

유무선 통신 네트워크에서의 오브젝트 이미지 기반의 지능형 경보/모니터링 시스템

강 영 상, 김 창 화
강릉대학교 컴퓨터공학과
(mikiss@korea.com, kch@kangnung.ac.kr)

Object Image-based Intelligent Alarming/Monitoring System over the Wired and Wireless Communication Network

Youngsang Kang, Changhwa Kim
Dept. of Computer Science & Engineering, Kangnung National University

요 약

침입자, 화재, 폭발이나 기계 이상과 같은 인적, 물적 재산에 피해를 입힐 수 있는 대부분의 응급 상황은 시각적으로 인식 가능하다. 따라서 사고가 발생하기 이전에 사고의 발생 가능성을 관계자에게 신속히 전달하여 인적, 물적 피해를 입지 않게 또는 최소화할 수 있게 대처하는 것이 필요하다. 이미지 기반의 지능형 경보/모니터링 시스템을 개발하여 자동적으로 비정상 상태를 인식하고 이를 관계된 사람들에게 인터넷과 전화, PCS, PDA로 신속하게 전달하는 유무선 통신 네트워크에서의 오브젝트 이미지 기반의 지능형 경보/모니터링 시스템을 구현하였다. 이 논문에서는 이미지 기반의 지능형 경보/모니터링 시스템의 구성에 대하여 설명하고 각 구성 요소의 기능에 대해서 설명한다

1. 서론

일반적으로 불법 침입자가 발생하거나, 화재, 폭발, 기계 고장 등과 같은 비정상상태는 대부분 시각적으로 인식 가능하다. 사고로 인한 인적, 물적 피해를 최소화하기 위해서는 사고 발생 징후가 나타났거나 사고가 났을 때 신속하게 관계자에게 알릴 수 있어야 한다. 또한, 각종 인적, 물적 재산상의 사고를 미연에 방지하거나 사고에 신속히 대처하기 위해서는 근무 시간은 물론 비근무 시간에도 해당 장소에 상주하여 지속적으로 감시하는 별도의 인력이 요구되며, 경우에 따라 고가의 모니터링 장치와 자동 경보 장치를 필요로 하기도 한다. 고가의 장비와 별도의 인력의 투입에도 불구하고 만약 감시하는 사람이 계속 모니터링 장치를 주시하지 않는다면 사고 징후를 파악하지 못할 수도 있다.

이러한 요구 사항과 문제점을 해결하여 사람이 인식하기 이전에 사고 징후를 판단하여 관련된 사람에게만 비공개적으로 경보를 전달함으로써 별도의 인력이 해당장소에 상주할 필요 없이 모니터링 서비스를 제공할 수 있는 이미지 기반의 지능형 경보/모니터링 시스템[1]을 구현하였다. 2절에서는 시스템의 주요 기능에 대해 설명하고 3절에서는 각 시스템 기능에 대한 기술 및 알고리즘을 설명한다. 4절에서는 실제 실험 결과에 대해 설명하고 5장에서 결론 및 향후 연구 과제에 대해 설명한다.

2. 시스템의 주요 기능

시스템의 주요 기능으로는 시각적 변화 감지, 경보 전달, 원격 모니터링 서비스, 변화가 감지되었을 때 자동 녹화 등이 있다.

2.1 시각적 변화 감지 기능

모니터링된 시설물의 시각적 변화 상태를 감지하는 기능으로 화상 처리, 패턴 인식[2][3] 등을 포함한 화상 인식 기술[2][3][5]을 사용한다. 먼저 정상적인 상태의 화상을 선택한 다음, 선택된 화상으로부터 특징을 추출하여 그 특징들을 특정 벡터의 형태로 저장한다. 정상적인 상태의 화상의 특징을 저장하고 나면 이후에 카메라를 통해 시설물을 감시하게 되는데 카메라로부터 입력되는 화상의 특징을 추출하여 벡터를 생성하고 정상적인 상태의 화상의 특징 벡터와 비교하여 거리를 산출하고 만약 얻어진 거리가 임계값보다 크게 되면 비정상 상태로 간주하게 된다.

2.2 경보 전달 기능

시스템의 시각적 변화 감지 기능에 의해 시설물의 비정상 상태가 감지되면 시스템은 자동으로 관련자에게 통신 기술[5]을 이용하여 전화, PCS, 전자 우편, PDA로 경고 메시지를 송신하게 된다.

