

고해상도 영상의 무선 인터페이스를 갖는 스마트 보안 디스크 시스템의 설계

김 원*

우송대학교 컴퓨터정보학과

Design on Smart Security Disk System with Wireless Interface of High Definition Image

Won Kim*

Department of Computer Science, Woosong University*

요 약 영상 보안 시스템에서 유기물은 공공장소에서 의도적으로 버려진 물건으로서 카메라 개수가 많아지는 환경에서 지능적 시스템을 통해 자동적으로 검지되어야 한다. 이 연구에서는 이러한 유기물을 자동적으로 감지하여 그 영상 정보를 저장할 수 있는 고해상도 영상의 무선 인터페이스가 가능한 스마트 보안 디스크 시스템의 설계 방식을 다룬다. 연구에서 제안된 설계 시스템을 실제로 구현하여 고해상도 영상을 압축하지 않은 채 초당 60 프레임 전송이 가능함을 확인하였고, 이를 RAID 구성의 디스크 시스템에 저장할 수 있음을 보였다. 또한 제안된 영상 보안 소프트웨어는 PAT 성능지수에서 80%의 우수한 검지율을 보인다.

주제어 : 고해상도, 영상, 무선 전송, 스마트 디스크, 영상 감시

Abstract In visual surveillance system abandoned objects in public places are the deliberately left things, which should be automatically detected by intelligent systems in the environment where the number of cameras is increasing. This research deals with the design scheme of a smart security disk system which can detect these abandoned objects automatically and save the relevant image information with the wireless interface of high definition images. By implementing the proposed system in this research it is confirmed that the transmission performance shows 60 frames per second without compression of high definition images and the capability of the disk system shows the relevant images can be saved in a RAID configuration. Also, the proposed visual surveillance software shows a good detection rate of 80% in PAT performance.

Key Words : High Definition, Image, Wireless Transmission, Smart Disk, Visual Surveillance

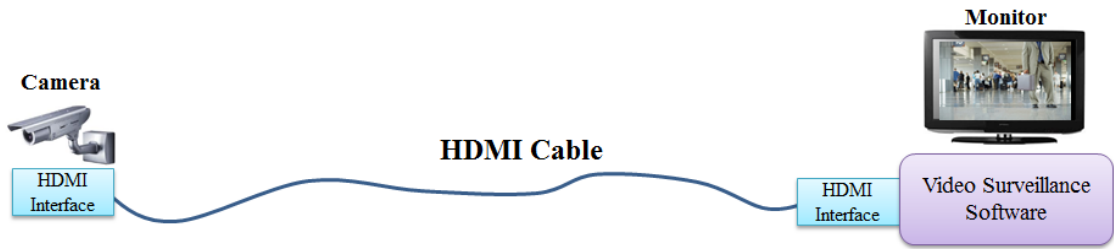
1. 서론

유기물(Abandoned Object)이란 사전적으로는 소유된

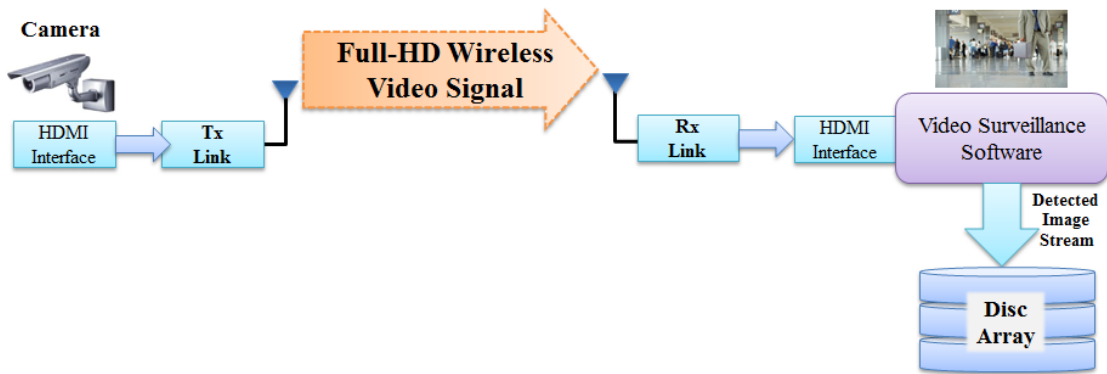
사람으로부터 버려진 물건이란 의미인데, 영상 보안 분야에서는 공항, 터미널, 호텔 로비 등 사람들이 많이 모인 곳에서 소유자가 나타나지 않은 가운데 버려진 물건은

