

論文2001-38SP-1-7

시험 비트열을 이용한 MPEG-4 텍스처 디코딩의 정적 Conformance Test

(Static Conformance Test of MPEG-4 Visual Decoders Using Test Bitstreams)

金祐湜*, 朴仁洙*, 朴修賢**, 李炳旭**, 朴來弘*

(Woo-Shik Kim, In-Su Park, Su-Hyun Park, Byung-Uk Lee, and Rae-Hong Park)

요약

MPEG-4 비주얼 conformance test는 비트열과 디코더가 주어진 프로파일과 레벨의 표준을 정확히 따르는 가를 시험하는 것이다. 디코더 시험에는 정적 시험과 동적 시험이 있는데 이 중에서 정적 시험은 시험 비트열을 제작하여 제작된 디코더에서 복원된 영상과 참조 디코더에서 복원된 영상을 비교하여 수행할 수 있다. 본 논문에서는 텍스처 디코딩 부분의 정적 시험을 위한 시험 비트열을 제작하여 conformance test를 수행하는 과정을 보이고 그 결과를 보였다.

Abstract

MPEG-4 visual conformance standard specifies methods to verify whether bitstreams and decoders meet the requirements at the specified profile and level. The test of decoders can be divided into two parts: the static test and the dynamic test. The static test can be performed by examining the decoder output with that of a reference decoder. This paper proposes design methods of test bitstreams for static test of texture decoding, and shows the test results.

I. 서론

Moving picture expert group (MPEG)에서 동영상 압축의 표준안인 MPEG-1, MPEG-2를 제정한데 이어 MPEG-4 표준안을 제정함에 따라 많은 관련 응용 분

야의 변화가 예상된다. 특히 MPEG-4에서는 낮은 대역 폭에서도 안정된 영상 통신을 가능하게 하기 위하여 압축률을 높이고 오류 보정을 하여 이동 통신 환경에서의 영상 통신이 가능할 것으로 보인다. 또한 기존의 영상 매체는 일방적으로 사용자에게 전달되는 반면 MPEG-4에서는 객체별 부호화를 통해 사용자와의 상호 작용이 가능하도록 하였기 때문에 디지털화를 앞두고 있는 영상 방송 매체에도 많은 영향을 미칠 것으로 보인다.

MPEG-4 version 1의 표준안 구성 내용에는 시스템, 비주얼 [1], 오디오, conformance test [2], 참조 소프트웨어 [3], delivery multimedia integration framework (DMIF)의 6가지 부문이 있다. 본 논문에서는 conformance test중 비주얼 부분에 대해 다룬다.

* 正會員, 西江大學校 電子工學科
(Dept. of Electronic Engineering, Sogang Univ.)

** 正會員, 梨花女子大學校 情報通信學科
(Dept. of Information Electronics, Ewha Womans Univ.)

※ 본 연구는 현대전자산업주식회사의 연구비지원에 의한 결과입니다.

接受日字:2000年2月19日, 수정원료일:2000年10月10日

Conformance test란 MPEG-4용으로 만들어진 비트열이나 디코더가 MPEG-4 표준안을 정확히 따르는지를 시험하는 것으로 이 중 디코더 시험은 정적 시험과 동적 시험으로 나뉘어진다. 정적 시험은 특별한 목적으로 제작된 시험 비트열을 디코더가 정확히 디코딩하는지를 살펴봄으로써 수행할 수 있는데 시험 비트열의 종류에는 일반, 모양 부호화, 계위 부호화, 오류 회복성, 정지 영상 부호화, sprite 부호화 등에 대한 것이 있다. 일반 시험용 비트열은 텍스처 부호화, 움직임 추정 및 보정, variable length coding (VLC), 비트열 구조 등에 대해 다루는데 그 중 텍스처 부호화는 VLC 디코딩후 지정된 스캔 방법에 따라 discrete cosine transform (DCT) 계수를 배열하고 DC/AC 계수 예측과 역양자화 과정을 통해 계수 값을 복원한 뒤 역 DCT를 수행하여 영상을 복원하게 된다. 그림 1은 이 과정을 나타낸 것이다.

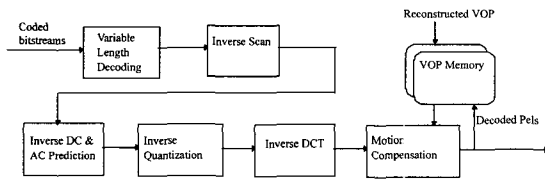


그림 1. MPEG-4 비디오 텍스처 디코딩 과정
Fig. 1. MPEG-4 video texture decoding process.

MPEG-4 디코더 시험에 관한 연구는 거의 없으나, MPEG-2 표준에서 유사한 시험 과정을 살펴볼 수 있다 [4]. 특수한 용도의 시험 비트열을 제작하고 이 비트열을 대상 디코더와 참조 디코더에 각각 입력시켜 그 결과를 살펴봄으로써 대상 디코더가 올바르게 동작하는가를 시험하는 방법을 사용하였다 [5].

본 논문에서는 텍스처 디코딩의 각 과정 및 부호화의 기본 단위가 되는 매크로블록의 유형에 대한 시험 비트열을 제작하고 그에 대한 실험 결과를 보였다. 전반적인 시험 과정이 그림 2에 도시되어 있는데 특별한 패턴이나 비트열 구조를 가지도록 제작된 시험 비트열을 정상적으로 동작하는 디코더를 통해 디코딩하고, 또한 동일한 시험 비트열을 시험하고자 하는 대상 디코더에 입력하여 각각의 결과를 복원된 영상을 통해 비교한다. 시험 비트열은 잘못된 디코더를 통해 디코딩할 경우 원래의 영상과의 차이점이 확연히 드러나도록 제작되었다. 그리고, 보다 쉽게 차이점을 확인할 수 있도

록 두 결과 영상의 차영상을 사용하여 대상 디코더가 올바르게 동작하는가를 확인할 수 있다. 그리고, 영상만으로는 잘못된 부분을 정확히 알 수 없기 때문에 비트열 분석기를 제작하여 비트열에서 원하는 부분의 정보를 추출하여 볼 수 있도록 하였다.

