

DVR 움직임 감지 데이터 검색 시스템의

설계 및 구현*

박진성⁺⁰, 이상호⁺, 지목영⁺⁺

⁺한국산업기술대학교 컴퓨터공학과, ⁺⁺세도주

e-mail : ⁺{pjs9153⁰, sangho}@kpu.ac.kr, ⁺⁺jimook89@gmail.com

Design and Implementation of a DVR Motion-Detection Data Searching System

Jin-Seong Park⁺⁰, Sang-Ho Lee⁺, Mok-Young Ji⁺⁺

⁺Dept. of Computer Engineering, Korea Polytechnic University, ⁺⁺Sedo

요 약

기술의 발달과 보안의 중요성이 대두되면서 DVR 시스템이 널리 보급되고, 기존의 CCTV보다 더 선명한 화질과 빠른 검색 등의 장점으로 더욱더 DVR 시스템의 활용 분야가 넓어지고 있다. 이와 동시에, 비디오 데이터의 압축률과 저장 공간의 증가로 인해 DVR 검색 시스템의 중요성이 증가하였다. 그러나, 기존 DVR 검색 시스템에서는 시간이나 채널과 같은 속성에 대한 검색만을 지원하였고, 특정 영역에 변화가 있는 비디오 프레임만을 검색하는 영역 검색을 지원하나 검색 속도가 느리다는 문제점이 있었다. 본 논문에서는 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 움직임 감지 데이터를 활용하여 영역 검색을 지원하는 방법을 제시한다. 이 방법에서 가장 문제시되는 점은 움직임 감지 데이터를 거의 실시간으로 DBMS에 저장해야 하는데, 이를 위해서 영역 인코딩 기법을 제안한다. 또한, 본 논문에서는 프로토타입 시스템을 설계 및 구현하여 성능의 우수함을 보인다.

1. 서 론

컴퓨터와 인터넷 기술의 발달과 보안의 중요성이 대두되면서 DVR(Digital Video Record) 시스템이 널리 보급되고 있다. DVR은 과거 CCTV(Closed Circuit Television)보다 더 선명한 화질과 빠른 검색을 지원한다는 장점이 있다.

초기 검색방법은 다양한 배속으로 비디오 데이터의 시작 위치부터 사용자가 원하는 데이터를 찾아 가는 방식이었다. 이 방식은 높은 배속임에도 불구하고 검색 시간이 오래 걸리고, 사용자가 검색 화면을 확인해야 한다는 단점이 있었다. 즉, 화면상의 특정 영역에 변화가 있는 비디오 프레임(video frame)만을 검색하는 특정 영역 검색과 시간 범위에 대한 검색이 요구되었다.

이와 같은 문제점을 해결하기 위해서, 기존 연구에서는 Smart Search[6~8], Panorama Search[9~12], Multi Search[9, 10]등을 제안한다.

그러나, Panorama Search와 Multi Search는 영역 검색을 지원하지 않고, Smart Search는 영역 검색을 지원하기는 하지만, 영역 검색을 위해서 저장된 모든 비디오 데이터를 비교 분석하기 때문에 검색 시간이 길다는 문제점이 있다.

본 논문에서는 효율적인 영역 검색을 지원하기 위해서 움직임 감지(Motion Detection) 데이터를 활용한 검색 기법을 제안하고자 한다. 움직임 감지 데이터는 DVR 시스템에서 작은 추가 비용을 추출할 수 있는 데이터다. 그러나 이 데이터를 실시간으로 데이터베이스를 구축하는 것에 문제가 있고, 본 논문에서는 이 문제의 해결책을 제시한다.

본 논문의 구성은 제 2 장에서 DVR 검색 방법에 대한 관련연구에 대해서 소개하고, 제 3 장에서는 본 논문에서 제시한 문제점과 그 해결책에 관해서 논한다. 그리고, 제 4 장에서는 제안한 방법으로 구현한 시스템에 관해서 논하고, 제 5 장에서는 시스템의 성능평가에 대해서 소개한다. 마지막으로 제 6 장에서는 결론을 맺는다.

