

영상처리에 의한 움직임 감지에 관한 연구

김선희* · 강진석* · 최연성** · 김장형*

*제주대학교, **군산대학교

A Study of Motion detection using image processing

Sun-hee Kim* · Jin-suk Kang* · Yeong-sung Choi** · Jang-hyung Kim*

*Cheju National Univ. , ** Kunsan National Univ.

E-Mail : shkim@cheju.ac.kr

요약

본 논문에서는 감시 시스템의 기록과 검색의 효율성을 높이기 위해 감시 영상이 가지는 특징을 충분히 고려하여 영상 처리를 적용하였으며 이를 위해 배경 영역과 감시할 물체 영역을 분리하여 검색하는 시스템을 설계한다. 제안한 영상 시스템은 CCD 카메라로부터 영상을 입력받아 먼저 감시 대상의 배경화면과 감시할 대상인 물체 영역을 추출하여 카메라에서 이동물체의 생성시 정지 영상으로 기록함으로써 필요시에 즉시 시간별 또는 장소별로 감시 영상을 실시간적으로 효율적인 검색이 가능한 시스템을 구성하였다.

I. 서론

최근의 CCD 기술의 발달과 더불어 효율적인 감시 시스템은 환경 감시, 전력 설비, 무인 공장, 원자력 제어, 보안 시스템 등 사람이 현장에서 직접 시스템을 운영하기 어려운 분야에 필수적이다. 특히 산업계의 자동화 감시 시스템과 일반 사회에서 널리 사용되는 무인 감시 시스템은 인건비 절약적 측면과 작업자가 현장에서 확인하기 어려운 원격에서 감지 할 수 있는 장비로 부각되고 있다. 더욱이 멀티미디어 관련 기술의 급속한 발전으로 인하여 비디오 모니터링 시스템의 기술력 또한 급속히 발전하고 있기 때문에 이러한 감시 모니터링 시스템의 일반화가 더욱 가속되고 있다.

본 논문은 CCD 시스템에서의 움직임 감시 방법으로 비디오 카메라를 통해 감시 영역 내에서 촬영 중에 움직임이 발생되면 설치된 비디오 카메라를 자동으로 구동하여 특정 대상 물체를 검출한다. 따라서 CCD 시스템의 움직임 감시 방법에 감시 영역내의 움직임을 자동으로 추출하며 비디오 카메라의 범위 내에서 연결된 개인용 컴퓨터의 시스템과의 연계 구동시킴으로써 외부 침입자의 움직임을 효과적으로 감시할 수 있는 효과를 제시한다.

II. 움직임 검출

본 논문은 CCD 카메라에서 일정 시간 간격으로 대상 물체의 존재시 2차원 영상으로 연속적으로 출력하는데 있으며 연속 영상은 3차원 시공간 좌표 (i, j, k) 로 표현되는 3차원 영상 데이터를 구성한다. 여기서 (i, j) 는 공간 좌표이고 k 는 시간 좌표이다. 영상 프레임의 좌표가 고정되어 있기 때문에 움직이는 물체가 없다면 잡음 성분을 제외하고는 원칙적으로 동일한 시간 연속적인 동일 영상들이 계속된다. 그러나 움직이는 물체가 CCD 카메라 센서에 들어오면 움직임 물체는 배경 프레임 안에 일정한 속도로 선형적인 운동을 한다고 보았을 때 물체의 움직임은 물체의 밝기의 정도에 따라 연속 영상에 흔적(Trace)을 남기게 된다. 이 흔적들은 물체의 움직임 궤도를 따라 화소(Pixel)들의 후도 값의 변화로 나타난다.

2.1 움직임 검출 분석

영상에 대해 동일한 성질 및 특징을 갖는 부분들을 분리하기 위해 사용되는 영역분할 방법에는 대표적으로 분할 및 병합(Split-and-merge)방법과 영역성장(Region growing) 방법이 있다. 본 논문에서는 영상 내의 특정한 Pixel을 기준점으로 하여 인접한 pixel들에 대해 비슷한 광도를 갖는 pixel들을 포함할 때까지 영역을 성장시키고 광도가 일정한 양 이상 차이가 나

는 pixel들이 발견되면 새로운 영역을 만드는 방법인 영역성장 방법을 사용하였다.

