

# 행동패턴 인식기법을 이용한 지능형 감시 시스템

박진희, 이조셉, 김호준  
 한동대학교 정보통신공학과  
 e-mail : ngu2000@nate.com , joseph.sung.lee@gmail.com , hjkim@handong.edu

## Intelligent Surveillance System using an Activity Recognition Technique

Jin-Hee Park , Joseph S. Lee , Ho-Joon Kim  
 Dept. of Information Technology, Handong Global University

### 요 약

본 연구에서는 비디오 영상데이터로부터 인간의 행동패턴의 인식기술 및 상황인식 기법을 소개하고 이를 활용한 실용적 응용으로서 지능형 감시시스템을 제안한다. 순차적 영상신호에서 형태기반의 정적 특징과 목표물의 움직임 요소를 측정된 동적 특징을 결합한 형태의 특징 표현 및 추출기법과 행동패턴 및 상황패턴에 대한 인식 모델을 제시하고 구현한다. 모듈구조의 시스템에서 영상처리 모듈과 패턴인식 모듈은 특징추출 및 인식과정을 수행하며, 감시영상에 대한 상황판단 기능은 데이터베이스 모듈과 연동하여 효과적인 검색기능과 경보기능 등을 지원한다. 이러한 기능은 기존의 시스템에서 운영자의 지속적인 감시작업과 상황판단 작업을 보조 또는 대행하여 수행할 수 있을 뿐만 아니라 데이터저장 공간을 획기적으로 줄이고 부수적으로 효율적인 영상의 조회기능 및 추적기능 등의 유용한 인터페이스를 지원한다.

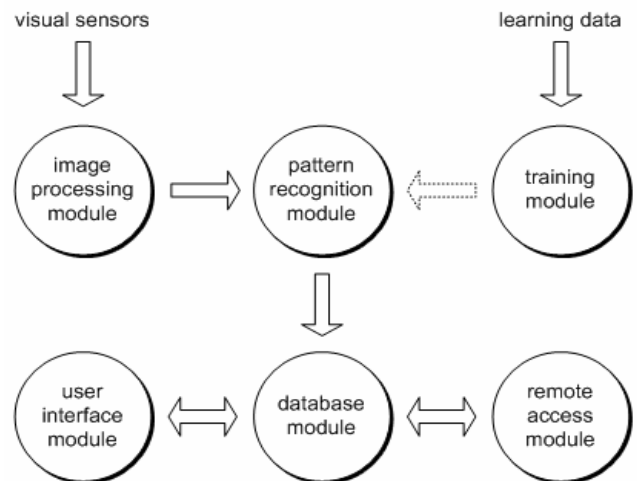
### 1. 서론

동적인 영상으로부터 어떤 목표물을 감지, 인식 및 추적하는 기술을 기반으로 지능형 감시시스템을 구축하기 위한 연구가 다양하게 이루어져 왔다[1~4]. 본 논문에서는 색상, 명암 등에 기초한 형태기반의 특징요소와 MHI(Motion History Image)등의 움직임 기반 특징을 결합하는 형태의 특징표현과 인식 모델을 제시한다. 또한 응용시스템으로서 지능형 자동 영상감시 시스템을 구축한다. 시스템은 크게 3 가지 기능을 지원한다. 우선 다수의 카메라센서로부터 입력되는 일련의 영상을 동시에 감시하여 종합 감시기능을 지원하는데 이때 상황에 대한 주의 등급을 구분하여 요주의 화면 중심으로 감시화면을 재구성하는 능동적인 감시화면 전환기능을 지원한다. 두 번째로 자동 검색기능이다. 입력신호는 인식된 상황분석 결과에 따라 선별적으로 데이터베이스에 저장되고, 개괄정보에서 상세 정보에 이르는 검색단계가 간결한 인터페이스로 구현된다. 상황 인식 기능과 대표영상 패턴의 저장기능은 감시시스템 운영자의 작업을 대치할 수 있게 한다.

### 2. 시스템 구성

본 연구에서는 (그림 1)과 같은 형태의 시스템을 대상으로 한다. 그림에 보인 바와 같이 시스템은 4 개의 모듈로 이루어 진다. 우선 다수의 카메라로부터 획득된 일련의 동영상데이터는 실시간으로 영상처리 모듈

에서 분석된다. 이 과정에서 상황을 인식하여 주의 등급을 4 단계로 판별한다. 이때 최소 주의등급의 영상신호는 저장되지 않고, 주의 등급에 따라 해당 상황의 대표영상을 추출하고 시간정보와 함께 데이터베이스에 저장된다. 데이터베이스 모듈은 사용자로 하여금 효과적인 관리를 할 수 있도록 검색기능을 지원한다. 시스템의 부수적인 기능으로 네트워크를 통한 원격 조회 기능을 지원한다.



