Bluetooth Module을 이용한 실시간 영상감시 시스템

Using Bluetooth Module for Real-time Image Surveillance System

서윤석, 곽재혁, 임준홍
Yoonseok Seo, Jaehyuk Kwak, Joonhong Lim

Abstract - The demand for a real-time image surveillance system using network camera server is increasing as the network infra has been grown and digital video compression techniques have been developed. The image surveillance system using network camera server has several merits compared to existing real-time image surveillance system using CCTV. It would be more convenient if wireless real-time image transmission were possible.

In this paper, a bluetooth module is designed and implemented for a real-time image surveillance system to send and receive informations wirelessly. It may simplify the system development procedures and increase the productivity by low power consumption, low cost, and simple wireless installation. A scatter-net formation is proposed using dynamic and distributed algorithm so that the network connection is reliable.

Key Words : Bluetooth, Scatternet, Image surveillance, Network camera

1. 서 론

네트워크 인프라의 성장과 디지털 영상압축 기술의 발달로 네트워크 카메라 서버를 이용한 실시간 영상감시 시스템의 필요성이 증가하고 있다. 기존의 CCTV 카메라 시스템은 설치 및 유지보수에 동축케이블, 멀티플렉서, 레코딩 장치 등에 높은비용이 발생하고 아날로그 방식이므로 전송시에 발생하는 화상의 노이즈 및 일그러짐이 발생한다. 또한 설치된 장비만큼 사용자수도 제한적이고 동축케이블의 전송특성상 별도의 고가 장비를 사용하기 전에는 사용상의 거리제한도 상당하다. 그러나 네트워크카메라는 별도의 비디오케이블과 제어장비가 필요하지 않고 기존 네트워크 케이블과 시스템을 이용하면 된다. 이런 이유에서 네트워크 카메라서버를 이용한 실시간 영상감시 시스템의 개발에 대한 수요 역시 증가하고 있다.[1][2]

본 논문에서는 Bluetooth를 이용한 실시간 영상감시 시스템을 제안하고 이를 설계, 구현한다. Bluetooth를 이용하여 저전력 소모, 저렴한 비용, 무선을 통한 간편한 설치 등을 바탕으로 전체 시스템 개발을 단순화하고 생산성을 향상시킬 수 있는 장점이 있다. 동적, 분산 알고리즘을 이용하여 스캐터넷을 구성하고 네트워크의 연결을 실시간으로 체크하여 접속불량이나 기기의 고장으로 네트워크 연결이 끊어졌을 때 바로 복구할 수 있어 연결의 신뢰성을 제공한다.[3][4]

저자 소개
* 徐 胤 碩 : 漢陽大學 電子制御計測學科 碩士課程
** 郭 載 赫 : 漢陽大學 電子制御計測學科 博士課程
*** 林 俊 弘 : 漢陽大學 電子制御計測學科 教授