2.2 움직임 분석 및 필터 구현

CCD 카메라에서의 움직임 검출 과정은 연속 영상에서의 움직임 물체의 배경과 비교하여 상대적으로 빠르게 움직이는 특성을 이용함과 동시에 잦은 밝기의 변화가 있는 특징을 이용하여 추정과 수정이라는 반복적인 시공간 영역 처리로 움직임 물체를 상대적으로 정지 상태인 배경으로부터 분리하는 방법이다. 그리고 연속 영상에서 움직이는 물체로부터 영상의 특징 변화를 획득하기 위해서는 보편적으로 시간 주파수 저역 통과 필터(Temporal low-pass filtering)을 사용한다.

$$B_{k+1}(p) = B_k(p) + g_k \cdot (I_k(p) - B_k(p)) \quad (1)$$

$p=(i, j)$ 영상 화소의 공간 좌표상의 위치이다. 그리고 k 는 시간 좌표상의 위치, g_k 는 상수 계수값 (Gain factor)이다. $B_k(p), I_k(p)$ 는 각각 시간 k 에 대한 위치 p 에서의 배경과 입력 영상의 밝기를 나타낸다. 이러한 CCD 카메라에서의 설정 값을 통하여 다음과 같은 움직이는 물체의 검출을 위한 단계를 수행한다.

단계 1. 초기화

영상이 어떤 움직이는 물체도 포함하지 않을 때의 초기 지식이 있다고 가정하면 $k=1$ 일 때의 입력 영상은 배경 영상으로 다음과 같이 초기화 할 수 있다.

$$B_1(p) = I_1(p) \text{ and } M_1(p) = 0 \text{ for all } p \quad (2)$$

$I(p)$ 는 위에서 정의한 바와 같이 입력 영상의 밝기 값, $B(p)$ 는 초기 배경 추정치를 나타낸다. $M(p)$ 는 움직임 물체의 형태 마스크로 움직임 물체에 의하여 가려진 화소 점 p 에 대하여 1 또는 0인 이진수로 표현된다. 초기에는 움직임 물체가 없는 배경을 입력으로 사용하는 경우이므로 마스크 영상의 모든 화소 점에 0값을 부여한다.

단계 2. 배경 선정 및 수정

이 과정에서는 배경 영상이 입력 영상의 변화에 대해 적응적으로 대처할 수 있도록 한다. (3)을 (2)에 대입하여 $B_k(p)$ 추정치로부터 $B_{k+1}(p)$ 로 수정된 배경 값을 얻는다.

$$g_k(p) = \alpha \cdot M_k(p) + \beta \cdot (1 - M_k(p)) \quad (3)$$

상수 α 와 β 는 배경 추출을 위한 적응적인 성질을 결정한다. (0,1)의 범위의 값을 갖도록 하는데 α 는 배경으로부터 움직이는 물체를 분리할 수 있도록 충분히 큰 값으로 정해져야 하며 유연한 알고리즘의 작동을 위해서 β 는 α 보다 큰 값을 유지하면 좋지만 β 값이 1에 가까워지면 알고리즘의 잡음 제거 성질이 사라지게 된다.

단계 3. 움직임 물체의 탐지 및 추출

단계 2를 거쳐 추출된 배경이 아무런 움직임 물체도 포함하지 않는다고 하는 가정하에서 입력 영상과 배경 영상의 차분을 구함으로써 움직임 물체가 추출될 수 있다. 차분 영상은 다음과 같다.

$$D_{k+1}(p) = |I_{k+1}(p) - B_{k+1}(p)| \quad (4)$$

물체의 이진 마스크(Binary mask)를 생성하기 위해 차분 값에 적당한 문턱 임계치를 부여한다.

$$M_{k+1}(p) = \begin{cases} 1, & \text{if } D_{k+1}(p) \geq T_k \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (5)$$

위와 같은 방법을 통해 물체의 탐지 및 추출을 진행하며 3단계가 종료되면 2단계로 돌아가서 입력 영상에 대하여 연속적인 감시와 수정을 반복한다.

