
안전한 농산물 관리를 위한 웹 카메라 기반의 실시간 모니터링 시스템의 설계 및 구현

김택천* · 류광희* · 정희경*

Design and Implementation of Real time Monitoring System based on
Web camera for safe agricultural product management

Tak-chen Kim* · Kwang-hee Ryu* · Hoe-Kyung Jung*

요 약

농산물에 대한 수입이 개방된 이후 대량의 값싼 외국 농산물은 점점 국내 농산물 시장의 점유율을 높이고 있으며, 이러한 과정에서 수입 시 사용된 방부제와 기타 유해 물질들의 검출 문제도 발생하고 있다. 국내 농가들은 시장 경쟁력을 높이기 위하여 국가의 체계적인 지원과 이를 뒷받침하는 시스템 도입을 요구하고 있다.

이에 본 논문에서는 소비자에게 실시간으로 농산물의 생산 및 관리 정보를 제공하기 위한 모니터링 시스템을 설계하였다. 실시간 모니터링을 위하여 기존의 CCTV(Closed-Circuit Television)와 같은 아날로그 카메라가 아니라, 장소에 구별 없이 네트워크가 가능한 곳에서 CCTV보다 좋은 화질의 영상을 제공하는 웹 카메라를 사용하여 시스템을 구현 하였다. 본 실시간 모니터링 시스템의 특징은 여러 웹 카메라 영상을 다중 화면으로 구성한 멀티비전 인터페이스와 농산물을 효율적으로 관리하기 위한 영상 저장 기능 및 정해진 시간에 따라 영상 저장이 이루어지는 스케줄링 녹화가 가능하다.

ABSTRACT

After the import liberalization of agricultural products, The Imported agricultural products rapidly increased market share of domestic agricultural products. But Imported agricultural products include various agricultural chemicals and food additives. In order to improve competitiveness in domestic markets of farmhouses and to secure food safety, the farmers needs to introduce Systematic support and various system. In this paper, established system that use Monitoring technology, to inform production information and management information about agricultural products to consumer by real time. Therefore unused analog camera such as CCTV(Closed-Circuit Television) for real time Monitoring. This system Used web camera that offer picture quality that is good than CCTV at place that consists network without distinction in the place. An advantage of real time Monitoring system designed multi-vision interface showing multi images on single screen and, for the purpose of the improvement in efficiency, the functions of saving images and of scheduling the time to save the images.

키워드

real time monitoring, web camera, 농산물 관리

I. 서 론

외국 농산물 개방은 국내의 지형적·사회적 특성을 감안하면 필연적인 상황이었으며, 다양한 품종과 낮은 가격의 장점을 가지는 외국 농산물은 국내 시장의 점유율을 점진적으로 증가시키고 있다.

이러한 외국 농산물에 대하여 국내 농가들은 시장 경쟁력 강화를 위한 다양한 시도를 하고 있고, 국가 차원의 제도적 지원과 함께 실용성 있는 시스템들의 개발을 요구하고 있는 상황이다.

이에 본 논문에서는 농산물의 투명성을 강화하기 위한 한 방법으로 소비자에게 시간과 장소에 구별 없이 농산물의 생산 단계에서 가공 처리 과정의 정보를 제공하는 실시간 모니터링 시스템 도입을 제안하였다.

모니터링 시스템 구축을 위하여 사용되는 영상 장비는 제공되는 영상에 대한 녹화 기능과 품질 및 보관 기간, 그리고 원격 관리 기능 등을 고려하여야 한다.

모니터링 시스템 분야에서 영상장비는 기존에 CCTV를 보편적으로 사용하였고, CCTV 시스템에서 저장 매체는 VCR과 DVR(Digital Video Recorder)을 사용하였다. 그러나 영상 처리 기술과 네트워크의 급속한 발달에 따라 최근 웹 카메라를 이용한 시스템 구축이 활발하게 이루어지고 있다.

이에 본 논문에서 모니터링 시스템의 영상 장비는 CCTV 보다 여러 가지 장점을 가지는 웹 카메라를 사용하였다. 그리고 웹 카메라에서 출력되는 영상 데이터는 직접 모니터링 시스템으로 수신하였고, 수신된 데이터를 멀티비전 형식의 인터페이스로 구성하여 애플리케이션으로 구현하였다. 또한 영상 데이터를 웹 서버에서도 수신하도록 하여 웹 브라우저로 제공되게 시스템을 설계 및 구현 하였다.

