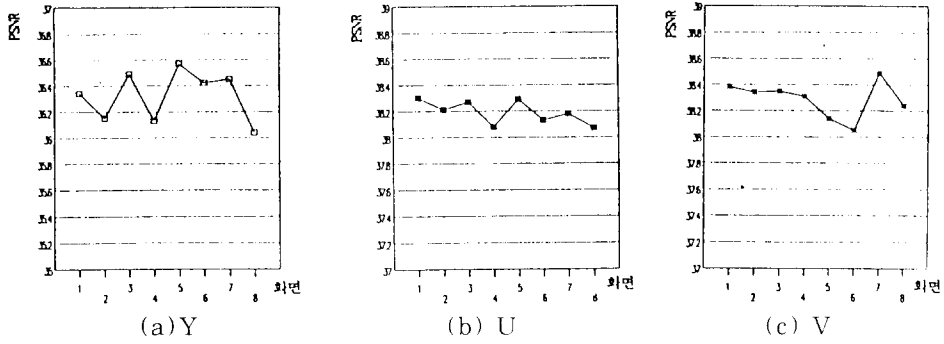


그림 11. 재생된 모델 영상의 PSNR
 Fig. 11. PSNR for reconstructed model images.

되는 화면을 6.5:1의 압축률에서 제안된 방식으로 부호화했을 때 Y 신호의 PSNR 값을 나타낸다. 제안된 부호화 방식에서는 부분적으로 LL 대역에서 프레임간 부호화를 사용했으므로 기존의 프레임내 부호화만을 사용한 방식^[46]에 비해 동일압축률하에서 3~4 dB 정도 더 높은 PSNR 값을 갖는다. 그림 10 (b)는 압축률 6.5:1에서 부호화된 첫번째 프레임의 모델 영상을 나타낸다. 재생된 영상에서 볼 수 있듯이 DCT를 사용한 기존의 방식에서 문제가 되었던 블럭 효과가 제거된 좋은 화질의 재생 영상을 얻을 수 있었다.



(a)



(b)

그림 13. 4 배속에서 재생된 모델 영상
 (a) 공간 영역 (b) 주파수 영역
 Fig. 13. Reconstructed models in 4 times normal speed playback.
 (a) spatial domain (b) frequency domain.

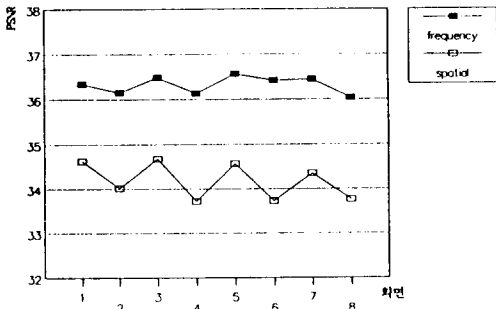


그림 12. 세그먼트 구성 방식에 따른 PSNR의 비교
 Fig. 12. PSNR versus segment forming methods.

배속 재생시 세그먼트 구성 방식에 따른 부호화 효율의 차이를 알아보기 위해 두 가지 방식으로 세그먼트를 구성하여 그 결과를 비교하였다. 그림 12는 8장의 연속되는 화면을 제안된 세그먼트 구성 방식을 사용하여 부호화했을 때와 공간 영역에서 서로 이웃한 블럭들로 세그먼트를 구성하여 부호화했을 때 복원된 영상의 PSNR을 비교한 것이다. 제안된 방식으로 세

그먼트를 구성한 경우가 세그먼트당 정보량이 더 균일하게되어 보다 높은 PSNR 값을 갖는다. 한편 그림 13의 (a)와 (b)는 각각 이러한 두 가지 세그먼트 구성 방식을 사용했을 때 4배속에서 재생된 영상을 나타낸다. 그림에서 볼 수 있듯이 제안된 세그먼트 구성 방식을 사용하여 팔과 같은 움직임이 있는 부분에서 모자이크성 에러를 감소시킬 수 있다.

V. 결 론

본 논문에서는 가정용 디지털 VCR에 적합한 영상 압축 방식으로 서브밴드 부호화와 블럭 적응 양자화를 이용한 부호화 방식을 제안하고, 컴퓨터 모의 실험을 통해 그 성능을 평가하였다. 또한 주파수 영역에서 세그먼트를 구성하는 방법을 제안하고 기존의 세그먼트 구성 방식을 사용한 경우의 배속 재생 영상과 화질을 비교해 보았다.