2.3 원격 모니터링 서비스 기능

현재 멀티미디어 기술[4][6][10][11]과 통신 기술[5]은 원격지에서 시설물, 사람 등을 모니터링 할 수 있는 기능을 제공해 주고 있다. 관련자가 장소나 시간에 구애 없이 스트리밍 클라이언트나 웹 브라우저를 이용하여 실시간으로 모니터 할 수 있는 기능을 제공한다. 이 때 네트워크의 상태에 따라 화상의 해상도와 화상 프레임의 개수를 탄력적으로 조절하는 QoS(Quality of Service) 기능을 사용한다. 네트워크가 혼잡해지면 화상 해상도와 화상 프레임의 수를 줄이고 네트워크가 원활해지면 화상 해상도와 화상 프레임의 수를 늘리게 된다.

2.4 자동 녹화 기능

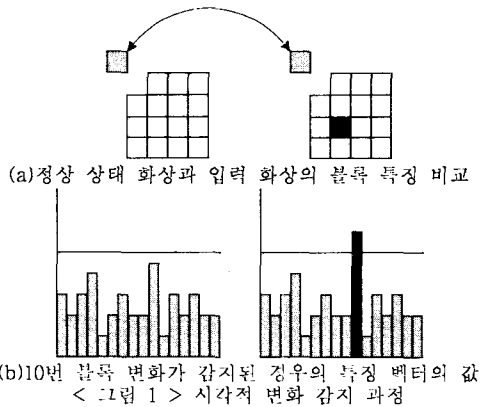
시스템의 시각적 변화 감지 기능에 의해 시설물의 비정상 상태가 감지되면 시스템은 자동적으로 시설물의 상태를 녹화하게 된다. 이렇게 하여 사고 수습 후에 사고의 원인이 무엇인지 정확하게 판단할 수 있는 자료를 제공한다. 녹화는 카메라로부터 입력되는 화상을 압축을 수행하여 저장하게 된다.

3. 기능별 알고리즘

각 기능별로 사용된 기술 및 알고리즘에 대해 설명하도록 하였다.

3.1. 시각적 변화 감지 기능의 적용 기술 및 알고리즘

시각적 변화 감지 기능은 두 단계로 나누어진다. 첫 번째는 화상을 여러 개의 블록으로 나누어 각 블록의 특징 벡터를 추출한 다음 정상 상태의 화상의 각 블록의 특징 벡터와 비교하여 해당 블록에서 변화가 감지되었는지 판단하고 두 번째는 만약 변화가 감지되었다면 단순히 조명의 변화에 의하여 생긴 것인지 아니면 실제 사고 징후가 감지되었는지 구별하기 위해 분산과 표준 편차를 사용하게 된다. 만약 조명의 변화가 생겼다면 예를 들어 날씨가 흐려져서 전체적으로 어두워졌다면 화상의 전체 블록의 특징 벡터의 분산을 구한다면 정상 상태의 전체 블록의 특징 벡터의 분산과 같은 분포를 나타낼 것이다. 만약 그렇지 않다면 비정상 상태가 발생한 것이라고 말할 수 있다. 이 과정을 그림으로 나타내면 <그림 1>과 같다.



$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2$$

< 식 1 > 전체 블록의 분산을 구하기 위한 식

3.2. 정보 전달 기능의 적용 기술

시스템이 시각적 변화 감지 기능에 의해 비정상 상태를 감지하게 되면 시스템은 자동적으로 책임자에게 전화, PCS, 전자우편과 PDA로 경고 메시지를 송신하게 되는데 이때 사용되는 기술로는 인터넷 기술, 전화 통신 기술, PCS, PDA를 위한 무선통신 기술[5][9][12][13]이 사용된다. 정보 전달 기능은 위의 세 가지 기술로 구현되었다.

- ① 무선 통신 기술
문자와 소리를 통해 PDA와 PCS로 경고 메시지를 송신하게 되며 무선 통신 기술을 사용한다.
- ② 전화 통신 기술
이 기능은 관련자에게 일반 유선 전화를 통해 경고 메시지를 보내는 역할을 하며, 모뎀을 이용한 전화 통신 기술을 사용한다.
- ③ 전자 우편을 통한 정보 전달 기술
전자 우편을 통해 경고 메시지를 보내는 역할을 하며, 인터

넷 기술을 사용하였다.
④ 스트리밍, 웹을 통한 정보 전달 기술
이 기능은 실시간으로 모니터링 된 화상 프레임, 경고와 경고 메시지를 포함한 정지 영상들을 주기적으로 스트리밍 클라이언트와 웹 서버 사이트로 각각 보낸다. 사용자는 스트리밍 클라이언트와 웹 브라우저를 이용하여 경고와 경고 메시지를 포함한 시설물의 화상을 보고, 시설물의 상태를 확인한 후, 시설물의 정상 여부를 시각적으로 판단할 수 있다. 여기에는 화상 스트리밍 기술[7]과 인터넷/웹 기술을 사용하였다.

