

다수의 웹 카메라를 이용한 실시간 화상 전송 서버의 설계와 구현

정구희^o, 신 원, 김태완, 장천현
건국대학교 컴퓨터정보통신공학과

{koochi, wonjjang}@cse.konkuk.ac.kr, {twkim, chchang}@konkuk.ac.kr

Design and implementation of real-time video transmission using several web cameras

Koo Hi Chung, Won Shin, Tae Wan Kim, Chun Hyon Chang
Dept of Computer Science and Engineering, Konkuk University

요 약

휴대폰, PDA 등의 대중화에 따라 원격에서 영상을 통해 대상의 상태를 확인하고자 하는 욕구가 증가하였고, 웹 카메라의 보급에 의한 영상 멀티미디어 기술의 대중화는 소프트웨어적인 영상 처리가 가능한 홈 원격 화상 감시 솔루션의 개발을 가능하게 하였다. 기존의 화상 전송 시스템은 설치되어 있는 모든 카메라의 동화상을 처리하여 전송함으로써 시스템의 자원을 소모하였고, 모바일 기기에서의 화상 재생에 대한 고려가 되어 있지 않았으며, 카메라 수의 확장이 어려웠다. 본 논문에서는 이에 따른 해결 방안으로 클라이언트에서의 동화상 재생에 필요한 웹 카메라를 선택하여 동화상의 처리 및 전송을 함으로써 시스템의 자원 소모를 줄일 수 있고, 모바일 기기에서의 동화상 재생에 최적화된 화질의 화상을 전송할 수 있으며, 버퍼 사용의 최소화로 실시간 전송 및 재생이 가능한 실시간 화상 전송 서버를 설계 및 구현하였다. 구현된 시스템은 가정, 학교와 같은 특정 장소의 영상 감시와 산업용 기기인 통합 전력 감시 시스템, 분산 제어 시스템 등에 적용할 수 있다.

1. 서론

인터넷의 발전과 휴대폰, PDA 등의 대중화에 따라 원격지에서 대상의 상태를 영상을 통하여 확인하고자 하는 욕구가 증가하였다. 기존의 DVR(Digital Video Recorder)과 CCTV 등을 사용한 원격 화상 감시 솔루션의 경우 홈 오토메이션 구축의 필수 기술인 홈 원격 화상 감시에 도입이 어려웠다. 웹 카메라의 보급에 의한 영상 멀티미디어 기술의 대중화는 소프트웨어적인 영상 처리를 수행하는 영상 감시 모듈을 사용하여 홈 원격 화상 감시 솔루션의 개발을 가능하게 하였다.

기존의 화상 전송 시스템은 다수의 웹 카메라에 대한 고려가 되어 있지 않아 설치되어 있는 웹 카메라와 같은 수의 동화상을 입력 받아 처리하여 전송함으로써 시스템의 자원을 소모하였다. 핸드폰, PDA 등과 같은 모바일 기기에서의 재생에 대한 고려가 되어 있지 않았으며, 화질 향상을 위하여 동화상의 처리와 전송 및 재생 시 버퍼링을 수행함으로써 클라이언트에서의 동화상 재생 시 지연 시간이 발생하였다[2].

본 논문에서는 이에 따른 해결방안으로 동화상의 실시간 처리와 전송 및 재생이 가능한 실시간 화상 전송 서버를 설계 및 구현하였다. 화상 전송 서버에 설치된 웹 카메라들 중 클라이언트에서의 동화상 재생에 필요한 웹 카메라를 선택하여 동화상을 입력 받아 처리 및 전송을 수행함으로써 시스템의 자원 소모를 줄였고, 화상 처리와 전송 및 재생 과정에서 버퍼의 사용을 최소화하여 클라이언

트에서의 실시간 동화상 재생이 가능하게 하였으며, 핸드폰, PDA 등과 같은 모바일 기기에서의 동화상 재생을 고려한 화질 조정이 가능하게 하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기존의 화상 전송 시스템의 구성과 문제점에 대해 알아보고, 이에 따른 해결 방안으로 실시간 화상 전송 서버의 설계 및 구현을 제시한다. 3장에서는 실시간 화상 전송 서버를 설계한다. 화상 전송 서버의 웹 카메라들 중 클라이언트에서의 동화상 재생에 필요한 웹 카메라를 선택할 수 있게 하고, 모바일 기기에서의 동화상 재생에 최적화된 화질의 화상을 전송할 수 있으며, 선택된 웹 카메라에서 입력되는 동화상의 처리와 전송 시 버퍼링을 최소화하여 실시간 전송과 재생이 가능하게 한다. 4장에서는 설계된 실시간 화상 전송 서버를 구현하고, 구현된 실시간 화상 전송 서버의 특징을 제시한다.