* 본 연구는 산업자원부 중소기업 기술혁신 2006 (과제번호 S1010092)의 지원을 받았음.

2. 관련 연구

본 장에서는 기존의 검색 기법인 Smart Search, Panorama Search, 그리고 Multi Search 에 관해서 논한다.

Smart Search[6~8]는 특정 영역 검색으로서, 사용자가 검색하고자 하는 특정 영역을 지정하면, 시스템은 저장된 비디오 데이터를 모두 비교 분석하여 사용자가 원하는 비디오 프레임을 반환한다. 이 검색 방법은 사용자가 임의의 영역에 대해서 검색을 할 수 있다는 장점은 있으나, 저장된 비디오 데이터를 모두 비교 분석을 해야 하기 때문에 검색 시간이 길다는 단점이 있다. 이 단점으로 인해, 이 검색 방법은 비교 분석할 비디오 데이터를 줄이기 위해서 검색할 비디오 데이터를 채널 별로만 검색할 수 있도록 하고 있다.

Panorama Search[9~12]는 시간을 기준으로 검색을 하는 기법이다. 사용자가 시간에 대한 범위를 입력하면 그 시간범위에 대한 결과값을 보여주고, 채널 별 검색만을 지원한다. 이 검색 기법은 영역 검색을 지원하지 않는다는 단점이 있다.

Multi Search[9,10]는 Panorama Search 을 확장한 것으로서, 한 개의 채널검색이 아닌 다채널을 동시에 검색할 수 있다. 그러나 이 검색 기법도 영역 검색을 지원하지 않기 때문에 사용자가 원하는 비디오 프레임을 검색하기 위해서는 사용자가 각 비디오 프레임을 확인해야 한다는 단점이 있다.

따라서, 본 논문에서는 비디오 데이터의 압축률과 저장 공간이 증가함에 따라 더욱더 중요시되고 있는 DVR 시스템에서의 영역 검색을 효율적으로 지원하는 기법을 제안하고자 한다.

3. 문제 정의 및 해결책

본 논문에서는 DVR 시스템에서의 영역 검색을 효율적으로 지원하기 위해서 움직임 감지 데이터를 DBMS 에 저장하고 이를 기반으로 검색을 지원한다. DVR 시스템에서 움직임 감지 데이터는 각 프레임마다 그림 1 과 같이 추출된다. 움직임 감지 데이터는 화면의 해당 영역¹에 움직임이 감지되면 '1' 로 설정되고, 그렇지 않으면 '0' 으로 설정된다.

움직임 감지 데이터는 거의 실시간으로 DBMS 에 저장되어야 하고, 검색을 위해서 인덱스도 설정되어 있어야 한다. 본 논문에서 사용하고 있는 DVR 시스템은 동시에 4 개의 채널을 지원하고 한 채널에서 초당 30 프레임이 녹화가 되기 때문에 DBMS 는 그림 1 과 같은 움직임 감지 데이터를 초당 최대 120 개를 삽입할 수 있어야 한다.

그러나, 움직임 감지 데이터를 각 영역별로 저장하는 방식으로는 초당 최대 120 개를 삽입할 수가 없었다. 본 연구에서 실험한 결과로는 초당 최대 25 개의 데이터를 삽입할 수 있었다.

0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1
0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

그림 1 움직임 감지 데이터의 예.

본 논문에서는 움직임 감지 데이터를 거의 실시간으로 삽입할 수 있고 검색도 효율적으로 지원할 수 있는 영역 인코딩 기법을 제안한다. 영역 인코딩 기법은 2 차원 움직임 감지 데이터를 1 차원의 배열로 변경하고, '1' 로만 이루어진 영역의 시작 위치와 끝 위치만을 저장하는 방식이다.

