

MPEG-4 Shape coding 에 대한 적합성 연구

이재선(李在璿), 임재혁(林載赫), 원치선(元致善)
동국대학교 전자공학과

Conformance study for MPEG-4 binary shape coding

Jae Sun Lee, Jae Hyuck Lim, Chee Sun Won

Department of Electronic Engineering, Dongguk University

E-mail : cswon@dgu.ac.kr

요약

본 논문에서는 MPEG-4 적합성 검사를 위해 표준안에 명시된 조건하에서 검사를 수행한다. MPEG-4 encoder의 각 부분을 제어함으로써 shape coding에 대한 test를 수행하고 또한 검사하려는 항목을 고려하여 부호화 변수를 조절하면서 여러 종류의 test 비트열을 생성하여 비교함으로써 MPEG-4 decoder의 객체기반 영상 부호화에 대한 적합성 검사를 수행한다.

1. 서론

MPEG-1 과 MPEG-2가 각각 비디오 및 디지털 방송의 실시간 오디오 비주얼 서비스를 위한 표준인 반면 MPEG-4는 인터넷 응용, 이동 멀티미디어 통신, 멀티미디어 콘텐츠 제작 등 다양한 형태의 차세대 멀티미디어 서비스를 지원할 수 있도록, 단순한 AV 전달 서비스 뿐만 아니라 대화형 멀티미디어 서비스의 제공을 핵심으로 하고 있다. 또한 부호화 대상의 관점에서 보면 지금까지의 동영상 압축기술은 영상 내용과는 무관하게 프레임 단위로 부호화 하는 방식인데 비하여, MPEG-4는 영상의 내용에 대한 이해나 장면구성을 기본으로 부호화하는 객체기반 부호화에 초점을 두고 있다[1][2][3].

MPEG-4 적합성 검사를 위한 표준안[4]은 각 레벨과 프로파일에 따른 각각의 부호화 부분의 검사를 위한 기준을 제시한다. MPEG-4 적합성 검사를 위한 연구는 텍스처 코딩[5]에 관한 것이 발표된 바 있다. 본 논문에서

는 객체기반 영상 부호화에 대한 적합성 검사에 관한 연구에 초점을 맞추기로 한다. 즉, 표준안을 분석하여 명시된 조건하에서 MPEG-4에서 객체기반 부호화를 위하여 제정된 영상정보 부호화에 관한 적합성검사를 그림 1과 같이 수행한다.

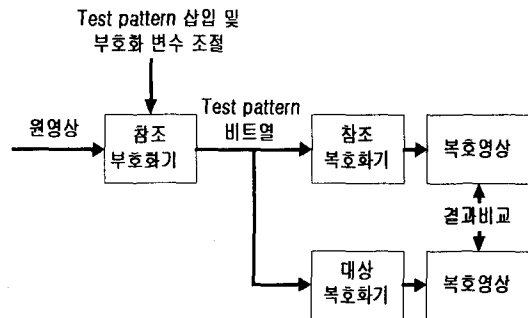


그림 1. MPEG-4 Shape coding의 적합성 검사를 위한 알고리즘

MPEG-4 shape coding 적합성 검사를 위해 명시된 조건은 크게 2가지 이다. 첫 번째로 각 레벨과 프로파일에 서 영상정보만 부호화 하도록 비트열을 생성하여 일반적인 shape coding에 대한 적합성 검사를 수행하고, 두 번째로 각 레벨과 프로파일에 서 영상정보와 텍스처 정보 두 가지를 모두 부호화 하여 적합성 검사를 수행하는 방법이다.

본 논문에서는 첫 번째로 Intra 및 Inter CAE(context-

based arithmetic encoding)의 Scan order 에 대한 검사를 수행하고, 두 번째로 shape coding 의 rate control 을 위한 sub-sampling 과정에 대한 검사를 수행한다. 마지막으로 BAB(binary alpha block) type coding 에 대한 검사를 수행한다. Test 를 위한 bitstream 은 176x144 크기의 실험영상을 이용하여 영상정보만 부호화 하도록 제작하였으며 I-VOP 와 P-VOP 만 가지도록 부호화 하였다. 또한 본 논문에서는 simple 프로파일의 레벨에 대해서만 검사를 수행 하였다.