*본 논문은 2013년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행되었음(과제번호:2010-0023035)
Received 8 August 2013, Revised 12 September 2013
Accepted 20 September 2013
Corresponding Author: Won Kim(Woosong University)
Email: kimwon@wsu.ac.kr

© The Society of Digital Policy & Management. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.



[Fig. 1] Conventional visual surveillance system with HDMI interface



[Fig. 2] A visual surveillance system based on a disk array with wireless HD image interface

그 내용물이 폭발물, 가스 등 테러용일 수 있기 때문에 일단 잠재 위험물로서 분류되어 우선 처리해야하는 대상 중에 하나이다. 한편 영상 보안 시스템에서 카메라의 경우 멀리서도 작은 물체를 감지할 수 있도록 고해상도 (High Definition, HD) 영상을 전송할 수 있도록 설계, 생산되는데, 이러한 HD 영상 기반 감시 시스템은 [Fig. 1] 과 같이 일반적으로 구성이 될 수 있다.

비교적 넓은 공간을 CCTV가 탐지하려면 생각보다 많은 개수의 카메라가 필요하게 되고, 이 카메라가 전송하는 영상을 보안 요원이 일일이 육안으로 모니터링하면서 분석하는 것은 비용이 많이 들고 어려운 일인데, 이를 자동화하기 위한 영상 감시 연구가 여러 가지 형태로 시도 되었다[2][3][4][5]. 최근에는 잠재 위험 유기물에 대한 영상 분석 및 감지 기능을 갖는 소프트웨어 연구에 대한 시도도 있었는데[8][9], HD 영상 전송에 있어서 무선 방식 등과 같은 접속에 대한 유연성을 확보하고, 감지 영상을 저장할 수 있는 대용량 디스크에 대한 통합 연구가 필요한 실정이다.

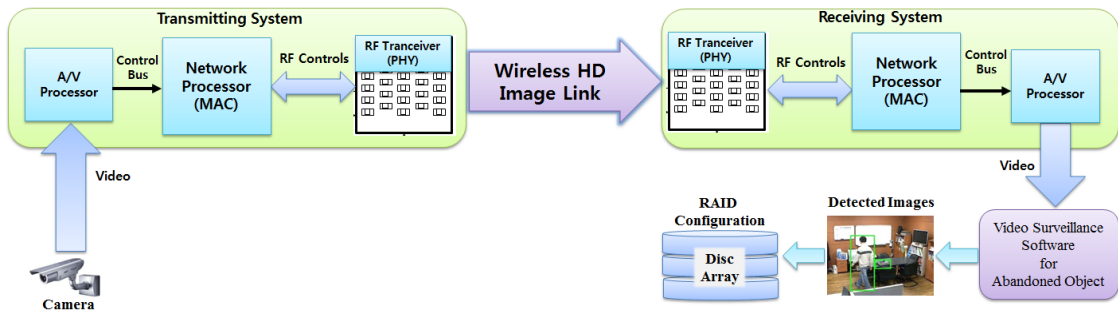
한편 무선을 이용한 측정 및 분석은 WiMAX 방식으

로도 시도가 되었는데[12], 이러한 HD 영상의 무선 접속과 대용량 디스크의 연동을 고려한 시스템이 발전하는 영상 감시 시스템 기술 분야에서 필요하다. 이러한 바탕하에서 발전한 새로운 개념을 [Fig. 2]에 나타내었다. 이 연구에서는 [Fig. 2]에 제안된 개념과 같은 무선 HD 접속이 가능한 영상 보안용 대용량 디스크 시스템을 제안하며, 이에 대한 설계와 구현을 다룬다.

