

다채널 DVR 시스템을 위한 효율적인 디지털 비디오 저장 탐색 및 인터넷 전송 기술

신태현, 이재성, 신현철
한양대학교 전자전기제어계측공학과
e-mail : thshin@digital.hanyang.ac.kr

Efficient Digital Video Recording / Searching / Internet-Streaming Techniques for Multi-Channel DVR Systems

Tae-Hyun Shin, Jae-Sung Lee, HyunChul Shin
Department of Electronics, Electrical,
Control and Instrumentation Engineering
Hanyang University

Abstract

Efficient video data storage and search techniques are essential for DVR-based security systems. We have designed appropriate data structures and search techniques for efficient image storage and search, in this study. The date and time can be saved and searched as a folder form. The overall system is designed for MPEG4 CODEC. It can handle variable sizes of frames (100bytes ~ 6Kbytes) produced by MPEG4 CODEC without errors. We also have developed image transmission techniques through inter-net networking.

I. 서론

최근 금융 범죄 및 국가 간의 테러 등 각종 사고가 빈번히 발생함에 따라 보안설비의 중요성이 높아지고 있다. 또한 침입사실을 알려주기만 하는 일차적 시스템의 보안설비보다, 범죄 발생 당시의 영상을 제공하여 사고의 정황을 신속히 판단할 수 있게 해주는 영상 보안기기의 효과가 월등함이 입증됨에 따라 영상 보안 산

업의 필요성이 증대되고 있다. 대부분의 기존 영상 보안 기기에서는 아날로그 전송 방식을 사용하여 아날로그 신호를 테이프에 저장하는 방식을 이용해왔다. 그러나 이러한 녹화방식은 주기적으로 테이프를 교체해야 하는 불편함이 있을 뿐 아니라, 테이프의 열화로 인해 녹화된 파일의 선명도가 떨어지는 등으로 인한 비용 증가의 단점을 갖고 있다. 이에 최근에 들어서는 아날로그 영상신호를 디지털 신호로 변환한 후 MotionJPEG (MJPEG) 계열 또는 하이브리드(Hybride) 부호화인 H.263, MPEG4, Wavelet 계열 의 디지털 비디오 압축 기법들을 이용하여 압축한 후 이를 하드디스크 등의 디지털 저장장치에 저장하는 DVR시스템 이 사용되고 있으며 실시간 압축/복원, 정지영상의 화질, 초당 녹화 프레임 수 등의 기능을 향상시키기 위한 연구가 진행 중이다.[1][2]

MPEG4 압축 코덱을 영상 압축, 효율적인 Multimedia 정보의 저장 및 검색을 위한 DataBase화 기술, 네트워크를 통한 원격지 영상 모니터링 기술의 소프트웨어 구현에 대하여 논의하며, 논의된 영상 기술은 그 자체가 DVR의 HDD 용량과 관련하여 저장 기간과 제품 원가에 직접적인 영향을 미치고 압축 코덱에 따라 녹화속도가 결정적인 차이를 보이게 되는 핵심 기술이다. 또한 이에 따라 원격지의 컴퓨터에 영상을 전송하는 네트워크 전송 속도의 결정 요인이 되기도 한다. 원격지에서

LAN, 전용선등의 네트워크로 로컬 DVR에 접속 하여 영상을 실시간으로 전송 받거나 저장되어 있는 영상을 검색할 수 있어 원격감시, 중앙 집중식 감시가 가능하다. 일부 DVR의 경우 출입 통제 시스템의 서버와 같은 여타 장치와 연동하여 통합 운영까지 가능하다.

II. 시스템 구현

2.1 영상 데이터의 인코딩 및 디코딩

본 연구에서 제안하는 HD-DVR시스템의 전체 구성은 그림 1과 같다. 시스템 소프트웨어는 4-Vision을 기반으로 Microsoft Visual C++ 6.0으로 구현 하였다.

