

웹캠 : 새로운 인덱스검색 알고리즘을 이용한 웹기반 원격 녹화 보안 시스템

이 명 옥[†] · 이 은 미^{††}

요 약

기존의 아날로그 방식의 카메라 감시 시스템은 활용 거리와 데이터를 저장하기 위해 필요한 공간의 제약으로 인해 다양한 응용 시스템으로 개발되는데 많은 제약이 있었다. 그러나, 네트워크와 컴퓨터 기술의 발전으로 카메라 감시 시스템은 웹 브라우저를 사용하여 공간적인 제약 없이 원격으로 제어 될 수 있게 되었다. 뿐만 아니라, 디지털 데이터 압축 기술 및 관리 기술을 이용하여, 많은 양의 데이터를 효율적으로 처리하고 저장하고 인출할 수 있게 되었다. 본고에서는 인덱스 탐색 알고리즘이라는 효율적인 데이터베이스 관리 및 검색 방식을 사용한 원격 카메라 감시 시스템을 제시하고 움직임 탐지의 효율적인 알고리즘을 제안한다. 이 새로운 알고리즘을 이용하여 웹캠이라 불리는 리눅스 기반 시스템을 개발하였고, 사용자 인증을 통해 원격지에서 동시에 여러 대의 카메라를 제어하고, 카메라를 통해 얻어진 디지털 이미지 및 탐색 로그를 저장 및 재생할 수 있는 실용적인 원격 카메라 보안 시스템을 제시한다.

WebCam : A Web-based Remote Recordable Surveillance System using Index Search Algorithm

Mike Myung-Ok Lee[†] · Eun-Mi Lee^{††}

ABSTRACT

As existing analog video surveillance systems could save and retrieve data only in a limited space within short distance, it had many constraints in developing into various application systems. However, on the back of development of the Internet and computer technologies, digital video surveillance systems can be controlled from a remote location by web browser without space limits. Moreover, data compression and management technologies with Index Search algorithm make it possible to efficiently handling, storing, and retrieving a large amount of data and further motion detection algorithm enhances a recording speed and efficiency for a practical application, that is, a practical remote recordable video surveillance system using our efficient algorithms as mentioned, called *WebCam*. The *WebCam* server system can intelligently record and save video images digitized through efficient database management, monitor and control cameras in a remote place through user authentication, and search logs.

키워드 : 비디오압축(Video Compression), JPEG, 감시(Monitoring, Surveillance), 보안(Security), 검색(Search), 검출(Detect), 웹기반 카메라 시스템(Web-based Camera system), 인덱스검색알고리즘(Index search algorithm), 녹화와 재생(Recording and Playback), 움직임 탐지(Motion Detection), 원격 네트워크(Remote Network(Modem & LAN))

1. 서 론

인터넷은 전세계 어느 곳에서도, 어떠한 컴퓨터 시스템에서도 접속할 수 있는 장점을 가지고 있다. 원격지에서 자신의 컴퓨터 혹은 서비스 제공업자의 서버에 접속하여 필요한 정보를 얻을 수 있게 해 준다. 뿐만 아니라, 인터넷은 초당 수 Mbps의 속도로 데이터를 전송할 수 있으며 가까운 시일 내에 수십에서 수백 Mbps를 지원할 것으로 기대되

고 있다. 따라서, 인터넷을 기반으로 하는 다양한 응용 서비스들이 등장하고 있다.

웹 기반 비디오 감시 시스템은 인터넷의 원격 액세스의 특성을 사용하는 대표적인 응용의 예이다. 웹 기반 원격 감시 시스템은 안전관리 차원에서 위험한 보안을 검출할 수 있는 센서들과 이들로부터 얻어진 정보를 수집 관리하는 서버, 그리고 원격지에서 실시간으로 센서들의 상황을 파악하고 제어할 수 있는 웹 브라우저로 구성된다. 웹 기반 원격 감시 시스템의 초기 모델은 인터넷이 제공할 수 있는 대역폭의 한계로 인해 화재, 연기, 가스, 혹은 물리적인 침입을 감지 센서와 같이 적은 양의 정보를 발생시키는 센서들을 사용하였으나, 최근에는 카메라와 같이 많은 양의 데

* 이 연구는 2000학년도 국내 파견교수 지원사업의 일환으로 교육부 한국대학교육협의회로부터 지원받아 수행되었음. 부분적인 지원은 정보통신부지원리눅스시스템 보안연구센터(LSRC)에서 지원을 받아 연구되었음.

† 정 회 원 : 동신대학교 전기전자정보통신공학부 교수

†† 정 회 원 : 동신대학교 어문학과교수

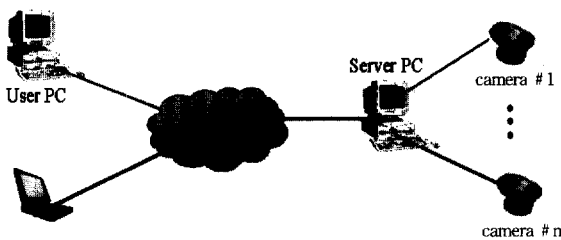
논문접수 : 2001년 8월 8일, 심사완료 : 2001년 10월 18일

이터를 발생시키는 장치가 센서 역할을 하고 있다. 인터넷을 통한 원격 제어는 웹 기반 비디오 감시 시스템의 활용 영역을 넓혀주고 있다. 교통 혼잡 감시 및 날씨나 환경 오염 감시를 비롯하여 아이들의 방과후 활동 및 집에 있는 나이든 부모님들이나 환자들을 살펴보거나, 사설 학원이나 교육을 받고 있는 아이들, 혹은 관광지의 마천루나 골프 코스 등을 살펴보는 데에도 활용되고 있다.

그러나, 대부분의 웹 기반 비디오 감시 시스템은 이미지 데이터의 양이 너무 많아 일반적으로 이미지 데이터를 전송하는데 그치고 있다. 이러한 경우는 실시간으로 카메라를 통해 전송되는 이미지를 관리자가 직접 관측하고 있어야 하는 문제가 있다. 실시간 이미지 데이터를 저장할 수도 있으나, 이를 위해서는 고가의 저장 장치를 필요로 하므로 제한된 영역에서만 사용되고 있다. 그러나, 이러한 문제들은 데이터 압축 기술과 데이터베이스 관리 기술을 적용하면 간단히 해결할 수 있다.