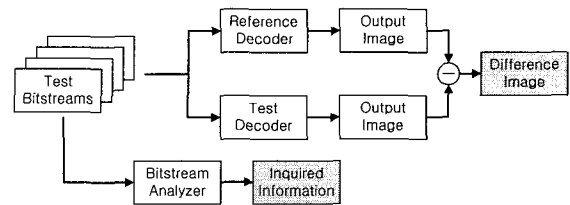


그림 2. 테스트 과정 블록도
Fig. 2. Block diagram for the test procedure.

본 논문에서는 그림 1의 디코딩 순서에 따라 II장에서 스캔 방법 시험에 대한 비트열, III장에서 DC 및 AC 계수의 예측 방법 시험 비트열, IV장에서 역양자화 과정에 대한 시험 비트열, 그리고 V장에서는 매크로블록 유형에 대한 시험 비트열의 제작 과정을 보이고 각각의 실험 결과를 보이겠다. 마지막으로 VI장에서 결론을 맺는다.

II. 스캔 방법 시험

텍스처 디코딩 과정에서 variable length decoding 후에 해당 매크로블록의 각 블록별 DCT 계수를 복원하는데 이 때 각 계수들의 배열 순서는 스캔 방법에 따라 결정된다. DCT 계수가 어떤 방법으로 스캔되었는가는 비트열에 직접적으로 포함되어 있지 않고 다른 값들을 참조하여 결정된다.

DCT 계수를 스캔하는 방법으로 zigzag 스캔과 alternate 스캔이 사용되고 alternate 스캔은 다시 수직과 수평 스캔으로 나뉘어진다. 이 방법이 결정되는 조건으로 몇 가지가 있는데 먼저 AC 예측의 사용하지 않는 경우에는 zigzag 스캔, 반대의 경우 alternate 스캔을 한다. 다음으로 alternate 스캔의 경우, AC 예측을 할 때 현재 블록의 예측을 좌측의 블록에서 하는 가 혹은 위의 블록에서 하는가의 예측 방향에 따라 수평 또는 수직으로 스캔을 한다. 그리고 비일 주사 방식인 경우 무조건 alternate 수직 스캔을 하도록 설정해 줄 수가 있다.

본 논문에서는 이러한 조건들을 변경하여 부호화해

서 만든 비트열을 정상적인 디코더와 한 가지 방법만으로만 스캔하도록 한 디코더를 사용해 디코딩함으로써 디코더가 올바르게 동작하는 지를 살펴보도록 한다. 실험 영상은 MPEG-4 test sequence인 Akiyo 영상과 직접 제작한 것을 사용하였고 모든 영상은 움직임 보정을 하지 않는 인트라로 부호화하였다. 그리고, 비월 주사 방식이라고 명시되지 않은 경우는 모두 순차 주사 방식이 사용되었다.

1. 비월 주사 방식에서 alternate 수직 스캔 사용

화면 주사 방식이 비월 주사 방식인 경우 사용자가 alternate_scan_flag를 설정하여 일방적으로 alternate 수직 스캔만 하도록 조정할 수 있다. 소프트웨어 인코더로 모든 블록에서 alternate 수직 스캔만 하도록 시험 비트열을 제작하고 정상 디코더 및 한 가지 방식으로만 스캔할 수 있도록 조작된 디코더를 통해 시험하였다.

이 경우 정상적인 디코더는 alternate_scan_flag가 설정되어 있는 것을 확인하여 alternate 수직 스캔만 사용하여 디코딩하게 된다. 그림 3(a)를 통해 이러한 경우를 확인할 수 있고 그림 3(c)를 통해 모든 블록에 alternate 수직 스캔 방법만 사용된 것을 확인할 수 있다. 그리고 스캔 방법이 잘못된 경우의 결과를 그림 3(b)와 3(d)를 보고 알 수 있다.

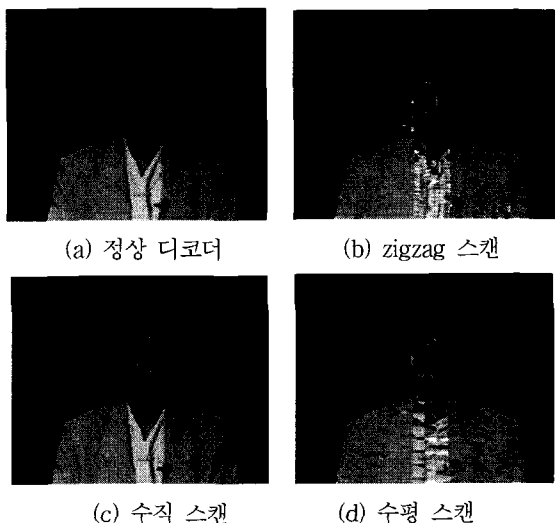


그림 3. 비월 주사 방식에서 alternate 수직 스캔 사용
Fig. 3. Alternate vertical scan in interlaced mode.

2. AC 예측을 하지 않는 경우

인코더에서 무조건 AC 예측을 하지 않도록 한 경우에 대한 실험으로 이 경우 ACpred_flag는 disable로 되

고 모든 블록에서 zigzag 스캔을 하게 된다. 그림 4(a)는 정상 디코더에서의 출력 영상을 보여주고 그림 4(b)는 zigzag, 그림 4(c)는 수직 스캔, 그림 4(d)는 수평 스캔으로 각각 한 가지 방법만으로만 스캔하도록 한 디코더에서의 출력 영상을 보여준다. 그림 4(b)를 통해 모든 블록에서 zigzag 스캔만 사용된 것을 확인할 수 있다.