2. 시스템 구성

2.1 블루투스 영상감시 시스템

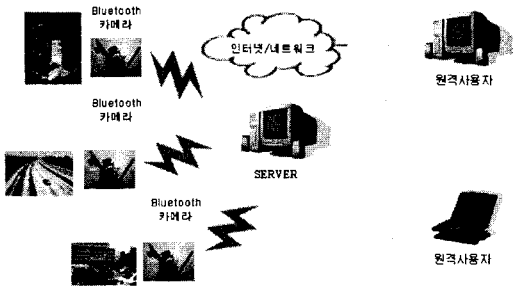

그림 1. 영상감시 시스템 개념도

그림 1은 블루투스를 이용한 영상감시 시스템 개념도이다. 본 논문에서 구현된 영상감시 시스템은 CCD카메라를 통해서 받은 영상정보를 블루투스를 통해 서버로 데이터를 전송하고 서버에서 네트워크를 통해 각 클라이언트로 연결된다. 기존의 CCTV를 이용한 영상감시 시스템이나 네트워크 카메라 서버를 이용한 영상감시 시스템과는 달리 카메라 부분이 CCD카메라와 블루투스를 사용하고 별도의 배터리를 가지는 임베디드 시스템으로 별도의 전원이나 네트워크 케이블이 없어도 장착할 수 있어 뛰어난 이동성과 설치의 편이성을 제공한다. 저렴한 개발비용을 바탕으로 보다 많은 카메라를 설치할 수 있어 더 정확한 감시 시스템을 구축할 수 있다. 본 논문에서 사용된 블루투스는 class1의 규격으로 전송거리는 100m이다. 그러나 개방된 환경에서는 100m이상의 전송거리를 가진다.[5]

블루투스는 마스터/슬레이브 방식으로 링크를 형성한다. 즉 두 개의 기기가 연결이 되면 한 기기가 마스터의 역할을 맡고 다른 기기가 슬레이브의 역할을 맡게 된다. 그리고 한 대의 마스터는 최대 7대까지의 슬레이브를 연결하여 네트워크를 구성할 수 있는데 이를 피코넷 (piconet) 이라고 한다. 또 이러한 피코넷이 여러개 모이게 되면 계층적이고 규모가 큰 네트워크를 구성할 수 있는데 이를 스캐터넷 (scatternet) 이라고 한다. 블루투스는 기본적으로 frequency hopping 방식을 사용하며 초당 1600번 hopping을 한다. 일단 피코넷에 참여한 슬레이브들은 마스터의 클럭에 동기화하게 된다. 이렇게 하면 마스터가 결정하는 hopping sequence에 따라가며 통신을 수행할 수 있다. 만약 슬레이브가 마스터에 동기화하지 못하여 그 hopping sequence를 따라가지 못하면 두 기기의 채널은 항상 어긋나 있게 되어 통신을 할 수 없다. 블루투스에서는 이렇게 frequency hopping 방식을 사용하여 피코넷에 참여하지 않은 기기들이나 WLAN(IEEE802.11b) 과 같이 동일한 주파수 대역을 사용하는 기기들 사이의 간섭을 피할 수 있다.

본 논문에서는 mesh topology를 기반으로 한 분산알고리즘을 이용하여 스캐터넷을 구성한다. 기존의 스캐터넷에서는 형성 과정에서 각 피코넷의 노드 수를 기본적으로 최대 수용 가능한 개수만큼 연결하고 있으며, 이를 위한 다수 불필요한 노드의 이동이 발생하게 된다. 이러한 방식의 비효율성은, 한 피코넷에서 슬레이브 수가 3,4개 이내일 경우의 전송률과 지연시간면에서 가장 우수한 성능을 보인 기존 연구의 시뮬레이션 결과로부터 확인할 수 있다. 이러한 사실에 기반하여, 스캐터넷 형성 과정에서 한 피코넷의 노드 수를 3개로 우선 선정하여 높은 전송률과 낮은 전송지연시간을 유지하고, 이후에 접속하는 노드들을 스캐터넷으로 분산시켜 구성한다.

