

PC 기반 실시간 DVR 시스템을 위한 MPEG-4 코덱 구현

장경현¹⁰ 박기태¹ 김찬규² 홍인화² 김진국³ 여훈구³ 문영식¹
¹한양대학교 컴퓨터공학과, ²전자부품연구원 디지털미디어센터, ³(주)오이토
¹{khjang^o, parkkt, ysmoon}@cse.hanyang.ac.kr
²{kimcg, hongih}@keti.re.kr
³{jkkim, yeohg}@oyto.com

Implementation of MPEG-4 Codec for Real-time DVR System Based on PC

Kyung Hyun Jang¹⁰, Ki Tae Park¹, Chan Gyu Kim², In Hwa Hong², Jin Kook Kim³,
Hun Gu Yeo³, Young Shik Moon¹

¹Dept. of Computer Science and Engineering, Hanyang University
²Dept. of Digital Media Center, Korea Electronics Technology Institute (KETI)
³OYTO, Inc

요 약

본 논문에서는 실시간으로 다채널의 카메라에서 입력되는 영상을 동시에 압축 및 복원할 수 있는 PC 기반의 DVR (Digital Video Recording) 시스템을 위한 MPEG-4 방식의 코덱을 구현하고자 한다. 현재까지의 일반적인 압축 방식은 화상회의 용도의 H.263, VCD 화질의 MPEG-1, DVD급 화질인 MPEG-2가 널리 적용되고 있다. 하지만 이러한 방법들은 저장 데이터의 양이 커서 효율적인 저장이 어렵다. 따라서 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하면서 실시간적으로 다채널 영상 데이터 저장이 가능한 MPEG-4 압축 방식을 적용한 코덱을 제작한다.

1. 서 론

현대 사회는 발전에 발전을 거듭하여 네트워크를 통해 초고속 정보화 사회를 지향하고 있으며 이런 추세에 맞추어 보안 감시 시스템 또한 기존의 아날로그 시스템에서 데이터의 보관, 이동이 수월한 디지털을 기반으로 한 시스템으로 발전되어 가고 있으며, 이러한 경향의 중심에 DVR (Digital Video Recording) 시스템이 있다.

DVR은 CCTV에서 입력되는 비디오 신호(아날로그 신호)를 영상 Capture 보드에서 Capture하여 컴퓨터 하드 디스크에 고화질의 디지털 신호로 바꾸어 압축 저장하였다가, 네트워크를 통해 모니터링하거나, 녹화된 디지털 영상을 사용자가 편리하게 검색할 수 있도록 개발된 다기능의 디지털 녹화 감시 시스템이다. 순간 검색할 수 있는 녹화 및 검색 기능과, 여러 대의 카메라 영상을 1 대의 모니터에서 분할하여 감시할 수 있도록 한 모니터링 기능, 원격지에서 전화선이나 LAN, 전용선, 인터넷상에서 녹화 검색 및 실시간 화면을 감시할 수 있는 화상 전송 기능 등이 내장된 파워풀한 장비이다. 가격도 저렴하여 기존의 아날로그 CCTV를 대체할 수 있는 하이테크 (High Technology) 감시 장비로 현재 DVR은 최신의 보안 시스템으로 효과적인 범죄 예방 및 개선 관리된 보안 시스템을 제공한다 [1-3].

국내외 DVR 시장은 기존 CCTV에서 DVR로의 이동 및 보안의식의 강화, 감시차원에서 안전차원로의 인식전환 등으로 급격히 팽창하고 있고, 이에 따라 시장 선점

을 위한 업체간 경쟁도 갈수록 치열해지고 있다. 또한 국내외의 기업들과 금융권 및 아파트 모니터링 시스템과 같은 곳에서 대규모의 수요를 창출하고 있다. 최근에는 전 세계적으로 증가하고 있는 테러 및 범죄로 인해 보안 관련 규제가 강화되면서 공항, 터미널, 철도, 지하철, 기타 공공 시설 등 공공부문의 DVR 도입에 대한 수요가 매우 증가하고 있는 추세이다 [4].

DVR은 비디오 압축 기술을 바탕으로 하고 있는 디지털 비디오 레코딩 시스템이므로 다채널로 확장으로 인한 영상의 압축과 복원이 실시간으로 변화되지 않는 비대칭형 압축 기술에 대한 문제점과 화면정지 상태에서의 화질문제, 그리고 초당 녹화 프레임 수를 높이기 위한 압축 기술의 향상과 이에 따른 화질 저하 문제를 모두 해결할 수 있는 비디오 압축 기술들이 필수적으로 요구된다 [5].