3. 한 방향으로 변화하는 영상을 사용한 alternate 스캔 시험

위와 반대로 인코더에서 무조건 AC 예측을 하도록 변경하여 실험하였는데 이 경우 모두 alternate 스캔만 하는 것을 확인할 수 있었고 디코더에서도 올바르게 디코딩되는 것을 확인할 수 있었다. 그러나, alternate 스캔에서 수직과 수평 스캔중 한 가지 방법만 사용하려면 AC 예측의 방향을 바꾸어주어야 하는데 AC 예측의 방향은 DC 예측의 방향에 의해 결정되기 때문에 DC 계수를 바꾸어 줄으로써 alternate 수직 혹은 alternate 수평 스캔만 사용하도록 할 수 있다.

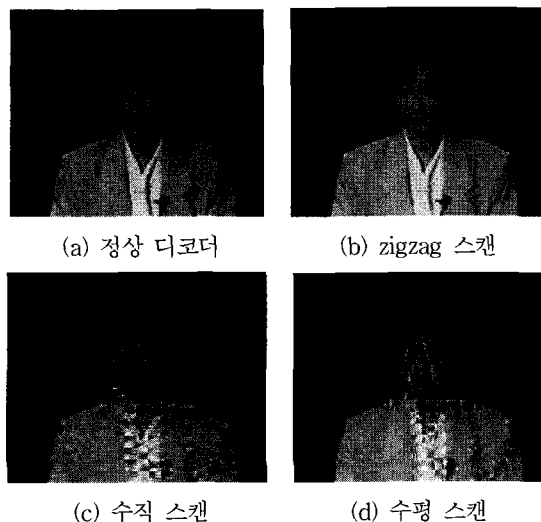


그림 4. AC 예측을 하지 않도록 한 경우 (zigzag 스캔)
Fig. 4. Zigzag scan when AC prediction is disabled.

Alternate 스캔에서 수직 방향과 수평 방향을 결정하기 위해 DC 예측 방향이 한 방향만 갖는 영상을 사용하여 실험하였다. 이 영상을 인코더에 입력하면 방향에 따라 모든 블록에서 alternate 수직 혹은 alternate 수평 스캔만 사용하여 부호화되었다.

그림 5와 6은 DC 계수를 변화시키는 한편 AC 계수

도 같이 변화시켜 잘못 스캔되었을 경우 그 차이점이 나타나도록 하였다. 그림 5는 수직 방향, 그림 6은 수평 방향으로 스캔하도록 만든 영상이고 각각 (a)는 정상 디코더를 사용하여 얻은 출력 영상, (b)~(d)는 각각 zigzag 스캔, 수직 스캔, 수평 스캔의 한가지 방식으로만 스캔하도록 하여 얻은 영상을 보여준다.

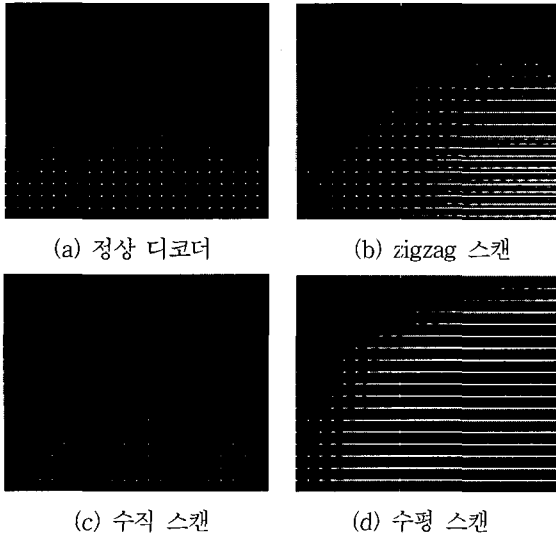


그림 5. 수직 방향 영상에 대한 alternate 수직 스캔 시험

Fig. 5. Alternate vertical scan test for an image changing vertically.

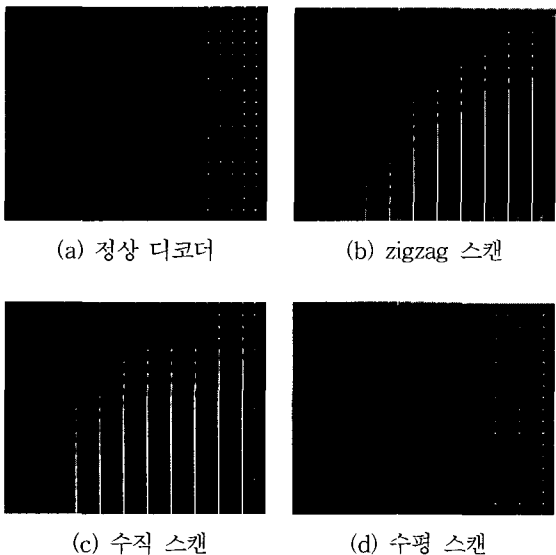


그림 6. 수평 방향 영상에 대한 alternate 수평 스캔 시험

Fig. 6. Alternate horizontal scan test for an image changing horizontally.

그림 5(a)와 그림 6(a)를 살펴보면 정상 디코더는 AC 예측을 올바르게 하여 바르게 디코딩하는 것을 확인할 수 있고 그림 5(c)와 그림 6(d)를 보아 각각의 시험 비트열이 alternate 수직 또는 alternate 수평 스캔 방법만 사용한 것을 알 수 있다.