(그림 1) 지능형 감시시스템의 구성

### 3. 적응형 배경 분할 및 임계 치 수정

원시데이터에서 대상 패턴을 인식하기 위한 전처리 과정으로써 목표물영역을 분할하는 방법으로 배경영상과 임계 치를 동적으로 변환 하는 방법을 채택하였다. 즉 목표물의 영역은 다음 식과 같이 특정위치에서의 명암 값에 대한 배경영상과의 차이에 임계 치를 적용하여 판정한다.

$$|I_n(x) - B_n(x)| > T_n(x)$$

여기서  $I, B$  및  $T$ 는 각각 입력영상의 명암 값, 배경영상 및 임계 치를 의미한다. 배경영상 정보는 시간이 지남에 따라 점진적으로 수정되는데 이는 다음 식과 같다.

$$B_{n+1}(x) = \begin{cases} \alpha B_n(x) + (1 - \alpha)I_n(x), & x \in BG \\ \beta B_n(x) + (1 - \beta)I_n(x), & x \in FG \end{cases}$$

다시 말해서 입력 영상에서 어떤 위치  $x$  가 배경영역 이거나, 목표물 영역일 때, 각각 일정 비율로 이전 배경 값과 현 입력 값을 반영하여 수정해 나간다. 이때 임계 치 값도 다음 식의 형태로 수정된다.

$$T_{n+1}(x) = \begin{cases} \alpha T_n(x) + (1 - \alpha)(\gamma \times |I_n(x) - B_n(x)|), & x \in BG \\ T_n(x), & x \in FG \end{cases}$$

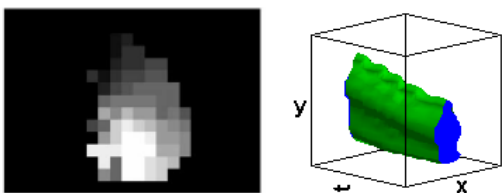
즉 임의 위치에서 임계 치 값은 주어진 입력에서 배경영역에 속하면 입력과의 차이를 일정비율 보상하여 주도록 수정해 나간다. 이러한 적응적 특성은 조명변화, 날씨 변화 등 환경적 요소에 강인한 인식기능을 지원하게 된다.

### 4. 특징 표현 및 추출

본 연구에서의 목표 시스템은 일반적인 행위 인식이라 아니라 감시 영상에서의 상황 인식이다. 따라서 특징 집합을 명암과 색상정보 외에 움직임에 기초한 정보를 사용한다. 다음 식으로 결정되는 MHI(motion history image)와 목표물의 움직임에 따라 변하는 윤곽 선정보로부터 생성한 3 차원 표현을 사용하였다.

$$H_t(x, y, t) = \begin{cases} \tau & \text{if } D(x, y, t) = 1 \\ \max(0, H_t(x, y, t-1) - 1) & \text{otherwise} \end{cases}$$

즉 임의 위치  $(x, y)$ 에서  $t$  시점에 움직임정보가 감지 되면 일정 값을 설정하고 이는 시간에 따라 점진적인 감쇄가 이루어 진다.



(그림 2) MHI 와 action volume 의 예

(그림 2)는 이러한 MHI 와 움직임 정보의 3 차원 확장 표현, 이른바 AV(action volume)의 예이다.

### 5. 상황 인식 기법

감시 카메라로부터 획득된 영상으로부터 실시간 상황을 4 개의 등급으로 구분하여 판별하도록 하였다. 주의 등급은 각각 0(정상), 1(주의), 2(경고) 및 3(긴급)으로 구분하였다. 각각의 상황은 예제패턴으로부터 학습되며, 학습 및 인식 모델은 변형된 구조의 FMM 신경망[5]을 사용하였다. 각각의 상황은 판별등급과 함께 대표영상을 추출하여 데이터베이스에 저장된다. (그림 3)은 각 등급별로 대표영상의 예이다.