전체 구성은 크게 디스플레이(Overlay) 부분과 인코딩/디코딩 부분으로 나눌 수 있다. 이 두 부분은 각기 독립적으로 동작하며 실시간 처리가 가능하도록 설계하였다. 먼저 디스플레이 부분은 4개의 채널에 대한 스레드(Thread)와 처리능력의 개선을 위해 더블버퍼링(Double Buffering) 개념으로 처리하고 있다. [3][4] 이는 이미지 디스플레이 후 다음 프레임을 전송하기 위해 기다리는 시간을 최소화 하고, 4개의 채널의 영상 정보가 동시에 갱신되지 않았을 경우에, 갱신되지 못한 채널은 동일한 이미지를 다시 보여줌으로써 보는 사람으로 하여금 화면이 좀 더 부드럽게 보이도록 설계 하였다.

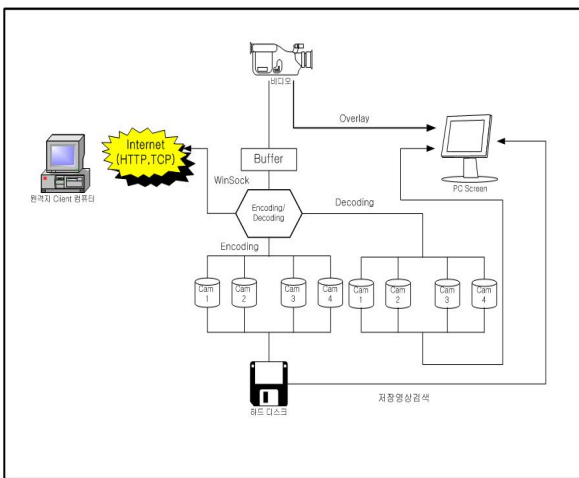


그림1. 전체 프로그램 구성도

2.1.1 가변 프레임 길이 처리

기존 고정된 크기의 프레임 데이터는 일정한 주기 값을 사용하여 인코딩 및 디코딩을 할 수 있었다. 그러나 하이브리드 부호화인 MPEG4 압축코덱은 시간적인 중복 성을 제거하여 프레임 타입 및 움직임 양이 적은 경우 100byte부터 많은 움직임이 있을 경우 60배 크기인 6Kbyte 크기의 가변 적인 프레임을 갖게 된다. 이 경우, 매 프레임의 시작과 끝부분을 알 수 없게 되고, 고정된 길이의 데이터를 읽어온 후 디코딩 하는 방식을 사용할 시에는 다른 프레임을 참조하는 에러를

발생시키게 되었다. 이에 본 연구에서 제안하는 가변 길이에 따른 처리 기법은 인코딩 시 한 프레임의 원시 정보(Binary Data)의 크기를 하나의 변수로 지정해 매 프레임이 인코딩 될 때마다 프레임의 시작 시점에 크기를 인덱스 정보로 붙여줌으로써, 프레임 단위의 디코딩이 가능하게 하였다. 디코딩 과정은 <그림2>에서 볼 수 있듯이 먼저 프레임 사이즈를 읽고 선언된 크기 만큼의 영상 데이터를 읽어와 메모리로 복사한 후, 복사된 데이터를 디코딩 하는 식의 프레임 단위의 처리가 가능 하도록 설계 하였다.

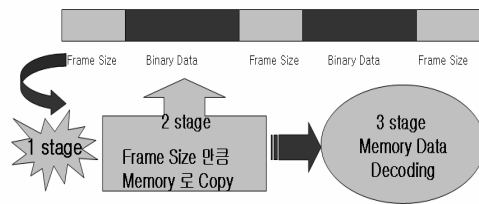


그림2. 디코딩 순서도

2.1.2 프레임의 무결성 및 저장 시간 정보

인코딩 중 사용자 나 외부적인 요인에 의해 프레임이 완전히 구성되지 않았을 시점에서 인코딩이 끝났을 경우 문제가 발생하게 된다. 이러한 프레임을 디코딩하게 되면 잘못된 정보의 프레임이므로 에러를 발생 시키게 되고, 이 문제를 해결하기 매 프레임 마다 먼저 프레임의 길이 값을 공백으로 선언 한 후, 프레임 인코딩 하고 작업이 무결하게 끝났을 경우, 다시 프레임 길이 필드로 돌아가 길이 정보를 쓰게 된다. 이러한 방식으로 디코딩 시 매 프레임의 가장 처음에 위치하게 되는 프레임의 길이 정보가 없을 경우 디코딩을 하지 않게 함으로써, 무결하지 않은 영상 정보에 대한 디코딩 에러를 처리 할 수 있었다. 또한 저장된 영상이 언제의 정보인지를 표시하기 위해 매 프레임이 인코딩 될 때마다, 윈도우의 시간 정보를 받아서 길이 필드 다음에 저장 하게 하는 방식을 사용하였다. 전체적인 저장 영상의 구조는 그림 3에서 확인 할 수 있다.