본고에서는 기존의 비디오 감시 시스템에 데이터 압축 기술과 데이터베이스 관리 기술을 적용한 새로운 원격 디지털 비디오 감시 시스템을 제시한다. 웹캠으로 명명한 이 시스템은 카메라 서버 시스템에 압축된 비디오 이미지를 저장하고 이미지의 데이터베이스를 작성함으로써 기존 시스템들의 문제를 해결하는 원격 비디오 감시 시스템이다. 서버 시스템에는 카메라 제어를 위한 데몬, 카메라에서 얻어진 이미지 데이터를 압축하고 저장하는 데몬, 그리고 이미지 데이터에 대한 데이터베이스 정보를 저장하고 인터넷을 통해 원격으로 전송할 수 있도록 하는 데몬이 설치되어 있다. 고객은 원격지에서 사용자 인증을 통해 감시 시스템의 관리자가 설정한 범위 내에서 카메라의 제어 및 데이터베이스의 검색을 통한 이미지의 인출 및 디스플레이 등을 수행할 수 있다. 이렇게 함으로써, 실시간으로 카메라에서 얻어진 이미지를 관측하거나 적은 공간에 이미지 정보를 저장하여 필요한 때에 사용하는 것이 가능해진다.

본고의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 웹 기반 감시 시스템에 대한 소개 및 관련 연구들을 살펴본다. 또한, 기존의 웹 기반 감시 시스템들이 가지고 있는 문제점들을 해결하기 위해 새로운 감시 시스템을 제안한다. 3장에서는 새로 제안된 감시 시스템의 구성을 설명하고, 4장에서는 제안된 시스템의 기능 및 동작을 설명한다. 5장에서는 실제로 구현된 시스템을 통한 성능평가 결과를 제시한다.



(그림 1) 웹 기반 비디오 감시 시스템의 구성

2. 웹 기반 보안 시스템

1990년대 초반에 나타난 인터넷과 웹 서버와 웹 브라우저는 인터넷에 그래픽 인터페이스를 가능하게 해 주었다[1]. 그래픽 인터페이스로 인해, 다양한 인터넷 응용 프로그램이 개발되었다. 웹 기반 카메라 시스템은 이러한 응용 프로그램의 대표적인 예에 해당하며, 흔히 웹캠 시스템이라고 불린다. 웹캠은 World Wide Web과 Camera의 합성어로, 카메라를 통해 얻어진 비디오 이미지를 원격지의 웹 브라우저 상에 표시되도록 하는 시스템이다. 웹캠 시스템은 혼잡한 시내의 교통 상황이나 날씨 정보를 제공하거나 실시간 이미지 전송을 통해 관광지, 호텔, 기업 등을 홍보하는 데에도 사용되고 있다.

최근에 웹캠 시스템이 많이 사용되는 분야는, 보안 및 감시 영역이다[2,3]. 이와 같이 웹캠이라 불리는 카메라와 인터넷 기술을 사용하여 원격으로 감시 감독할 수 있는 시스템을 웹 기반 감시 시스템이라 부른다. 은행의 현금지급기 및 주차장이나 건설현장, 전산실 등에 설치되어 중앙 통제 센터에서 불법 침입자를 감시하는 것은 대표적인 응용 사례이며, 혹은 집에 있는 노인이나 환자의 상태를 원격지에서 관측하고, 유치원이나 방과후 활동을 하는 어린이들의 모습을 웹 브라우저로 확인하는 것도 웹 기반 감시 시스템이 활용되는 예라 할 수 있다.

디지털 웹 기반 감시 시스템의 대표적인 특징은 다음과 같은 세 가지로 요약될 수 있다. 첫째, 인터넷이 연결된 곳이라면 전세계 어느 곳에서도 감시 시스템을 통해 자산을 감시하거나 통제할 수 있다는 것이다. 즉, 공간적인 제약이 극복된다. 둘째, 관련 데이터의 관리 및 검색이 용이해진다. 기존의 아날로그 방식과는 달리 데이터를 체계적인 데이터베이스로 구성함으로써 관리 및 필요한 데이터의 검색이 용이해진다. 셋째로는 저렴한 비용으로 감시 시스템을 구축할 수 있다. 네트워크 기능이 있는 서버 PC와 쉽게 구할 수 있는 디지털 카메라만 있으면 기본적인 감시 시스템을 구성할 수 있다.

이처럼 디지털 웹 기반 감시 시스템의 적용 분야가 다양해지고 여러 가지 이점으로 인해, 많은 연구가 학계에서 진행 중이며 여러 벤처 기업들이 웹 기반 감시 시스템을 개발하여 판매하고 있다. 대부분이 카메라를 서버용 PC 혹은 제어 장치(control unit)에 부착하여 사용자에게 이미지 정보를 제공하거나, 필요시에는 사용자 및 지정관리자에 호출하기도 한다. 대부분의 웹 기반 감시 시스템은 카메라만을 사용하고 있으나, Florida 국제 대학의 Web-based Remote Security System (WRSS)[3]은 카메라 외의 화재, 연기, 물리적인 침입, 그리고 다른 유사한 보안 위협들을 검출하기 위해 여러 종류의 센서들을 사용하고 있다.

그러나, 대부분의 디지털 웹 기반 카메라 감시 시스템은 기존의 아날로그 카메라 감시 시스템에 네트워크 기능을

추가한 것에 불과하다. 즉, 디지털 카메라로 촬영된 비디오 데이터를 하드 디스크에 저장하였다가 필요한 때 원격지에서 디스플레이를 할 수 있도록 한 것이다. 그러나, 현재의 네트워크 환경 하에서는 단순히 저장된 데이터를 원격지로 보내는 데에도 많은 시간이 요구되며, 원하는 화면을 찾을 때까지 처음부터 디스플레이 시켜야 하는 문제점을 가지고 있다. 또한, 카메라에서 얻어진 데이터를 그대로 저장하는 경우는 저장 공간의 문제도 무시할 수 없다.

