

u-CCTV 화재 감시 시스템 개발을 위한 시스템 및 화재 판별 기술 연구

김영혁* · 임일권* · 이계귀* · 박소아* · 김명진** · 이재광*

*한남대학교 컴퓨터공학과 · **랜스(주)

A Study on u-CCTV Fire Prevention System Development of System and Fire Judgement

Young-Hyuk Kim* · Il-Kwon Lim* · LiQiGui* · So-a Park · Myung-Jin Kim** · Jae-Kwang Lee*

*Dept. of Computer Engineering, Hannam University · **LANS Inc.

E-mail : {yhykim, iklim, gkli, soapark, jklee}@netwk.hannam.ac.kr · **mjkim@lans.co.kr

요 약

본 논문에서는 CCTV를 기반으로 한 화재 감시 시스템 개발을 위하여 기존 센서를 기반으로 하는 화재 탐지 시스템과 영상을 기반으로 하는 시스템들의 장단점을 분석하고 국가적으로 지원하고 있는 U-City, U-Home, U-Campus 등 확산되는 유비쿼터스 환경에 적합한 화재 감시 시스템 모델과 화재를 판별하기 위한 기술을 제안한다. 본 연구를 위해 영상을 촬영할 카메라로는 Microsoft LifeCam VX-1000을 사용하였으며, 영상을 촬영하는 코덱으로는 H.264를 사용하였다. 카메라로부터 촬영된 영상 데이터를 가공하여 서버에 전달하는 클라이언트는 Linux OS를 사용하는 ARM9 S3C2440 보드로 제작하였다. 클라이언트와 서버의 영상 데이터 송/수신은 기본적으로 1:1 방식으로 되어있다. 그리하여 카메라의 데이터를 다중으로 수신하기 위한 멀티캐스트 1:N이 가능하게 명세하여, 화재 감시를 위한 다각적 영상 수신 시스템을 설계하였다. 영상 데이터는 RGB 형식을 YUV로 변환하여 전송하며, 화재를 감지하기 위한 모션 추출을 위해 Y값을 이용한다. 화재 판별은 붉은 색상을 감지하고 Y값의 움직임을 계산해 화재시 지속적으로 타오르는 불꽃의 모션을 감지하여 판단하는 판별법을 적용한 시스템을 최종적으로 제안한다.

ABSTRACT

In this paper, CCTV based fire surveillance system should aim to development. Advantages and Disadvantages analyzed of Existing sensor-based fire surveillance system and video-based fire surveillance system. To national support U-City, U-Home, U-Campus, etc, spread the ubiquitous environment appropriate to fire surveillance system model and a fire judgement technology.

For this study, Microsoft LifeCam VX-1000 using through the capturing images and analyzed for apple and tomato, Finally we used H.264. The client uses the Linux OS with ARM9 S3C2440 board was manufactured, the client's role is passed to the server to processed capturing image. Client and the server is basically a 1:1 video communications. So to multiple receive to video multicast support will be a specification. Is fire surveillance system designed for multiple video communication. Video data from the RGB format to YUV format and transfer and fire detection for Y value. Y value is know movement data. The red color of the fire is determined to detect and calculate the value of Y at the fire continues to detect the movement of flame.

키워드

Ubiquitous, CCTV, Vision, YUV, Pattern, Fire Prevention

1. 서 론

최근 국내에서는 Ubiquitous-City(U-City)가 본격화되면서 '화성동탄신도시'를 시발점으로 확산되고 있으며, 정부에서는 U-City를 국가 차세대 신성장 동력으로 추진하기 위해 "유비쿼터스 도시건설 등에 관한 법률"을 제정하여 향후 건

설되는 모든 신도시를 U-City로 추진하도록 제도적 근거를 마련하는 한편 국가 R&D 사업으로 연구하기 위해 U-Eco City 사업단을 발족하였다. 특히 U-Eco City의 제2핵심과제인 U-Space 구축 기술에는 도시 시설물 유지·관리 서비스 고도화 기술개발과 지능형 도시 관리·제어기술 고도화가 포함되어 있다.[1]



그림 1. 청라지구 U-방재 시스템

U-City외에도 U-Campus, U-Home 등 유비쿼터스 기술을 활용한 주거 및 생활환경이 확대되고 있으며, USN을 이용한 시스템 외에도 영상 시스템은 방법 및 영상 감시가 가능하다는 장점으로 인해 유비쿼터스 환경에서 통합 관제 감시 시스템으로 활용이 가능한 시스템이다.