2.2 하드웨어 구성

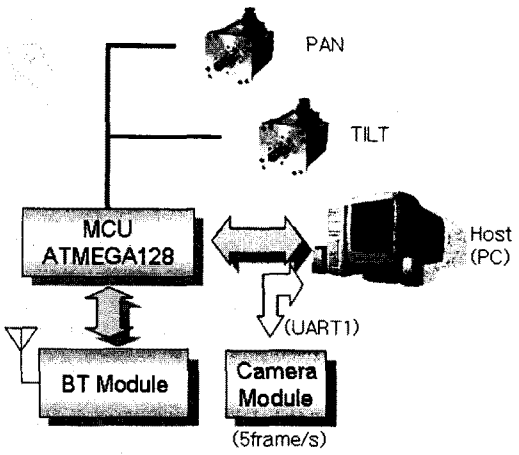

그림 2. 시스템 블록도

그림 2는 구현한 시스템의 블록도이다. 블루투스 카메라의 경우 마이크로프로세서 호스트를 사용하여 블루투스와 HCI 패킷을 교환한다. 마이크로프로세서는 ATmega128을 사용하였다. ATmega128은 2개의 UART를 지원하고 포트를 6개까지 지원한다. 프로그래밍 할 때 ISP기능을 지원하므로 메모리에 직접 쓰고 지우는 것이 가능하다. 내부 메모리에는 블루투스를 initialize, inquiry, connection 시킬 수 있게 패킷을 구성하였다.[6][7] 블루투스 모듈은 내부 메모리의 경우 4Mbit에서 8Mbit 사이이고 class 1 레벨로 최대 20dBm이고 USB, UART, PCM을 지원, 표준 전송 거리는 100m이다. Camera Module은 UART를 통해 Data를 전송하고 JPEG으로 저장한다. 카메라를 움직이기 위해서 마이크로 서보모터를 사용하였다. 최대 출력을 내기 위하여 2.4GHz 대역의 안테나를 사용하였다. 구현한 임베디드 블루투스 보드는 PC와 연결할 경우 Host의 역할을 하고, Camera Module에 연결할 경우 네트워크 카메라의 역할을 한다. 그림 3은 카메라 모듈이 연결된 임베디드 블루투스 보드를 구현한 것이다.

그림 3. 임베디드 블루투스 보드

2.3 소프트웨어 구성

클라이언트의 인터페이스는 PC기반으로 Visual C++을 이용하여 구현하였다. 클라이언트 PC에서 실행시키면 initialize를 하게 되고, inquiry 경우 요청에 대한 응답을 기다리고 다른 기기들의 주소값과 이름값을 읽어 들이게 된다. 연결이 되면 bluetooth network camera를 통해서 얻은 영상정보를 보게된다. 임베디드 기반의 블루투스에도 PC기반의 프로그램과 같은 형식으로 코딩하였다. AVR-board의 ATmega128의 프로그램은 CodeVision을 이용하여 작성하여 compile 및 board에 포워딩 하였다. Bluetooth가 중계역할을 할 경우 하나의 Piconet으로 보면 슬레이브의 역할을 하고 다른 Piconet에서 보면 마스터의 역할을 하면서 데이터를 전송한다. 연결은 항상 마스터와 슬레이브 사이에서만 이루어지므로 중계기에서 마스터/슬레이브 2가지 역할을 동시에 할 수 있도록 구현하였다.[6][7] 마스터와 슬레이브의 기능이 독립적으로 구현되어 있어 데이터 전송을 위해서 중계기 내에 버퍼를 두고 데이터를 저장하여 다른 Piconet으로 데이터를 전송해준다. 카메라를 상, 하, 좌, 우 회전시킬 수 있고 원하는 영상을 캡처해서 저장할 수 있다. 영상의 크기는 320X240이다. 그림 4

는 클라이언트 사용자의 인터페이스이다.