3.3. 원격 모니터링 서비스 기능에 사용된 기술

스트리밍 서버와 스트리밍 클라이언트로 구분되며 일반 사용자나 제한된 단체 또는 그룹에게 시설물의 모니터링을 스트리밍 클라이언트를 통해 실시간으로 볼 수 있게 하며, QoS 기능도 포함된다.

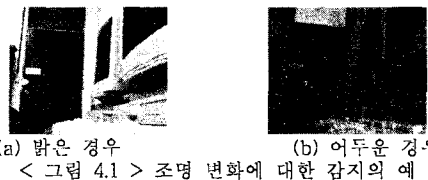
3.4. 자동 녹화 기능의 적용 기술

시스템이 시각적 변화 감지 기능에 의해 비정상 상태를 감지하게 되면 시스템은 자동적으로 카메라로부터 입력되는 화상을 디스크에 저장하게 된다. 입력 화상은 압축을 통해 용량을 줄여 저장하게 된다.

4. 실험 결과

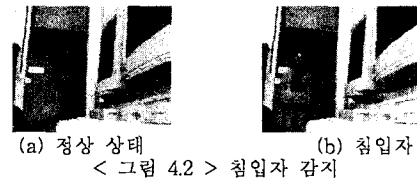
네 가지 주제를 정해 실험을 진행하였다. 첫 번째는 조명의 변화가 생겼을 경우 감지되는가에 대한 실험이다. 조명은 창문을 통해 들어오는 햇빛, 구름이 낀 날씨, 전등의 노화 등으로 인해 시시각각 변할 수 있다. 이러한 일상적인 변화는 이상 징후가 아니므로 이상 징후로서 감지하지 말아야 한다. 두 번째는 침입자가 나타난 경우인데 이 경우는 이상 징후로서 감지되어야 한다. 세 번째는 화재에 대한 감지 기능인데 이 경우도 이상 징후로서 감지되어야 한다. 네 번째는 기계 이상에 대한 감지 기능인데 이 경우도 이상 징후로서 감지되어야 한다.

4.1. 조명 변화에 대한 감지 기능



이 경우에는 각 블록을 비교하였을 때 벡터의 거리가 임계값 이상으로 나올 수 있지만 전체 블록에 대한 분산을 구하였을 때는 비슷한 값이 나오므로 이상 징후가 나타나지 않는다.

4.2. 침입자에 대한 감지 기능



이 경우에는 침입자가 나타난 부분은 벡터의 거리도 임계값 이상 나오고 전체 블록에 대한 분산을 구하였을 때도 다른 값이 나오므로 이상 징후가 나타난 것으로 감지한다.

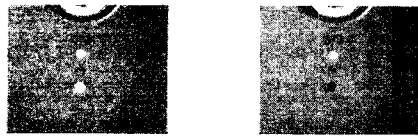
4.3. 화재에 대한 감지 기능



(a) 정상 상태 (b) 화재
 < 그림 4.3 > 화재 감지

화재가 발생하면 연기가 나거나 불꽃이 나타나므로 화재가 난 부분은 백터의 거리가 임계값 이상 나오고 전체 블록에 대한 분산을 구하였을 때 역시 다른 값이 나오므로 이상 징후가 나타난 것으로 감지한다.

4.4 기계 이상에 대한 감지 기능



(a) 정상 상태 (b) 기계 이상
 < 그림 4.4 > 기계 이상 감지

위의 그림에서 (a)의 정상 상태를 보면 불이 들어와 있어야 하는 상황인데 만약 (b)의 기계 이상처럼 이상이 생기면 이상 징후가 나타난 것으로 감지한다. 이것 역시 침입자나 화재의 경우와 동일한 이유에서이다.

4.5 감지 성능 실험 결과

조도, 명도, 상황이 변할 때 감지 성능을 평가하기 위해 반복 실험을 하였다. 결과는 표 1과 같다.

< 표 1 > 상황별 감지 비율

	조도	명도	침입자	화재	기계이상
인식비율	15%	20%	90%	80%	65%

조도와 명도의 변화에 의해 이상 징후가 감지되는 비율은 조도의 경우 15%, 명도의 경우 20% 정도이며 실제로 이 상황은 이상 징후가 아니므로 감지하지 말아야 할 상황이다. 하지만 조도, 명도의 차가 현저히 클 때는 이상 징후로서 감지한다는 것을 알 수 있다. 침입자가 발생한 경우 실험한 결과 90%로서 침입자는 거의 만족스러운 수준으로 감지해 낼 수 있다는 것을 보여준다. 그리고 화재의 경우 침입자보다는 낮은 수준이지만 양호한 감지성능을 나타낸다고 볼 수 있다. 기계 이상의 경우 65%로서 비교적 낮은 성능을 나타낸다. 기계 이상은 보통 시각적으로 확연히 드러나지 않는 경우가 많기 때문에 비교적 낮은 성능을 나타내는 것으로 볼 수 있다.