III. DC/AC 계수 예측 시험

1. DC 및 AC 계수의 예측 방법

MPEG-4 인코더에서 하나의 블록에 대하여 DCT 이후 DC 예측과 AC 예측을 수행하고 있는데 각 블록의 DC 값 예측 방향은 그 주위 수평 및 수직 방향 블록들의 DC 값의 차이에 의해서 결정된다. 그러나 주위의 블록이 video object plane (VOP) boundary 또는 video packet boundary 외부에 있거나, 인트라 매크로블록에 속해 있지 않으면 블록의 DC 값은 $2^{(bit_per_pixel+2)}$ 의 값으로 취급되고 이 값을 이용하여 예측하게 된다. 이러한 방법으로 하나의 블록의 DC 값의 예측 방향이 결정되면 예측된 방향의 DC 값과 현재 블록의 DC 값의 차이를 부호화하고, 디코더에서는 이 값을 가지고 다시 원래의 DC 값을 복원하게 된다. DC 예측 방법은 하나의 매크로블록 내의 4개의 luminance 블록과 2개의 chrominance 블록에 대해서 각각 동일한 방법으로 수행된다.

AC 예측은 AC_pred_flag가 1로 설정되어 있을 때만 수행하며 현재 블록의 AC 계수를 예측하기 위해서 주위 블록들의 첫 번째 열이나 첫 번째 행의 계수들이 사용된다. AC 계수를 예측하는 데 계수의 예측방향은 DC 계수의 예측방향을 그대로 사용하며 DC 계수 예측 방법과 마찬가지로 하나의 매크로블록에서 6개의 블록이 각각의 예측 방향을 가지고 있다.

하나의 블록에 대해서 DC 계수와 AC 계수의 첫 번째 행과 첫 번째 열은 앞에서 설명한 방법에 의해서 예측되고 나머지 AC 계수 부분은 예측을 하지 않는 상태로 부호화하여 디코더로 보내지게 된다.

2. DC 및 AC 계수 예측 방법의 시험 방식

본 절에서 제안하는 DC 계수와 AC 계수 예측 시험 방법은 특정한 패턴을 갖도록 만들어진 입력 영상을 가지고 디코딩할 때 DC 계수나 AC 계수 값을 예측하는 방법이 MPEG-4에서 제시한 방법과 다르게 수행하

거나 잘못 예측했을 때 결과 영상만을 보고서 판단할 수 있도록 하는 데 그 목적이 있다. 먼저 DC와 AC 계수 예측을 실험하기 위한 quarter common intermediate format (QCIF) 형태의 시험 영상을 만들었는데 각각의 프레임은 총 11×9개의 매크로블록으로 구성되어 있으며 하나의 매크로블록은 4개의 luminance 블록으로 구성되어 있다. DCT 평면에서 각 블록에 대한 DC 값과 AC 값을 고려하여 가로 방향과 세로 방향으로 일정한 규칙에 따라 배열한 후 이를 역 DCT해서 영상을 만들었다. 그림 7(a)는 이렇게 만든 16개의 프레임중 하나로 DC 값은 수직, 수평 방향으로 증가하고 AC 값은 수직 방향으로만 증가하도록 하여 만든 것이다. 이러한 16개의 프레임으로 만든 비트열을 정상적으로 디코딩하였을 때 출력 영상과 입력 영상은 거의 차이가 없는 것을 확인하였다.

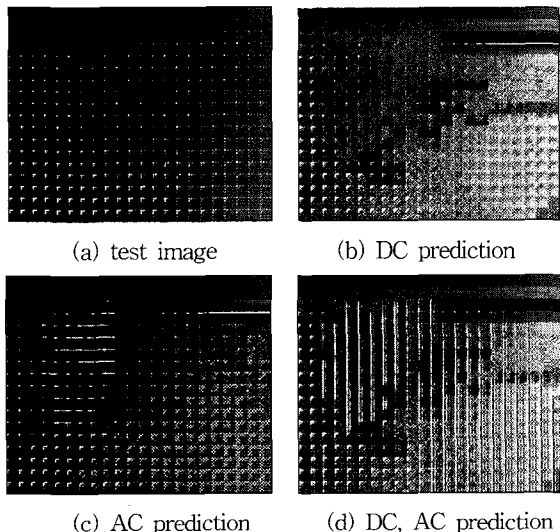


그림 7. DC 및 AC 계수 예측 시험 결과 영상

Fig. 7. Decoded images of DC/AC prediction test.

DC 계수와 AC 계수의 예측 시험 방법으로 디코딩시 프로그램의 변수를 강제적으로 바꾸어서 일방적으로 수직방향으로 예측하는 방법과 수평 방향으로 예측하는 방법을 택하였다. 즉, 디코더의 DC, AC 예측부분이 잘못 되었을 때 나올 수 있는 경우에 대해서 잘못 예측할 수 있는 가능한 모든 경우에 대해서 실험하였다. 먼저 DC 값을 예측할 때 한쪽 방향 (세로 방향)으로만 예측하도록 하여 디코딩 한 영상을 살펴보았다. 다음으로 DC 예측은 정확하게 하지만 AC 예측은 가로 방향으로만 잘못 예측하도록 해보았으며 DC 예측 방법과

AC 예측 방법이 모두 잘못 되도록 하여 디코딩된 영상이 어떻게 나타나는 지를 살펴보았다.