2.3 물체 검출 처리와 흐름

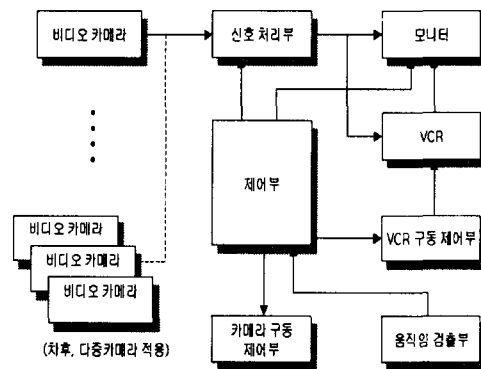


그림 1. 감시카메라에서의 움직임 검출 블록도

그림1 은 본 논문에서 구현하기 위한 CCD 카메라에서의 움직임 검출시스템의 블록도이다. 그림과 같이 CCD 카메라에서의 감시 대상이 되는 영역을 촬영하도록 하나 이상 다수 개가 설치되는 비디오카메라가 존재하여야 되지만 본 논문에서는 1개의 CCD카메라를 적용하여 실험하였다. 비디오카메라에서 영역 내의

서 물체의 존재 유·무를 구분할 수 있는 제어부와 비디오카메라로부터 입력되는 비디오 신호를 신호 처리하는 신호처리부와 촬영된 영상을 후에 재생시켜 볼 수 있도록 녹화하는 VCR(Video Cassette Recorder)와 촬영된 영상을 화면으로 디스플레이하는 모니터와 감시 영역 내에서의 움직임 발생 여부 및 움직임 방향을 검출하는 움직임 검출부 그리고 움직임 검출부의 검출 결과에 따라 카메라 구동을 제어하고 VCR의 녹화 채널 및 상기 모니터의 출력화면 채널을 제어하는 제어부 및 카메라 구동 제어부로 이루어진다.

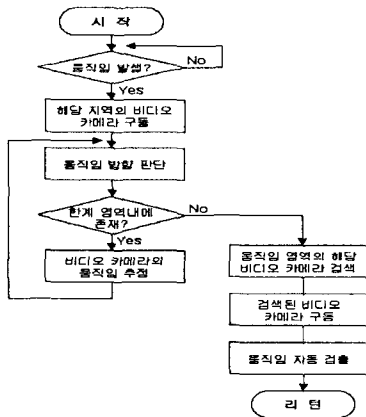


그림 2. 순서도(Flowchat)

III. 실험결과 및 고찰

1. 초기화

감시시스템의 안정성은 초기치에 의존하므로 시스템이 초기화는 가장 중요한 부분이다.

그림3 과 같이 물체의 등장 가상 위치를 선정하기 위해 복도의 북쪽 방향으로 초기화를 정하며 실험을 수행한다.

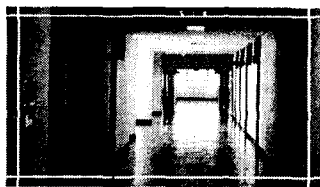


그림 3. 초기화 영역

본 연구에서 사용한 초기화의 영역을 살펴보면 위치 변수로 사용되는 값은 동작 분할 과정에서 바로 얻어지기 때문이다. 여기서 물체가 처음으로 출현한 프

레이미 k-1번째 프레임이라 할 때 물체 속도의 초기값 $v_0(u_0, v_0)$ 은 처음 영상 프레임에서 얻어지는 물체의 중심 x_{ck}, y_{ck} 에 의해 유도되어진다. 크기 변화는 거의 일정하며 회전 변화가 거의 없다고 할 때 초기화는 다음과 같이 표현된다.