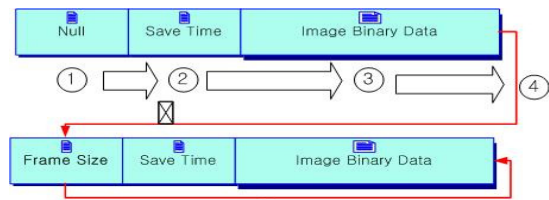


그림3. 저장 영상의 구조

2.1.3 프레임 타입에 따른 영상 처리

MPEG4 로 인코딩된 영상들은 예측 부호화 방식으

로 모든 해당화면의 정보를 생성 하는 것이 아니라 정지 영상을 압축하는 방법으로 연속되는 화면의 기준을 이루는 Intra-Frame (I-Frame) 과 이전에 재생된 영상을 기준으로 차이점만을 가지고 있는 Predict-Frame (P-Frame), 마지막으로 I영상과 P영상 두 영상 양방향에서 예측 영상인 Bidirectional-Frame (B-Frame) 으로 구성되며 각각 다른 크기를 가지고 있다.(그림4) 이는 5분 단위의 검색 저장 영상의 시작 프레임이 I-Frame 이 아닌 P-Frame 혹은 B-Frame 일 경우 디코딩 시 에러를 발생 시키는 요인이 되었다. 이 문제의 해결을 위해 5분마다 새로운 파일로 인코딩 되어 저장될 때마다 강제로 인코딩을 잠시 중지하고 초기화 시킨 후 다시 시작하는 방식을 사용하여 강제적으로 I-Frame 을 영상 파일의 가장 처음에 위치 시켜 디코딩 시 문제가 없도록 설계 하였다. 또한 이 문제점의 해결 방안을 통해 네트워크를 통한 영상 정보의 전송 시 프레임 타입을 조사하여 I-Frame 의 생성 시점부터 전송하게 함으로써 에러를 발생 시키는 요인을 미연에 방지 하였다.[5]

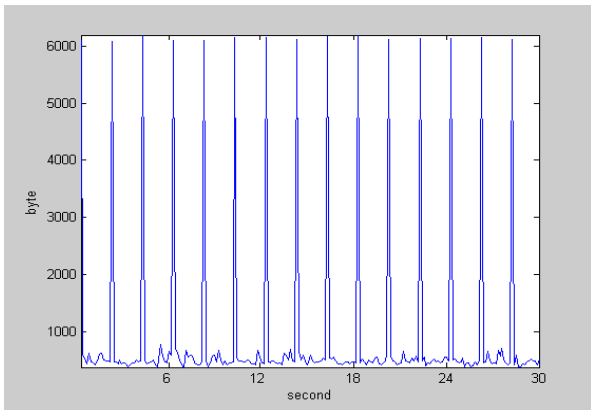


그림4. 프레임 타입에 따른 시간당 프레임 크기

2.2 네트워크를 통한 영상 전송

2.2.1 네트워크 영상 전송의 개요

원격지에 영상 전송은 스트림 방식의 서비스이기 때문에 Transmission Control Protocol (TCP) 프로토콜을 사용하였으며, 연결 지향형(Connection Oriented) 프로토콜의 사용으로 신뢰성 있는 스트림 영상 데이터를 전송한다. 데이터 송수신에 필요한 사전 접속 절차와 송수신 완료에 따른 해제 절차가 필요 하게 된다. 이는 송신지와 수신지가 실제 데이터를 전송하기 전에 먼저 양쪽 간에 데이터 송수신을 위한 연결 통로를 만들고 데이터를 전송하는 방식으로 송신 컴퓨터는 실제 데이터를 보내기 전에 원격지 컴퓨터까지의 연결 상태를 확인한 후에 데이터의 전송을 개시하며, 통신이 종료될 때까지 연결 상태를 유지하게 된다. 전송한 데이터는 정상적으로 전달되었는지 확인 작업을 하며, 전송 오류