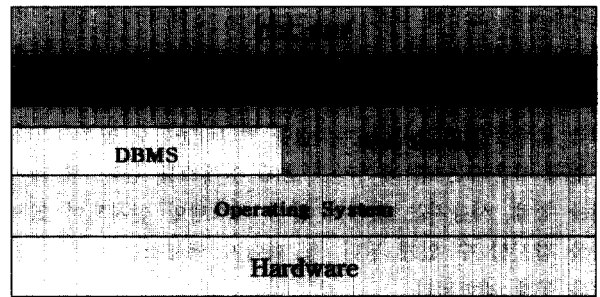
따라서, 본고에서는 웹캠이라 불리는 새로운 디지털 웹기반 감시 시스템을 소개한다. 제안된 시스템은 디지털 카메라를 통해 얻어진 데이터는 웨이브렛기반 인덱스 탐색 알고리즘과 같은 방법을 통해 압축되어 저장함으로써 저장 공간을 줄이게 된다. 또한, 움직임 객체 추출 기법과 함께 이미지 데이터를 데이터베이스화 시켜 관리 및 검색을 용이하도록 하였다. 즉, 원격지에 있는 사용자의 요구에 따라 필요한 이미지를 실시간으로 검색해서 제공하는 기능을 가지고 있다. 또한, 각 사용자는 사용자 인증을 통해 감시 시스템을 이용할 수 있으며, 시스템의 관리자는 각 사용자들의 권한을 할당할 수 있도록 되어 있다. 제안된 시스템의 구성 및 기능은 다음 두 장에서 설명한다.

3. 웹캠의 구성

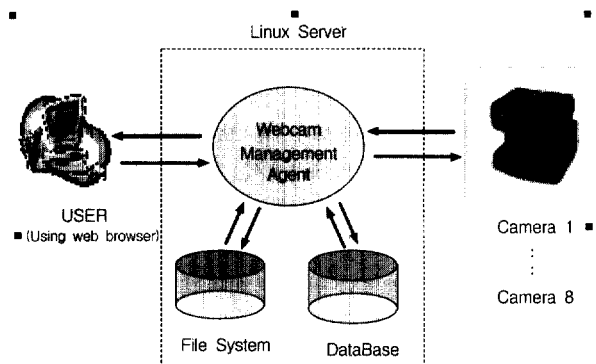
3.1 웹캠 시스템의 구성

전체 시스템의 계층적인 구조가 (그림 2)에 보이고 있다. 데이터베이스 서버와 웹서버는 하드웨어로서 PC를 사용하고 있으며 OS는 리눅스(Linux)이다. 사용자들로부터의 다양한 요구를 수행하는 데몬은 원격지에서 제어된다. 웹서버는 데이터베이스와 웹 서버를 통합하고 데이터베이스에 바탕을 둔 데몬의 동작에 대한 다양한 정보를 관리함으로써 다양한 온라인 서비스를 제공할 수 있도록 설계되었다. CGI 및 PHP는 서비스 데몬과 사용자 웹 브라우저와의 통신 링크를 담당하고 있다.

기능의 관점에서, 웹캠 시스템은 전체 시스템을 제어하는 웹캠관리자, 16 채널까지 지원 가능한 카메라, 고객 웹 브라우저, 그리고 이들을 연결하는 네트워크로 구성된다. (그림 3)은 이러한 구성을 보여준다. 웹캠 관리자는 원격지 고객의 웹 상에서 서버쪽의 카메라 정보를 제어할 수 있도록 하는 시스템이다. 이 agent는 원격 카메라 시스템을 웹 브라우저를 통해 감시하는 기능을 가지고 있다. (그림 1)에 보이는 일반적인 웹 기반 감시 시스템과 비교했을 때, 가장 두드러진 특징은 웹캠 시스템은 카메라 및 웹 서버 시스템에 카메라를 통해 얻어진 비디오 이미지들이 데이터베이스화 되어 저장 및 관리되는 것이다. 이는 사용자에게 부가적인 서비스 제공을 가능하게 하며, 이에 대해서는 다음 장에서 자세히 설명한다.



(그림 2) 웹캠 시스템의 계층 구조



(그림 3) 제안된 웹캠 시스템의 개념적 구조

3.2 하드웨어 및 소프트웨어 구성

웹캠 시스템은 서버 PC, 디지털 카메라 및 비디오 캡처 카드와 같은 하드웨어 및 이들의 실제적인 동작을 제어하고 카메라에서 얻어진 데이터를 관리하는 소프트웨어로 구성되어 있다. 하드웨어로는 Pentium 450 MHz CPU 및 32 MB RAM을 사용하는 PC와 디지털 카메라, 그리고 캡처 카드를 사용하고 있다. 입력은 NTSC방식과 PAL방식을 받아들일 수 있고, 최대 16대 카메라가 BNC형태로 웹캠 시스템의 뒤 판넬에 연결된다. 이 웹캠 시스템은 16채널 총 30 fps속도로 받아들이는 화면보기 성능과 30 fps 캡처 녹화 기능을 하며, 무엇보다도 원격지의 영상을 네트워크를 통해 웹 브라우저로 검색하고, 녹화하고 재생할 수 있다는 점이 웹캠 시스템의 특징이라고 할 수 있다.

소프트웨어는 다시 여러 가지 소프트웨어 패키지로 구성이 된다. 하드웨어와 마찬가지로, 몇몇 소프트웨어는 직접 개발하였으며 나머지 소프트웨어는 공개된 표준이나 어렵사리 구한 것들이다. 개발된 소프트웨어는 CGI와 일부 HTML 코드들이다. OS는 Redhat Linux 6.0(Linux의 상용화되고 있는 OS 이름임)이며, WWW 서비스를 가능하게 하는 웹 서버로는 Apache 서버가 사용되고 있다. 일종의 script 언어인 PHP 3.0.16이 웹 환경에서 사용자와 서버의 데이터베이스를 연결하는데 사용되었다. 시스템 보안을 위해서는 C++ 기반의 CGI가 사용되었다.

