

논문 2012-07-41

지능형 사건 처리를 강조한 협업 감시 시스템 (Emphasizing Intelligent Event Processing Cooperative Surveillance System)

윤태호, 송유승*

(Tae-Ho Yoon, Yoo-Seoung Song)

Abstract : Security and monitoring system has many applications and commonly used for detection, warning, alarm, etc. As the networking technology advances, user requirements are getting higher. An intelligent and cooperative surveillance system is proposed to meet current user demands and improve the performance. This paper focuses on the implementation issue for the embedded intelligent surveillance system. To cover wide area cooperative function is implemented and connected by wireless sensor network technology. Also to improve the performance lots of sensors are employed into the surveillance system to reduce the error but improve the detection probability. The proposed surveillance system is composed of vision sensor (camera), mic array sensor, PIR sensor, etc. Between the sensors, data is transferred by IEEE 802.11s or Zigbee protocol. We deployed a private network for the sensors and multiple gateways for better data throughput. The developed system is targeted to the traffic accident detection and alarm. However, its application can be easily changed to others by just changing software algorithm in a DSP chip.

Keywords : Surveillance intelligent system, Sensors, wireless sensor network, Cooperation, Large-scale

1. 서론

보안과 감시를 위한 시스템은 범죄를 감소시키고 사회 보안 문제를 해결하는 데 중요한 역할을 하고 있다. 보안 및 감시 시스템의 다양한 기능과 어플리케이션에 대한 요구는 계속 증가하고 있다. 그러나 도시에 구축된 거대한 감시 시스템은 사건을 감지하고 처리하는 데 많은 관리자들을 필요로 한다. 최근에 이러한 문제들을 해결하기 위한 방법으로 지능형 감시 시스템 구축이 대두 되고 있다. 지능형 감시 시스템은 관리자들이 느끼는 업무에

* Corresponding Author (yssong00@etri.re.kr)

Received: 29 Aug. 2012, Revised: 23 Sep. 2012,

Accepted: 16 Oct. 2012.

T.H. Yoon : Univ. of Science and Technology
Y.S. Song: ETRI

※ 본 연구는 지식경제부 산업원천기술개발사업의 지원을 받아 수행된 원천 기술개발 과제임 (10033776).

대한 부담을 덜어주고 부정확한 사건 감시 확률 발생을 감소시킨다.

지능형 감시 시스템 상에서 사용할 목적으로 현재 많은 회사에서 Object and Axis에 대한 연구가 진행 중이며 개발된 제품들이 이미 상용화되어 출시되고 있다. 기술수준이 높은 회사 중에 하나인 iOmniscient는 IQ series 지능형 카메라를 IQ 140까지 출시했다[1]. 또한, IoImage는 지능형 영상 분석이 가능한 Video encoder와 제어 소프트웨어를 탑재한 새로운 IP 네트워크 카메라를 출시했다[2]. 지능형 감시 카메라의 주된 기능은 실시간 침입 인지, 경보, 경고, 특정 사물에 대한 자동 추적이다[3].

본 논문에서 개발하는 사건탐지용 센서노드는 영상취득 및 전송을 담당 기능을 수행하는 기본적인 플랫폼구조에 필요에 따라 추가적으로 센서들을 장착하는 개념으로 설계되었다. 즉, 사용자의 비용과 성능 요구사항을 고려하여 기본적인 H/W 플랫폼에 필요한 센서들(영상분석 DSP모듈, 음향분석 DSP모듈, Zigbee 통신모듈, GPS모듈, 복합센서 모

들, 매립형 센서 등)을 option으로 장착하여 시스템의 사건탐지 성능을 개선하도록 한다. 또한 주요 개발업체인 IoImage사의 영상기반 사건탐지용 카메라 제품을 벤치마킹 하여 성능과 비용에 대해 경쟁력 있도록 개발중에 있습니다.

본 논문은 넓은 지역에서 활용 가능한 지능형 감시 시스템을 제안한다. 제안된 시스템은 영상 분석을 위한 영상 카메라, 물체와 주변 환경으로부터 정보를 얻기 위한 다양한 센서로 구성되어 있다. 또한 추가적으로 사건 처리확률과 경보의 신뢰성을 높이기 위한 알고리즘도 구현되어 있다. 시스템의 H/W 구현에 대한 자세한 사항은 2장, prototype 성능 분석은 3장, 결론은 4장에 설명되었다.