3. DC/AC 계수 예측 시험 비트열 실험 결과

i) 디코더에서 DC 예측을 잘못 했을 때

그림 7(b)는 입력 영상 (그림 7(a))을 부호화하여 나온 비트열을 디코딩할 때 DC 예측방향을 주위블록의 DC 값 차에 의존하지 않고 일률적으로 한쪽 방향의 예측 방향을 갖게 하고 디코딩했을 때 볼 수 있는 영상이다. 예측 방향은 DC 값들에 의해서 결정되므로 그림 7(a)와 비교해 보았을 때 전체적인 영상이 많이 변형되었음을 볼 수 있다.

ii) 디코더에서 AC 예측을 잘못 했을 때

이번 시험은 위와 동일한 방법으로 AC 예측 부분만 조작한 경우이며 이에 따른 결과 영상은 그림 7(c)와 같다. AC 값의 첫 번째 열과 행의 값을 예측할 때 모두 한쪽 방향 (가로 방향)으로만 하였지만 DC 예측은 정확하게 하도록 했기 때문에 출력 영상을 살펴보면 DC부분을 조작했을 때보다 훨씬 더 원래 영상 (그림 7(a))과 비슷하게 나왔음을 알 수 있다. 즉, DC, AC 예측 방법에 따른 실험에서는 AC 값보다는 DC 값을 잘못 예측했을 때 나오는 프레임의 오차가 훨씬 더 눈에 잘 띄는 것을 알 수 있다.

iii) 디코더에서 DC/AC 예측을 잘못 했을 때

그림 7(d)는 비트열을 디코딩 할 때 디코더의 DC 예측 부분과 AC 예측부분을 모두 잘못 하도록 조작했을 때의 결과이다. 그림 7(d)를 살펴보면 전체적인 패턴은 DC 예측부분을 조작한 경우와 거의 비슷한 것을 볼 수 있다. 그리고 이번 실험에서 AC 예측 방향을 앞에서 설명한 방향 (가로 방향)으로 하지 않고 다른 방향 (세로 방향)으로 했다. 그림 7(c)와 비교해 보면, 그림 7(c)에서는 가로 방향으로 줄무늬가 생기는 반면에 그림 7(d)에서는 전체적으로 세로 방향으로 줄무늬가 생기는 것을 볼 수 있다.

IV. 역양자화 시험

1. 역양자화 방법

DCT로 얻어진 계수를 어떤 값으로 나누어 작은 값의 계수로 표현함으로써 부호화량을 줄이는 처리가 양자화이다. MPEG-4에서는 부호화량의 감소와 화질을 자유로이 선택할 수 있도록 두 가지의 양자화 방법을

채택하고 있으며, 제 1 양자화 방법은 MPEG-1, 제 2 양자화 방법은 H.263과 동일하다. H.263 양자화 방법에서는 DCT 계수의 모든 DC 및 AC 계수에 대해서 일률적인 양자화 계수를 적용하여 양자화하지만 MPEG-1 양자화 방법에서는 각각의 AC계수에 대해서 서로 다른 양자화 계수를 적용하며, 인트라 (intra)인 경우와 인터 (inter)인 경우 각각 서로 다른 양자화 행렬을 사용함으로써 부호화 효율을 높일 수 있도록 하였다. 두 가지 양자화 방식에서는 크게 인트라 블록의 DC와 인트라 블록의 AC, 그리고 인터 블록의 DC/AC인 경우로 나누어서 서로 다른 방법으로 양자화하고 양자화된 계수는 VLC 부호화 되어 디코더에 전달되고, 디코더에서는 그 역 과정을 통해서 다시 DCT 계수를 얻는다. 디코더에서 DCT 계수의 역양자화 과정은 부호기에서와 마찬가지로 MPEG-1 방식과 H.263 방식으로 나눌 수 있다. 먼저 인트라 DC인 경우 두 가지 방법에서 모두 DCT 계수는 양자화 계수에 특정 값을 곱함으로써 구해질 수 있는데,

$$F'[0][0] = dc_scaler \times QF[0][0] \quad (1)$$

을 이용하여 계산된다. 여기서 dc_scaler 값은 $short_video_header$ 가 1인 경우 8로, 그 외의 경우에는 비선형 가중치를 이용하여 계산된다. 그 외의 다른 역양자화 계수는 MPEG-1 방식과 H.263에 따라 서로 다른 방법을 이용하게 되는데, MPEG-1 방식에서 DCT 계수는

$$F'[v][u] = \begin{cases} 0, & \text{if } QF[v][u] = 0 \\ ((2 \times QF[v][u] + k) \times W[v][u] \times q_scale) / 16, & \text{if } QF[v][u] \neq 0 \end{cases} \quad (2)$$

을 사용해서 구해진다. 여기서 k 값은

$$k = \begin{cases} 0, & \text{for intra block} \\ Sign(QF[v][u]), & \text{for non-intra block} \end{cases}$$

로 주어지며 인트라 블록인 경우에는 0을, 인터 블록인 경우에는 $Sign(QF[v][u])$ 값을 가지며, $QF[v][u]$ 는 역양자화하기 이전 블록의 계수 값을 그리고 $W[v][u]$ 는 가중치 행렬을 나타내며, q_scale 값은 vop_quant , $dquant$, $dbquant$ 등 여러 가지 인수의 값에 따라 서로 다른 값을 가지게 된다.

H.263 방식에서는

$$|F'[v][u]| = \begin{cases} 0, & \text{if } QF[v][u] = 0 \\ (2 \times |QF[v][u]| + 1) \times q_scale, & \text{if } QF[v][u] \neq 0, q_scale \text{ is odd} \\ (2 \times |QF[v][u]| + 1) \times q_scale - 1, & \text{if } QF[v][u] \neq 0, q_scale \text{ is even} \end{cases} \quad (3)$$

로 주어지는 역양자화 방법에 의해서 DCT 계수를 구할 수 있다.