따라서, 본 논문에서는 채널 확장이 가능한 PC 기반 실시간 DVR 시스템을 위한 MPEG-4 압축 방식을 이용한 코덱을 구현하고자 한다.

2. 연구 배경

다채널을 지원하는 DVR 시스템에서 요구되는 핵심 기술은 장비의 안정성과 카메라에서 입력되는 영상 데이터를 실시간 압축 및 재생시 고화질의 영상을 제공해야 하는 것이다. 본 논문에서는 이들 핵심 기술을 중 영상 데이터를 실시간 압축 및 고화질 영상을 재생할 수 있는

방법에 대해서 기술하고자 한다. 일반적으로 지금까지 DVR 시스템의 압축방식은 JPEG - MJPEG - MPEG1 - Wavelet - MPEG2 - JPEG2000 - H.26x 등으로 변천되어 왔다. 이렇게 압축방식이 변천되어 온 이유는 카메라로부터 입력되는 동영상 데이터의 용량을 줄이기 위해서였다. 압축 방식으로 데이터의 용량을 줄임으로서 최소한의 부하로 컴퓨터의 CPU 및 하드웨어를 동작시키고 데이터를 저장하기 위한 저장장치를 소용량으로 대처함으로써 시스템 전반의 안정성을 기대하고자 하였다. 그러나 위에서 기술한 다양한 압축 알고리즘의 변화에도 불구하고 저장장치의 과중한 부담은 해소되지 않았다.

3. 제안하는 방법

본 논문에서는 다채널의 카메라로부터 입력되는 영상 데이터를 실시간 압축 및 재생시 고화질 영상을 재생을 제공하기 위해 MPEG-4 압축 방식의 비디오 코덱을 구현하고자 한다. MPEG-4 비디오 표준은 기존의 MPEG-1, 2 등의 동영상 압축 기법들은 카메라에 입력된 화면 단위로 부호화하는 반면에 영상의 내용에 근거하여 영상 내에 존재하는 객체단위로 부호화함으로써 컴퓨터에 의하여 생성된 그래픽의 합성, 영상 및 합성음도 지원하며, 객체단위로 부호화하기 때문에 객체 단위의 편집/저작 및 사용자와의 대화형 인터페이스 기능을 제공할 수 있는 특징이 있다. 또한 전송 에러에 강하기 때문에 이동 통신망 및 인터넷망 등과 같은 예러 환경에도 적합하다.

그림 1은 본 논문에서 적용하는 전형적인 MPEG-4 표준에 의거한 비디오 압축 코덱을 사용한다.

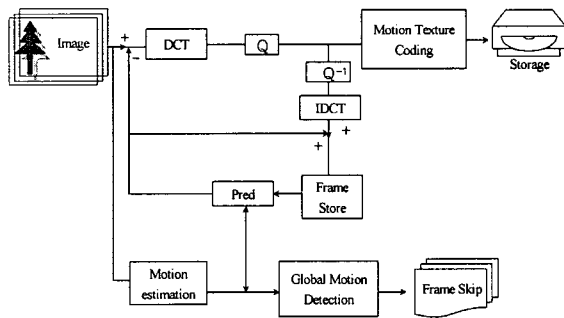


그림 1. MPEG-4 비디오 인코더 흐름도

그러나 MPEG-4 표준에 의거한 다채널의 카메라로부터 입력되는 동영상을 고화질을 유지하면서 실시간적으로 30 fps 성능의 압축 및 저장을 하기 어렵다. 그러므로, 제안하는 실시간 비디오 압축 코덱에서는 DVR 시스템에서 요구되는 기능만을 제공할 수 있도록 표준 MPEG-4 인코더를 부분적으로 기능 수정, 축소, 그리고 제거한다.

MPEG-4 인코더에서 다채널 입력에 대한 실시간 30 fps를 압축 및 저장하기 위해 기능 수정, 축소 그리고 제거한 부분은 크게 두 부분으로 움직임 예측(Motion

estimation) 부분과, 양자화(Quantization) 부분이다.