II. 관련연구

기존의 연구 개발된 화재 탐지 및 감시 시스템으로는 크게 센서기반 시스템과 영상 기반의 퍼지 추론 시스템과 베이지안 네트워크를 이용한 시스템으로 구분할 수 있다.

1. 기존 센서 시스템

기존 센서기반 화재방재시스템은 화재로부터 발생하는 열과 연기 등을 감지하여 설정한 임계값을 넘게 되면 화재발생으로 판단하여 관계자에게 경보하는 시스템이다. 그러나 이러한 화재감지시스템은 설계시의 의도와는 다른 오보를 자주 발생시킨다. 예를 들어 열감지기의 경우는 화재가 아닌 경우에 발생하는 열에 의해서도 화재신호를 발생시키고, 연기감지기의 경우에도 역시 화재에 의한 연기외의 신호에도 화재신호를 발생시킨다. 또한 화재가 발생했음에도 불구하고 화재경보를 울리지 않는 경우도 종종 발생한다. 이와 같은 오동작의 원인은 기존 화재감지기는 감지환경으로부터 각 감지기에 따라 하나의 고정되어 있는 열, 연기 등의 수치이상이 되면 화재경보를 울리게 된다. 따라서 기후의 변화로 인한 실내 외의 온도변화에 따른 온도의 고 저를 파악하지 못하고 임계치 값을 기준으로 삼기 때문에 계절의 변화에 따른 온도변화와 이상기후로 인한 예기치 못한 변화에 민감하게 반응하지 못하고 부정확성으로 인해 오작동의 위험과 늦은 화재진압의 요인이 된다.[2]

2. 영상 기반 퍼지 추론 시스템

화재 영역은 붉은색을 많이 포함하며 주변 영역에

비해서 일반적으로 밝은 특성을 가지고 있다. 또한 바람이나 연소 재료에 의해서 그 형태가 끊임없이 변화한다. 이러한 특성을 이용하여 카메라로 입력되는 영상으로부터 움직임 영역을 감지하고 그 영역에서 화재 색상 모델을 적용하여 화재 영상에서 배경 모델과 화재 색상 모델을 구분한다. 검출된 화재 후보 영역은 대부분 정확한 검출 결과를 보이지만 화재와 유사한 색상을 갖는 움직임 객체의 경우 여전히 화재로 검출되는 오류가 발생한다. 이를 위해 입력 변수가 연속적이고 수학적 모델링하기 힘들거나 불가능한 응용분야에 적합하다고 알려져 있는 퍼지로지(Fuzzy Logic)이 사용된다. 그러나 퍼지로지의 입력 변수로 사용 하기 위해서는 화재 영상의 특징 추출이 필요하며, 특징을 도출하기 위한 화재(비-화재 영상에 대한 밝기 정보를 다수의 프레임으로 저장해야한다. 영상으로부터 추출된 값은 가우시안 확률 모델을 이용해 퍼지로지를 위한 멤버십 함수를 생성한다.[3] 극초기 화재를 판별 및 진압하는 것을 목적으로 하는 시스템에 있어 영상기반 퍼지추론을 위해서 처리되는 과정의 복잡도와 요구 시스템의 처리율이 센서를 기반으로 하는 시스템의 요구사항에 비하여 고성능, 고비용을 요구하며, 화재를 판별하기 위해 프로세싱 되는 시간이 많다.

3. 영상 기반 베이지안 네트워크 추론 시스템

카메라로부터 획득된 영상들 간의 차영상을 이용하여 움직임 영역만을 검출하고, 이후 연기색상모델을 적용하여 후보영역을 생성한다. 연기영역은 유사색상의 군집화를 이루고, 주변에 비해 단순한 질감을 가지며, 시간에 따른 모션정보의 상승 방향성을 가지는 특징을 가진다. 이러한 특성을 이용하여 영상으로부터 연기의 밝기, 웨이블릿 고주파 성분, 모션 벡터 등의 특징 값을 추출하고 이들 특징 값들에 대해 가우시안 확률 모델을 생성한다. 이렇게 추출된 확률 모델은 연기영역의 시간적 연속성을 고려하기 위해 베이지안 네트워크의 관찰노드에 적용하여 화재를 판별한다.[4]