II. 관련 연구

2.1. 기존 모니터링 시스템

디지털 기술이 발전하기 전에 모니터링 시스템은 CCTV를 이용하였고, 디지털화가 진행되면서 저장매체로 DVR을 사용하였다. 그리고 현재 디지털 기술과 네트워크의 급속한 발달로 웹 카메라에 대한 이용 비율이 점차 높아지고 있다.

다양한 모니터링 시스템들의 구성도에 대한 차이점을 그림 1에 비교하여 표현하였다.

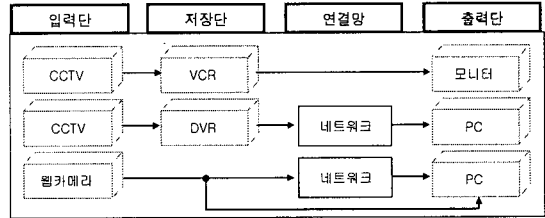


그림 1. 모니터링 시스템들의 비교
Fig. 1 Compare with Monitoring Systems

그림 1에서 입력단은 CCTV와 웹 카메라에 따라 영상 데이터를 획득하고, 저장단에서 데이터의 저장 과정에 따른 아날로그 형태와 디지털 형태의 차이가 나타난다. 또한 연결망은 케이블 형식과 네트워크 형식으로 비교되며, 출력단은 일반 모니터와 PC 기반으로 구분된다.

시스템 활용도에 있어서 CCTV/VCR 모델은 모니터링 시스템의 초기 모델로써 CCTV로 입력받은 영상을 VCR을 이용하여 저장한다. 이는 아날로그 데이터가 가지는 녹화 시간의 제한과 저수준의 녹화 품질, 장기간 보관에 따른 화질의 열화 현상 및 원격 관리 불가능 등의 문제를 가지고 있다.

이러한 문제를 개선한 것이 CCTV/DVR 모델이다. 이 모델은 영상의 압축 및 처리 기술이 발달됨에 따라 DVR을 이용하여 영상 저장 과정의 아날로그 데이터를 디지털 데이터로 변환한 것이 특징이다.

DVR을 이용함으로써 VCR 보다 향상된 검색 능력과 사용의 간편함 및 끊김 없이 고화질의 영상 모니터링과 저장의 동시 작업등의 이점이 있다. 그러나 인터넷을 이용하는 원격 모니터링의 불안정과 원격지에서 다수의 사용자에게 카메라 영상의 동시 접속 불가능 및 원격지에서 접속한 컴퓨터에 영상이 저장되지 않는 문제가 있다.

웹 카메라를 이용한 모델은 이러한 DVR의 단점에 대한 해결책을 제시하였는데, 웹 카메라 특징을 다음 절에서 정리하였다.

2.2. 웹 카메라

웹 카메라는 Web과 Camera가 합쳐서 생성된 신조어로 CCTV와 다르게 카메라와 소형 컴퓨터를 내장하여 디지털 영상 압축과 네트워크를 통한 영상 전송 기능을 보유

한 카메라를 의미한다.

내장된 컴퓨터가 웹 서버의 역할을 하여 원격지에서 웹 브라우저를 이용하여 영상 서비스 제공이 가능하다. 현재 웹 카메라를 활용하여 관광지 및 유흥지에 대한 광고, 유치원과 사무실의 원격 모니터링, 날씨와 교통 정보의 실시간 중계가 이루어지고 있다[1].

이러한 웹 카메라는 기능에 따라서 PNP(Plug and Play) 방식의 카메라와 비디오 캡처 카드가 필요한 카메라 및 네트워크 카메라로 구분된다. 이 중에서 네트워크 카메라가 자체에 웹 서버를 내장한 구조로써 사용자에게 웹을 통한 영상 전송을 가능하게 한다.

본 논문에서 구현한 모니터링 시스템은 이와 같은 네트워크 카메라를 사용하여 시스템을 구성하기 때문에 이후 지칭되는 웹 카메라는 네트워크 카메라를 의미한다.