$$u_k = x_{c,k} \cdot x_{c,k-1} \quad (6)$$

$$v_k = y_{c,k} \cdot y_{c,k-1} \quad (7)$$

2. Supervisor Threads

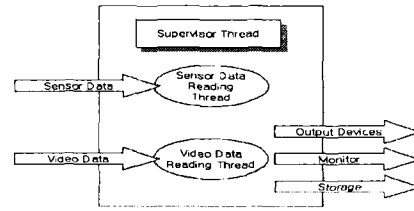


그림 4. 상황 감시 스레드

(1) Sensor Data Reading Thread

Data board(Sensor status)의 내용을 읽어 현재 상황을 판단한다.

(2) Video Data Reading Thread & Output

비디오 버퍼에 있는 데이터를 읽어 화면, 모니터 등으로 출력하며 차후, 읽어 들인 데이터를 판단하여 네트워크를 통해 서버로 전송한다.

3. 움직임 검출

움직임 검출을 위한 스트림 계층에서는 사용자에게 다양한 필터들을 제공한다. 그리고 필터에 따라 다양한 멀티미디어 표현이 가능하다. 필터의 사용으로 응용프로그램이 작성되면 필터에서 이벤트가 발생시 이벤트 매니저(Event Manager)에 의해 멀티미디어 표현을 하게 된다.

(1) 필터(Filter)

필터는 크게 움직임 발생 필터와 형 변환 필터 2가지로 나눌 수 있다. 움직임 발생 필터는 현재 입력된 데이터에 대해 어떤 조건이 만족되는지 아닌지에 대한 응답만 해주는 필터이고, 형변환 필터는 입력된 데이터에 대해 사용자가 원하는 또 다른 데이터 형으로 바꾸는 필터로 입력된 데이터에 대해 데이터의 변형만 있을 뿐, 그 외에 움직임 발생에는 관여하지 않는다. 이러한 필터들은 스트림 내에 존재하며, 스트림이 이 필터들을 관리한다. 이러한 개념을 필터 파이프라인이라 한다.

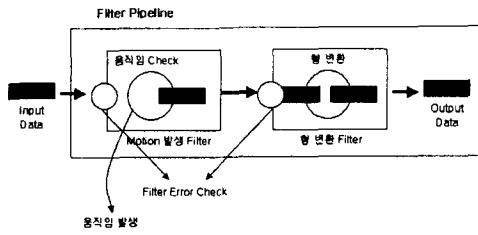


그림 5. 필터의 동작 모델

(2) 움직임 매니저

움직임 매니저에서는 필터에서 발생한 모든 이벤트들을 관리하며, 필터에서 움직임이 발생시 이를 감지하여 움직임에 해당하는 액션들을 실행한다. 그리고 사용자에게 의해 각각의 움직임에 해당되는 액션들이 지정되면 이 내부에서는 움직임과 액션들이 테이블 형태로 존재한다. 움직임 매니저에서는 필터 파이프라인과는 분리되어 있으며, 필터에 의해서 발생하는 동작의 형태의 모델은 그림 6과 같다.

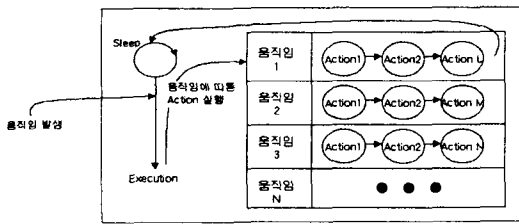


그림 6. 움직임 매니저 동작 모델

4. 설계 모델 및 구현 방법

위의 실험 결과들을 종합해 보면 제안한 감시 카메라의 움직임 추출 방법은 영상의 종류나 이동물체의 형태에 관계없이 비교적 정확하게 원하는 물체를 추출한다는 것을 알 수 있다. 이는 물체 또는 특정 대상들의 위치, 모양 면에서 좋은 결과를 추출하고 있다. 그림 7, 8 은 전체적인 움직임이 발생 가능 지역의 특정 상황에 대비하여 감시대상 지역을 나열하였다.