개발된 소프트웨어 중 CGI는 웹 서버와 사용자의 웹 브라우저 사이의 통신 링크를 정의한다[4]. 웹 서버는 사용자 웹

브라우저의 요구에 대해 CGI script를 실행시키게 된다. 어떤 요구가 만들어지는 가장 일반적인 방법은 일단의 HTML code를 전송하는 것이다. 서버가 특정한 CGI script에 해당하는 요구를 받으면, 해당 script를 백그라운드로 동작시킨다.

원격 사용자는 웹 페이지를 통해 액세스를 한다. 웹 페이지를 통해, 사용자는 카메라 감시 시스템이 설치되어 있는 곳을 감시할 수 있게 된다. 웹 페이지 액세스는 사용자 인증을 통해 제한된다.

4. 웹캠의 기능 및 동작

4.1 인덱스 탐색 알고리즘

웹캠 시스템은 원격 조정이 가능한 디지털 카메라를 통해 얻어진 데이터를 사용자의 웹 브라우저에 표시되도록 하는 것이 필수적이다. 카메라에서 얻어진 이미지/비디오 데이터는 그 부피가 크기 때문에 이를 효율적으로 저장, 관리, 그리고 전송할 필요가 있다. 또한, 사용자로 하여금 즉각적이며 친숙한 방법으로 필요한 이미지 데이터를 검색하고 동작할 수 있도록 지원하는 기능도 가지고 있어야 한다. 따라서, 비주얼 데이터베이스 시스템은 다음의 세가지 주요 이슈를 강조해야 한다. 즉, 유효한 탐색 알고리즘, 점진적인 영상 전송, 그리고 결과의 대기와 전송하는 동안 사용자 호환성 등이다[5, 6].

이미지 및 비디오 데이터는 텍스트 데이터에 비해 훨씬 더 부피가 크며, 텍스트 정보의 인덱싱에 적합했던 기존의 방법들에 의해서는 인덱스 되지 않는다. 이는 효과적이고 효율적인 이미지 정보 검색을 어렵게 만든다. 따라서, 개발된 웹캠 시스템에서는 저장된 이미지 데이터의 검색을 위해서는 웨이브렛기반 인덱스 탐색 알고리즘을 사용하고 있다. 웨이브렛기반 인덱스 탐색 알고리즘은 Jacobs et al. 이 소개한 것으로, 두 이미지 사이의 유사성이 가장 중요한 웨이브렛 계수들의 부호를 비교함으로써 측정된다[7-9] 등에서 사용된 방법은 전체화상을 사용하고 있는데 반해, 본고에서 제안된 시스템에는 국부화상을 사용하고 있다. 국부화상은 움직임 객체 추출 기법을 통해 전체화상에서 자동적으로 규정되며, 이 부분만을 압축하여 저장 및 전송함으로써 전체화상을 압축하여 사용하는 것보다 시스템의 필요한 대역폭을 줄일 수 있다. 본고에서 사용된 이미지 압축 방식과 비슷한 방식이[6, 10] 등에서도 발견되고 있다.

점진적 영상 전송은 앞에서 언급한 것처럼 이미지의 압축과 밀접한 관계를 가지고 있다. 또한, [6]에서 언급된 것처럼 낮은 해상도의 이미지를 보낸 후 선택된 이미지들에 대해서만 고해상도의 이미지를 전송하는 방식으로든 전송에 필요한 대역폭을 줄일 수 있다. 본고에서 소개된 시스템에서는 이미지 압축에 의한 방식만을 고려하고 있다. 본 연구에서 제시하는 인덱스 탐색 알고리즘을 정리하면 아래와 같다. 개념적으로 이벤트가 일어나기 전과 후의 저장된 영

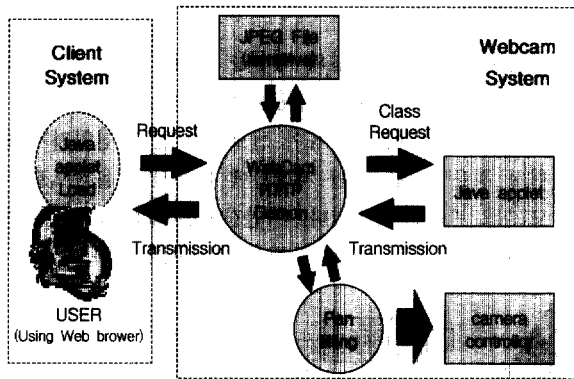
상을 탐색하는 것이며, 방법은 영상정보와 영상저장을 위하여 링크리스트하는 것이며 또한 이벤트에 의한 저장된 정보의 해쉬리스트이다. 이 인덱스 탐색 알고리즘은 이벤트 발생시의 일정 시간 전후의 영상을 저장하기 위해 사용된다. 버퍼링을 위한 구조체로는 이미지 정보 및 영상의 저장을 위한 링크리스트와 이벤트 발생 정보저장을 위해 해쉬리스트를 사용하였다. 순서적으로 본 이미지 버퍼링의 단계는 다음과 같다.

- 1) 버퍼 초기화
- 2) 센서가 설치된 카메라에 대하여 다음의 3),4)의 동작이 계속적으로 행해진다.
- 3) 링크된 리스트에 이미지 정보를 추가한다. 현재 캡처 이미지의 이벤트 상태와 영상을 저장한다.
- 4) 설정된 bandwidth의 범위를 초과하는 리스트 데이터를 삭제한다. 삭제는 범위를 초과하는 모든 프레임에 대해 이루어진다.
- 5) 평상시 계속적으로 위의 3), 4)에 대한 동작을 계속하며 이벤트 발생시 3), 4)의 동작과 함께 다음의 6), 7), 8), 9)의 동작을 수행한다.
- 6) 해쉬리스트에 이벤트 발생 시점의 이전 대역폭에 해당하는 이벤트 정보(시작이벤트)와 발생 시점의 이벤트 정보를 저장한다.
- 7) 이벤트 발생과 동시에 시작 이벤트부터 영상의 파일로의 저장이 시작된다.
- 8) 영상 저장시 이벤트의 검침 여부를 검사하며 해쉬 리스트를 이용 이벤트 정보를 검색하고 가장 먼저 발생한 이벤트에 대한 파일 저장이 끝날 때까지 7)을 계속한다.
- 9) 한 이벤트에 대한 영상 저장이 끝나면 역시 해쉬리스트를 이용 남은 이벤트를 검색하고 이벤트의 존재 여부에 따라 7), 8)을 계속하거나 이벤트 동작을 마무리하고 3), 4)의 상태로 복귀한다.