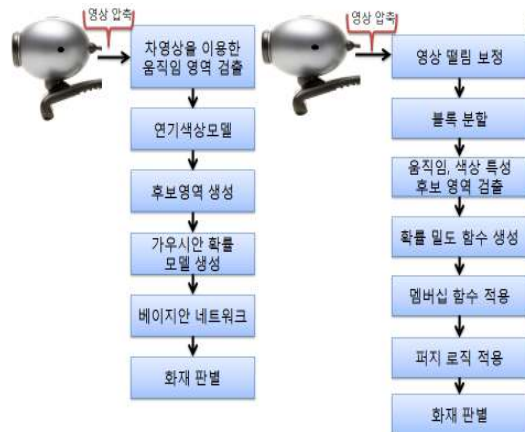


그림 2. 영상기반 베이지안 및 퍼지 추론 시스템

III. 제안하는 u-CCTV 화재 감시 시스템

1. 시스템

표 1. 시스템 구성표

| 장비 | 구성 |
|---------------|--|
| Client(Board) | ARM9 S3C2440 |
| Server | Intel Server |
| OS | Client : Linux Server : Windows Server 2008 |
| SW | 자체 개발 프로그램 |
| DB | MySQL |
| Camera | Microsoft Lifecam VX-1000 |
| Codec | H.264 |

본 논문에서 제안하는 시스템을 개발하기 위하여 표 1과 같이 구성하여 테스트를 진행하였다. 일반적으로 TinyOS의 보드가 효율적이면서 저 가격대를 형성해 보편적으로 많이 사용되나 영상을 제어하고 다양한 코덱을 활용해 영상 압축하기에는 부족하여 ARM9 S3C2440을 사용하였다.

2. ITU-T H Series 분석

영상 기반 시스템은 영상 데이터를 이용하기 때문에 필수적으로 영상 라이브러리, 코덱 등이 필요하다. 본 논문에서는 ITU-T의 H 시리즈 중 H.264를 사용하였다. ITU-T의 H 시리즈는 비디오, 오디오, 멀티미디어 세션의 제어 및 다중화 등 음성 전화가 아닌 멀티미디어 회선에 대한 일련의 표준 프로토콜들을 말한다.

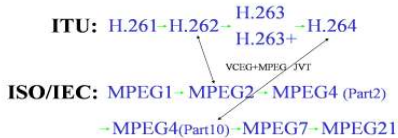


그림 3. 영상 압축 표준

표 2. ITU-T H 시리즈

| | 구성 |
|-------|---|
| H.2xx | 멀티미디어 시스템 |
| H.26x | 동영상 압축부호화 (H.261, H.262, H.263, H.264 등) |
| H.3xx | 멀티미디어 통신 |

H.264는 MPEG-4 part 10 혹은 AVC(Advanced Video Coding)이라 불리는데, ITU-T의 VCEG(Video Coding Experts Group)과 ISO/IEC의 MPEG(Moving Picture Experts Group)이 JVT(Joint Video Team)을 결성하여 나온 결과물이다. MPEG4에 비해 1.5배의 압축율이 향상되었으며 연산량과 복잡도가 16배 증가되어 baseline, main, high, extended의 profile을 제공한다. H.264의 목적이 다양한 종류의 네트워크와 시스템에서 동작하도록 개발된 만큼 유비쿼터스 시스템에 가장 적당한 프로토콜이라고 판단되었다.

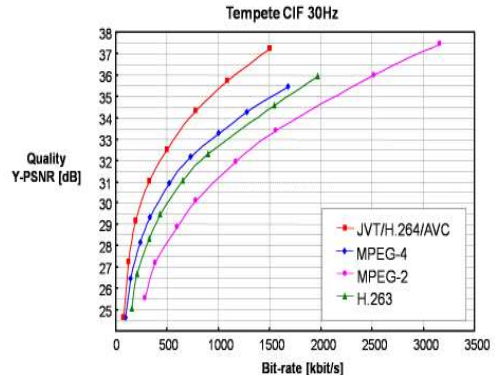


그림 4. MPEG-2, H.263, H.264 비교

또한 그림 4와 같이 H.264 프로토콜은 기존 영상 회의 및 통신 시스템에 사용되었던 MPEG-2와 H.263에 비해 매우 높은 Bitrate를 보여 영상의 품질 및 화제를 인식하는데 안정적이다.

IV. 화재 판별법



그림 5. u-CCTV 화재 감시 예

본 논문에서 제안하는 시스템은 그림 6과 같은 과정을 거쳐 화재를 감지하여 서버에 전송하게 된다.

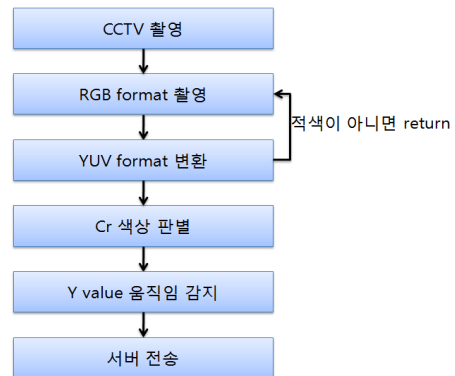


그림 6. CCTV 화재 판별 과정

CCTV 감시는 영상으로 인한 높은 처리율과 큰 저장 공간을 요구하며, 전송되는 데이터의 크기가 매우 큰 단점이 있다. 이와 같은 단점을 극복하기 위하여 본 논문에서는 YUV를 이용해 3가지의 특징을 가지게 설계하였다.