2. 기존 화상 전송 시스템

2.1 구성

기존의 화상 전송 시스템의 구성 형태에는 카메라 일체형, 셋톱 박스형, PC 기반의 시스템 등이 있다.

카메라 일체형은 CCD 모듈, 디지털 이미지 압축 장치, 웹 서버, 네트워크 카드, 플래쉬 메모리 등이 하나의 시스템에 내장되어 있다. 셋톱 박스형은 DVR 보드, 네트워크 카드, 웹 서버, 운영 체제, 저장 장치 등이 독립된 시스템의 형태로 구성되어 있으며, CCD 카메라나 CCTV 카메라

본 논문은 2003년도 중소기업청 산학연 공동 개발 컨소시엄에 의한 연구 결과임

를 비디오 신호 입력 단자에 연결하여 화상을 전송한다. PC 기반의 시스템은 PC에 DVR Board를 설치하고, CCD 카메라나 CCTV 카메라로부터 입력되는 화상을 PC에 설치되어 있는 화상 전송 시스템에서 처리하여 전송한다.

	카메라 일체형	셋톱 박스형	PC 기반 시스템
카메라 종류	CCD	CCD, CCTV	
카메라 인터페이스	내장	Video 입력	
카메라 수의 확장	불가능	제한적으로 가능	장비 추가로 가능
다수의 카메라에 대한 고려	고려되어 있지 않음	제한적으로 고려	
해상도 조정 가능		제한적으로 가능	
초당 전송 프레임 수 조정 가능		제한적으로 가능	
모바일 기기에 대한 고려		고려되어 있지 않음	
압축 방식	MPEG, JPEG, MJPEG, Wavelet	MPEG, JPEG, MJPEG	
추가 장비	필요하지 않음		DVR Board 등

표 1. 기존 화상 전송 시스템들의 비교

표 1과 같이 카메라 수의 확장 시 카메라 일체형은 CCD 모듈의 추가가 불가능하며, 셋톱 박스형은 내장되어 있는 Video 입력 인터페이스의 수만큼 가능하고, PC 기반 시스템은 DVR Board의 추가 설치로 가능하다. 셋톱 박스형이나 PC 기반 시스템의 경우 재생 소프트웨어에 화면 분할, 화면 선택 등의 기능이 있어 다수의 카메라에 대한 고려가 제한적으로 되어 있다. PC 기반 시스템의 경우 PC에 DVR Board 등 추가 장비의 설치가 필요하다.

사용하는 압축 방식으로는 MPEG, JPEG, MJPEG, Wavelet 등이 있고, JPEG보다 압축 효율이 우수한 Wavelet은 카메라 일체형 시스템에서 주로 사용한다.

2.2 문제점 및 개선 방안

기존의 화상 전송 시스템은 시스템 구성 시 추가 장비의 도입이 필요해 홈 오토메이션의 기반 기술에 사용하기 어려웠다. 설치되어 있는 모든 카메라에서 입력되는 화상을 처리 및 전송함으로써 시스템 자원을 소모하였고, 해상도와 초당 전송 프레임의 세부적인 조정을 할 수 없었으며, 휴대폰, PDA 등과 같은 모바일 기기에서의 화상 재생을 고려하지 않았다[1][4].

이에 따른 개선 방안으로 설계 및 구현된 실시간 화상 전송 시스템은 다수의 웹 카메라가 화상 전송 시스템에 설치되어 있을 때 클라이언트의 재생에 필요한 웹 카메라를 선택하여 화상의 처리 및 전송을 함으로써 시스템 자원의 소모를 줄이며, 화상의 압축에 정지 화상 압축 표준인 JPEG를 사용함으로써 전송 화상의 화질을 조정할 수 있고, 모바일 기기에서의 동화상 재생에 최적화된 화질의 화상을 전송할 수 있다[2][3].

3. 실시간 화상 전송 서버의 설계

3.1 전체 구조

실시간 화상 전송 서버의 전체 구조는 그림 1과 같이 웹 카메라 제어부, 미디어 관리부, 네트워크 관리부, 동화상 출력부로 이루어져 있다. 웹 카메라 제어부는 화상 전송 서버에 연결되어 있는 웹 카메라들 중 클라이언트에서의 동화상 재생에 필요한 웹 카메라를 선택한다. 미디어 관리부는 웹 카메라에서 동화상을 입력 받아 변환하고, 변환된 스트림에서 화상을 캡처하여 압축한다. 네트워크 관리부는 웹 카메라 정보의 송신과 웹 카메라 제어 정보

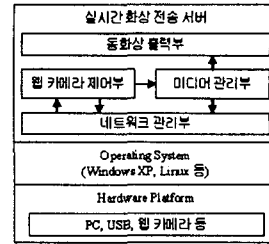


그림 1. 실시간 화상 전송 서버의 전체 구조

의 수신을 담당하고, 일정한 시간 간격으로 압축된 화상 데이터를 클라이언트로 전송한다. 동화상 출력부에서는 웹 카메라로부터 입력된 동화상과 압축된 화상 데이터를 출력함으로써 입출력을 확인하게 한다.