2. 제안된 Test bitstream 의 생성방법

Shape coding 의 적합성 검사를 위해 본 논문에서 제안하는 Test bitstream 의 생성방법은 다음과 같다.

1. Shape coding 의 최소 부호화 단위는 BAB 이며 16x16 크기로 되어있다. 따라서 BAB 단위로 Pattern 을 구성한다.
2. 이웃하고 있는 BAB 는 CAE 를 위한 Context 구성과 sub-sampling 과정에 영향을 주기 때문에 이웃 BAB 의 영향을 최소화하기 위해 이웃하고 있는 BAB 이 ALL=0(VOP 를 포함하지 않는 경우)가 되도록 구성한다
3. 그림 2(a)와 같이 BAB 의 VOP 부분(255)이 대각선을 중심으로 좌하에 더 많이 분포하면 CAE 의 주사순서가 수평으로, 그림 2(b)와 같이 대각선의 우상에 더 많이 분포하면 CAE 의 주사순서는 수직으로 된다. 따라서 BAB 내의 VOP 부분의 배치에 따라 주사순서를 결정할 수 있다.
4. 그림 2(c)와 같이 BAB 가 좌상에서 우하방향(\)의 대각선을 중심으로 VOP 모양이 대칭인 경우 주사 순서와 관계없이 BAB 의 CAE 값은 동일하다.
5. VOP 타입이 I-VOP 의 경우에는 BAB 이 ALL=0, ALL=255 인 경우를 제외하고 모두 Intra-CAE 로 부호화 된다.
6. Sub-sampling 의 경우 down-sampling 의 비율은 임계값(alpha_th)에 의해 결정된다. 임계값을 조절하여 비율을 결정할 수 있다.

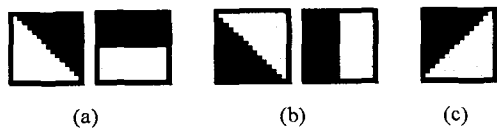


그림 2. Test bitstream 생성을 위한 BAB pattern

제안된 방법에 따라 bitstream 을 제작하여 shape coding 에 대한 적합성 검사를 수행한다.

2-1. CAE 에 대한 Scan Order 검사

MPEG-4 부호화에서는 영상정보의 부호화를 위해서 CAE 을 사용한다. CAE 는 화소 단위로 context 를 계산하고 주어진 확률표를 이용해 위치정보를 부호화 한다. 영상정보는 Intra CAE 또는 Inter CAE 의 두가지 형태로 부호화 된다.

CAE 의 부호화 순서는 수평방향 또는 수직방향 중 부호화 양이 적은 것을 선택하며 주사순서는 ST 라 불리는 1 비트의 부호로 구분된다.

디코더를 조작하여 ST 에 상관없이 한쪽 방향으로만 복호화 하도록 조작하거나 ST 에 따라 복호화 하도록 실험하여 Scan order 에 관한 검사를 수행한다.

그림 3(a)은 참조 디코더로 복호화 한 영상을, 그림 3(b)는 수평방향으로만 복호화 한 경우, 그림 3(c)은 수직방향으로만 복호화 한 경우, 그림 3(d)는 ST 에 따라 복호화된 결과를 나타낸다. 그림의 결과를 통해 대상 디코더의 CAE 는 비트수의 감소를 위해 수직 또는 수평방향으로 부호화 되어 있음을 알 수 있다.