3.1 움직임 예측

움직임 예측은 부호화 과정에서 움직임 벡터를 예측하는 작업이다. 감시용 카메라로부터 입력되는 영상은 대부분 빠르게 변화하는 영상이 아니므로 움직임 벡터를 사용하여 부호화 효율을 높일 수 있다. MPEG-4 표준 압축 코덱은 여러 가지 다양한 움직임 예측방법을 제공하며 다양한 움직임 예측방법 중 가장 효율적인 방법을 사용하여 부호화한다. 그러나 이러한 방법은 다채널 입력에 대한 실시간 30 fps를 압축 및 저장하기에는 어렵다. 그러므로 본 논문에서는 부호화 시간을 최소화하기 위해서 다음과 같이 움직임 예측방법을 축소하였다.

- 16 x 16 매크로 블록 단위의 움직임 예측만 사용
- DC계수 예측만 사용
- I-VOP와 P-VOP만 사용
- 정수화소 단위의 움직임 보상만 사용

MPEG-4 표준 압축 코덱은 매크로 블록 단위인 16 x 16 블록 단위 움직임 보상뿐만 아니라 8 x 8 블록 단위의 움직임 보상, VOP경계 밖에서의 움직임 보상, 중첩된(Overlapped) 블록 움직임 보상(OBMC) 등 다양한 움직임 보상방법을 사용한다. 다채널 부호화를 위해서 기본적인 16 x 16 블록 단위의 움직임 예측만을 사용하도록 한다. 16 x 16 매크로 블록 단위의 움직임 예측만을 사용하기 때문에 매크로 블록 당 하나의 움직임 벡터만 존재한다.

MPEG-4 표준 압축 코덱은 부호화 효율을 높이기 위하여 양자화된 DC성분과 AC성분 모두 적응적 예측 부호화를 한다. 그러나 AC 성분 예측 오차는 예측하지 않은 AC성분보다 값이 큰 경우가 있다. 매크로블록마다 1 비트의 플래그를 사용하여 AC성분 예측을 유효 또는 무효로 할지 결정한다. AC성분 예측을 무효로 할 경우 부호화 시간을 낭비한 결과가 된다. DC성분만 예측을 하더라도 부호화된 영상의 화질에 큰 영향을 끼치지 않기 때문에 AC성분은 예측하지 않고 DC성분만 예측하여 부호화한다.

B-VOP에서는 양방향 움직임 보상 및 예측을 한다. B-VOP는 전방 예측을 하는 P-VOP에 비해 전방향 움직임 벡터와 후방향 움직임 벡터를 모두 이용하여 움직임 예측 및 보상을 한다. P-VOP에 비해 많은 예측을 필요로 하며 부호화 시간에 많은 영향을 끼친다. 다채널 부호화를 실현하기 위해 B-VOP를 상대적으로 단순한 움직임 예측을 사용하는 P-VOP로 대체하여 사용한다.

MPEG-4 표준 압축 코덱은 반픽셀(Half Pixel), 쿼터픽셀(Quarter Pixel) 단위의 움직임 보상이 가능하다. 부호화 시간을 최소화하기 위해 정수단위의 움직임 보상만 사용하도록 한다.

3.2 양자화

MPEG-4 양자화는 MPEG-2방식과 H.263방식 두 가

지의 양자화 방법이 있다. 기존에는 인트라 부호화된 블록의 DC 성분을 8로 양자화하는 반면 MPEG-4에서는 양자화 스케일에 따라 결정되는 비선형 양자화 간격으로 DC 성분을 양자화한다. 이 때 사용된 양자화 스케일은 VOP헤더에 기술된다. 이 양자화 방법은 매크로블록마다 연산을 하여 양자화 간격을 결정해야 하므로 다채널 부호화를 실현하기에 적합하지 않다. DC 성분의 양자화 간격은 고정시키고 AC성분의 양자화 간격은 선형적으로 결정하는 H.263 양자화 방법을 사용하였다.

MPEG-4 양자화 방법을 사용한 경우 평균적으로 2~6 사이의 양자화 간격을 가지게 되는데 H.263 양자화 방법을 사용한 경우 MPEG-4 양자화 방법을 사용한 경우에 비해 상대적으로 양자화 간격이 크게 되어 적은 비트로 양자화 된다. 적은 비트로 양자화된 값은 이후 많은 비트 연산을 하게 되는 VLC(Variable Length Coding)에도 영향을 끼쳐 부호화 속도 향상이 가능하게 한다.