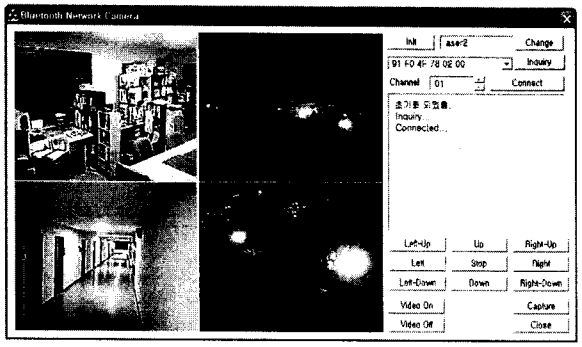

그림 4. 클라이언트 사용자의 인터페이스

3. 실험 및 결과

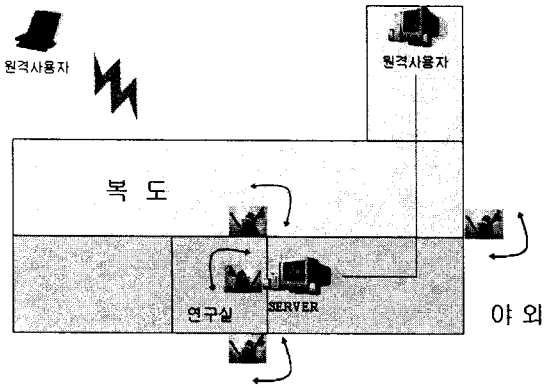

그림 5. 실험환경

실험에 사용된 블루투스는 class1 규격으로 전송거리는 100m이다. 카메라 모듈을 연결한 임베디드 블루투스 보드를 연구실 실내, 실외, 복도, 야외에 설치하고 랜선이 연결되어 있는 원격지와 무선랜을 이용한 원격지에서 서버에 접속하여 영상정보 및 카메라 동작을 시험했다. 그림 5 와 같은 환경에서의 실험 결과 벽과 같은 장애물이 있는 환경에서는 10m 이상의 거리에서는 데이터의 송수신이 제대로 이루어지지 않았다. 그러나, 벽과 같은 장애물이 없는 환경에서는 100미터 이상의 거리에서도 데이터의 송수신을 할 수 있었다.[5] 서버와 bluetooth 카메라의 거리를 벽이 있는 경우에는 10m 이내로, 오픈되어있는 환경에서는 100-200m까지 거리를 두고 실험을 하였다. 클라이언트 PC에서 서버를 통해 bluetooth 카메라에서 전송하는 영상을 확인할 수 있었다. 그러나 블루투스 보드와 서버의 거리가 멀어질수록 영상이 조금씩 끊기는 현상이 발생하였고 bluetooth 카메라를 회전시켰을 때는 정지화면과 같이 영상이 끊기는 현상이 발생하였다. bluetooth 카메라와 접속이 끊어진 경우에는 자동으로 inquiry scan을 하여 재접속을 할 수 있게 하였다.

4. 결 론

실시간 영상감시 시스템은 최근 생활분야 전반에 걸쳐서 확산되고 있다. 건물이나 교통감시에서부터 홈네트워킹, 노인 가정 감시 시스템에 이르기까지 많은 분야에 이용되고 있다.

본 논문에서는 Bluetooth를 이용한 실시간 영상감시 시스템을 설계, 구현하였다. 스캐터넷 구성에는 동적, 분산 알고리즘을 이용하여 안정적인 시스템을 구현하였다. 기존의 CCTV나 네트워크 카메라를 이용한 실시간 영상감시 시스템에 비해 경제적이고 무선을 통한 설치의 편이성, 확장이 용이하다는 장점을 가지고 있다. 앞으로 블루투스의 버전이 높아짐에 따라 빠른 전송속도와 긴 전송거리를 가지게 되면 좀 더 정확한 실시간 영상정보를 얻을 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

[1] Axis Communications, 아날로그 CCTV 시스템을 IP 기반의 영상감시로 전환, 2003

[2] 전자부품연구원(KETI), DVR 산업동향, 2002

[3] Deepak Jayanna, Gergely V. Zaruba, "A Dynamic and Distributed Scatternet Formation Protocal for Real-life Bluetooth Scatternets, IEEE HICSS 2005

[4] Siva Sunkavalli and Byrav Ramamurthy, "MTSF: A Fast Mesh Scatternet Formation Algorithm for Bluetooth Networks", IEEE Communication Society 2004

[5] Murphy, P. Welsh, E., Frantz, J.P."Using Bluetooth for Short-term Ad Hoc Connections Between Moving Vehicles", VTC-2002, Vol. 1, pp : 414 - 418, 2002

[6] Specification of the bluetooth system v 1.1 - core.

[7] Specification of the Bluetooth System, http://www.bluetooth.com,