첫째, 카메라로 촬영되는 영상은 기본적으로 RGB의 포맷을 가진다. 그리하여 본 시스템은 YUV 포맷으로 변환하는 과정을 거치게 된다. 그 이유는 YUV의 경우 색 정보와 밝기 정보를 세 가지 채널에 구분해 한 픽셀의 색을 나타내는 방식으로 Y채널(Luma component)은 색의 명암을 나타내고, U와 V채널(chrominance components)은 두 가지가 동시에 색을 결정하는 색상 모델이기 때문이다. 그리하여 Y값은 휘도 정보를 가지므로 움직임을 감지하는 값으로 활용하여 불꽃의 움직임을 감지하게 한다.

RGB → YUV

$$\begin{bmatrix} Y \\ C_b \\ C_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ -0.16874 & -0.3313 & 0.500 \\ 0.500 & -0.4187 & -0.0813 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 128 \\ 128 \end{bmatrix}$$

그림 7. RGB→YUV 변환 공식

둘째, 움직임을 발생되어 임시 버퍼에 저장된 영상 데이터 프레임의 색상을 Cr(붉은색 색차 신호)을 이용해 검출하여 화재를 판단하게 된다.

셋째, 색상 분배에 있어 RGB는 3개의 색상이 균등하게 적용되는 반면 YUV는 4:2:2의 형태로 저장이 가능하여 영상 전송 시 효율면이 약 33% 더 높아 영상의 크기와 전송 시 요구되는 대역폭 감소, 저장 공간의 효율성을 높이는 효과를 가진다.

V. 결 론

국가적으로 인천 청라지구를 비롯해 세종시까지 유비쿼터스 시스템과 서비스를 계획하여 건설하는 사업이 진행되고 있다. 이에 발맞춰 u-ECO City 사업단까지 설립되어 향후 유비쿼터스 방재 및 감시 시스템이 주요 연구 대상이 되리라 예상된다. 그리하여 본 논문에서는 CCTV를 이용한 u-CCTV 화재 감시 시스템을 제안하였으며, 화재를 판단하기 위해 영상을 YUV값으로 획득해 움직임과 색차 계산을 통해 화재를 판단하여 서버로 전송하는 판별법을 제안하였다. 이와 같은 화재 판별은 영상 데이터가 갖는 높은 처리 요구율 및 저장 공간을 감소시키고 클라이언트와 서버간의 통신 데이터양을 감소하게 하였다. 영상 데이터의 부호화는 H.264를 사용해 원본 손실률을 최소화하고 빠른 전송이 가능하게 하였다. 그러나 다른 영상 기반의

화재 탐지 기술들에서 부각된 개인 공간 침해 및 인권 침해에 대한 문제는 영상 기반 시스템이 가지는 가장 큰 문제점이라고 할 수 있다. 또한 불꽃의 색상과 붉은 계열의 물체 색에 대한 구별이 오탐을 발생시키는 문제가 됨으로 향후 온도/습도 센서와 CCTV를 연계한 통합 화재 감시 시스템을 연계하는 연구가 필요하다.

감사의 글

본 연구는 중소기업청 산학협력 기업부설연구소 설치지원사업비의 지원을 받아 연구되었음

참고문헌

- [1] 문창업, U-Eco City 사업단, 한국지반환경 공학회, 지반환경 제11권 제1호, 2010. 2
- [2] 홍성호, 퍼지논리 및 다중신호를 이용한 화재감지시스템의 개발, Vol.19 No.1 Journal of the KIIS
- [3] 황현재, 비 모수적 확률 모델과 퍼지 로직을 이용한 화재 불꽃 감지, Vol.36 No.2 한국정보과학회 2009 가을학술발표논문집
- [4] 이인규, 동적 베이지안 네트워크를 이용한 동영상 기반의 화재연기감지, Vol.34 No.4 한국통신학회논문지
- [5] 윤효진, 신도시계획의 계획지표를 반영한 U-City의 U-방법서비스 개선방안 연구, 대한토목학회논문집 제29권 제5 D호
- [6] 전지혜, 실시간 지능형 감시 시스템을 위한 방치, 제거된 객체 검출에 관한 연구, Vol.35 No.1 한국통신학회논문지