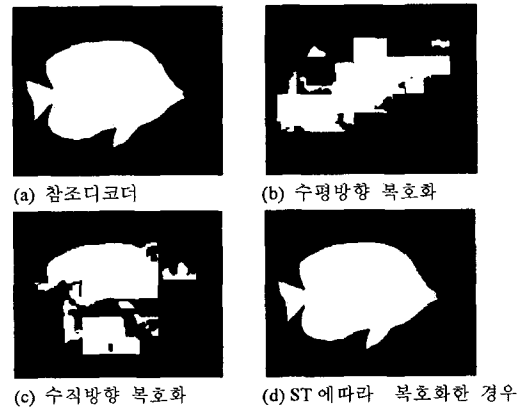


그림 3. brea_cif 영상의 복호화 CAE 주사 순서시험

그림 3(b)와 3(c)의 결과를 보면 scan order 가 일치하는 일부 BAB 은 제대로 복호화 되었으나 scan order 가 일치하지 않는 나머지 BAB 은 CAE 가 잘못 수행됨으로써 잘못된 위치정보가 복호화 됨을 알 수 있다.

그림 4(a)는 CAE scan order 검사를 위해 본 논문에서 제안된 방법으로 Test bitstream 을 생성한 것이다. 영상의 크기는 176x144 이며 각 BAB 이 수직방향과 수평방향으로 번갈아 가도록 주사되어 CAE 부호화 되도록 BAB 을 구성하였다. 또한 다음 BAB 이나 픽셀의 영향을 최소화 하기 위해 이웃하고 있는 BAB 이 0 이 되도록 하였다. 이 영상은 I-VOP 로 부호화 하였다.

그림 4(b)는 수평방향만 복호화 하도록 한 경우의 영상을 나타낸다. 그림에서 수평방향으로 부호화 된 BAB

의 경우는 바르게 복호화 되었으나 수직방향으로 부호화 된 BAB은 잘못 복호화 된 것을 볼 수 있다. 그림 4(C)는 수직방향으로만 복호화 된 경우를 나타낸다. 그림 4(d)는 참조디코더로 복호화 한 영상을 나타낸다. Scan order가 잘못된 경우에는 그림과 같이 영상이 제대로 복호화 되지 않는 것을 알 수 있다.

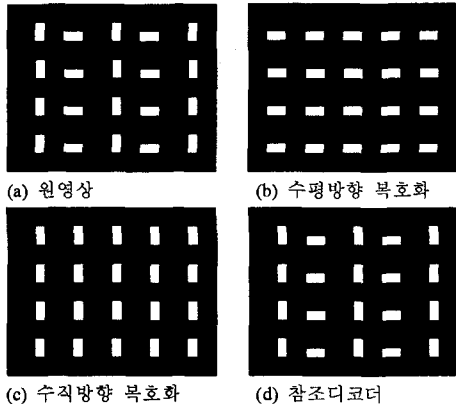


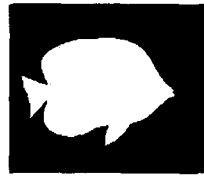
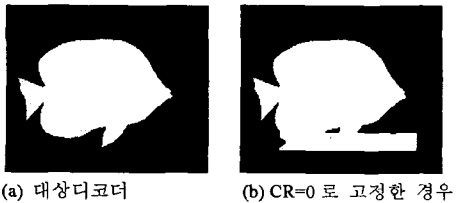
그림 4. Test bitstream 을 이용한 주사 순서시험

2-2. Sub sampling 과정에 대한 검사

위치정보 부호화를 위하여 채택된 CAE는 무손실 부호화 이므로 비트열의 rate-control을 위해서는 부호화 대상 BAB을 sub-sampling 하여야 한다. BAB의 sub-sampling CR(conversion ratio : 0, 1/2, 1/4)은 BAB의 화소값과 해당 CR로 sub-sampling 된 후의 각 픽셀의 SAD(Sum of absolute difference) 값이 임계값(alpha_th)를 초과하는가에 따라 결정된다. CR이 1/4인 경우는 1/2의 과정을 두번 반복해서 수행한다. 임계값이 0인 경우는 무손실 부호화를 나타내고 임계값이 256인 경우는 허용 최대 왜곡치를 나타낸다.

그림 5는 임계값을 16으로 했을때의 부호화된 결과를 나타낸다. 대상 비트열은 1개의 BAB이 1/4의 CR로, 나머지 BAB은 0의 CR로 Down Sampling되어 부호화되었다.