가 발생 시 이 사실을 송신자에게 알려 주어 재전송 요청을 하게 된다.[6] (그림 5)

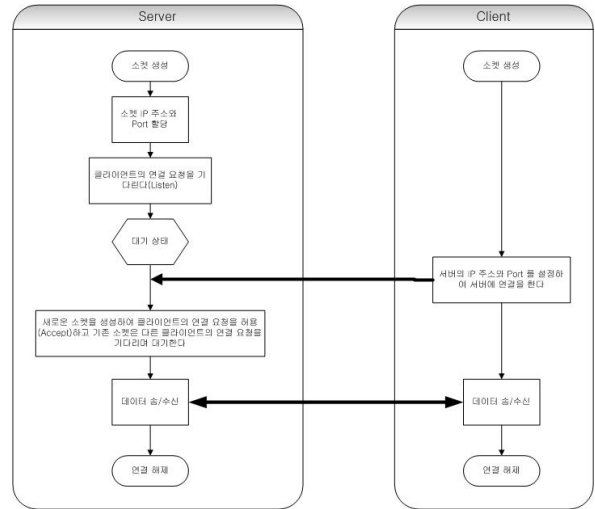


그림5. Server / Client 개요도

2.2.2 단일 스레드를 사용한 전송

최초 설계 시 다중 채널의 영상을 전송하기 해야 한다는 점 때문에 각 채널에서 나오는 프레임들에 대해 각각 전송 시키는 다중 스레드를 사용하여 설계 하였지만 시스템의 부담을 가중 시키는 결과를 초래하였다. 이 문제점의 해결을 위해 단일 스레드 사용하였다. 원격지에서 영상 확인 시 하나의 스레드가 다채널의 영상을 순차적으로 전송하는 방식이기 때문에 다채널 영상이 동시 전송이 되지 않고 순서에 따라 약간의 지연이 있게 된다. 그림5 에서와 같이 전송스레드는 1번 프레임을 가져와 전송을 하고 해당 데이터를 삭제한 후 2번 프레임도 같은 형식으로 전송을 하여 네트워크상에 지속적으로 각각의 채널에 대한 프레임을 전송하게 된다.

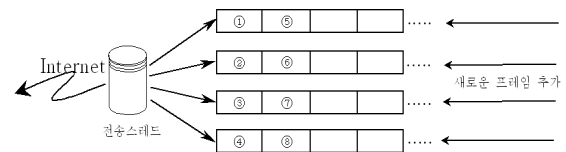


그림6. 전송될 영상 Frame 의 Buffer

각각의 채널마다 링크드 리스트(Linked List) 버퍼를 두어 새로운 프레임이 인코딩 되어 준비 될 때마다 리스트의 꼬리 부분에 새롭게 할당 되는 FIFO방식으로 데이터를 저장하도록 구현하였다. 단일 전송 스레드는 버퍼에 새롭게 인코딩 되어 준비된 프레임이 없을 경우 일정 시간 동안 전송을 일시 중지 하도록 제어하여 더 이상 전송할 프레임이 없을 경우 잘못된 주소의 데이터를 전송하려는 오류를 미연에 방지 하도록 설계 하였다.

수신측 역시 한 개의 단일 수신 스트림 총괄적으로 패킷을 수신하고 채널별 재생스트림으로 각각의 패킷을 채널에 맞게 분배 시킨 후 디코딩 하게 된다.