II. 지능형 협업 감시 시스템

2.1. 제안된 시스템

제안된 지능형 협업 감시 시스템의 구조는 그림 1과 같다. 지능형 협업 감시 시스템은 서버, 다중 센서 노드(MSNs), 센서 노드(SNs), 땅에 설치된 detection sensor로 구성되어 있다. 서버를 활용하여 제안된 시스템의 다중 MSN으로부터 모아진 정보를 저장하고 감시할 수 있다. MSN은 자체적으로 수집된 정보 혹은 SN으로부터 들어온 정보를 필요에 따라 서버로 전달한다. SN은 다양한 센서를 사용해서 정보를 수집하고 처리된 정보를 MSN으로 전송한다. 땅 속에 설치된 detection sensor는 움직이는 물체를 감시하여 물체의 특징을 식별한다. detection sensor는 식별 데이터를 전송하고 길에서 물체가 검출되었을 때 SNs로 Zigbee 프로토콜을 사용해서 신호를 보내 SNs이 인지할 수 있도록 한다. SN은 vision sensor(camera), MIC array, 다른 보조 센서를 가지고 있다. 설치된 여러 장치를 이용해서 사건을 감지하고 분석한다. Wireless mesh network(IEEE 802.11s)는 SNs들 간의 통신과 MSNs으로 사건 데이터를 전송하는데 사용된다. 본 논문에 협업 감시 시스템으로 정의되어 있는 다중 SNs은 사건을 분석하고 검출 에러를 감소시키는 복잡한 동작을 수행한다. MSN 단계에서의 협업은 잘못된 정보를 감소시키는 것이다. 또한, MSN에는 자세하게 사건이 일어난 지점을 보고 감시할 수 있는 PTZ(pan, tilt, zoom) 기능을 가진 카메라가 장착되어있다. MSN은 SNs으로부터 들어온 사건 감지 신호를 강력한 사건 탐지 알고리즘을 통해 거르고 그 다음 처리를 거친 사건 감지 신호를 서

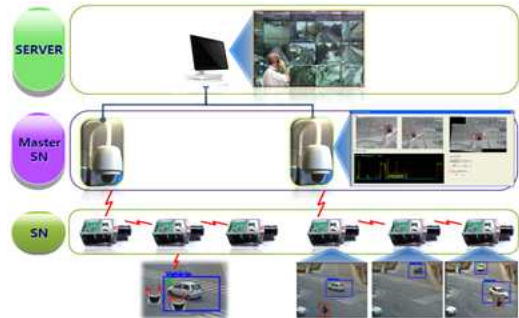


그림 1. server, master sensor node (MSN), sensor node (SNs), 땅 속의 detection sensor를 포함하는 지능형 협업 감시 시스템 구조

Fig. 1 Intelligent surveillance system architecture which includes server, master sensor node(MSN), sensor node (SNs) and detection sensor under the ground

버로 전송한다. MSN의 사건탐지는 여러 SN들로부터 객체의 방향, 속도, ROI(Region of Interesting) 정보, 사고음 등과 같은 특징 값들을 바탕으로 이벤트 검출을 위한 확률모델을 설계하고 사고 판단을 수행한다. 특히 실외환경에서는 날씨와 시간대에 따라서 센서 값 취득이 용이하지 않으므로 객체가 분리되거나 사라지는 등의 ontology를 설계하여 불확실성에 강인한 상황추론 모델을 적용하였다. SN의 사건탐지는 이중센서들로 수집된 데이터들을 융합하여 객체들의 이벤트들을 검출한다. 영상센서를 통해 관심 객체에 대한 ROI를 검출하고 객체 움직임에 대한 벡터 분석 값과 음향센서를 이용한 사고음 발생 분석 값에 각각 가중치를 주어 융합하고 최종적으로 사고 유무를 확률적으로 계산한다. 이와 같은 동작순서를 통해 탐지된 사건 감지신호를 각각 처리한다. 제안된 시스템의 주된 특징은 multi-level event 검증, 땅 속의 detection sensor를 포함한 SNs 간의 협업이며 제안된 시스템의 강점으로는 다양한 추가센서들을 사용하여 입체적인 사건탐지 가능, 센서노드간의 무선 통신을 통한 데이터 전송을 통한 인프라 비용 절감, 각 센서노드에서 수집된 정보가 바로 전송되지 않고 일차적으로 센서노드, 이차적으로 MSN에서 사건 탐지신호에 대한 확률을 계산하여 유효성을 판단을 거친 후에 센터로 전송되기 때문에 모니터링 요원의 피로도 감소 등이 있다[4-6]. 다음 장에서는 MSN과 SN의 H/W, S/W 구조를 제안한다.