영역 인코딩 기법은 01010101...과 같이 '1' 의 데이터들이 모여 있지 않은 경우에는 저장해야 할 데이터의 양이 증가할 수 있으나, 움직임 데이터의 특성상 '1' 의 데이터들이 모여서 발생하기 때문에 실제로 저장해야 할 데이터의 양은 기존의 영역별로 저장하는 것에 비해서 훨씬 작아진다. 뿐만 아니라, 영역 인코딩 기법으로 저장된 데이터에 대한 검색은 사용자가 제공한 영역 검색 질의어의 각 영역이 저장된 데이터의 영역에 포함되는지만을 검사하면 되기 때문에 간단한 SQL 문으로 쉽게 구현이 가능하고 효율적으로 검색할 수 있다.

4. 시스템의 구현

본 장에서는 본 논문에서 구현한 시스템의 전체 구조와 시스템의 핵심 모듈인 비디오 데이터와 움직임 감지 데이터의 저장과 질의어 처리에 관해서 논한다.

4.1 시스템 전체 구조

본 논문에서 구현한 DVR 검색 시스템의 구조는 그림 2 와 같다. 그림에서 보는 바와 같이, 시스템은 DVR 시스템으로부터 비디오 데이터를 받아서 파일 시스템에 저장하는 Video Data Insertion Engine, 움직임 감지 데이터를 받아서 DBMS 에 저장하는 Motion Data Receiving Engine 과 Motion Data Insertion Engine, 사용자로부터 영역 검색 질의어를 받아서 처리하는 Range Query Processor, 검색 결과를 비디오 프레임 단위로 사용자에게 제공하는 Dynamic I-Frame Retrieval Engine 으로 구성된다. 그리고, Data Storage Period

¹ 움직임을 감지하는 영역은 시스템 별로 다양하게 설정할 수 있으나, 본 논문에서는 사용자에게 좀 더 세밀한 검색을 가능하도록 하기 위해서 영역의 최소 크기인 16x16 을 사용하였다.

Manager 는 비디오 데이터와 움직임 감지 데이터의 저장 주기를 관리한다.

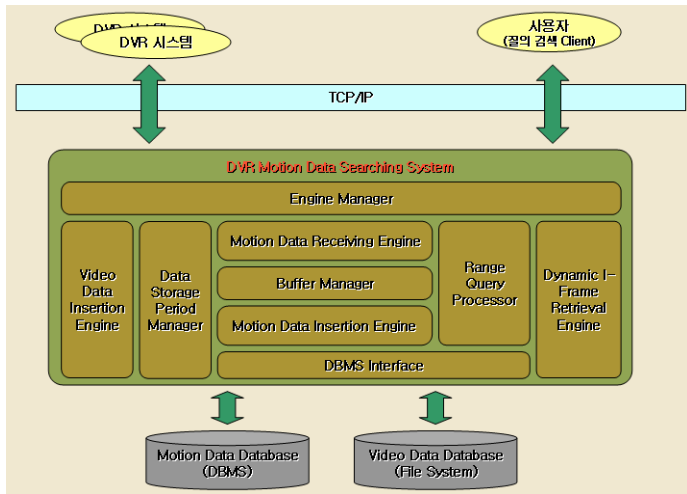


그림 2 DVR 검색 시스템 구조.

본 논문에서 구현한 DVR 검색 시스템은 여러 개의 DVR 시스템과 여러 사용자의 동시접속을 지원하도록 하기 위해서, 데이터 입력 부분과 질의 처리 부분을 쓰레드(thread)로 구현하였다. 그림 3은 각 DVR 시스템과 사용자들에 할당되는 쓰레드와 각각의 입출력 데이터를 보이고 있다.

