

GOP구조를 이용한 MPEG2 비디오 비트율 제어에 관한 연구

김상동⁰
고려대학교 미디어공학과
dittokim⁰@yahoo.com

The Study on the MPEG-2 Video Bitrate Control using GOP Structure

Sangdong Kim⁰
Dept. of Media Engineering, Korea University

요 약

디지털 기술과 통신 기술의 발전으로 멀티미디어 콘텐츠가 급격히 증가하고 있다. 이러한 멀티미디어 콘텐츠는 다양한 유무선 서비스 환경에서 실시간 서비스가 가능해야 한다. 그러기 위해서는 멀티미디어 콘텐츠 중 가장 큰 비중을 차지하는 영상 및 오디오 콘텐츠에 대한 압축 및 전송 기술이 요구된다. 현재 여러 분야에서 영상 및 오디오에 대한 압축 표준으로는 MPEG이 자리잡았다. 그리고 MPEG에 대한 많은 개선 노력이 있었으며 특히 테스트 모델인 TM5를 비롯한 많은 연구에서 벡터 추출이나 양자화를 이용한 방법을 중심으로 비트율을 제어하기 위한 부호화기 모델이 제시되었다. 본 논문에서는 기존의 연구 접근 방식과는 다르게 프레임 유형간의 거리를 이용하여 영상의 특성에 따라 보다 적합한 프레임 구조를 찾아 제안하였다. 즉 영상의 복잡도와 변화도에 따라 영상의 종류를 구분하고 각 종류별 영상에 대한 표준 MPEG 인코딩 화질을 기준으로 삼은 후, GOP구조 내에서 프레임 유형간의 거리를 조정하여 화질을 손상하지 않고 가장 적은 비트율을 보상하는 프레임구조를 실험 및 분석을 통해 찾아 제안하였다.

1. 서 론

디지털 신호처리 기술과 통신 기술의 발전으로 멀티미디어 콘텐츠가 급격히 증가하고 있다. 뿐만 아니라 이들 콘텐츠를 이용한 서비스는 고화질, 다채널, 이동성, 쌍방향 등 다양한 방향으로 진화해 가고 있다. 멀티미디어 콘텐츠 중 가장 큰 비중을 차지하는 영상콘텐츠가 이러한 다양한 변화에 적응하기 위해선 좋은 화질을 유지하면서도 파일용량은 대폭 줄여 다양한 환경에서 실시간 서비스가 가능해야 한다. 그러기 위해서는 동영상 압축 기술이 필수적으로 요구된다.

현재 동영상 CODEC으로는 M-JPEG, MPEG, H.261 등이 주로 사용되고 있다. 특히 DMB, DTV, 데이터방송의 동영상 압축 표준으로 위성, 지상파, 케이블을 막론하고 MPEG이 선정되었다.

MPEG은 국제 표준 기관인 ISO/IEC 의 JTC 산하의 SC 29의 WG 11에서 제정한 동영상 압축에 관한 국제 표준안으로 MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, MPEG-7이 있다.

이중 MPEG-2는 저장매체, 통신 및 방송으로까지의 확장성을 고려하여 제정된 표준안이다. MPEG-2 대한 성능 개선은 주로 사용자에게 의한 조작 및 응용이 용이한 움직임벡터 추출과 양자화를 이용한 방법을 중심으로 이루어지고 있다. 대표적으로 MPEG-2의 테스트 모델인 TM5가 사용되고 있고 아직 성능을 개선할 수 있는 여지가 남아있긴 하지만 이 부분에 대한 많은 연구가 이루어진 상태이다.

본 논문에서는 MPEG-2비디오 압축에서 비트율제어를 위해 기존의 연구들이 시도한 방식과는 다른 방법을 이용하여 접근한다. 새로운 방식의 움직임 예측 및 보상 방법, 양자화 방법 등을 이용한 새 부호화기 모델을 제시하지 않는다. 기존의 부호화기를 사용하고 인코딩시 GOP 내에서의 프레임유형의 조합을 달리하는 방법을 이용한 실험을 통하여 영상의 특성에 따라 보다 적합한 프레임 구조를 제안한다. 즉, 표준화질을 유지한 상태에서 가장 적은 비트율을 보상하는 프레임 구조를 제시한다.