2.3. DirectShow

멀티미디어에 대한 다양한 요구의 증가는 벤더들이 VFW(Video for Windows) 기술을 자신들의 어플리케이션에 맞도록 확장함으로써 표준에 대한 개념 상실과 상호 호환성이 없는 어플리케이션이 난립하게 되어 시스템의 혼란이 가중시켰다.

이러한 문제를 해결하기 위하여 MS 사에서 벤더들이 제각기 확장한 VFW 기술을 흡수하고, 각종 멀티미디어 기술을 통합하여 필터(Filter)라는 컴포넌트 기반의 DirectShow를 발표하였다.

DirectShow는 이러한 필터의 조합으로 다양한 멀티미디어 데이터를 제어 및 처리 할 수 있도록 설계되었다[3].

필터를 조합하는 과정은 핀(Pin)이라는 COM 객체가 필터 사이에서 입력 핀과 출력 핀의 형태로 존재하여 필터들을 연결한다, 이러한 구조로 연결되어 생성한 것을 필터 그래프라고 하고, 필터 그래프와 데이터 스트림을 제어하기 위하여 필터 그래프 상위에 필터 그래프 매니저가 위치한다[4]. 이러한 필터 그래프의 구조는 그림 2와 같다.

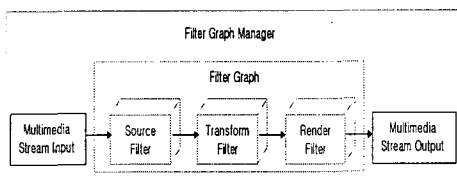


그림 2. DirectShow 필터 그래프 구조
Fig. 2 Structure of DirectShow Filtergraph

필터는 영상 정보의 프로세싱 차이에 의하여 소스 필터(Source Filter), 변환 필터(Transform Filter), 렌더 필터(Render Filter)로 분류된다.

소스필터는 VCR과 같은 장치나 디스크상의 파일 및 네트워크의 서버로부터 영상 정보를 가져온다. 변환 필터는 소스 필터로부터 입력된 스트림 데이터를 가공하는 과정으로 스트림의 오디오 데이터와 비디오 데이터로 분리, 데이터의 압축 복원, 다양한 영상 효과를 적용 등의 작업을 한다. 렌더 필터는 입력 받은 스트림 데이터를 스크린이나 사운드 카드 및 하드디스크 같은 장치로 출력한다[5].

III. 실시간 모니터링 시스템 설계

모니터링 시스템은 소비자와 생산자에 따라서 두 가지 다른 방법으로 원격 영상을 제공하도록 설계하였다.

소비자는 농산물이 생육상태 및 가공 처리되는 영상을 인터넷이 가능한 장소에서 웹 브라우저를 이용하여 확인할 수 있도록 하였다. 소비자가 영상 확인이 주요 목적이 라면 생산자는 영상에 대한 녹화 및 다른 시스템으로 전송하는 등의 작업 처리를 해야 한다. 따라서 생산자는 멀티비전으로 구성된 애플리케이션에서 원격으로 농산물에 대한 영상 정보를 처리 및 관리할 수 있도록 하였다.

이와 같은 시나리오에 따른 전체 시스템은 그림 3과 같이 구성하였다.

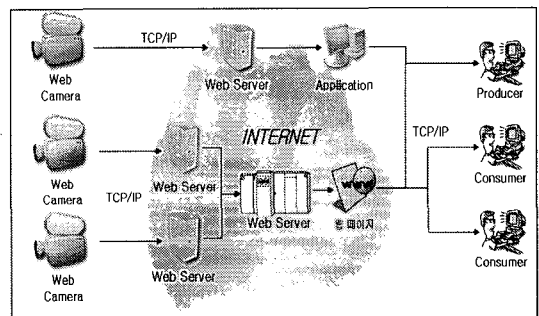


그림 3. 전체 시스템 시나리오 구성도
Fig. 3 Structure of Total System scenario

애플리케이션 시스템의 세부 구조는 웹 카메라에 대한 정보 및 시스템의 전반적인 내용을 입력하는 데이터 등록부와 영상 녹화 및 재생에 따른 데이터를 프로세싱하는 영상 제어부, 그리고 영상의 실시간 녹화 및 미리 설정한

스케줄에 따른 녹화 처리를 담당하는 녹화 처리부와 로컬 컴퓨터 상에 저장된 파일을 서버 및 다른 시스템으로 전송할 수 있는 데이터 전송부의 네 구조로 설계하였다. 이렇게 전체 시스템의 세부 구조를 그림 4에 나타내었다.