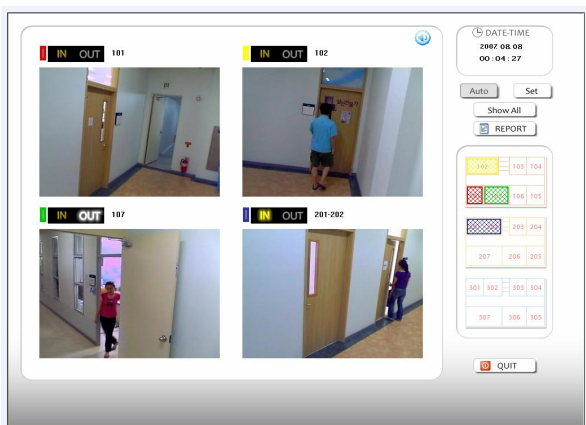
(그림 3) 4 개의 등급별 대표영상의 예

정상 등급과 주의 등급의 경우 움직임 정보의 양에 기초한 판단이 수행되며, 감시의 대상이 되는 환경에

서 큰 변화가 감지되지 않을 때의 시스템 반응이다. 이와는 달리 경고 등급과 긴급 등급은 감시 영역 내 부로의 객체 침입으로 인해 감시 영상으로부터 일차적으로 움직임 정보가 추출된 후에 감시 영역 내에서 일어나는 움직임 정보의 양의 변화와 출입문의 위치 등 미리 기억된 환경변수 등에 기초해 판단된다.

**6. 실험결과 및 고찰**

제안된 전처리 기법, 특징표현 기법 및 인식 모델을 사용하여 지능형 감시시스템을 구현하였다. (그림 4)는 완성된 시스템 인터페이스의 예로서 복수의 카메라 입력으로부터 상황을 스스로 판단하여 주요 감시화면이 선택되는 기능을 보인 것이다.

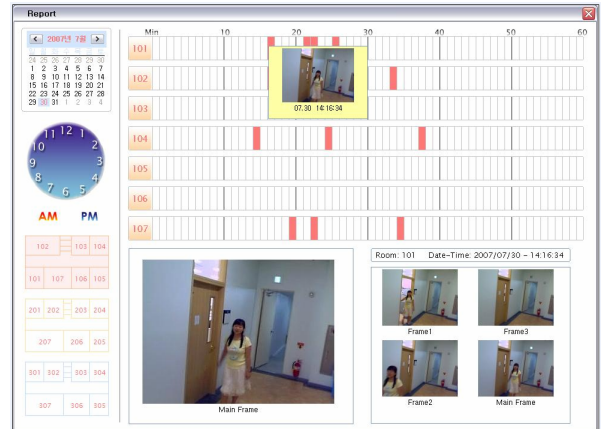


(그림 4) 시스템 인터페이스의 예

또한 (그림 5)는 데이터베이스의 검색기능으로서 시간 대별로 주의 등급의 상황을 보이고 이로부터 선택하여 해당 상황의 영상을 조회 하는 기능을 보인 것이다.

**7. 결론**

본 연구에서는 상황인식 기능을 지원하는 지능형 감시 시스템을 위하여 특징표현 기법 및 인식 기법을 고찰하였다. 감시기능과 상황판단기능, 데이터베이스 조회기능 등이 서로 연동하는 모듈구조의 시스템을 구현하였다. 움직임 정보에 기초한 MHI 및 윤곽선 변화의 3 차원 정보가 패턴 인식을 위한 핵심특징으로 사용된다. 또한 날씨나 환경변화로 인한 조명의 변화에 적응하기 위하여 배경영상 데이터 및 임계치를 적응적으로 반영하는 방법론을 채택하였다. 향후의 연구로서 이러한 방법론이 실용적 가치를 입증하기 위하여 성능분석을 정량적으로 평가하는 연구가 수행될 예정이다.



(그림 5) 데이터베이스 검색기능의 예

\* 본 연구는 산업자원부 뇌신경정보학 연구사업 및 정보통신부의 유비쿼터스컴퓨팅 및 네트워크 원천기반기술개발사업의 지원에 의한 것임

**참고문헌**

- [1] Weiming Hu, Tieniu Tan, Liang Wang and Steve Maybank: "A Survey on Visual Surveillance of Object Motion and Behaviors," IEEE Transaction on Systems, Man and Cybernetics, Part C, Vol.34, No.3, pp.334~352, 2004.
- [2] Alper Yilmaz, Mubarak Shah: "Actions Sketch: A Novel Action Representation," IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Vol. 1. pp. 984-989, 2005.
- [3] Vasu Parameswaran and Rama Chellappa, "View Invariance for Human Action Recognition," International Journal of Computer Vision, Vol.66, No.1, pp.83~101, 2006.
- [4] Tao Xiang and Shaogang Gong, "Beyond Tracking: Modelling Activity and Understanding Behaviour," International Journal of Computer Vision, Vol.67, No.1, pp.21~51, 2006.
- [5] Ho-Joon Kim, Juho Lee, Hyun-Seung Yang: "A Weighted FMM Network and Its Application to Face Detection," Lecture Notes in Computer Science, Vol. 4233. 177-186, 2006.