사용자 호환성은 쌍방향 영상 대기에 관련된다. 실시간 디스플레이를 위한 이미지 요청 및 플레이 및 이미지 저장 등이 이에 해당하며, 다음의 두 장에서 다루고 있다. 이를 위해서는 사용자 인증이 필수적이며 이 장의 마지막 장의 주제이다.

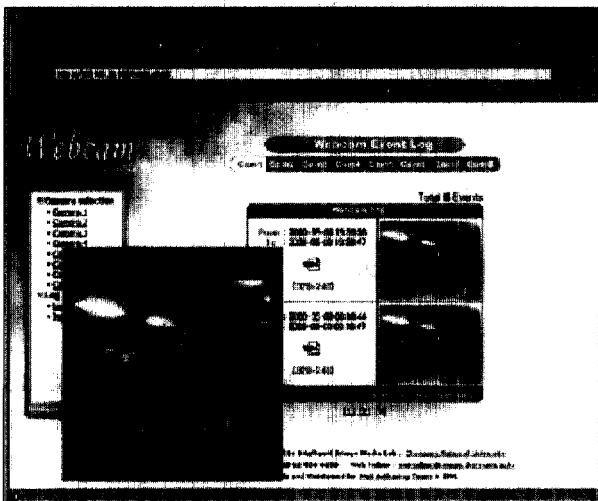
4.2 실시간 디스플레이

비디오 감시 시스템에서 이미지 디스플레이는 가장 기본적이며 필수적인 기능이다. (그림 4)는 웹캠 시스템에서 카메라 상의 이미지가 고객의 웹 브라우저에 실시간으로 디스플레이 되는 과정을 보여주고 있다. 고객은 원격지에서 HTTP 데몬을 사용하여 웹 서버에게 자바 애플릿을 요청하며, 서버로부터 보내진 자바 애플릿은 고객 시스템에서 실시간으로 디스플레이 된다[11].



(그림 4) 실시간 디스플레이

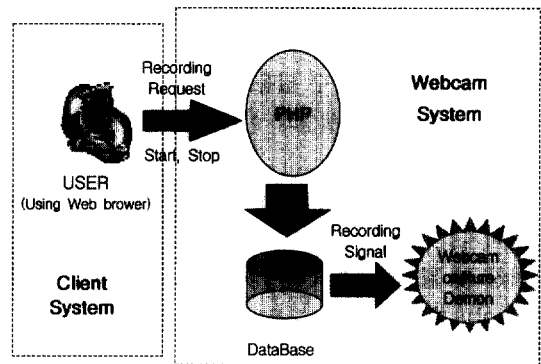
이와는 별도로, 웹캠 데몬은 카메라 정보를 사용하여 이미지를 JPEG 파일로 변환시킨다. 이를 사용해서, 자바 애플릿은 실시간으로 모션 이미지를 보여주게 된다. 다양한 리퀘스트를 수행하는 데몬은 원격 제어를 위해 웹 브라우저와 함께 고객의 시스템에 설치된다. 웹 브라우저를 통해 보여지는 이미지에 대한 서비스 품질은 고객의 요구 및 네트워크의 성능에 의해 결정된다. (그림 5)는 웹캠 로그 정보 화면이다. 사용자의 웹 브라우저를 통해 16대의 카메라의 로그 정보는 조회할 수 있다. 각 카메라는 관리자의 권한 설정에 따라 동작된다. 로그 정보에서 기존의 레코딩 정보는 보여질 수 있다. 로그 정보에는 해당 로그의 작은 영상을 연속적으로 보여주는 동적인 아이콘이 있어 그 영상 아이콘을 인덱스 영상이라하여 클릭하면 큰 영상으로 볼 수 있는 지능적인 소프트웨어를 구성하였다. 이것을 사용해서, 사용자는 다양한 로그의 레코딩 된 이미지들의 정보를 용이하게 지능적으로 체크 할 수 있다. 상세한 로그 정보에 대해서는 동작 아이콘을 누르면 커다란 레코딩 검색 윈도우가 나타난다. 그 윈도우에서, 전후재생, 전후검색 및 고속 재생 제어를 수행할 수 있다.



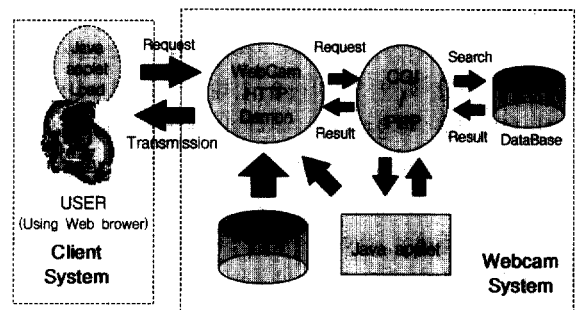
(그림 5) Display/Play of recorded images.

4.3 Image Recording

(그림 6)는 웹캠 시스템에서 레코딩이 수행되고 다양한 리퀘스트가 처리되는 과정을 보여준다. 웹캠 시스템은 고객으로부터 레코딩 리퀘스트를 받아 데이터베이스에 저장한다. 웹캠 캡처 데몬은 데이터베이스의 전체 상황을 계속해서 감시한다. 데이터베이스의 정보가 레코딩 가능한 신호로 바뀌었을 때, 레코딩 시스템은 동작을 개시한다. (그림 7)는 레코딩 시스템이 파일 분류 프로세서를 통해 파일 시스템을 저장하는 것을 보여준다. 이때, 시스템은 index 된 값을 데이터베이스에 부여하며 로그 정보 및 파일 시스템 정보를 이용해서 레코딩 된 이미지를 플레이하게 된다. 이 부분을 데이터베이스 인덱스하여 영상을 재생할 수 있다.