2. 역양자화 방법 시험 방식

역양자화 시험은 MPEG-4 디코더에서, 역양자화할 때 MPEG-4에서 표준으로 설정한 양자화 행렬을 올바르게 선택하여 사용하는 지, 그리고 선택한 행렬을 스캔하는 순서가 올바른 지를 시험하는 것이 그 목적이다. 각 행렬의 정확한 값이 사용되는 지 시험하기 위해서 MPEG-4 표준 인코더를 조작하여 양자화된 값이 일정한 규칙을 갖는 시험 비트열을 제작하였는데, 제작 방법은 MPEG-4 표준 인코더의 양자화 이후의 부분에 각 블록마다 하나의 DCT 계수를 강조하도록 프로그램을 수정하여 시험 비트열을 만들었다. 이와 같은 방법으로 만들어진 시험 비트열은 하나의 매크로블록마다 하나의 DCT 계수를 강조함으로써 그에 해당하는 행렬의 값이 동일한 지를 알 수 있도록 하였다. 시험 비트열을 정상적인 디코더와 시험하고자 하는 디코더에 입력한 후 결과 영상을 비교해 보면 시험하고자 하는 디코더에서 사용된 양자화 행렬이 정상적인 디코더에서 사용된 행렬과 동일한 지의 여부 뿐만 아니라, 행렬 스캔 순서 또한 비교할 수 있으며, 또한 행렬의 각각의 계수가 제대로 사용되었는 지 알 수 있다.

3. 역양자화 방법 시험 비트열 시험 결과

그림 8(a)는 I 프레임으로 부호화된 시험 비트열을 인트라 행렬을 사용하도록 조작된 디코더에 넣었을 때 결과 영상이며, 그림 8(b)는 P 프레임으로 부호화된 시험 비트열을 동일한 디코더에서의 결과 영상이다. 또한, 그림 8(c)는 정상적인 디코더에서 나온 결과 영상과 그림 8(a) 영상과의 차영상이며, 그림 8(d)는 그림 8(b)와 정상적인 디코더에서 나온 결과 영상의 차영상을 나타낸다. 그림 8(b)는 P 프레임이므로 인터 행렬을 사용하여 디코딩해야 할 부분에 인트라 행렬을 사용하도록 했기 때문에 정상적인 디코더와 잘못된 디코더의 차영상이 그림 8(a)보다 뚜렷하게 나타남을 볼 수 있으며,

이는 그림 8(c)와 8(d)를 보면 알 수 있다. 또한 모두 인터 행렬을 사용한 경우에는 P 프레임으로 부호화된 비트열보다 I 프레임으로 부호화된 비트열에서 보다 많은 차이를 발견할 수 있다.

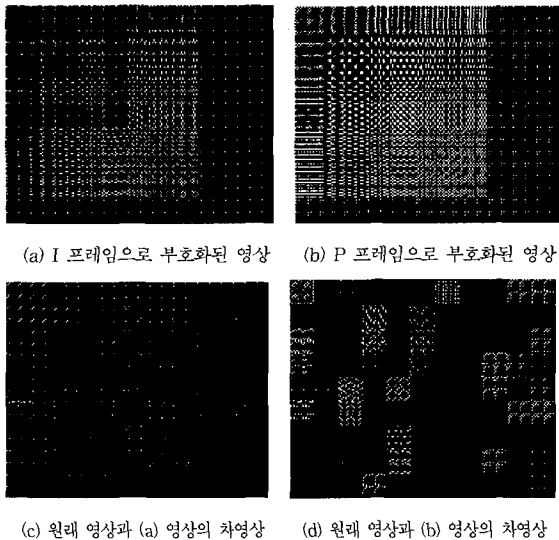


그림 8. 인트라 행렬을 이용하여 디코딩된 영상
Fig. 8. Decoded images using intra weighting matrix.

V. 매크로블록 유형 결정 시험

MPEG-4에서 자료는 정해진 형식을 갖고 상위구조에서 하위구조로 나뉘어지고 각각의 하위 객체들은 서로 합쳐져서 전체를 이루게 된다. 그 중 video object를 이루는 최하위 구조는 블록으로 luminance와 chrominance 블록으로 나누어지고 8×8의 크기를 가지며 DCT 연산의 기본 단위가 된다.

매크로블록은 한 영상에서 같은 위치에 대응되는 luminance와 chrominance 블록이 모여서 이루어지는데 4:2:0의 chrominance 형식에서 하나의 매크로블록은 4개의 Y 블록과 각각 1개의 Cb, Cr 블록으로 이루어진다. 매크로블록은 이 외에 alpha 블록 정보, 움직임 벡터 차, difference quantizer 정보, AC 예측 정보, 비월 주사 방식 정보, 매크로블록 유형 등 다른 여러가지 정보와 함께 매크로블록 계층을 이루어 combined motion shape texture coding의 기본 단위가 된다.

이들 정보는 각 매크로블록의 유형에 따라 가지는 정보가 달라지게 되고 매크로블록 유형은 VOP 유형, 즉, I-, P-, sprite VOP에 따라 달라지는데 본 논문

에서는 코어 프로파일로 시험 범위를 제한하여 sprite VOP를 제외하고 살펴보도록 하겠다. I-VOP의 경우에는 모두 인트라가 사용되고 움직임 정보는 사용되지 않는다. 그리고 difference quantization을 사용하는가의 여부에 따라 두 가지 매크로블록 유형으로 분류된다. P-VOP의 경우에는 인트라와 인트라가 같이 사용되고 각각의 경우에 difference quantization을 사용하는가의 여부에 따라 매크로블록 유형이 구분되며 여기에 8×8 예측 방식이 사용되는 경우 4개의 움직임 벡터를 사용하는 매크로블록 유형이 추가된다. 그리고 인트라 경우 아무런 정보 없이 이전 VOP의 같은 위치의 매크로블록을 가져다 쓰도록 만들어진 not coded가 있다. 이들을 표 1에 정리하였다. 표 1에서 stuffing은 원하는 비트율에 맞추기 위해 인코더가 비트열에 삽입하고 디코더에서 버려지는 정보이다.

표 1. Macroblock type
Table 1. Macroblock type.