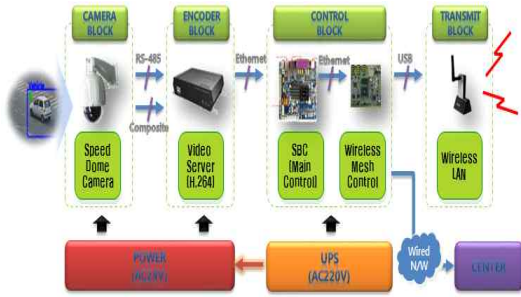


그림 2. speed dome camera, video server, SBC, wireless LAN control 모듈 power supply, 케이스로 구성된 master sensor node(MSN) 시스템 구조

Fig. 2 master sensor node(MSN) system which includes speed dome camera, video server, SBC, wireless LAN control module, power supply and hard case

2.2. 제안된 서버

그림 1에서 제안된 서버는 네트워크 영상 Client 역할과 MSN과 MSN을 통해 SN을 제어하는 역할을 한다. 서버는 ONVIF 프로토콜을 이용해서 MSN과 SN을 제어한다. 서버의 주된 역할은 서버에 저장된 영상을 보고 실시간으로 감시할 수 있도록 하는 것이다. 다른 역할은 사고 검출 알고리즘에 의해 처리된 결과를 관리자에게 알리고 MSN으로부터 전송된 사건 정보를 관리자가 볼 수 있도록 하는 것이다. MSN과 SN에 영상 전송 요청하고 제어 정보를 전송한다.

2.3. 제안된 MSN

그림 2에서 제안된 master sensor node(MSN)는 동시에 두 가지의 다른 역할을 수행한다. 첫 번째는 서버를 위한 network video transmitter(NVT) 역할이고 두 번째는 sensor node를 위한 network video client(NVC) 역할이다. 이런 특화된 기능을 지원하기 위해 원래의 ONVIF 프로토콜을 SN에서의 정보 수집, 설정, 기능들을 위해 수정했다[3]. MSN은 speed dome camera, video server, single board computer, wireless LAN control 모듈, power supply, 케이스로 구성되어 있다. speed dome camera는 사건을 저장하고 클라이언트가 관심 있는 지점을 살피기 위한 pan/tilt/zoom(PTZ)를 포함한 pre-set 기능을 지원한다. 영상 서버는 입력된 영상 데이터를



그림 3-(a) 제안된 센서노드의 구조
Fig. 3-(a) The proposed sensor node architecture

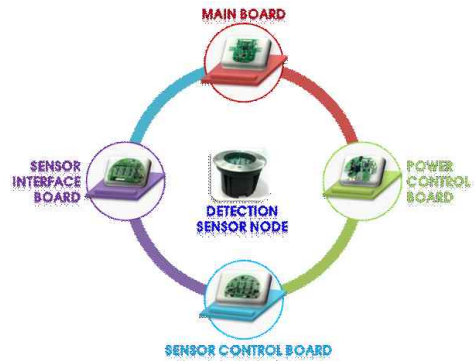


그림 3-(b) 제안된 detection sensor 노드 구조
Fig. 3-(b) The proposed detection sensor node architecture