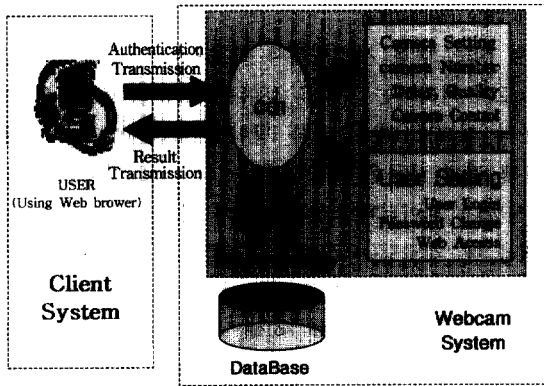
(그림 6) Image recording process



(그림 7) 데이터 베이스 인덱싱 과정.

4.4 사용자 인증

사용자 인증은 사용자의 접속 권한을 검증하는 기술이다. 사용자 인증은 고객이 서버에 접속할 때 CGI로 구성된 인증 처리를 통해 수행된다[12]. 사용자 ID 및 각 카메라의 권한은 쿠키로 유지된다. 쿠키는 웹 브라우저가 가동할 때만 유효하며, 데이터베이스와 유연하게 연결된 PHP를 사용해서 카메라 권한에 상응하는 서비스를 제공한다[13]. (그림 8)은 관리자 설정 시스템 다이어그램을 보여준다. 관리자는 카메라의 숫자, 지연 시간, 화질 및 카메라 조절로 영상 사이즈의 변환을 설정할 수 있으며, 사용자 등록 및 사용자에게 패스워드 변경 및 웹 액세스와 같은 추가적인 기능을 제공한다.



(그림 8) 관리자 시스템 구성도.

사용자들의 카메라에 대해 권한은 다음의 4 단계로 나뉘어질 수 있으며, 사용자는 이 중 한 가지를 부여받게 된다.

- (1) 권한 불가 : 사용할 수 없음.
- (2) 보기 : 사용자에게 웹캠의 이미지를 실시간으로 볼 수 있도록 허용함.
- (3) 플레이 : 로그 정보를 사용해서 사용자에게 레코딩된 이미지를 볼 수 있도록 함.
- (4) 저장 및 플레이 : 카메라 이미지를 레코딩하고 레코딩된 이미지를 볼 수 있도록 함.

상기의 기능들은 16대의 카메라 각각에 대해 설정될 수 있다. 시스템에는 보안과 안전을 위하여 동시에 한명의 관리자만 액세스 할 수 있도록 제한된다. 관측된 비디오 스트림을 날짜 및 시간을 포함해서 서버의 하드디스크에 데이터베이스로 저장 화질 및 비디오 업데이트율 의 제어 원격지에서 카메라를 활성화하고, 하나의 카메라에서 실시간으로 감시하거나 여러 대의 카메라에서 주기적으로 돌아가면서 감시, 혹은 여러 개의 카메라로부터의 이미지를 여러 개의 창에 디스플레이 한다. 저장된 비디오 스트림을 날짜, 시간, 혹은 카메라 번호 등의 기준에 의해 검색하고 디스플레이 할 수 있고, 비디오 이미지를 프린터에 인쇄가능하며, 압축된 이미지 데이터를 복원하는 기능 및 날짜 및 시간 등의 기준에 의해 비교하는 기능과 알람 기능도 가능하며, 서버에 여러 곳에서 동시에 접속할 수 있도록 하는 기능을 가진다.

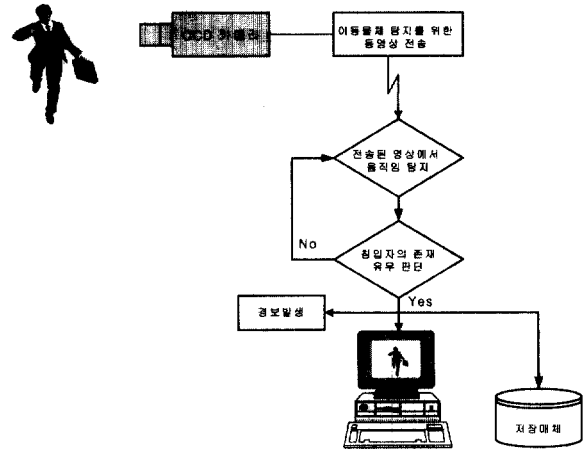
4.5 움직임 탐지

움직임 탐지(Motion Detection)은 실제 영상 보안에 매우 중요하며 근본적으로 움직이는 침입자가 있을 때만 저장하는 지능적인 기능을 추가하였다. 개발된 무인감시 알고리즘을 바탕으로 개발된 응용 시스템은 기존의 웹캠에 무인감시 기능을 추가함으로써 다음과 같은 효율성을 기대한다.

- 침입자가 출현할 경우에 자동으로 경고음을 발생시키는 기능 때문에 여러 채널에 대한 지속적인 모니터링

이 필요 없게됨.

- 침입자가 출현한 채널의 영상을 확대시킬수 있는 기능 때문에 쉽게 침입자의 신분을 확인 가능함.
- 지속적인 데이터의 기록이 필요하지 않고 침입자가 출현한 경우만 데이터를 저장함에 따라서 효율적으로 메모리를 관리할 수 있다. 무인감시장치의 움직임 탐지 구현의 구성도는 (그림 9)에서 보여주고 있다.



(그림 9) 무인감시장치의 움직임 탐지 구현의 구성도.

(그림 9)의 움직이는 물체(사람과 동물)를 인식하는 구성도로서 기본적인 인식 과정은 요약하면 아래와 같다.

- 1) 감시지역내에 설치된 카메라로부터 영상을 캡처(capture)하여 전송한다.
- 2) 전송된 영상으로부터 침입자의 존재유무를 판단한다.
- 3) 침입자가 감지되면 경고음을 발생하고, 이를 모니터링 한다.
- 4) 데이터의 저장이 필요한 경우 이를 저장매체에 기록한다. 여기서 사람과 동물을 인식하게끔 하였는데 기본 차이점은 높이와 폭에 따라 분간할 수 있게 하였다. 물론 사람과 비슷한 동물이나 원하지 않는 상황(예 : 강한 바람에 의한 흔들림으로 움직임 감지등)을 전부 탐지하기는 어렵다는 단점도 있지만 거의 모든 경우에는 움직임 탐지 기능을 보여 주었다. 이러한 기능을 완성하여 개발된 제품 구현은 (그림 1)에 이미 보여 주었다.