2. GOP내의 프레임 구조를 이용한 비트율 제어 방법

2.1. 프레임과 GOP

MPEG-2 비디오에서 영상은 키프레임에 해당하는 I(Intra)프레임과 델타 프레임에 해당하는 P(Predictive), B(Bi-directional)프레임의 3가지로 이루어져 있다. I프레임은 JPEG와 비슷한 방식으로 압축을 하고 P프레임은 바로 이전의 I프레임이나 P프레임을 참조하여 그 화면의 변화를 예측하여 화상을 압축하며 I프레임 보다는 압축률이 상당히 높아진다. B프레임은 P프레임이 바로 이전의 I프레임이나 P프레임을 참조하는 것에 반해 가장 근접해 있는 I와 P프레임, 즉 바로 이전과 바로 이후의 I프레임이나 P프레임 양쪽을(그래서 이름이 Bi-directional(양방향)이 되었다.) 모두 참조한다.

I프레임을 저장하기 위해서는 많은 데이터가 필요한 반면 P프레임은 I프레임의 10분의 1 밖에 안 되며 B프레임은 P프레임 보다는 큰 데이터량을 가진다. P프레임과 B프레임이 I프레임으로부터 계산되어지기 때문에 I프레임이 산재해 있지 않고 너무 적으면 축적된 에러가 너무 커져 결국 이미지의 질이 떨어지게 된다. I프레임으로 시작하는 연속적인 화상들의 집합을 GOP(Group of Picture)라고 한다[1].

2.2. 프레임구조와 비트율의 상관관계

TM5 테스트 모델에 따르면 MPEG-2 인코딩은 예상 비트를 설정하고 I,B,P 영상에 따라 전체 사용량을 할당하게 되는데 이 단계를 예상비트 할당이라고 한다. 먼저 각 영상별로 초기 복잡도를 설정하여 인코딩을 시작하고, 하나의 열상이 인코딩된 후 인코딩영상의 실제 사용비트량과 평균 양자화값을 고려하여 다음 영상의 복잡도를 계산하게 된다. 이 복잡도와 남은 영상수를 고려하여 새로운 목표비트가 설정된다. 이 과정은 크게 목표비트 할당, 비트율 제어, 적응 양자화 과정의 3단계로 나누어 수행된다[2].

여기서 I,B,P프레임의 수는 부호화기에서 사용자 정의에 의해 지정할 수 있다. 그렇기 때문에 GOP내의 프레임 배열을 조정한다면 결과물의 비트율을 조절할 수 있다. I프레임 또는 P프레임의 빈도를 줄이면 영상의 비트율이 낮아 지지만 화질도 함께 낮아질 것을 예상할 수 있

다. 하지만 화면의 내용이 거의 변하지 않는 영상에선 DVD 표준에서 사용하는 IBBPBBPBBPBBP 구조 보다 I 또는 P프레임의 횟수를 줄이더라도 화질에 영향을 주지 않고 비트율을 낮출 수 있을 것이다. 영상의 종류에 따라 화질을 유지하면서 보다 적은 비트율로 인코딩 할 수 있다는 가설을 세울 수 있다.

3. 실험 및 고찰

실험에 사용한 영상은 복잡도와 활동도를 기준으로 네가지 유형으로 구분하였다. 첫번째 유형은 배경이 고정되어 있고 피사체의 움직임도 거의 없는 영상이다. 두번째 유형은 카메라 워크에 의하여 배경과 피사체가 움직이는 영상이다. 네번째 유형은 배경과 피사체 모두 전혀 다른 장면으로 빠르게 변하는 영상이다. 각 유형별로 "영상1.avi", "영상2.avi", "영상3.avi"를 사용하였고 각각은 DV NTSC 포맷의 720X480 사이즈에 5초길이의 영상이다. GOP 구조 변환 후, 화질과 비트율을 비교할 기준 대상은 각 유형별 영상을 DVD용 표준 포맷으로 인코딩한 "S영상1.mpg", "S영상2.mpg", "S영상3.mpg"를 사용하였다. DVD 표준 포맷은 I프레임이 15프레임 간격으로 사용되며, P프레임은 3프레임 간격으로 사용되고, 그 사이에는 B프레임이 채워진다(IBBPBBPBBPBBPBBP). 부호화기는 "ADOBE MPEG Ecoder"를 사용하였다.

본문에서 제안한 가설을 검증하기 위해서 각 영상별로 부호화기에서 지원되는 네가지 유형의 GOP구조를 사용하여 인코딩 한 후, 기준 영상과 비트율 및 화질을 비교하였다. 그 내용은 아래 표와 같다.