4. 실험 결과

본 논문에서는 실험을 펜티엄 IV 3.6GHz 환경에서 실험하였고, 16채널 카메라를 연결하여 본 논문에서 구현한 MPEG-4 인코더의 성능 검증한다. 표 1은 본 논문에서 제안한 인코더를 이용하여 1채널 부호화 한 결과이다. 주요한 부분만 시간을 측정한 결과이며 전체 부호화의 비중이 아닌 측정된 시간의 합(1687.7ms)을 100%로 보고 각 부분을 처리하는데 걸리는 시간의 비율을 참고하고자 한다.

표 1. 제안한 인코더를 이용한 부호화 결과

	ms	%
DCT	90.7	5.37
Quantization	124.9	7.40
IDCT	121.2	7.18
IQuantization	56.3	3.34
MotionEstimation	209.0	12.38
MotionCompensation	101.3	6.00
Edge Padding	31.2	1.85
RGB to YUV	38.6	2.29
Transfer	42.2	2.50
Prediction	4.3	0.25
MBCoding	855.8	50.71
Interlacing	12.2	0.72
Total	1687.7	100

MBCoding은 DCT와 양자화 후 매크로블록 단위로 VLC를 하는 부분이다. 다른 부분에 비해 제안한 방식으로 수정한 양자화(Quantization)부분과 움직임 예측(Motion Estimation) 및 보상(Compensation)부분이 비율이 낮은 것을 알 수 있다.

본 논문에서 제안한 인코더에 대한 부호화 한 결과를 검증하기 위해서 움직임이 없는 경우와 움직임이 있는 경우에 대해서 실험을 하였다. 또한 움직임이 있는 경우

는 화면의 1/4이하의 완만한 움직임이 나타난 경우와 1/4 이상의 급격한 움직임이 있는 경우로 실험하였다. 표 2는 실험 결과는 보여주고 있다.

표 2. 실험 결과

실험환경	16 채널 부호화 결과
움직임 없음	30 fps
완만한 움직임	30 fps
급격한 움직임	29 ~ 30 fps

5. 결론

DVR 시스템은 비디오 압축 기술을 바탕으로 하고 있는 디지털 비디오 레코딩 시스템이므로 실시간 다채널 확장으로 인한 영상의 압축 저장과 복원이 변화되지 않는 비대칭형 압축 기술에 대한 문제점과 화면정지 상태에서의 화질문제, 그리고 초당 녹화 프레임 수를 높이기 위한 압축 기술의 향상과 이에 따른 화질 저하 문제를 모두 해결 할 수 있는 비디오 압축 기술들이 필수적으로 요구되었다.

본 논문에서는 실시간으로 다채널의 카메라에서 입력 되는 영상을 동시에 압축 및 복원할 수 있는 PC 기반의 DVR (Digital Video Recording) 시스템을 위한 MPEG-4 비디오 압축 방식의 인코더를 구현하였다. 실제 표준 MPEG-4 인코더를 사용해서는 다채널일 경우 고품질을 유지하면서 실시간적으로 30 fps 성능의 압축 및 저장을 하기 어렵다. 그러므로, 표준 MPEG-4 인코더 분석을 통하여 움직임 예측 부분과 양자화 부분에 대해서 처리 시간이 많은 부분들을 수정, 삭제함으로써 16 채널 이상의 카메라에서 움직임 정보가 많은 입력 영상에 대해서도 고품질을 유지하면서 30 fps 으로 압축 저장할 수 있었다.

[참 고 문 헌]

[1] Iain E. G. Richardson, "H.264 and MPEG-4 Video Compression : Video Coding for Next Generation Multimedia," John Wiley & Sons, 2003.
 [2] Iain E. G. Richardson, "Video Codec Design, John," Wiley & Sons, 2002.
 [3] TV Anytime Forum, <http://www.tv-anytime.org/>.
 [4] Y. Umemoto, Y. Eto, and T. Fukinuki, "Digital Video Recording," Proc. of the IEEE, Vol. 83, Issue 7, pp. 1044-1054, July 1995.
 [5] J. B. Park, C. H. Park, S. W. Lee, I. H. Hong, "Design of 24 Channels Real Time Module using MPEG-4 for DVR Surveillance System," ITC-CSCC, Vol. 1, pp. 353-354, July, 2005.