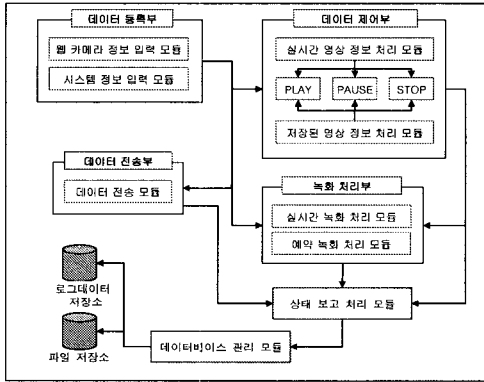


그림 4. 전체 시스템 구성도
Fig. 4 Structure of Total System.

3.1. 데이터 등록부

데이터 등록부에서는 웹 카메라에 대한 IP 주소와 포트, 사용자 정보 등 전반적인 시스템에 대한 설정 정보를 입력받아 시스템에 내부에서 적용되도록 하였다.

3.2. 영상 제어부

영상 제어부에서는 COM 객체의 생성을 통하여 영상 재생과 같은 제어 작업이 이루어지도록 하였다. 작업의 처리 과정은 필터 그래프 매니저를 생성하여 사용되는 모든 필터들과 입력 받은 스트림 데이터를 상위에서 제어하면서, 사용되는 필터들에 대하여 객체로써 생성한 후 생성된 필터를 필터 그래프에 추가하는 것으로 이루어진다.

이 과정에서 소스 필터에서 처리하는 영상의 입력 스트림은 로컬 컴퓨터에 저장되어 있는 영상 데이터의 절대 경로와 데이터 등록부에서 설정한 웹 카메라 IP의 두 가지 방법으로 설정하도록 하였다.

소스 필터에서 설정된 입력 스트림에 따라 변환 필터와 렌더 필터 사이에서는 서로 다른 필터들이 생성된다. 생성된 필터들은 핀 객체를 통한 연결 처리가 정상적으로 이루어지면 영상 재생과 같은 제어가 가능하도록 하였다.

영상제어부에서 사용하는 모듈간의 관계를 그림 5에 나타내었다.

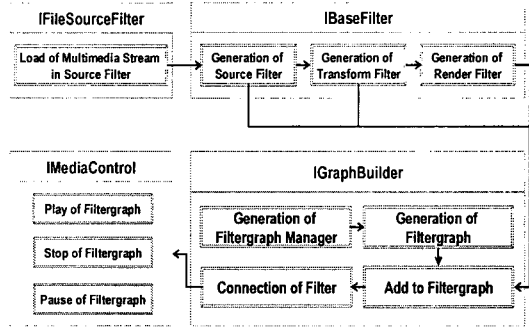


그림 5. 영상 제어부의 모듈 구성도
Fig. 5 Module Structure of Video Control part

3.3. 데이터 전송부

데이터 전송부는 로컬 컴퓨터에 저장된 영상 파일을 서버 및 서버 프로그램이 설치된 시스템으로 전송하기 위하여 Client/Server 구조의 패킷 전송 방식을 기반으로 처리하였다. Client와 Server에 사용되는 알고리즘은 그림 6과 같다.