표1. 영상1.avi 대한 비트율 및 화질 비교

파일명	GOP Structure (frame distance)	Bitrate (KBps)	화질
S영상1.mpg	I프레임:15, P프레임:3	551	표준
영상1-1.mpg	I프레임:30, P프레임:3	480	동일
영상1-2.mpg	I프레임:16, P프레임:2	493	동일
영상1-3.mpg	I프레임:30, P프레임:2	472	동일
영상1-4.mpg	I프레임:15, P프레임:1	103	저하
영상1-5.mpg	I프레임:30, P프레임:1	87	저하

배경이 정지해 있는 영상에서는 I프레임을 30프레임당 1번 사용하고 P프레임은 2프레임당 1번씩 사용하여 압축한 경우에 표준 GOP구조로 압축 했을 때와 동일한 수준의 화질을 유지하면서 제일 낮은 비트율을 기록했다. P프레임을 매프레임 마다 사용하여 B프레임을 전혀 사용하지 않은 경우에는 비트율이 크게 감소 하였으나 화질 열화가

눈에 띄게 나타났다.

표2. 영상2.avi에 대한 비트율 및 화질 비교

파일명	GOP Structure (frame distance)	Bitrate (KBps)	화질
S영상2.mpg	I프레임:15, P프레임:3	735	표준
영상2-1.mpg	I프레임:30, P프레임:3	611	동일
영상2-2.mpg	I프레임:15, P프레임:2	637	동일
영상2-3.mpg	I프레임:30, P프레임:2	598	동일
영상2-4.mpg	I프레임:15, P프레임:1	127	저하
영상2-5.mpg	I프레임:30, P프레임:1	113	저하

배경이 카메라 워크에 의해 변하는 영상에서도 I프레임을 30프레임당 1번 사용하고 P프레임은 2프레임당 1번씩 사용하여 압축한 경우에 표준 GOP구조로 압축 했을 때와 동일한 수준의 화질을 유지하면서 제일 낮은 비트율을 기록했다. P프레임을 매프레임 마다 사용하여 B프레임을 전혀 사용하지 않은 경우에는 비트율이 크게 감소 하였으나 화질 열화가 눈에 띄게 나타났다.

표3. 영상3.avi 대한 비트율 및 화질 비교

파일명	GOP Structure (frame distance)	Bitrate (KBps)	화질
S영상3.mpg	I프레임:15, P프레임:3	960	표준
영상3-1.mpg	I프레임:30, P프레임:3	854	저하
영상3-2.mpg	I프레임:15, P프레임:2	903	동일
영상3-3.mpg	I프레임:30, P프레임:2	847	저하
영상3-4.mpg	I프레임:15, P프레임:1	132	저하
영상3-5.mpg	I프레임:30, P프레임:1	117	저하

배경이 전혀 다른 화면으로 계속 변하는 영상에서는 I프레임을 15프레임당 1번 사용하고 P프레임은 2프레임당 1번씩 사용하여 압축한 경우에만 표준 GOP구조로 압축 했을 때와 동일한 수준의 화질을 유지하였다. 비트율은 조금 낮아진 것으로 나타났다.

각 영상 특징에 따라 기존의 표준 영상 압축 보다 적합한 GOP 구조를 다음과 같이 제안한다.

표4. 영상특성별 적합한 GOP구조

영상특성	GOP Structure (frame distance)
정지배경영상	I프레임:30, P프레임:2 (IBPBPBPBPBPBPBPBPBPBPBPBPB)
움직이는 배경 (동일화면)	I프레임:30, P프레임:2 (IBPBPBPBPBPBPBPBPBPBPBPBPB)
움직이는 배경 (이중화면)	I프레임:15, P프레임:2 (IBPBPBPBPBPBPB)

4. 결론

본 연구에서는 MPEG-2 비디오를 압축할 때 GOP 구조를 다양하게 변경함으로써 영상의 복잡도 및 활동도 특성에 따른 화질 및 비트율의 변화에 대해 실험해 보았다. 크게 세종류로 분류한 영상에서 표준영상의 화질을 유지하면서도 보다 낮은 비트율로 압축할 수 있음을 확인하였다. 또한, 각 영상 특성별 최적의 GOP 구조를 제안하였다.

향후, 이 논문에서 분류한 영상의 특성을 자동으로 분류해 낼 수 있는 부호화기를 개발하여 영상특성에 맞게 가장 적합한 GOP구조를 유동적으로 변경할 사용할 수 있게 하기 위한 연구가 필요하다고 생각된다.

<참고문헌>

[1] 노경률, " 영상편집론", 북토피아, pp 303-310, 2002
 [2] 김두열, 이근영, "선형 평균시스템 양자화를 사용한 MPEG-2 비트율 제어", 대한전자공학회논문지, pp 976-982, 1997.
 [3] " MPEG-2 encoder v.1.2, MPEG Software Simulation Group" [online].
<http://www.mpeg.org/MSSG>