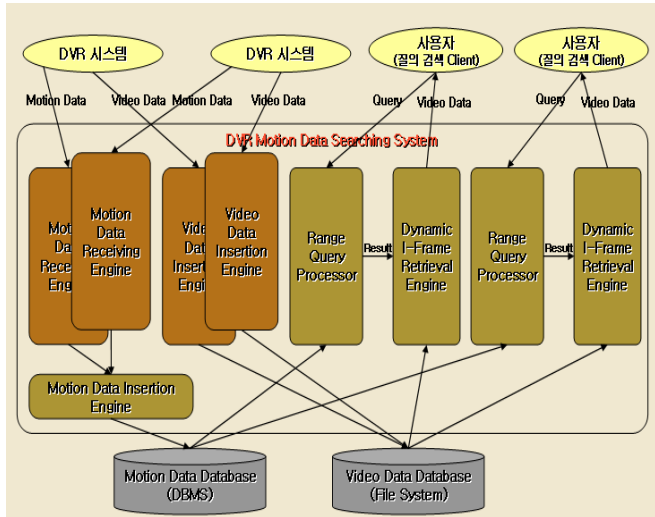


그림 3 DVR 검색 시스템의 데이터 흐름도.

4.2 움직임 감지 데이터와 비디오 데이터 저장

DVR 시스템에서는 움직임이 감지 되었을 때부터 비디오 데이터와 움직임 감지데이터를 DVR 검색 시스템에 전송을 하기 시작한다. 각각의 DVR 시스템으로부터 전송되는 움직임 감지 데이터는 Motion Data Receiving Engine 에 의해서 수집되고, 이를 Buffer Manager 의 버퍼를 거쳐, Motion Data Insertion Engine 에 의해서 DBMS 에 저장된다. 전송된 움직임 감지 데이터는 데이터의 해상도, 시간, 프레임 번호, 채널번호 등으로 구성

된다.

움직임 감지 데이터를 DBMS 에 삽입 시에 제 3 장에서 논의한 영역 인코딩 기법 외에 해상도 문제를 고려해야 한다. DVR 시스템은 고정된 해상도로 비디오를 녹화하는 것이 아니라, 사용자에게 의해서 해상도를 동적으로 변경할 수 있다. 이로 인해, 영역 질의어 처리에서 같은 영역임에도 불구하고 해상도의 차이로 인해서 다른 영역으로 인식되는 문제가 있다. 본 논문에서는 이 문제를 해결하기 위해서 움직임 감지 데이터를 시스템에서 정한 해상도로 정규화하여 저장하고, 영역 질의어도 정규화를 하여 처리하였다.

비디오 데이터는 Video Data Insertion Engine 에 의해서 파일 시스템에 저장된다. 비디오 데이터의 형식은 그림 4 와 같다. 그림에서 보는 바와 같이, 비디오 스트림 데이터와 비디오 데이터 offset 정보를 다른 파일에 저장한다. 이는 각 비디오 프레임의 크기가 다르기 때문에 검색 할 때에 좀 더 효과적으로 해당 비디오 프레임을 추출하기 위함이다.

DVR 에서 감시실행 도중에 움직임이 발생하면 녹화를 시작하게 된다. 여기서 발생한 Video data 의 Stream data 의 값을 Sever 안에 그림 3 의 Video Data Insertion Engine 모듈을 통하여 전송 받게 된다.

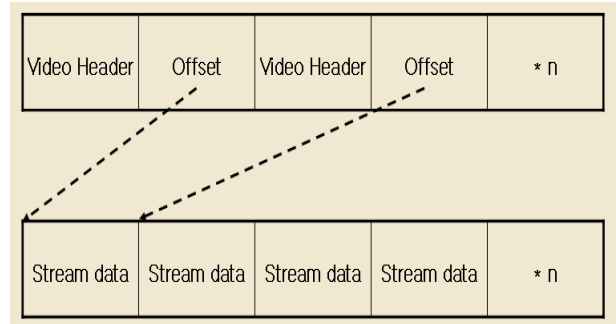


그림 4 비디오 데이터 저장 형식.