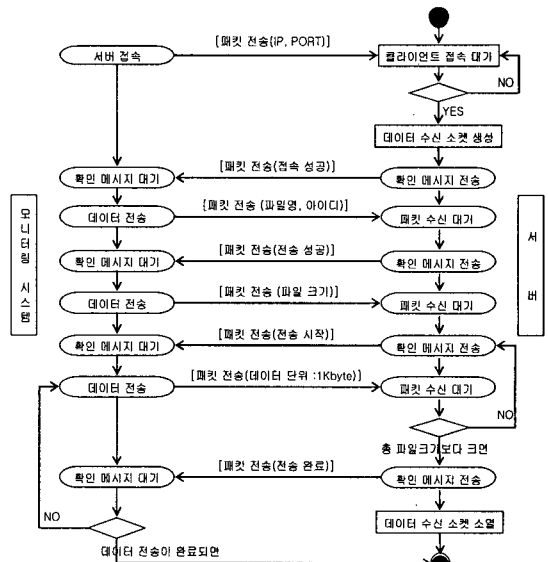


그림 6. 데이터 전송부 소켓 알고리즘
Fig. 6 Socket Algorithm of Data Transfer part

3.4 녹화 처리부

DirectShow에서 기본적으로 제공하는 저장 필터들 중에서 AVI 방식의 필터는 원본 영상 데이터에 대한 압축 성능이 비효율적이기 때문에 변환 필터에 다양한 압축 필

터를 적용해야 한다.

그러나 다양한 압축 필터의 적용은 기존 시스템에서 사용하는 필터들 간의 충돌이 야기될 수도 있고, 향후 웹 브라우저를 통한 스트리밍 방식의 영상 재생의 최적화도 고려하여야 한다. 따라서 낮은 비트 전송률의 네트워크 및 광대역 네트워크를 통한 멀티미디어 패키지를 최적화하여 스트리밍 하는 ASF 방식으로 필터 그래프를 구성하였다 [5]. 이러한 필터 그래프의 구성도를 그림 7에 나타내었다.

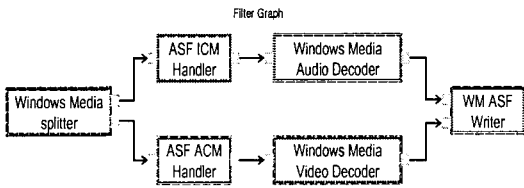


그림 7. 녹화 처리 필터 그래프
Fig. 7 Filtergraph of Video recording Process

IV. 실시간 모니터링 시스템 구현 및 고찰

4.1. 구현

시스템 구현은 소비자가 웹 브라우저로 웹 페이지에서 영상 정보를 획득하는 방법과 관리자가 멀티비전 구조의 애플리케이션으로 영상 정보를 관리하도록 구현하였다.

시스템 구현 환경은 IBM-PC 호환 컴퓨터의 Windows XP SP2 운영체제 하에서 개발 도구는 웹 기반의 영상 제공을 위하여 ASP(Active Server Pages)를 사용하였고, 애플리케이션으로 제공하기 위하여 Visual Studio 6.0 SP5와 DirectX SDK8.1을 사용하였다. 그리고 웹 서버는 IIS (Internet Information Server)5.1과 데이터베이스로 MS SQL Server 2000 SP3을 사용하였다.

소비자는 원격지에서 웹 브라우저를 이용하여 그림 8 과 같이 농산물에 대한 생산 및 가공 처리되는 정보를 획득할 수 있다.

그림 8은 구현한 모니터링 시스템을 농산물 판매 사이트에 적용한 웹 페이지의 일부분으로써 전체 웹사이트의 구조를 고려하여 영상은 단일 화면에 크기를 360*240로 제한하였고 초당 프레임은 15로 설정하였다. 또한 컨트롤 버튼을 영상 위에 배치하여 소비자가 선택적으로 다른 장소의 영상을 확인 할 수 있도록 구현하였다.

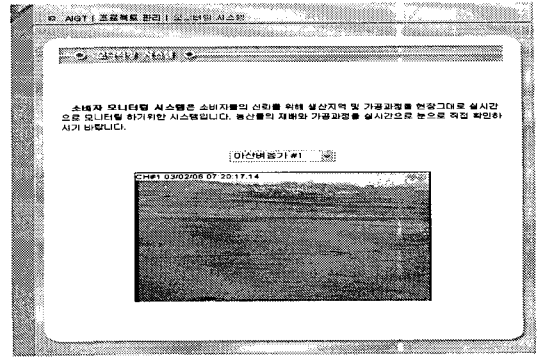


그림 8. 웹 브라우저 기반의 사용자 인터페이스
Fig. 8 User Interface based on Web browser

관리자에게 애플리케이션으로 제공되는 시스템의 인터페이스는 그림 9와 같이 구현하였다.