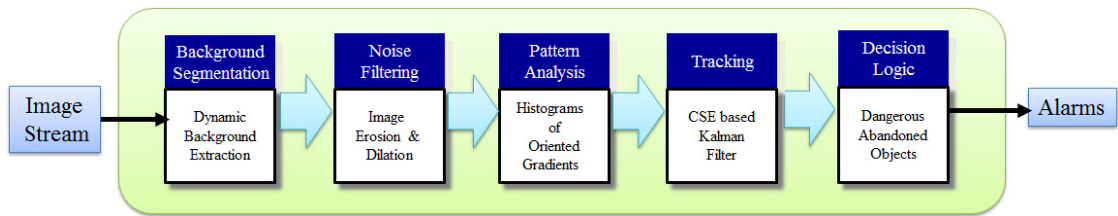
2. 시스템의 설계

1장에서 논의한 시스템을 구현하기 위하여 먼저 전체 시스템 설계가 필요하다. 전체 시스템은 무선 영상 전송부, 영상 탐지 소프트웨어, 대용량 디스크 시스템 등으로 구성이 될 수 있으며 이를 유기적으로 연계하면 [Fig. 3]과 같은 제안 시스템으로 설계될 수 있다.

먼저 무선 영상 전송부를 보면 카메라에서 나오는 HD 영상 신호를 공중의 무선 신호로 보내는 전송 시스템 (Transmitting System)과 이를 받는 수신 시스템



[Fig. 3] Proposed design on a smart disk system for surveillance with wireless HD interface



[Fig. 4] Visual surveillance software structure for the proposed system

(Receiving System)으로 구성이 가능하다. HD 카메라에서 나오는 영상 신호는 HDMI 케이블을 통해서 전달되는데, 신호적으로 보면 변화 최소화 차분 신호(Transition Minimized Differential Signaling, TMDS)이다. 이 TMDS 신호는 하나의 프레임을 시간을 기반으로 여러조각 잘라낸 것으로서 무선으로 전송되기 전에 하나의 완전한 프레임으로 통합이 되어야한다. 이를 위하여 [Fig. 3]에서 A/V 프로세서(Processor)가 필요하며, 이 프로세서가 영상프레임을 네트워크 프로세서(Network Processor)로 전달하면 결과적으로 RF 트랜시버(Radio Frequency Tranceiver)를 통해 공중의 무선으로 송출하게 된다.

한편 수신 시스템에서는 앞서 설명한 송신 시스템의 프로세스의 역방향으로 신호가 처리되며, 결과적으로 최종의 A/V 프로세서를 통해 공중에서 수신된 영상 프레임이 재구성되어 영상 감시 소프트웨어(Visual Surveillance Software)로 전달된다.