H.264/MJPEC로 변환하고 변환된 영상 데이터를 SBC로 전송한다. SBC는 무선 랜 card/module, 영상 서버, speed dome camera를 제어한다. SBC는 SNs으로부터 들어온 사건 정보를 받고 강력한 이미지 처리 알고리즘을 통해 검증하고 처리된 사건 신호를 Center로 전송한다. 제안된 시스템에서는 신뢰성을 강조한 WMNs을 이용해서 내부 SN 또는 MSN과 SN 간 통신을 한다. SN은 MSN으로 데이터를 전송하기 위한 라우팅 기능을 수행한다. MSN은 공용망에 있는 서버로 데이터를 전송하기 위한 게이트웨이 역할을 수행한다. WMNs은 멀티 홉 통신을 하기 때문에 MSN으로 가는 경로가 경로상의 혼잡 정도에 따라서 변한다. 그러나 특정 노드에 부하가 집중되면 라우팅 기능은 제대로 동작하지 않는다. 제안된 시스템에서는 이와 같은 현상을 막고 전체적인 네트워크의 data rate을 높이기 위해 다

중 게이트웨이를 사용했다. 이를 통해 트래픽을 분산시키고 전반적인 네트워크의 data rate를 높이는 지 실험을 통해 검증하였다.

2.4 제안된 센서 노드

그림 3에서 제안된 지능형 sensor node(SN)의 시스템 구조는 Zigbee 모듈, video analysis 모듈, array MIC 모듈, main control 모듈, 보조 센서 모듈로 구성되어있다. 제안된 detection sensor는 main Zigbee 모듈, sensor interface 모듈, sensor control 모듈, power control 모듈로 구성되어 있다. 지능형 sensor node(SN)는 vision sensor로 넓은 범위를 감지하기 위해 가로등에 설치됐다. 그러나 detection sensor는 도로위에서 움직이는 물체를 감지하기 위해 지상이나 길 아래에 설치됐다.

video analysis 모듈은 주로 영상 입력으로 들어온 사건에 대한 판단을 수행한다. 위의 과정에서 DSP(DM6437) 블록이 동작한다. Main control 모듈은 각 보드와 영상 입출력 신호를 제어하는 DM365 디지털 미디어 프로세서를 사용해서 구현되었다. SN에 수집된 정보는 Main control 보드에서 처리되고 video analysis 보드를 통해 전송된다. 처리된 정보가 전송될 때 IEEE 802.11s wireless mesh network(WMN)기술이 사용된다[8]. 보조 센서 모듈에는 온도, 습도, GPS, 조도센서 등이 포함되어 있다. 보조 센서는 video analysis 보드에서 정확한 사건 탐지를 위한 추가적인 정보를 제공한다. SNs은 트래픽 혼잡을 피하기 위해 이용되는 다중 MSNs과 WMN 프로토콜을 이용해서 통신한다. detection 노드는 움직이는 물체를 식별하고 식별 정보를 Zigbee 프로토콜을 이용해서 SN으로 전송한다. Sensor interface 모듈은 PIR, vibration, sound, electromagnetic 정보를 얻는다.

III. 실험 결과

제안된 시스템 패킷 전송 레이트는 MSN의 개수를 바꾸어 가면 SN 세 개를 가지고 실험하였다. 실험 조건은 아래와 같다. 규격 IEEE 802.11b/g, carrier 주파수 2.4GHz, 변조방식 OFDM, CCK, BPSK, QPSK. 전송 전력 16dBm +/- 2dB. 안테나 이득 2dBi(SMA type). 전송되는 SN1을 위한 영상 스트림 레이트 2Mbps, SN2와 SN3은 1Mbps. 스트리밍 해상도 720x480(D1). 영상 전송 시험은 한 시간 동안 진행되었다. 처음 30분은 MSN을 하나만



(a) 1개의 MSN 작동 시
(a) 1 MSN operation case



(b) 2개의 MSN 작동 시
(b) 2 MSN operation case

그림 4. 트래픽 혼잡을 막기 위한 다수의 MSN이 사용된 지능형 협업 감시 시스템의 traffic 흐름

Fig. 4 Traffic flow for the intelligent cooperative surveillance system which used multiple MSNs to avoid traffic congestion