4.6 감지 시간 측정 결과

변화가 감지된 블록의 개수에 따라 전체 감지 시간이 어떻게 변하는지 반복 실험을 하였다. 결과는 표 2와 같다.

< 표 2 > 감지 시간

	01~10	11~20	21~30	31~40	41~50	51~60	61~
시간	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6

변화가 감지된 블록의 개수가 점차 늘어남에 따라 감지에 소요되는 시간도 어느 정도씩 증가하는 것을 볼 수 있다. 하지만 변화가 감지된 블록이 40개를 초과하면 소요되는 감지시간도 증가하지 않는 것을 볼 수 있다.

5. 결론

이 논문에서 우리는 이미지 기반 지능형 경보/모니터링 시스템의 기능과 실험에 대해 살펴보았다. 결과에서 볼 수 있듯이 처음에 기대했던 것 이상의 성능을 얻을 수 있었으며 실제 응용에도 뛰어난 성능을 보여줄 수 있다는 것을 확인하였다. 여러 가지 모니터링 시스템이 여러 곳에 설치되어 있던 하지만 워낙 고가이고 인력 역시 24시간 배치해야 하는 어려움이 있는데 반해 이 시스템은 아주 저렴한 인적, 물적 투자로 경보/모니터링 목적을 훌륭하게 수행할 수 있다. 향후에는 일반 카메라 뿐만 아니라 적외선 카메라와 같은 여러 다른 카메라를 이용하여 성능을 검증하고 원자력 발전소, 은행 금고 등의 장소와 동일한 환경을 갖춘 곳에서 성능을 검증하는 성능 테스트 과정이 필요할 것이다. 마지막으로 이 시스템의 장점에 대해서 요약하면 다음과 같다.

- ① 인력 활용의 효율성 : 비근무 시간에 꼭 해당 장소에 상주해야 할 필요는 없다.
- ② 장치 비용의 저렴함 : 일반 모니터링 장치나 자동 경보 장치에 비해 비용이 저렴하다.
- ③ 인력 활동 영역에 제한이 줄어들 : 모니터링 장치 앞에서 상주할 필요 없이 사무실이나 가정 등에서 클라이언트나 통신 기기를 이용하여 시설물을 감시할 수 있다.

참고문헌

- [1] Changhwa Kim, *An Overvie/w of Object Image-based Intelligent Alarming/Monitoring System over the Wired and Wireless Communication Network*, 2001
- [2] Alberto Del Bimbo, *Visual Information Retrieval*, Morgan Kaufmann Publishers Inc., 1999
- [3] B.S. Manjunath and W.Y. Ma, "Texture Features for Bro wsing and Retrieval of Image Data", *IEEE Transaction s on pattern analysis and machine intelligence*, Vol. 18, No. 8, Aug. 1996
- [4] Cosmos Nicolaou, "An Architecture for Real-Time Multi media Communication Systems", *IEEE Journals on Sele cted Areas in Comm.*, Vol. 8, No. 3, April 1990
- [5] David J. Goodman, "The Wireless Internet: Promises and Challenges", *Computer*, Vol.33, No.7, July 2000, pp. 36-4 1
- [6] Dimitris N. Chorafas, *Intelligent Multimedia Databases*, Prentice Hall, 1994
- [7] <http://www.microsoft.com/windows/windowsmedia/en/com pare /webservstreams.asp>, "Streaming Methods:Web Se-rver vs. Streaming Media Server"
- [8] Ioannis Pitas, *Digital Image Processing*, Prentice Hall In c., 1993
- [9] Janche Sang and et al., "Distributed Network Computing over Wireless Links", *Proceedings of the 1997 Internati onal Conference on Parallel and Distributed Systems (I CPADS '97)*, 1997, pp. 252-259
- [10] Judith Jeffcoate, *MULTIMEDAI IN PRATICE Technol ogy and Applications*, Prentice Hall, 1995
- [11] Lily Lee, Raquel Romano, and Gideon Stein. "Monitoring Activities from Multiple Video Streams: Establishing a Common Coordinate Frame", *IEEE Transactions on a p attern analysis and machine intelligence*, 2000, pp. 758-7 67
- [12] Upkar Varshney, "Communications Recent Advances in Wireless Networking", *Computer*, Vol.33, No.6, June, 200 0, pp. 100-103
- [13] S. Sanyal, L. Nahar, and S. Bhattacharya, "Real-time m ulticast in wireless communication", *Proceedings of the 1997 International Conference on Parallel Processing (I CPP '97)*, 1997