3.2 미디어 관리부

미디어 관리부에서는 그림 2와 같이 웹 카메라 제어부에서 선택한 웹 카메라로부터 캡처 디바이스로 동화상을 입력 받아 컴퓨터가 인식 가능한 스트림으로 변환한다.

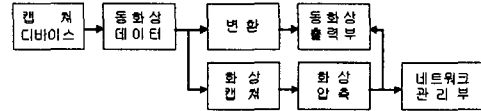


그림 2. 미디어 관리부

변환된 스트림으로부터 일정한 시간 간격으로 화상을 캡처하여 압축한 후 네트워크 관리부로 보낸다. 실시간으로 화상을 캡처하기 위하여 화상 캡처 시 버퍼링을 중지하며, 압축된 화상 데이터와 웹 카메라에서 입력 받은 동화상은 동화상 출력부에서 출력하여 입출력을 확인할 수 있게 한다. 화상 데이터의 압축 시 해상도와 압축 비율을 조정하여 클라이언트에서 최적의 화질로 재생되게 한다.

3.3 네트워크 관리부

네트워크 관리부는 그림 3과 같이 웹 카메라 정보를 클라이언트로 전송하고, 웹 카메라 제어 정보를 전송 받는 부분과 압축된 화상 데이터를 클라이언트로 전송하는 부분으로 이루어져 있다.

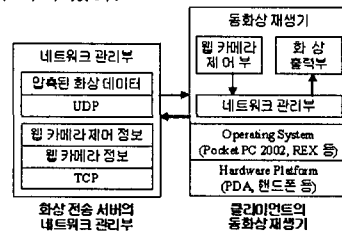


그림 3. 네트워크 관리부와 클라이언트

클라이언트는 화상 전송 서버로부터 전송 받은 웹 카메라 정보를 이용하여 재생할 웹 카메라를 선택한 후 웹 카메라 제어 정보를 화상 전송 서버로 전송하고, 화상 전송 서버로부터 압축된 화상 데이터를 전송 받아 화상 출력부에서 화면에 출력하게 된다.

웹 카메라 정보와 웹 카메라 제어 정보의 전송에는 신뢰성 있는 프로토콜을 사용하고, 압축된 화상 데이터의 전송에는 신속한 전송이 가능한 프로토콜을 사용하여 실시간 전송이 이루어지게 한다. 동화상의 전송 및 재생 시

에는 버퍼의 사용을 최소화하여 실시간 재생이 가능하게 한다. 클라이언트가 휴대폰, PDA 등의 모바일 기기이므로 동화상 재생 시 화질 저하가 발생하여도 버퍼의 사용을 최소화할 수 있고, 전송되는 초당 프레임 수를 줄일 수 있다.

4. 실시간 화상 전송 서버의 구현

4.1 구현 방법

미디어 관리부와 화상 출력부의 제작에는 마이크로소프트사의 DirectShow와 gdi+를 사용하였고, 네트워크 관리부의 제작에는 Winsock을 사용하였다.

DirectShow에서는 COM 기술을 기반으로 제작된 필터를 조합하여 화상을 처리할 수 있다. 필터의 조합을 필터 그래프라 하며, 그림 4와 같이 구성하였다.

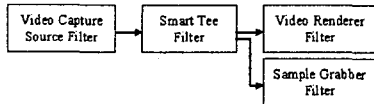


그림 4. DirectShow의 필터 그래프

웹 카메라 제어부에서 선택된 웹 카메라의 Video Capture Device로부터 동화상을 입력 받아 컴퓨터가 인식 가능한 스트림으로 변환하고, Sample Grabber Filter를 이용하여 스트림으로부터 일정한 시간 간격으로 BMP 포맷의 정지 화상을 캡처하였다. 정지 화상 캡처에는 콜백을 사용하여 필터그래프를 대기 상태에 있게 함으로써 버퍼링을 중지하여 실시간 캡처가 가능하게 하였다.

BMP포맷의 정지 화상은 gdi+를 사용하여 정지 화상 압축 표준인 JPEG로 압축하였다. 압축된 JPEG포맷의 정지 화상은 UDP를 사용하여 전송하였으며, 전송된 정지 화상은 클라이언트에서 실시간으로 재생하였다.

4.2 구현된 시스템의 특징

구현된 실시간 화상 전송 서버는 다수의 카메라에 대한 고려와 모바일 기기에 대한 고려가 되어 있다.