4.3 질의 처리

본 논문에서 구현한 검색 시스템은 DVR 의 채널 번호, 시간 그리고 움직임 감지 데이터 상에서의 영역에 대해서 검색을 지원한다. 영역 검색에는 TOTAL_MATCH 와 PARTIAL_MATCH 를 지원하는데, TOTAL_MATCH 는 영역 질의어에서 지정한 모든 영역에서 움직임 감지된 비디오 프레임을 검색하고, PARTIAL_MATCH 는 영역 질의어에서 지정한 영역 중에 한 영역이상에서 움직임이 감지된 비디오 프레임을 검색한다.

질의 처리를 담당하는 Range Query Processor 는 사용자와의 인터페이스를 위해서 표 1 과 같은 명령어를 지원한다.

QP_GET_FRAME 명령어는 QP_RESULT_LIST 에서 검색된 비디오 프레임 정보 중에서 사용자가 선택한 특정 비디오 프레임을 제공한다. 이를 위해서 Dynamic I-Frame Retrieval Engine 은 그림 4 와 같은 비디오 데이터에서

해당 비디오 프레임의 offset 을 추출하고 이를 사용하여 사용자에게 해당 비디오 프레임을 제공한다.

표 1 Range Query Processor 명령어들.

명령어	의미
QP_QUERY_REQUEST	새로운 질의어 처리를 요청함
QP_RESULT_LIST	사용자가 요청한 수 만큼의 질의 결과 리스트를 제공함
QP_GET_FRAME	검색된 비디오 프레임을 제공함
QP_QUERY_END	질의어 처리를 종료함

5. 성능평가

본 장에서는 본 논문에서 설계하고 구현한 시스템의 성능을 평가한다. 성능 평가는 AMD Athlon64 CPU, 2GB RAM, 160GB(7200RPM) HDD 하에서 움직임 감지 데이터의 삽입 속도와 검색 속도를 평가한다.

움직임 감지 데이터의 삽입 속도는 그림 5 와 같이 분 당 삽입되는 데이터의 개수로 측정하였다. 본 논문에서 사용하고 있는 DVR 시스템은 동시에 4 개의 채널을 지원하고 한 채널에서 초당 30 프레임이 녹화가 되기 때문에 DBMS 는 움직임 감지 데이터를 초당 최대 120 개(분 당 최대 7200 개)를 삽입할 수 있어야 한다. 그림에서 보는 바와 같이 본 시스템은 7200 개 이상의 데이터를 삽입할 수 있음을 보이고 있다. 참고로, 영역별로 움직임 감지 데이터를 삽입하면 분 당 최대 1500 개밖에 삽입할 수 없었다.

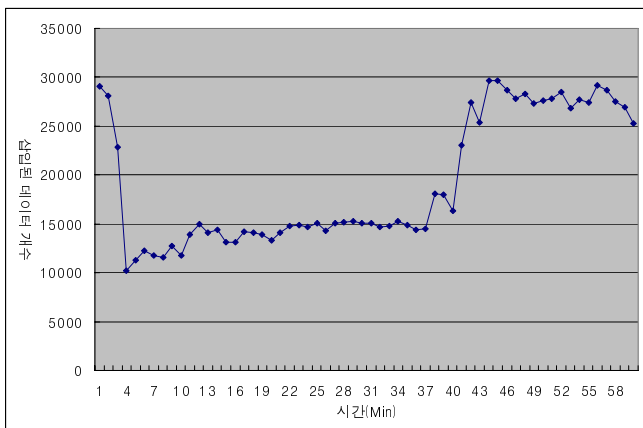


그림 5 분당 삽입된 움직임 감지 데이터의 개수.