그림 5(a)는 참조 디코더로 복호화 된 결과를 그림 5(b)는 비트열의 CR 값을 모두 0으로 하여 복호화 한 결과를 그림 5(c)는 CR에 따라 복호화 한 결과를 나타낸다



(c) CR에 따라 복호화한 경우

그림 5 brea_cif 영상의 Sub-sampling 시험

그림에서 처럼 CR를 고정하여 복호화한 경우에 CR이 일치하지 않는 경우에 해당 BAB을 중심으로 에러가 발생함을 알 수 있다. down sampling된 해당 BAB이 복호화 과정에서 up sampling 과정을 수행하지 못해 해당 BAB이 완벽하게 재구성 되지 못함으로써 다음 BAB의 비트열 정보를 해당 BAB의 비트열 정보로 인식하여 복호화 함으로써 이후 BAB이 재구성 되지 못하고 에러가 발생하였다.

그림 6은 논문에서 제안된 방법으로 test bitstream을 생성하여 sub-sampling 과정에 대해 검사한 것이다.

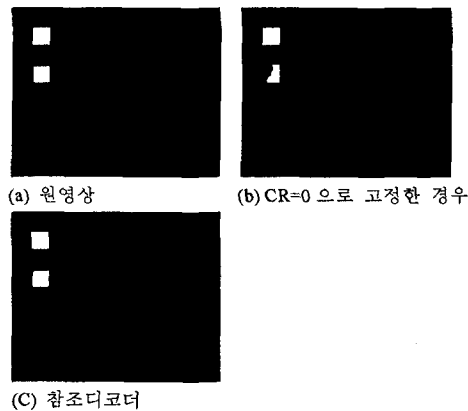


그림 6. Test bitstream 을 이용한 Sub-sampling 시험

그림 6(a)는 두개의 BAB 패턴을 구성하여 임계값을 48로 주었을 때 위의 BAB은 CR이 0이 되도록 하고 아래의 BAB은 1/2의 CR로 down-sampling 되도록 구성한 것이다. CAE 주사순서의 영향을 배제하기 위해 BAB내의 VOP의 모양이 대칭이 되도록 하였다.

6(b)는 디코더에서 up-sampling 과정을 수행하지 못하고 CR을 1로 인식하여 복호화 된 결과를 6(c)는 표준 디코더로 복호화 된 결과를 보여준다. 이 실험의 결과에서 알 수 있듯이 sub-sampling 과정을 제대로 수행하지 못하면 해당 BAB의 구성이 완벽하지 못하게 되어 BAB의 정보가 잘못되어 복호화 됨을 알 수 있다.

3. BAB type coding 에 대한 검사

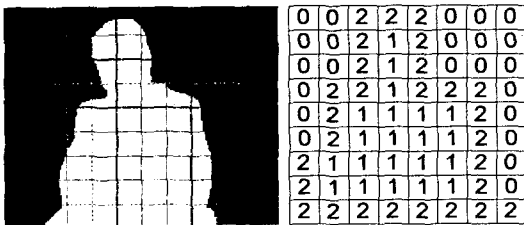
BAB 은 다음의 7 가지 모드로 부호화 된다. BAB 의 모든 픽셀이 VOP 내에 존재하는 경우 (ALL=255), 모든 픽셀이 VOP 외부에 존재하는 경우(ALL=0), Intra CAE 로 부호화 되는 경우, Inter CAE 로 부호화 되는 경우, 화소의 갱신이 없는 경우(No Update), 그리고 Inter CAE 와 No Update 로 부호화 되는 경우에는 모션벡터의 움직임이 있는 경우와 없는 경우로 세분된다

I-VOP 의 경우에는 ALL=255 와 ALL=0 또는 Intra CAE 의 세가지 모드로 부호화 되며 B-VOP 와 P-VOP 의 경우에는 Inter CAE 와 No Update 의 모드가 추가 된다.