실험 결과, 제안된 부호화 방식은 부분적으로 LL 대역에서 프레임간 부호화 방식을 사용했으므로 프레임내 부호화만을 사용하는 기존의 방식들에 비해 동일한 압축률하에서 3~4dB 정도 더 높은 PSNR을 얻을 수 있었다. 또한 서브밴드 필터링을 이용하여 입력 영상을 주파수 대역으로 나누어서 부호화했으므로 블럭 현상이 제거된 고화질의 재생 영상을 얻을 수 있었다. 한편 배속 재생 모드에서는 주파수 영역에서 세그먼트를 구성하여 부호화할 경우 공간 영역에서 세그먼트를 구성하여 부호화했을 때 보다 모자이크성 에러가 줄어든 배속 재생 영상을 얻을 수 있었다.

앞으로의 연구 과제으로써 본 논문에서는 고려하지 않았지만 실제 디지털 VCR에서 중요한 역할을 차지하는 에러 정정 부호화와 여러 배속을 가능하게 하는 효율적인 기록 형식에 대한 연구가 필요하다.

参 考 文 献

[1] John Watkinson. *The Art of Digital Video*, Focal Press, London, 1990.
 [2] Peter H. N. de With et al., "Data Compression System for Home-Use Digital Video Recording," *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, vol.10, no.1, pp.97-121, January 1992
 [3] Siu-Wai and Allen Gersho. "Rate-Constrained Optimal Block-Adaptive

Coding for Digital Tape Recording of HDTV," *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, vol.1, no.1, pp.100-112, March 1991.

[4] C. Yamamitsu et al., "An Experimental Study for a Home Use Digital VTR," *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, vol.35, no.3, pp.450-457, Aug. 1989.
 [5] S. I. Kim et al., "Bit Rate Reduction Algorithm for a Digital VCR," *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, vol.37, no.3, pp.267-274, August 1991.
 [6] J. H. Lee et al., "A study on the DCT-based bit rate reduction algorithm and variable speed playback for a home-use digital VCR," *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, vol.38, no.3, pp. 236-242, August 1992.
 [7] M. Yoneda et al., "An Experimental Digital VCR with New DCT-Based Bit-Rate Reduction System," *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, vol. 37, no.3, pp.275-282, August 1991.
 [8] Draft CCITT Recommendation H.261 : Video Codec for audiovisual services at p x 64 kbit/s.
 [9] John W. Wood, ed., *Subband Image Coding*, Kluwer Academic Publishers, 1991.
 [10] T. Kondo et al., "Adaptive Dynamic Range Coding Scheme for Future HDTV Digital VTR," *Fourth International Workshop on HDTV and beyond*, pp.53-60, September 1991.
 [11] O. Johnsen, O. V. Shentov and S. K. Mitra, "A Technique for the Efficient Coding of the Upper Bands in Subband Coding of Images," *Proc. ICASSP*, vol. 1, no.3, pp.2097-2099, 1990.
 [12] B. Schmale and U. Pestel, "HDTV Subband Coding with Block Quantization," *Fourth International Workshop on HDTV and beyond*, pp.77-84, Sep. 1991.
 [13] C. Yamamitsu and A. Ide et al., "A

Study on Trick Play for Digital VCR.”
IEEE Transactions on Consumer Electronics, vol.37, no.3, pp.261-266,
 Aug. 1991.

[14] J. D. Johnston, “A Filter Family
 Designed for Use in Quadrature Mirror
 Filter Banks.” *Proc. ICASSP*, vol.1,
 no.3, pp.291-294, 1980.

著 者 紹 介



金 株 希(正會員)

1991年 2월 연세대학교 전자공학과 졸업(공학사). 1993년 2월 연세대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사). 1993년 3월 ~ 현재 재 한국통신 연구개발원 근무. 주 관심 분야는 영상신호처리, 프랙탈 영상 압축, 초저속 영상압축 등임.



徐 廷 泰(正會員)

1985년 2월 연세대학교 전자공학과 졸업(공학사). 1987년 2월 연세대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사). 1990년 3월 ~ 현재 연세대학교 대학원 박사과정 재학 중. 주 관심 분야는 영상신호처리, 프랙탈 영상 압축, 비선형 신호처리 등임.

朴 容 徹(正會員)

1987년 2월 연세대학교 전자공학과 졸업(공학사). 1989년 2월 연세대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사). 1993년 2월 연세대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사). 1993년 2월 ~ 현재 한국전자통신 연구소 근무. 주 관심 분야는 영상신호처리, 영상 압축, 음성 압축 등임.

李 濟 亨(正會員)

1990년 2월 연세대학교 전자공학과 졸업(공학사). 1992년 2월 연세대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사). 1992년 3월 ~ 현재 금성사 중앙연구소 근무. 주 관심 분야는 영상신호처리, 영상 압축 등임.

尹 大 熙(正會員) 第 31 卷 B編 第 7號 參照

현재 연세대학교 전자공학과 교수