그림 5 에서 5 분과 41 분 사이에 삽입 속도가 저하되는 것은 DBMS 에서 인덱스로 사용하고 있는 B⁺트리의 특성상 노드의 분할이 많이 발생하였기 때문이다. 41 분 이후에는 트리의 팬 아웃(fan-out)이 충분히 커져서 데이터들이 충분히 분산되고, 이로 인해 노드의 분할이 적게 발생하였기 속도가 다시 증가하였다.

저장된 움직임 감지 데이터에 대한 검색 속도는 표 2

와 같다. 표 2 의 검색시간은 20 번 반복하여 그 평균값으로 정하였다. 검색 속도는 저장된 데이터의 수에 따라 조금씩 감소하지만 전체적으로 빠르게 검색됨을 볼 수 있다.

표 2 영역 질의어 검색 시간.

저장된 데이터 수(개)	검색 시간(sec)
1000	0.0030
5000	0.0115
10000	0.0320
15000	0.0467
20000	0.0983
25000	0.1433
30000	0.1826

6. 결론

본 논문은 비디오 데이터의 압축률과 저장 공간의 증가로 인해 더욱더 중요시되고 있는 효율적인 DVR 검색 기법을 제안하고 이를 프로토타입 시스템으로 설계 및 구현하였다.

기존 DVR 검색 시스템에서는 시간이나 채널과 같은 속성에 대한 검색만을 지원하였고, 특정 영역에 변화가 있는 비디오 프레임만을 검색하는 영역 검색을 지원하지 않거나 검색 속도가 느리다는 문제점이 있었다. 본 논문에서는 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 움직임 감지 데이터를 활용하여 영역 검색을 지원하는 방법을 제안하였다. 이 방법에서 가장 문제시되는 점은 움직임 감지 데이터를 거의 실시간으로 DBMS 에 저장해야 하는데, 이를 위해서 영역 인코딩 기법을 제안하였다. 본 논문에서는 제안한 방법의 우수함을 보이기 위해서 프로토타입 시스템을 설계 및 구현하여 성능의 우수함을 보였다.

참고문헌

- [1] 박창영 “클라이언트에서의 효율적인 네트워크 동영상 검색을 위한 다중 동영상 저장, 검색지원 네트워크 보안 시스템” 대한민국 특허청 10-2006-0030078 2006년 04월 07일
- [2] 박창영 “네트워크 환경에서의 DVR 내에 저장된 영상 Data 를 효율적으로 영상재생, 검색하기 위해, 네트워크 지원영상압축모듈을 채용한 네트워크 DVR” 대한민국 특허청 10-2005-0088940 2005년 09월 07일
- [3] (주)LG 전자 “DVR 시스템에서의 영상 저장 및 Search 방법” 대한민국 특허청 10-2005-0076934 2005년 07월 29일
- [4] (주)삼성전자 “움직임 검색이 가능한 감시시스템 및

그의 검색 방법” 대한민국 특허청 10-2003-0010811
2004년 08월 27일

- [5] ㈜펜타마이크로 “MPEG 영상 압축기술을 이용한 디지털 영상 저장장치에서의 움직임 검출 장치 및 그 방법” 대한민국 특허청 10-2001-0089028 2003년 07월 07일
- [6] (주)chance-I 소프트웨어 DiViS DVR
http://www.chance-i.com/pd_divis.htm
- [7] 인터넷 판매업체 Discount
http://www.discount-security-cameras.net/digital_video_recorder_faq.html
- [8] AXIUM TECHNOLOGIES, INC
http://www.axiumtech.net/downloads/tn_dr_012_smart_search.pdf
- [9] Omni Vision
http://www.omnivision.net.au/downloads/4_channel_ovr_1000.pdf
- [10] Omni Vision
http://www.omnivision.net.au/downloads/4_channel_ovr_1800.pdf
- [11] Dowshu
<http://www.dowshu.com/downloadfile.asp?id=37>
- [12] Global Tech S.A
<http://www.globaltech.com.bo/soft/>