5. 웹캠의 성능 평가

5.1 성능평가 환경

웹캠 시스템은 하드웨어로 Pentium 450 MHz 및 32 MB 의 RAM을 사용한다. OS는 Redhat Linux 6.0이며, WWW 서비스를 가능하게 하는 웹 서버로는 Apache 서버가 사용되고 있다. 일종의 script 언어인 PHP 3.0.16이 웹 환경에서 사용자와 서버의 데이터베이스를 연결하는데 사용되었다.

시스템 보안을 위해서는 C++ 기반의 CGI가 사용되었다.

5.2. 성능평가 결과

서버의 레코딩 성능을 평가하기 위해, fps와 CPU 점유율이 서로 다른 카메라 대수에 대해 측정되었다. <표 1>에 보이는 것처럼, 3대의 카메라의 경우 초당 평균 프레임은 대략 7(fps)였다. 이는 웹 상에서 침입자의 활동성이 탐지되고 분석될 수 있음을 의미한다. 세 가지 경우의 CPU 점유율에 있어서의 차이는 15%를 넘지 않는다. 이는 My-SQL의 API 기능들이 사용되었기 때문에 데이터베이스에 의존성이 전체 시스템에는 커다란 영향을 주지 않음을 의미한다. <표 2>에서 4는 카메라 수가 한 개, 두 개와 세 개를 사용하였을 때, 각 카메라로부터 웹캠서버에 전송되는 초당 320×240 영상 프레임 수를 나타낸다. 아래 표에서 보는 바와 같이 한 카메라만 사용하였을 때 매초마다 10 프레임이 전송됨을 알 수 있고, 두 개나 세 개 카메라를 사용하였을 때는 매초마다 5 프레임과 3~4 프레임이 전송됨을 증명하였다. 주로 한 카메라를 사용하는 웹캠 경우 거의 일정하게 10 프레임을 보였다는 것은 클라이언트가 거의 실시간에서 원격으로 보안을 감시하여 신뢰성 있는 시스템을 입증할 수 있다고 본다. <표 1>~<표 4>에 입증한 특징을 살려서 실제 구현한 제품(HawkEye)에 응용하여 네트워크 상에서 다른 제품과 비교하여 실험하였다. 실험 환경은 한국에서 일본에 설치된 웹캠서버의 성능을 (그림 1)과 같은 환경에서 체크하였다. 특히 日本人(Annex Co.의 전문 엔지니어)들이 직접 증명한 Benchmark결과가 <표 5>에 보여준다. <표 5>는 원격으로 일본과 한국을 통한 같은 조건의 네트워크상에서 실시되었는데, 직접 연결된 선(전용선)에서는 우리가 개발한 웹캠의 성능은 너무 빨랐으나, 캐논의 웹캠은 느렸다. 또한 주로 사용되고 있는 128K 네트워크에선 초당 1 프레임 정도로서 한카메라로는 약 16 프레임을 전송한다는 뜻인데 원격상에서는 실시간에 해당할 프레임수이다. 물론 말할 필요도 없이, 느린 네트워크 상(64K)에서 한 카메라 당 약 8 프레임 정도로서 네트워크 성능은 웹캠성능을 좌우하는 중요한 요소이다.

<표 1> 웹캠시스템의 저장 성능

Number of Cameras	Frame/sec	CPU Possession Ratio
1	7.6	35
2	7.2	40
3	6.9	42.2

<표 2> 1대 카메라에 대한 저장 기능의 성능 평가

Second (unit)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Number of frames from Camera 1	10	10	10	10	10	9	10	10	10	10	99

<표 3> 2대 카메라에 대한 저장 기능의 성능 평가

Second (unit)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Number of frames from Camera 1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	50
Number of frames from Camera 2	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	49

<표 4> 3대 카메라에 대한 저장 기능의 성능 평가

Second (unit)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Number of frames from Camera 1	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	34
Number of frames from Camera 2	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	33
Number of frames from Camera 3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	32

<표 5> 상용화 제품의 비교 결과

Testing Conditions	64 Kbps	128 Kbps	Leased line (전용선)
Cannon Webcam	0.13	0.30 ~ 0.34	Slow
This Work	0.5	~ 1	Very High Speed

개발된 웹캠 제품은 (그림 1)에서 보여준 바와 같이 인터넷을 통하여 어느 장소에서 영상을 감시할 수 있으며 문제점이라면 현재 네트워크를 통한 영상 화면보기, 탐지 및 저장이 느리다는 점이다. 차후 초고속 전용선에 의한 네트워크 향상은 이상적인 30 fps로 화면보기 및 저장이 가능할 것이며 현재 네트워크 상에서 개발된 웹캠 성능은 16 fps인데 2중 버퍼링을 지능적으로 구현한 경우도 성능이 증가할 수도 있다. 네트워크 병목 현상으로 10 fps까지 성능이 저하될 수 있다. 기본적인 개발 웹캠 제품의 성능 비교도가 <표 6>에 요약되어 있다. 비교된 AXIS제품[14]은 본 연구 개발에 의한 웹캠서버 제품과 비슷하지만 본 연구 개발은 센서 기능과 움직임 탐지 기능은 물론 압축면에서도 우수하여 고속 영상 화면보기와 저장이 가능하다.