표 2와 같이 화상 전송 시스템에 설치되어 있는 다수의 웹 카메라들 중 클라이언트의 재생에 필요한 웹 카메라를 선택하여 동화상의 처리 및 전송을 수행함으로써 시스템 자원의 소모를 줄일 수 있으며, 인터페이스를 확장하여 사용 가능한 웹 카메라 수의 확장이 가능하다.

	기존 화상 전송 시스템	구현된 실시간 화상 전송 시스템
설치 형태	카메라 일체형, 셋톱박스형, PC 기반	PC 기반
카메라 종류	CCD, CCTV 등	웹 카메라
카메라 인터페이스	내장 또는 Video 입력	USB, IEEE1394 등
카메라 수의 확장	추가 장비 필요	인터페이스의 확장
다수의 카메라에 대한 고려	제한적으로 고려	고려되어 있음
화상도 조정 가능	제한적으로 가능	가능
초당 전송 프레임수 조정 가능	제한적으로 가능	가능
모바일 기기에 대한 고려	고려되어 있지 않음	고려되어 있음
압축 방식	MPEG, MJPEG, JPEG, Wavelet	JPEG
추가 장비	DVR Board 등	필요 없음

표 2. 기존 화상 전송 시스템과의 비교

화상의 압축에 정지 화상 압축 표준인 JPEG를 사용함으로써 해상도, 압축 비율, 초당 전송 프레임 등을 조절할 수 있고, 클라이언트의 개발 시 플랫폼에 제한을 받지 않으며,

전송 화상의 화질을 조정하여 모바일 기기에서의 동화상 재생에 최적화된 화질의 화상을 전송할 수 있다.

그림 5와 같이 실시간 화상 전송 서버는 웹 카메라를 이용한 소프트웨어적인 화상 처리 모듈의 사용으로 추가 장비를 도입할 필요가 없어 기존의 PC에 시스템을 구성하여 홈 오토메이션의 기반 기술로 활용할 수 있다. 화상의 처리와 전송 및 재생 시 버퍼 사용의 최소화와 UDP의 사용으로 동화상의 실시간 처리와 전송 및 재생이 가능하다.

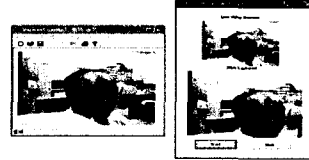


그림 5. 화상 전송 서버의 수행

5. 결론 및 개선사항

기존의 화상 전송 시스템은 설치된 카메라와 같은 수의 동화상을 처리하여 전송함으로써 시스템의 자원을 소모하였고, 카메라 수의 확장을 위해서 추가적인 장비가 필요하였다. 모바일 기기에서의 동화상 재생에 대한 고려가 되어 있지 않았으며, 버퍼의 사용으로 동화상 재생 시 지연 시간이 발생하였다.

본 논문에서는 이에 따른 해결방안으로 실시간 화상 전송 서버를 설계 및 구현하였다. 구현된 시스템은 웹 카메라 이외의 추가적인 장비가 필요 없고, 화상 전송 서버의 웹 카메라들 중 클라이언트의 재생에 필요한 웹 카메라를 선택하여 화상의 처리 및 전송을 함으로써 시스템 자원의 소모를 줄였다. 모바일 기기에서의 재생에 최적화된 화질의 화상 전송이 가능하게 하였고, 버퍼 사용의 최소화로 실시간 전송 및 재생을 할 수 있게 하였다.

구현된 실시간 화상 전송 서버는 실시간 원격 감시 기술에 적용하여 가정, 학교, 유치원과 같은 특정 장소를 영상 감시할 수 있고, 통합 전력 감시 시스템, 분산 제어 시스템 등에 적용할 수 있다.

향후 동화상의 압축에 동화상 압축 표준인 MPEG를 적용하고, 압축된 동화상의 전송에 RTP를 적용하여 실시간 화상 전송 서버의 성능 개선을 기대할 수 있다.

참고문헌

- [1] 정혜동, 함경선, 박상현, 전기만, 멀티미디어 서비스를 위한 홈 네트워크 구성, 한국정보처리학회 학술발표논문집 9권 제2호 2002, pp. 65-68
- [2] 안성호, 이경희, 곽지영, 김두현, 임베디드 영상감시 시스템 구현, 한국정보처리학회 학술발표논문집 10권 제1호 2003, pp. 47-50
- [3] 이광빈, 이배호, 노현주, 정태웅, RTP와 JMF 기반의 원격진료 화상회의 시스템 설계 및 구현, 한국정보과학회 학술발표논문집 29권 제2호 2002, pp. 556-558
- [4] 박혜령, 남지승, 유무선망에서 홈서버를 이용한 효율적인 스트리밍 시스템 설계, 한국정보처리학회 학술발표논문집 9권 제2호 2002, pp. 1265-1268