VOP type	MB type index	이 름
P	not coded	-
P	0	INTER
P	1	INTER+Q
P	2	INTER4V
P	3	INTRA
P	4	INTRA+Q
P	stuffing	-
I	3	INTRA
I	4	INTRA+Q
I	stuffing	-

다음에서는 매크로블록 유형이 결정되는 과정을 알아보고 각 매크로블록 유형을 확인할 수 있는 비트열을 verification model (VM) 인코더를 통하여 제작하여 VM 디코더에서 복원된 영상을 살펴보고 비트열 분석기에서 결과를 확인하였다. Test sequence는 QCIF 형태의 Akiyo 영상으로 순차 주사 방식으로 부호화하였고 176×144의 크기를 가지며 11×9=99개의 매크로블록을 가진다. 결과로 보인 영상은 모두 P-VOP로 부호화한 것이며 binary shape을 사용하였다. 그림 9는 각 매크로블록 유형에 대한 시험 비트열을 실험한 결과를 보여주는데 최측은 디코더로 복원한 영상, 우측은 비트열 분석기로 살펴본 결과이다.

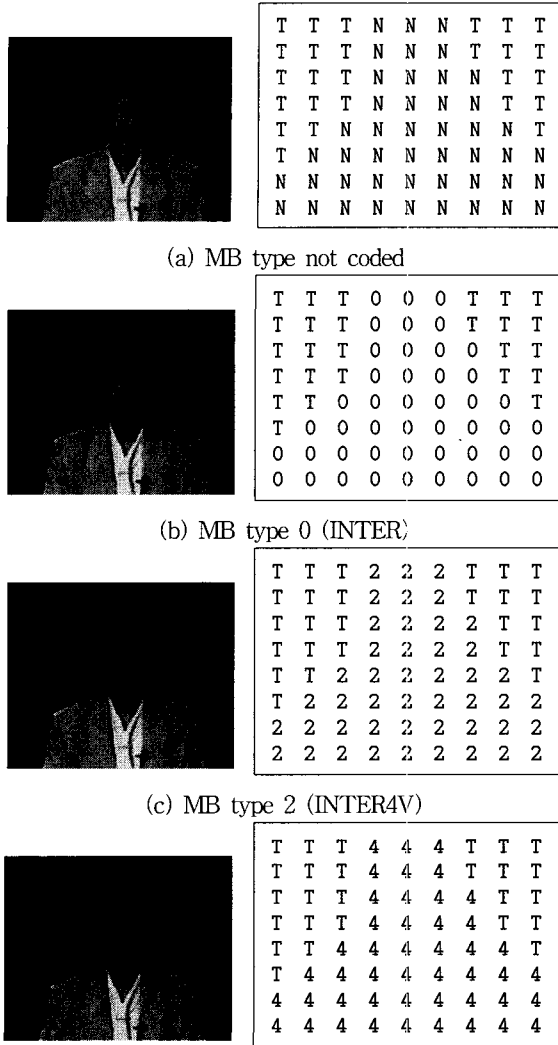


그림 9. 각 MB type에 따른 시험 비트열 적용 결과 (좌: 디코더 영상, 우: 비트열 분석기)

Fig. 9. Test results for each macroblock type (left: decoded image, right: bitstream analyzer output).

1. 부호화되지 않는 매크로블록 (MB type: not coded)

매크로블록 유형 not coded는 P-VOP일 경우에만 사용되는 것으로서 COD라는 변수가 "1"로 설정되는 경우 해당 매크로블록은 더 이상의 정보를 얻기 위한 과정을 모두 생략하고 가장 최근에 부호화된 VOP에서 같은 위치의 매크로블록의 정보를 그대로 사용하게 된다. 즉, 디코더에서 not coded 매크로블록인 경우 매크로블록 내의 모든 블록의 움직임 벡터 값을 0으로 간주하고 움직임 보정을 하지 않게 된다.

그림 9(a)는 영상 내의 모든 매크로블록이 not coded로 부호화되도록 인코더를 조정하여 비트열을 만들고 디코더와 비트열 분석기에서 얻은 결과를 보여준다. 그림 9(a)에서 디코더에서 복원된 영상을 통해 디코더가 모든 매크로블록을 not coded로 인식하였을 경우 영상을 올바르게 복원해 내는 것을 볼 수 있고, 또한 비트열 분석기로 시험 비트열을 분석한 결과가 나타나 있는데 매크로블록의 수는 99개가 아니라 $9 \times 8 = 72$ 개이다. 이것은 모양 부호화 과정에서 부호화할 물체를 bounded rectangle로 제한하였기 때문이다. 그리고 bounded rectangle 내에서도 물체가 아닌 부분은 transparent 매크로블록이 되어 'T'로 표시되었고 물체인 부분은 모두 not coded 매크로블록으로 부호화되어 'N'으로 표시되었다.

2. 인터인 경우의 매크로블록 (MB type 0, 1, 2: INTER, INTER+Q, INTER4V)

MPEG-4에서 P-VOP의 경우 움직임을 추정할 때 16×16 움직임 벡터와 8×8 움직임 벡터, 두 가지를 사용하게 된다. 여기서 16 또는 8은 움직임 추정을 하는 블록의 크기를 가리키며 8×8 움직임 벡터를 사용하는 경우에는 4개의 움직임 벡터가 필요하게 되므로 4개 움직임 벡터 모드가 되고 4개의 움직임 벡터를 사용하여 보다 정밀하게 움직임을 추정할 수 있게 된다. 이에 따라 MB type 0 또는 2가 결정되며 16×16 움직임 벡터를 사용하는 경우 difference quantizer를 사용하면 MB type 1로 결정된다.