<표 6> 본 연구개발에 의한 제품(HawkEye)와 AXIS제품

	Hawkeye 8300	AXIS 2400
카메라입력	16	4
Operating System(OS)	Linux	Linux
압축방식	M-JPEG	JPEG
프레임당 압축크기	25K	10K
압축속도(16-CH)	30 fps	30 fps
저장/화면보기	30 fps Recording Motion Detection (Private Set-up) /Index Image Search	-
디지털출력	16-DI & 8-DO Ports (Available Emergency Bell)	-
카메라 제어	Pan/Tilt, Zoom/Focus	Pan/Tilt, Zoom/Focus

6. 결 론

이 논문은 리눅스 기반에 원격녹화 가능 보안시스템을 제시하였는데 전반적인 기능 향상과 여러 응용을 위한 효율적인 데이터베이스 시스템뿐만 아니라 고영상 압축을 제안하였다. 특히 개발한 시스템은 녹화, 재생과 온라인 디스플레이를 동시에 가능하고 원격 사용자는 웹 브라우저를 통하여 암호화하여 안정적으로 사용 가능하도록 개발하였다. 카메라의 영상들은 웨이브렛 기반 인덱스검색 알고리즘에 의하여 수행된 후 압축되고 데이터베이스에 저장된다. 웹캠 저장테 문은 데이터베이스를 통하여 시작하고 연관된 영상정보는 파일분류 프로세서에 의하여 재생된다. 또한 사용자가 편리하게 관리자 셋팅에 추가할 수 있게 하였고 안전하게 접근할 수 있도록 프로그래밍하였다. 나아가서, 비디오영상시스템에 적용되는 시스템과 감시모드가 현재 M-JPEG영상에 응용되었을 때, 침입자의 움직임에 따른 저장과 탐색 방법을 사용하여 움직이는 물체의 방향을 자동적으로 인식하는 알고리즘을 바탕으로 웹캠 서버 시스템을 개발하여 성능의 우수함을 입증하였고 새로운 인덱스 탐색과 움직임 탐지 알고리즘을 바탕으로 다른 웹캠 서버 제품에서 볼 수 없는 기능을 추가하여 신제품 상용화를 겨냥하였다.

참 고 문 헌

[1] MAJ. Richard Howard and MAJ. Benard J. Jansen, A proxy server experiment : an indication of the changing nature of the Web, Proc. of the 7th IEEE International Conference on Computer Communications and Networks (ICCCN), pp.646-649, Oct. 1998.

[2] Larry Lange, Techno로그y 1999 Analysis and Forecast : The Internet, IEEE Spectrum, pp.35-40, Jan. 1999.

[3] S. V. Wunnava and M. De La Cruz, Web Based Remote Security System (WRSS) Model Development, Proc. IEEE Southeastcon 2000, pp.379-382, April, 2000.

[4] Wunnava and Williams, Internet based multi media transfers and applications, Proc. IEEE SoutheastCon, Orlando, April, 1998.

[5] S.-F. Chang, J. Smith, M. Beigi, and A. Benitez, Visual information retrieval from large distributed online repositories, Communications of ACM, Vol.40, pp.63-71, Dec. 1997.

[6] J. Vass, Jia Yao, A. Joshi, K. Palaniappan, and Xinhua Zhuang, Interactive image retrieval over the Internet, Proc. the 17th IEEE Symposium on Reliable Distributed Systems, 20-23 pp.461-466, Oct. 1998.

[7] C. Jacobs, A. Finkelstein, and D. Salesin, Fast multiresolution image querying, Proc. ACM SIGGRAPH, pp.277-286, Aug. 1995.

[8] K.-C. Liang, X. Wan, and C.-C. Kuo, Indexing, retrieval and browsing of wavelet compressed imagery data, Proc. SPIE Storage and Retrieval for Image and Video Database, Vol.3022, pp.506-517, 1997.

[9] M. Mandal, T. Aboulnasr, and S. Panchanathan, Image indexing using moments and wavelets, IEEE Tr. Consumer Electronics, Vol.42, No.3, pp.557-565, 1996.

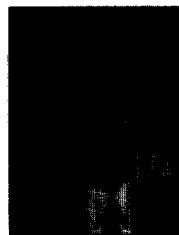
[10] J. Smith and S.-F. Chang, VisualSEEK : A fully automated content-based image query system, Proc. ACM Multimedia, Nov. 1996.

[11] H. Jinzenji, H. Takada, and H. Kasahara, Internet Personal Live Video Streaming station Using AScaleable video Distribution Technique, Proc. of the IEEE 1998 Int. Conf. on Consumer Electronics, pp. 306-307, 1998.

[12] R. Baskerville, Information system security design Method Implication for Information system development, ACM Computing Surveys, Vol.25, No.4, Dec. 1993.

[13] W. E. Weimman, *The CGI Book*, New Riders, 1996.

[14] http://www.axis.com/products/camera_servers/



이 명 옥

e-mail : mikelee@white.dongshinu.ac.kr

1981년 全北大學校 精密機械工學科(學士)

1983년 AME, Arizona State University (BS)

1985년 CME, Arizona State University (MNS)

1988년 CME, Arizona State University(PhD)

1992년~1994년 日本 동경대학교 Industrial Research Fellow

1986년~1996년 Motorola Inc.(Arizona주 Tempe/Mesa시연구소 및 日本 東京支店 Senior Member of Technical Staff)

1996년~1997년 ETRI, 초빙교수

1997년 미국 캘리포니아주 Univ. of California at Berkeley, Visiting Professor

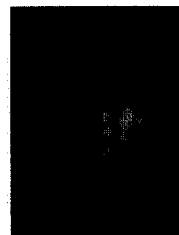
1998년 日本 東京大學校, Visiting Professor

1996년~현재 韓國 동신대학교 教授

1999년~현재 HiCHIPS Co. 副社長 & 研究所長

2000년~현재 (주)무한기술 기술이사

관심분야 : 멀티미디어 통신 시스템IP 및 SoC설계, 네트워크 기반 Crypto Chip설계, 영상통신 Video/Audio 압축 기술, Linux기반 HW-SW기술



이 은 미

e-mail : annakaterina@hanmail.net

1981년 全北大學校(學士)

1990년 東京大學校 전산언어학(석사)

1995년 東京大 電算言語學(博士科程 修了)

2000년~現在 서울대학교 電算言語學 博士科程

1981년~1987년 全北 고창중학교 教師

1984년~1986년 日本 오사카대학 文部省 獎學生 選拔 留學

1995년~현재 韓國 동신대학교 教授

2000년~현재 (주)하이템스텔레콤 소프트웨어 고문

관심분야 : Semantics, Computational Linguistics 및 차세대 컴퓨터 언어 인식