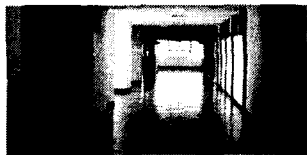


그림 7. 초기화 영역 내의 검출될 영상



그림 8. 이동 물체의 검출

본 논문의 감시대상 지역에서 보완적 측면으로 대상 지역의 자연 배경의 변화 및 밝기의 변화에 조금씩 오류가 발생된 경우 이의 특이한 상황 변화는 없었다. 이는 그 순간의 배경에서 물체의 밝기가 배경 영상의 밝기와 비슷해서 본 필터가 정한 임계치에 의해 추출되기 어려운 적은 차이를 가지고 있기 때문이다. 여기서 그림9는 일정 상수 배경 영상에서의 속도로 움직이는 물체를 추출하였다.

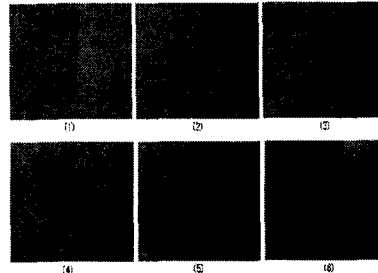


그림 9. 조금씩 변화된 배경 그림

CCD 카메라의 연속적인 과정에서 움직임 영역 추출은 컴퓨터 비전과 패턴인식 등에서 움직임 영역 분할을 위한 기초 처리 과정이 될 뿐만 아니라 추출된 움직임 영역의 영상은 적용 목적에 따라 광류의 계산 및 움직임 추정에 사용됨으로써 비디오 영상 데이터에서 필수적인 기반 기술이다. 또한, 실험과정으로 각 속도의 물체를 추출하는 성능을 살펴보고, 움직임 물체의 시간적 흐름에 따라 변하는 연속 영상에서의 움직임 물체 추출 성능을 실험하였다.

IV. 결 론

본 논문에서는 감시 시스템의 기록과 검색의 효율성을 높이기 위해 감시 영상이 가지는 특징을 충분히 고려하여 영상 처리를 적용하여 배경 영역과 감시할 물체 영역을 분리하여 검색하는 시스템을 설계하였으며, 제안한 영상 시스템은 CCD 카메라로부터 영상을 입력받아서 먼저 감시 대상의 배경화면과 감시할 대상인 물체 영역을 추출하여 카메라에서 이동물체의 생성시 정지 영상으로 실시간 기록함으로써 필요한 때에 즉시 시간별 또는 장소별로 감시 영상을 손쉽게 검색 가능한 시스템으로 구성하였다.

본 논문에서 제안한 영상시스템을 기반으로 한 감시영상의 효율적 기록 및 검색 시스템은 산업계의 각 분야와 무인 경비 및 관리 시스템 등과 같은 일반사회 생활에서 사용되는 감시영상의 기록 및 검색 시스템으로 사용될 수 있다.

참고문헌

- [1] Craig M. Witternbrick, Eric C. Rosen, Darrell D. E. Long, "Real-time System for Managing Environmental Data." Proceeding of Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering, June 1996.
- [2] 이정배, 김인홍, "원격 영상 감시 및 제어 자동화", 정보처리학회지, 1997. 7.
- [4] 이상열, 황병곤, "영상처리에 의한 디지털 비디오 감시 시스템", 한국멀티미디어학회 춘계학술대회 논문집, 2000.
- [5] F. Lavagetto, S. Curinga, "Object-oriented Scene Modeling for Interpersonal Video Communication at Very Low Bit Rate", To be Published in Signal Processing: Image Communication, 1994.
- [6] 박형철, 전병환, "The Search of Optimal Facial Color for the Detection of Face Regions in CCD Camera Images", 자연과학연구, Vol.7 No.1, 1998.
- [7] 서창진, 양황규, "3차원 영상처리 시스템을 이용한 이동물체의 움직임 추정", 산업과학회, Vol.19 No.1, 1999.