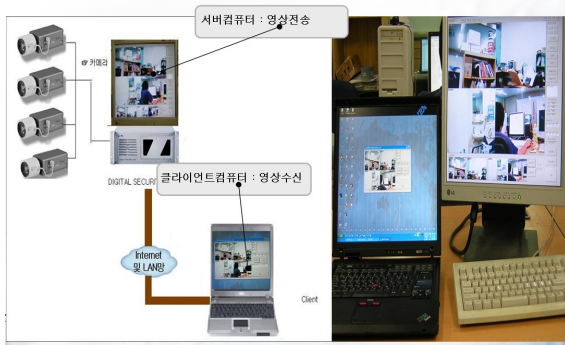


그림7. 네트워크 영상 전송 실제 구현 화면

III. 성능 평가

3.1 성능 평가

본 연구에서 개발한 DVR 시스템은 압축 효율 극대화 및 관련 비용 절감을 위해 MPEG4 압축 코덱을 적용 하였으며, 전체적으로 평균 6.6 FPS(Frames Per Second) 정도의 일정한 압축률의 성능을 보이고 있다. 네트워크상에서의 영상 전송은 실험 시간이나 경우에 따라 많은 차이를 보일 수 있으나 평균 7.5 FPS 전송률을 보이며 로컬 PC에서 디코딩 된 영상 보다 더 많은 프레임은 전송 가능하다.

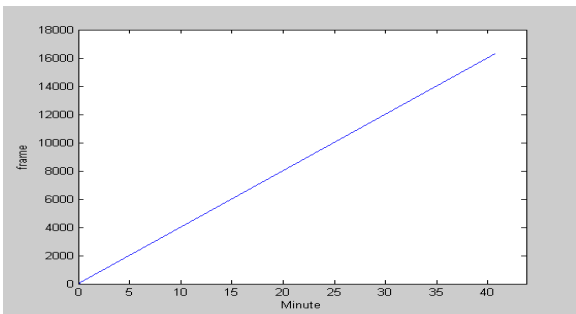


그림8. 네트워크 영상 전송 성능 평가

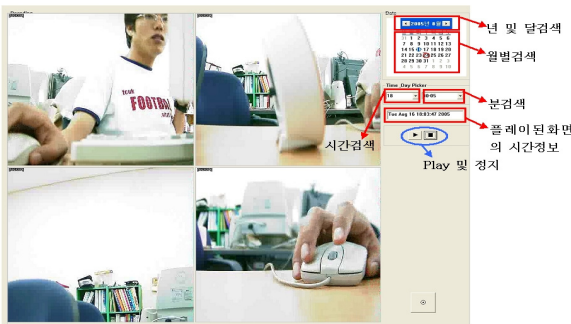


그림9. 저장영상의 디코딩 후 출력 화면

V. 결론

본 논문에는 DVR 시스템을 구성하기 위한 소프트웨어의 구현에 관하여 설명 하였다. 다채널의 영상 정보를 MPEG4 압축 코덱 적용 시, 움직임 양에 따른 가변적 프레임(100bytes ~ 6Kbytes) 크기에 적용 가능한 인코딩 및 디코딩 방식을 제안 하였고, 각 프레임의 무결성 확보를 위한 해법과 네트워크를 통한 실시간 영상 전송 방식에 대해 논의 하였다.

본 연구는 HD-DVR 개발이라는 상업화에 초점을 맞추었기 때문에, 시스템 구현 및 전체 시스템 성능의 최적화 및 사용자 인터페이스 부분의 구현에 주안점을 두고 수행 하였다.

참고문헌

- [1] 박영철, 안재기, “효율적인 압축 알고리즘을 이용한 실용화 수준의 DVR 시스템,” 한국정보과학 회지. pp. 243-250, 2004.
- [2] JingangWang, Wei Li, “The design of the video win-dowing controller,” Circuits and Systems IEEE Asia-Pacific Conference, pp163-165, Dec.2000.
- [3] JongWon Kim, Young-Gook Kim and HwangJun Song, “TCP-friendly Inter video streaming employing variable frame-rate encoding and interpolation,” Circuit and System for Video Technology IEEE Transactions, Vol.10, Issue7, pp1164-1177, Oct.2000.
- [4] Nam Ling, Nien-Tsu Wang, “Real-time video decoding scheme for HDTV set-top boxes,” Broadcasting IEEE Transactions, Vol.48, Issue4, pp.353-360, Dec. 2002.
- [5] I.Richardson, “H.264 and MPEG-4 Video Compres-sion Video Coding for Next-generation Multimedia,” John Wiley & Sons, 2003.
- [6] Motta G, Storer J.A, Carpentieri B, “Improving scene cut quality for real-time video decoding,”Proceedings Data Compression Conference, pp. 470-479, March. 2000.