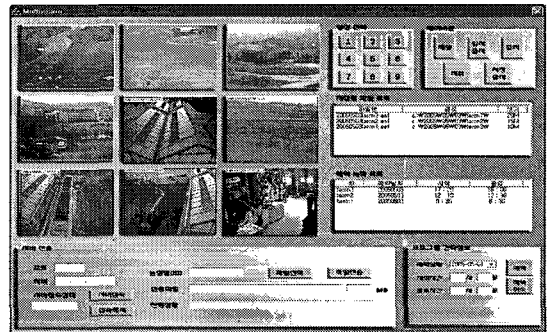


그림 9. 애플리케이션 기반의 사용자 인터페이스
Fig. 9 User Interface based on Application

멀티 화면 구성은 다수의 웹 카메라를 모니터링할 수 있도록 170*140의 크기의 3X3으로 구성하였고. 영상 제어는 화면 구성과 같은 3X3의 버튼 형식으로써 각각의 영상에 대한 재생, 녹화, 중지 등의 부분적인 제어를 가능하도록 하였다.

저장된 파일 전송은 데이터 설정에서 미리 입력된 서버를 선택하는 방법과 직접 서버의 IP 주소와 포트 번호를 입력하여 서버 접속을 통한 패킷 수신이 이루어지도록 하였다.

4.2. 고찰

본 시스템의 특징을 시스템적인 측면과 프로그램적인 측면으로 구분했을 때 시스템 구성에 따른 특징은 그림 10에 나타내었다.

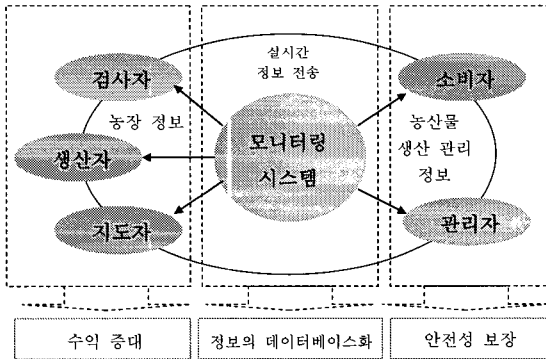


그림 10. 모니터링 시스템의 효율성
Fig. 10 Efficiency of Monitoring System

그림 10에서 인터넷이 가능한 장소에서 사용자는 원하는 시간에 실시간으로 농산물의 생산 및 가공 정보를 획득할 수 있다. 이는 소비자에게 농산물에 대한 안전성을 보장하는 수단으로 신뢰감을 증진시킬 수 있다, 또한 이를 통하여 생산자에게는 수익 증대와 함께 농산물의 일반적인 생육 상태 정보 및 환경과 관련된 정보, 재배이력 정보 등을 데이터베이스화하여 기타 유사한 환경에서 활용 가능하다. 즉, 농업 정보의 데이터베이스화가 지금까지 농민 개개인의 주관적이고 경험적인 농업 기술을 객관적이며 체계화 된 농업 기술로 변화하게 하는 가능성을 제시한다.

프로그램 측면의 특징은 영상의 모니터링과 녹화가 최대 9개 영상의 초당 프레임수를 각각 조절하여 동시 작업을 처리할 수 있다. 또한 wavelet 압축 알고리즘을 사용함으로써 영상에 노이즈와 밝기 변화가 없고, 시간에 따른 화면상의 변화가 적을수록 원본 영상과 같은 화질을 유지하면서 파일 크기가 상대적으로 적어진다. 그리고 영상 녹화 및 재생 모듈의 구조를 향후 보다 향상된 압축 데이터의 렌더링 필터를 적용하여 시스템의 확장성을 보장하도록 구현하였다[6, 7].

그러나 향후에 시스템의 사용자가 농민이라는 점을 고려하여 시스템 구현 과정에서 복잡한 조작성을 요구하는 기능들은 내부적으로 자동화하였고, 비교적 간단한 인터페이스를 유지하도록 구현하였으나, 아직 인터넷과 컴퓨터에 대한 기본적인 지식을 가지지 못한 사용자가 보다 시스템을 효율적으로 사용하도록 보완해야 할 것이다.