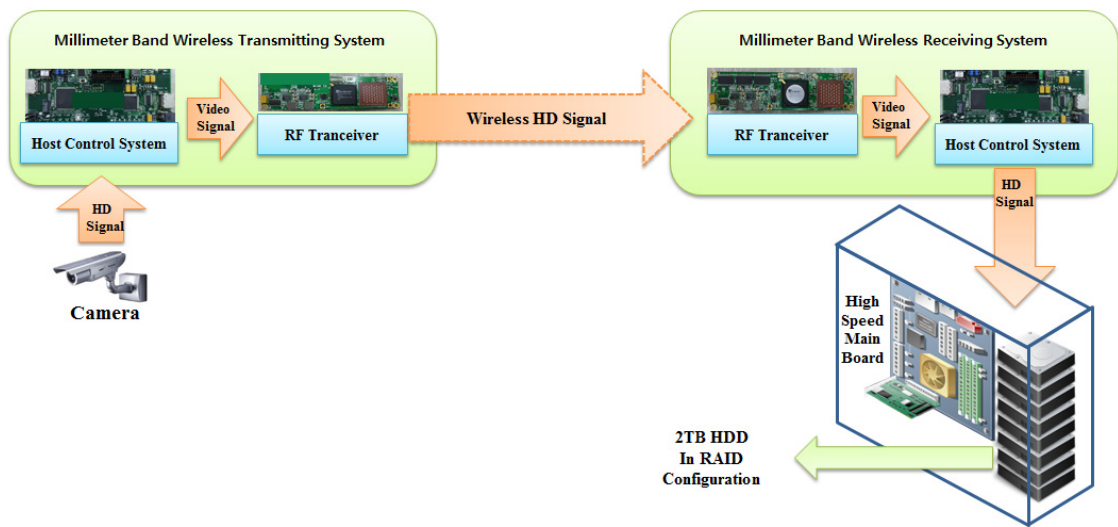
영상 감시 소프트웨어에 대한 선행 연구들이 있어왔는데, Mohan(2001)은 Harr 웨이블릿(Wavelet)과 SVM(Support Vector Machine)을 이용하여 사람 형태를 감지하려 했고[1], Viola(2003) 등은 길거리에서 보행자

를 자동으로 감지하기 위한 시도를 하였다[7]. 또한 Dalal(2005) 등은 HOG(Histogram Of Gradient) 방식을 제안하여 전방에 존재하는 사람 형태를 탐지하였다[6].

이 연구에서는 [Fig. 4]와 같은 구성을 갖는 영상 감시 소프트웨어를 제안하는 데, 이 구성은 배경 제거 (Background Extraction), 이미지 침식 및 팽창(Image Erosion & Dilation), HOG 프로세스, 칼만 필터(Kalman Filter), 판단 로직(Decision Logic) 등의 일련의 프로세스를 가진다. 이는 Kim(2010)이 제안한 것과 기본적으로 유사하나[10], 여기서는 성능 향상을 위하여 사람을 검출할 때 몸의 일부가 가려지거나 회전하였을 때 연속적이고 안정적인 성능이 나올 수 있도록 중심 주변 최고치 (Center Surround Extremas, CSE) 특징점을 기반으로 칼만 필터를 적용하였다는 점이 다르게 접근한 점이다.

3. 시스템의 개발 및 구현

2장에서의 설계 결과를 토대로 하여 제안된 시스템이 공학적으로 타당한 것인지를 파악하기 위하여 실제 시스템을 개발하여 하드웨어 및 소프트웨어 형태로 [Fig. 5]와 같이 구현하였다. [Fig. 5]의 구현 시스템은 크게 불



[Fig. 5] Structure of the implemented overall system for the proposed design

때 무선 HD 영상 신호 전송 시스템과 RAID 구성의 디스크 시스템으로 통합된다. 먼저 무선 HD 영상 신호 전송 시스템을 들여다보면 전송 시스템(Transmitting system)과 수신 시스템(Receiving System)으로 구성되는데, 이 부분에서 고해상도 무선 영상 신호가 초당 기가 비트 단위의 고속으로 전송이 된다. 이러한 고성능 무선 전송 하드웨어 설계 기법은 기존에 Kim(2011)의 연구에서 보면 멀티미디어 시스템에 먼저 연구가 되었었고 [11], 이 연구에서도 동일한 Sibeam회사의 1세대 칩을 적용하여 무선 전송 시스템을 구현함으로써 초당 3.0 기가(Giga) 비트(Bit)의 전송성능을 확보하였다.