그림 9(b)는 모든 매크로블록이 16×16 움직임을 사용해 움직임을 추정하도록 시험 비트열을 제작하여 얻은 결과이다. MB type 1에 대한 시험 비트열의 경우는 difference quantizer를 사용하여 모든 매크로블록이 INTER+Q 유형을 갖도록 시험 비트열을 제작한 것인데 difference quantizer는 비트율 제어를 위해 quantization parameter (QP)의 값을 가감하는 일을 한다. 즉, QP 값이 매크로블록마다 다르게 하기 위해 DQUANT라는 변수를 사용하여 이 값으로 QP 값을 가감하여 사용하게 된다. 이 때 모든 매크로블록에서 동일한 DQUANT 값을 사용한다면 QP 값이 계속 증가하거나 계속 감소하여 복원되는 영상의 질이 나빠질 수 있으므로 시험 비트열에서는 DQUANT=1로 설정하고 매크로블록이 바뀔 때마다 DQUANT의 부호를 바꾸어주어 QP 값이 1씩 증가와 감소를 반복하도록 하여

디코더에서 복원된 영상의 질이 떨어지지 않도록 만들었다.

그림 9(c)는 모든 매크로블록이 8×8 움직임 벡터를 사용한 움직임 추정을 하도록 시험 비트열을 제작하고 디코더에서 복원된 영상과 비트열 분석기에서의 결과를 보인 것이다. 각 영상에서 보듯이 디코더에서 각 매크로블록 유형을 올바르게 인식하여 디코딩하였음을 알 수 있고 또한 비트열 분석기의 출력을 통해 시험 비트열을 확인할 수 있다.

3. 인트라인 경우의 매크로블록 (MB type 3, 4; INTRA, INTRA+Q)

I-VOP인 경우에 매크로블록은 모두 인트라로 부호화되고 difference quantization의 사용 여부에 따라서 각 매크로블록은 INTRA 또는 INTRA+Q의 매크로블록 유형을 가지게 된다. P-VOP의 경우에는 어떤 매크로블록이 움직임 추정 과정에서 큰 오차를 가지게 되면 그 매크로블록을 인트라로 부호화할 수 있다. 이 경우 매크로블록은 I-VOP에서와 마찬가지로 INTRA 또는 INTRA+Q의 매크로블록 유형을 가지게 된다.

그림 9(d)는 P-VOP의 경우에 모든 매크로블록이 INTRA+Q의 유형을 가지도록 시험 비트열을 제작하여 얻은 결과이다. INTRA+Q의 경우 quantization parameter는 INTER+Q의 경우와 마찬가지로 매크로블록이 바뀔 때마다 1씩 증가와 감소를 반복하도록 하였다. 결과 영상을 통해 시험 비트열과 복원된 영상을 확인할 수 있다.

VI. 결론

본 논문에서는 MPEG-4 conformance test에서 디코더 시험을 위해 사용될 수 있는 시험 비트열을 제작하고 그 실험 결과를 보였다. 그리고 이 비트열을 통하여 텍스처 부호화에서 스캔 방법, DC/AC 계수 예측, 역양자화 과정, 매크로블록 유형 확인을 시험하는 방법을

제시하고 실험을 통하여 제작한 비트열을 사용해 주어진 디코더가 MPEG-4 표준안의 내용을 정확히 따르는지를 검사할 수 있음을 보였다.

비트열은 인코더를 변형하여 일반 영상을 가지고 제작하기도 하였고 또한 DCT 계수를 이용하여 일정 패턴을 갖는 영상을 만들기도 하였다. 실험 결과는 디코더를 통해 복원된 영상과 비트열 분석기를 통해 알 수 있었는데 이 것을 개선시킨다면 디코더의 오류를 자동으로 검출하여 나타냄으로써 효율적으로 디코더를 검사할 수 있을 것이다. 또한 각각의 시험 비트열은 시험 범위가 디코딩 과정 중의 어느 한 부분을 목표로 하고 있는데 이들을 적절히 연결하여 복합적인 오류 검출을 하도록 개선할 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] ISO/IEC 14496-2, *Information Technology- Generic Coding of Audio-Visual Objects, Part 2: Visual (Final Draft of International Standard)*, Dec. 1998.
- [2] ISO/IEC 14496-4, *Information Technology- Very Low Bitrate Audio-Visual Coding: Conformance (Committee Draft)*, Dec. 1998.
- [3] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 *MPEG99/N2687, MPEG-4 Video Verification Model Version 13.0*, Mar. 1999.
- [4] 임동근, 김대회, 호요성, 양수경, 고종석, "MPEG-2 적합성 검사의 구현", 신호처리합동학술대회, vol. 10, no. 1, pp. 79-82, 부산대학교, 1997년 9월.
- [5] 김철민, 이병욱, 박래홍, "MPEG-2 비디오 디코더 적합성 검사용 비트열의 제작", 전자공학회 논문지 제 36권 S편 제 10호, pp. 312-322, 1999년 10월.

저 자 소 개

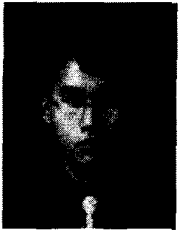


金祐湜(學生會員)

1973년 4월 21일생. 1999년 2월: 서강대학교 전자공학과 졸업(공학사). 1999년 3월~현재: 서강대학교 전자공학과 석사과정. 주관심분야: 동영상 압축, 화상 통신, 컴퓨터 비전 등임



朴修賢(學生會員) 1977년 2월 23일생. 1999년 2월: 이화여자대학교 전자공학과 졸업(공학사). 1999년 3월~현재: 이화여자대학교 정보통신학과 석사과정. 주관심 분야: 영상압축, 컴퓨터 비전 등임



朴仁洙(學生會員) 1973년 4월 10일생. 1999년 2월 조선대학교 제어계측공학과 졸업(공학사). 1999년 3월~현재: 서강대학교 전자공학과 석사과정. 주관심분야: 화상 통신, 동영상 압축 등임

李炳旭(正會員) 第33卷, B編, 第1號 參照
현재 이화여자대학교 정보통신학과 부교수

朴來弘(正會員) 第33卷, B編, 第9號 參照
현재 서강대학교 전자공학과 교수.