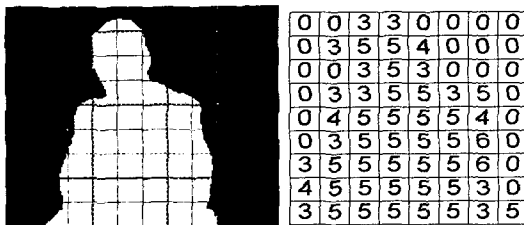
MPEG-4 에서는 허용왜곡치의 범위 내에서는 ALL=0, ALL=255, No Update 의 세가지로 부호화 하고 허용 임계값을 초과하는 경우에는 Intra 또는 Inter CAE 중 부호화 비트수가 적은 것으로 부호화 한다. 각 BAB 의 coding type 은 부호화 되어 각 BAB 의 헤더 정보에 포함된다.

이 실험에서는 부호화된 비트열을 분석하여 각 VOP 의 BAB 이 실제로 어떤 type 으로 부호화 되었는지 알아본다.

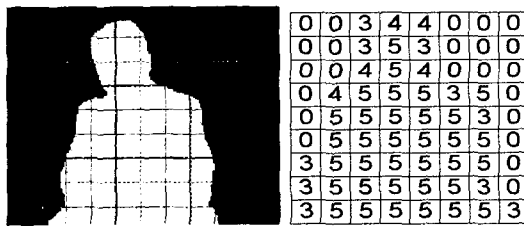
그림 7 은 부호화 비트열을 분석하여 각 BAB 의 coding type 을 그림으로 나타낸 것이다. 영상의 크기는 176x144 이며 I 및 P 프레임으로 부호화 하였다.



(a) 1 번째 VOP(I-VOP)



(b) 15 번째 VOP(P-VOP)



(c) 30 번째 VOP(P-VOP)

- * 0: ALL 0
- 1: ALL 255
- 2: Intra CAE
- 3: Inter CAE & MVDs=0
- 4: Inter CAE & MVDs!=0
- 5: No Update & MVDs=0
- 6: No Update & MVDs!=0

그림 7. Salesman 의 BAB type decoding 분석결과

그림 7 은 salesman 영상을 I-VOP 와 P-VOP 로 부호화 되도록 비트열을 제작하고 그 비트열을 분석을 통해 결과를 그림으로 나타낸 것이다. 그림 7(a)의 결과를 통해 I-VOP 인 경우 VOP 는 ALL=0, ALL=255, Intra CAE 의 세가지로만 부호화 되는 것을 알 수 있다. 7(b)와 7(c)는 P-VOP 가 어떠한 BAB type 으로 coding 되었는지 나타낸다. 그림을 통해 P-VOP 는 경계부분을 제외하고 대부분 no update 형태로 부호화 되어있는 것을 볼 수 있으며 경계부분을 중심으로 CAE 가 사용 되어 있음을 알 수 있다

4. 결론 및 향후과제

본 논문에서는 shape coding 의 적합성 연구를 위해 CAE 의 주사순서와 Sub-sampling 과정에 대해 검사를 수행하였고 실제로 BAB 이 어떠한 형태로 coding 되는 지 비트열을 분석해서 그 결과를 나타내었다.

위 실험을 통해 shape coding 의 각 부분의 적합성 검사를 수행 할 수 있었다.

또한 BAB type coding 검사 부분의 비트열 분석을 texture 부분으로 확장하면 shape coding 의 Motion Compensation 과 Motion Estimation 에 대한 적합성 검사를 수행할 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N3312 MPEG-4 Video Verification Model Version 16.0
- [2] Noel Brady, "MPEG-4 Standardized Methods for Compression of Arbitrarily Shaped Video Objects" IEEE transactions on circuit and systems for video technology, vol 9, No8, p1170-1189, December 1999
- [3] 고성제, 김종욱, "Mpeg-4 의 세계", 영풍문고, 1999
- [4] ISO/IEC 14496-4 Information Technology - Generic Coding of Moving Picture and Audio : Conformance
- [5] 김동식, 박인수, 이병욱, 박래홍, "MPEG-4 텍스처 디코더 정적 Conformance Test 를 위한 비트열 제작" 12 회 영상처리 및 이해에 관한 워크샵, p404-409