전송 시스템은 호스트 제어 시스템(Host Control System)이 HD 카메라에서 들어오는 TMDS 신호를 통합된 영상으로 구성하여 RF 트랜시이버(Tranceiver)로 보내 공중의 무선 신호로 전송되는 데, 고속 전송을 구현하기 위하여 기본 반송파(Carrier)가 60GHz 정도의 밀리미터파(Millimeter Wave) 대역에 존재하게 된다. 수신 시스템은 전송 시스템의 역방향으로 작동하여 결과적으로 HD 영상을 재구성하여 디스크 시스템으로 전달한다.

전송된 영상은 [Fig. 5]에 나타난 디스크 시스템의 주 보드(Main board)의 비디오 모듈을 통해 영상 보안 소프트웨어로 전달이 되어 지능적 유기물 검출 및 인식이 가능하게 된다. 이때 디스크 시스템은 RAID(Redundant Array of Inexpensive Disks) 기술을 이용하여 여러 개의

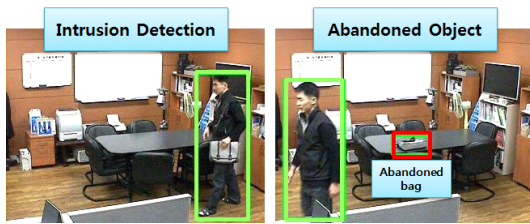
하드 디스크를 능동적으로 연결함으로써 전체적으로 2 Tera Byte의 저장 성능을 갖도록 구현하였다.

4. 실험 및 분석

제안된 시스템의 보안 탐지 성능을 보기 위하여 Kim(2010)이 사용한 여러가지 복잡한 상황을 담은 실험 영상을 시스템에 적용하여 그 성능을 분석하였다[10]. 여러 가지 보안 성능 중에서 주요한 것 중의 하나인 PAT(Percent Alarm True)를 측정하였는데, 이 지수는 탐지된 모든 보안 정보 중에서 의미가 있는 탐지 결과가 얼마나 비중을 차지하는 지에 대한 성능을 말하며 다음 식(1)과 같이 정의 된다[5].

$$PAT = \frac{\# \text{ of Real Alarms Detected}}{\# \text{ of All Detected Alarms}} \quad \text{식(1)}$$

[Fig. 6]은 제안한 시스템이 위험유기물을 탐지하는 과정을 일부 나타낸 결과 화면인데, 왼쪽의 그림은 회의실에 사람이 들어오는 것을 자동으로 탐지하는 것을 나타내고 있고, 오른쪽 그림은 이 사람이 들고 있는 가방을 책상 위에 놓아두고 떠날 때 일정 시간이 지나면 자동으로 버려진 유기물로 탐지 및 인식하는 것을 보여주고 있다.



[Fig. 6] Detection of abandoned object

<Table 1> Comparison of overall performance for the proposed design

Performance Index	Unit	Previous study[10]	Proposed design
Image Resolution	Pixels ²	640×480	1,280×1,080
Frame Number	Frames/sec	15	60
Percent Alarm True	%	79	80
Wireless Capability	Giga bit/sec	Unavailable	3.0
RAID Configuration	Tera byte	Unavailable	2

제안된 시스템의 전체적인 성능을 측정하여 <Table 1> 정리하였는데, 무선으로 전송되는 영상해상도(Image Resolution)이 1,280×1,080으로 고해상도 영상이 나타나고 있고 초당 60 프레임이 전송되는 것으로 측정된다. 또한 기존의 연구[10]에 비하여 PAT 성능, 무선 연결성, 디스크 RAID 구성 능력 등에서 우수함을 보여주고 있다.