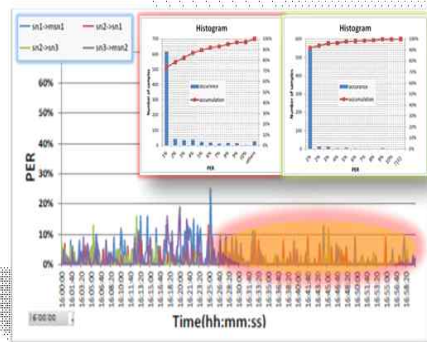


그림 5. 제안된 지능형 협업 감시 시스템 실험 결과
Fig. 5 The performance of the proposed intelligent cooperative surveillance system

켜고 시험했고 나머지 시간에는 두 개의 MSN을 켜고 시험하였다. 그림 4(a)는 처음 30분간 시험한 것

이다. 3개의 모든 SN들이 하나의 MSN으로 data를 전송하기 때문에 많은 packet error rate(PER)가 발생된다. 게다가 SN3에서 3홉을 거쳐 MSN으로 전송되는 data는 많은 대역폭을 필요로 한다. 그러나 그림 4(b)에서 SN2와 SN3은 트래픽 혼잡을 감지하고 data를 전송하는 라우팅 경로를 MSN2가 켜져 있을 때 MSN2로 변경한다.

또한, SN2는 위와 같은 상황에서 데이터 전송을 위해 MSN1 또는 MSN2를 선택할 수 있다. 그림 5의 결과처럼 다수의 MSN을 사용했을 때 하나의 MSN을 사용했을 때보다 packet error rate가 상당히 감소된다. 그 이유는 패킷이 다수의 MSN을 통해 전송되면서 트래픽이 분산되기 때문이다.

IV. 결론

본 논문에서는 트래픽 혼잡을 피하고 QoS를 만족시키기 위해 다수의 MSN을 사용한 지능형 협업 감시 시스템을 제안한다. 제안된 시스템은 multi-level 감시, 잘못된 정보 확률을 감소시키기 위한 검증, 사건 판단 확률을 개선하기 위한 몇몇 센서들을 사용했다. 제안된 시스템은 새로운 고객의 요구와 경향을 충족시키는 방법이 될 수 있다.

참고 문헌

[1] www.iomniscient.com
 [2] www.ioimage.com
 [3] M. Valera, S.A. Velastin, "Intelligent distributed surveillance systems: a review," Proceedings on IEEE Vision, Image and Signal Processing, Vol. 152, No. 2, pp.192-204, 2005.
 [4] Open Network Video Interface Forum Core Specification, Version 1.01, 2009
 [5] D. Wu, "QuRiNet: A wide area wireless mesh testbed for research and experimental evaluations," Ad Hoc Networks Vol. 9, No. 7, pp.1-10, 2011.
 [6] T.Y. Jung, H.S. Jung, R.J. Park, H.B. Lee, J.H. Moon, "Implementation of A Remote Fire Monitoring System Based on Bidirectional USN," Journal of IEMEK, Vol. 02, No. 2, pp.107-115, 2007 (in Korean).
 [7] B. Son, Y.S. Her, J.G. Kim, "A Design and Implementation of Forest-Fires Surveillance System based on Wireless Sensor Networks for

south Korea Mountains," IJCSNS, Vol. 6, No. 9B, pp.124-130, 2006.
 [8] W.S. Jung, "On the Design and Implementation of IEEE 802.11s based Dual Mode Mesh AP," Proceedings on 2009 IEEE VTS Asia Pacific Wireless Communications Symposium, 2009.

저 자 소 개

윤 태 호



2012년 한국기술교육대학교 정보통신공학과 (공학사).
 2012년~현재, 과학기술연합대학원 대학교 이동통신 및 디지털 방송 공학과 (공학석사)

관심분야: Mesh Network, multi-routing protocol
 Email: yth1026@ust.ac.kr

송 유 승



1996년 국립창원대학교 (공학사).
 2001년 미국 Wichita State UNIV 석박사 (공학석사, 공학박사)
 2001년~2005년 삼성전자 통신연구소 책임연구원

2005년~현재, 한국전자통신연구원 선임 연구원, UST(과학기술연합대학원대학교) 겸임교수
 관심분야: Mobile WiMAX, WLAN, Mesh Network
 Email: yssong00@etri.re.kr