V. 결 론

외국 농산물의 국내 시장 장악력 증가와 상대적으로 위축된 국내 농산물의 소비 활성화 방안들이 다양하게 마련되고 있고, 이러한 방안들을 뒷받침하도록 시스템 개발이 요구되는 상황이다.

이에 본 논문에서는 컴퓨터와 인터넷 망이 일반 가정에서 외지까지 보급되어 이용하고 있는 상황과 최근 소비자들의 농산물에 대한 소비 성향을 분석하여 웹 카메라를 이용한 농산물의 생산 및 가공 정보를 실시간으로 공개하는 시스템을 설계하였다.

웹 카메라는 기존 보안 장비들이 인터넷을 이용한 원격 모니터링의 불안정과 원격지에서 다수의 사용자에게 영상의 동시 접속 및 저장이 불가능한 문제를 해결하여 다른 추가 장치 없이 다양한 방법으로 영상을 제공받는 특징이 있다.

이에 본 논문에서는 웹 서버의 영상을 다른 시스템의 웹 페이지로 링크시켜 소비자들에게 웹 브라우저를 통하여 영상을 제공받는 방법과 관리자가 웹 카메라의 영상을 효과적으로 제어 및 모니터링할 수 있는 애플리케이션으로 구현하였다.

시스템에서 소비자들에게 제공하는 영상 정보는 단순 영상 정보만이 아니라 관리자에 의한 농산물의 다양한 정보도 확인할 수 있도록 쇼핑몰에 기반한 웹 사이트에 모듈화하였다.

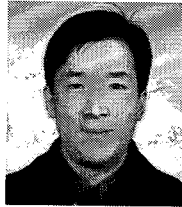
이러한 실시간 모니터링 시스템은 소비자들의 농산물에 대한 신뢰감 확보를 통하여 국내 농산물의 소비 증가와 농민들이 체계화 된 농업 기술 공유로 국내 농산물의 질적인 성장에 도움이 될 것으로 사료된다.

향후 연구 과제는 시스템 설계 과정에서 설정한 사용자들의 초과되어 동시 접속이 이루어졌을 경우, 웹 카메라가 설치된 장소와 모니터링 시스템 사용자들의 대역폭과 트래픽을 분석하여 안정적인 QoS(Quality of Service)를 보장하도록 제반 환경 및 시스템의 확장에 대한 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] 홍근선, "CCTV 카메라의 미래 웹 서버 카메라", 전자신문, <http://www.etimesi.com/news/detail.html?id=200109240090>, 2001
- [2] 신화선, DirectShow 멀티미디어 프로그래밍, 한빛미디어, 2004
- [3] 전병선, Microsoft Visual c++ 6.0 ATL COM Programming, 삼양출판, 2005
- [5] <http://msdn.microsoft.com/library/default.asp?url=/library/en-us/directshow/hm/introductiontodirectshow.asp>
- [6] Boroczky, L. Comparison of MPEG-2 and M-JPEG Video Coding At Low Bit Rates, SMPTE JOURNAL, 1999
- [7] A. Pommer. Selective Encryption of Wavelet-compressed Visual Data. PhD thesis, University of Salzburg, Austria, June 2003

저자소개



김택천(Tak-Chen Kim)

2001년 배재대학교 컴퓨터공학과 졸업(학사)
2003년 배재대학교 컴퓨터공학과 졸업(석사)

2003년~ 현재 배재대학교 컴퓨터 공학과(박사과정)
※ 관심분야: 데이터 마이닝, Spatial Database, Knowledge Representation



류광희(Kwang-Hee Ryou)

2005년 배재대학교 컴퓨터공학과 (공학사)
2005년 배재대학교 컴퓨터공학과 (석사과정)

※ 관심분야: XML, MPEG-21, Web Services



정회경(Hoe-Kyung Jung)

1985년 광운대학교 컴퓨터공학과 (공학사)
1987년 광운대학교 컴퓨터공학과 (공학석사)

1993년 광운대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
1994년~현재 배재대학교 컴퓨터공학과 정교수
※ 관심분야 : 멀티미디어 문서정보처리, XML, SVG, Web Services, Semantic Web, MPEG-21, RFID/USN