5. 결론

이 연구는 고해상도 영상의 무선 인터페이스를 갖는 스마트 보안 디스크에 대한 것으로서, 기존 연구 방식에 비하여 연결 편리성이 높은 무선 방식의 HD 영상 접속이 가능한 것을 실험적으로 보여준다. HD 영상이 무선으로 압축하지 않은 상태에서 초당 60 프레임의 속도로 전송될 수 있는 설계 방식을 제안하였으며, 이 영상을 분석하여 위험 유기물을 자동으로 탐지할 수 있는 영상감시 소프트웨어를 설계하였다. 또한, 탐지된 보안 정보가 담긴 영상을 저장할 수 있는 RAID 방식으로 구성된 스마트 디스크의 설계와 그 구현 결과를 우수한 성능으로 보여준다. 앞으로 무선 전송 속도를 더 높일 수 있는 HD 영상

전송 시스템에 대한 연구가 더 필요할 것으로 판단된다.

ACKNOWLEDGMENTS

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education, Science and Technology(2010-0023035)

REFERENCES

- [1] A. Mohan, C. Papageorgiou and T. Poggio, Example-based object detection in images by components, *IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, pp. 349 - 361, April 2001.
- [2] F. Porikli, Y. Lvanov and T. Haga, Robust Abandoned Object Detection Using Dual Foregrounds, *EURASIP Journal on Advanced in Signal Processing*, 2008.
- [3] I. Haritaoglu, D. Harwood, and L. S. Davis, W4 : Real-Time Surveillance of People and Their Activities, *IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 22, no. 8, August 2000.
- [4] J. Kong, Y. Zheng, Y. Lu, and B. Zhang, A Novel Background Extraction and Updating Algorithm for Vehicle Detection and Tracking, *Fourth International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery*, 2007.
- [5] N. Bird, S. Atev, N. Caramelli, R. Martin, O. Masoud, and N. Papanikolopoulos, Real Time, Online Detection of Abandoned Objects in Public Areas, *Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation*, Orlando, Florida, May 2006.
- [6] N. Dalal and B. Triggs, Histograms of oriented gradients for human detection, *CVPR 2005*, vol. 1, pp. 886-893, 2005.

- [7] P. Viola, M. J. Jones, and D. Snow, Detecting pedestrians using patterns of motion and appearance, The 9th ICCV, vol. 1, pp. 734-741, 2003.
- [8] W. Kim, Automatic Detection System for Dangerous Abandoned Objects based on Vision Technology, Journal of The Institute of Webcasting, Internet and Telecommunication, vol. 9, no. 4, pp.1-6, August 2009.
- [9] W. Kim, A Smart Visual Surveillance System with Human Recognition for Enhanced Detection of Abandoned Objects, Journal of Korean Institute of Information Technology, vol. 8, no. 10, pp. 209-214, October 2010.
- [10] W. Kim, Robust detection technique for abandoned objects to overcome visual occlusion, Journal of The Institute of Webcasting, Internet and Telecommunication, vol. 10, no. 4, pp.23-29, December 2010.
- [11] W. Kim, Design of Advanced Multimedia System with Wireless HD Connection Capability, Journal of Korean Institute of Information Technology, vol. 9, no. 11, pp. 41-48, November 2011.
- [12] Yoon-Su Jeong, Measuring and Analyzing WiMAX Security adopt to Wireless Environment of U-Healthcare, Journal of Digital Policy & Management, vol.11, no.3, pp.279-284, 2013.

김 원(Kim, Won)



- 1990년 2월 : 한국항공대학교 항공 전자공학과(공학사)
- 1999년 2월 : 한국과학기술원 전기 및전자공학과(공학석사)
- 2007년 8월 : 한국과학기술원 전자 전산학과(공학박사)
- 1990년 3월 ~ 2007년 2월 : 국방과학연구소 연구원
- 2000년 3월 ~ 2007년 7월 : 우송공업대학 디지털전자정보계열 교수
- 2007년 8월 ~ 현재 : 우송대학교 컴퓨터정보학과 교수
- 관심분야 : 무선통신, 로보틱스, 유전자 알고리즘, 비전
- E-Mail : kimwon@wsu.ac.kr