

이동 카메라 영상에서 움직이는 물체 검출 및 추적

Detection and Tracking of Moving Object in Moving Camera Images

투고자 : 오 윤 환 (한밭대학교 정보통신전문대학원)

원고매수 : 표지(1), 본문 및 참고문헌(7)

표의 수 : 0 개

그림의 수 : 16 개

이동 카메라 영상에서 움직이는 물체 검출 및 추적

오윤환, 이은주

Detection and Tracking of Moving Object in Moving Camera Images

Yoon-hwan Oh, Eun-joo Rhee

본 논문은 저해상도와 많은 노이즈를 갖는 일반 CCTV의 입력 영상에서 실시간으로 움직이는 물체를 검출하고 그 물체의 움직임을 추적하는 방법을 제안 한다.

본 논문은 CCTV영상으로부터의 입력 영상을 순차를 갖는 명암도 영상으로 실시간 변환 하여 진행 한다. 움직이는 물체의 추출은 첫째, 획득한 영상의 그레이 영상을 포스터라이징을 이용하여 명암 분포를 축소하고 차영상을 통해 윤곽을 추출한다. 둘째, 본 논문이 제안하는 영역 단위 이진화를 통해 이진화와 잡음의 제거를 동시에 수행한다. 셋째, 손실된 정보의 보정을 위해 이진 영상의 팽창을 수행한다. 넷째, 이진 영상의 가로/세로 명암 밀도 분포를 통해 움직이는 물체 영역을 검출한다. 검출된 물체의 추적은 현재 프레임의 물체 영역과 이전 프레임의 물체 영역의 중심을 계산한 후, 두 중심의 거리 차를 계산한다. 계산 된 거리가 임계값보다 작을 경우 같은 물체로 인식하고 계속 추적 하며, 임계값 이상의 값일 경우 새로운 물체로 인식 한다. 추적된 이동물체의 중심점이 화면의 중앙 부분에 있지 않을 경우, 이동물체의 중심으로 카메라의 방향을 조정한다.

실험 결과, 제안한 방법으로 저해상도와 많은 노이즈를 갖는 일반 CCTV의 입력 영상에서도 실시간으로 움직이는 물체를 검출하고, 그 물체의 움직임을 추적 할 수 있었다.

1. 서론

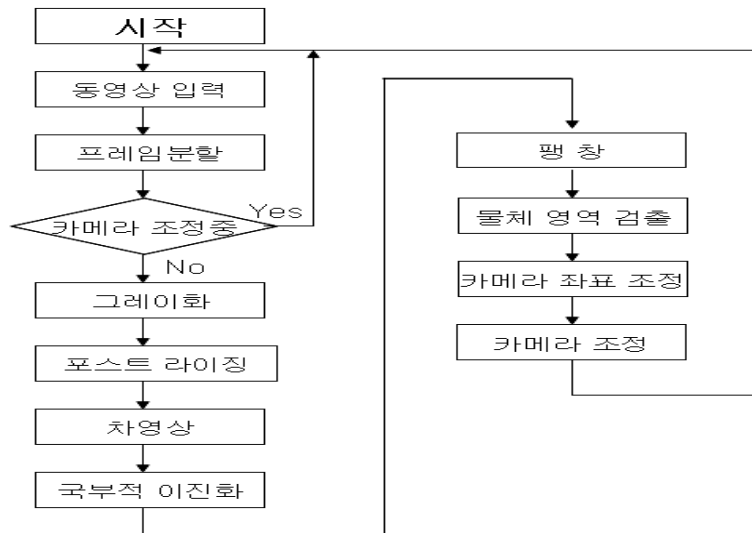
현재 우리 사회는 고기능 컴퓨터의 양산 및 보급이 널리 이루어져 있다. 그에 따라 많은 시간 및 복잡한 계산이 요구 되거나, 단순하고 반복적인 업무를 인간 대신에 수행 하는 대리인으로써 컴퓨터의 활용 분야가 빠른 속도로 확산 되고 있다. 본 논문에서 제안 하는 영상 감시 시스템 분야에서도 인간의 노동력 대신에 컴퓨터의 활용을 증대 하고자 하는 노력이 계속 이루어지고 있다.

현재 많은 영상 감시 시스템이 CCTV카메라로부터 입력 받은 영상을 DVR시스템을 이용하여 저장 하고 사람이 직접 감시하는 방법을 이용하고 있으며, 경우에 따라 각종 전자 센서 및 영상처리 기술을 이용하여 능동적인 감시 시스템을 구현 하고 있다. 그러나 아직까지 대부분의 경우 사람의 시각 인지 정보와 판단이 주가 되고 있으며, 컴퓨터만을 이용하여 구축된 신뢰할 만한 지능적 감시 시스템은 찾아보기 어렵다. 그리고 이미 시중에 보급된 감시카메라의 경우 저해상도와 렌즈 또는 영상 센서 자체에서 발생하는 잡음에 의해 감시의 자동화를 위해서 시스템 전체를 바꿔야 하는 경우도 빈번하게 일어나고 있다.

본 논문은 현재 감시 시스템으로 보편화되어있는 DVR시스템과 유사한 환경을 이용하여 실시간으로 얻어진 영상에서 움직이는 물체를 찾아 그 물체의 움직임을 추적하는 간단한 시스템을 제안한다. 본 논문에서 시행한 실험에서는 감시영상에 동시에 많은 물체가 움직이는 경우는 배제 하였으며, 하나의 물체만이 움직인다고 가정한다. 본 논문의 전체 구성은 2장에서 물체 검출 및 추적에 대해서, 3장에서 실험 및 고찰을 기술하였고, 4장은 결론을 기술 하였다.

2. 움직이는 물체 검출 및 추적

본 장에서는 움직이는 물체를 검출하고 추적하는 과정을 설명 한다. 먼저, 입력 영상을 프레임별로 나눈후, 그레이 영상을 획득 한 뒤 8단계-포스터라이징을 수행한다. 물체 영역을 추출하기 위하여 움직이는 물체를 검출하는 방법 중 하나인 차영상을 이용한다. 얻어진 차영상의 영역 단위 이진화를 통하여 전체의 이진화 영상을 구한다. 차영상 및 이진화 과정에서 손실된 객체의 특징을 보정하기 위하여 이진화 영상에 팽창을 수행한다. 팽창까지 수행된 영상에서 행과 열 각각의 화소 밀도 분포를 이용하여 물체 영역을 결정한다. 검출된 물체 영역에서 중심을 구하고 미리 정의된 카메라 중심과의 가로 세로 거리차를 구하여 카메라 각의 조정을 수행 한다. 그림 1은 설명한 내용을 도시화 한 것이다.

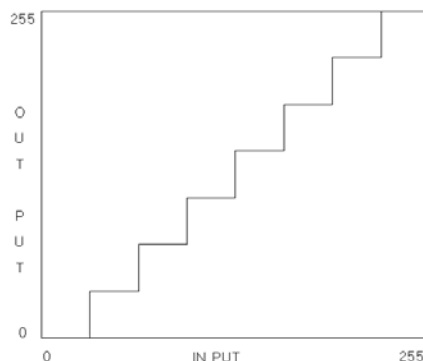


(그림 1) 전 과정의 흐름도

2.1 포스터라이징(Posterizing) 및 차영상

입력 영상을 각각의 프레임으로 나눈후, 입력영상의 그레이 영상을 획득한다. 본 논문의 실험에서 사용한 입력 장치는 YUV포맷을 지원 하는 장치로써, 별도의 처리 없이 Y값을 이용한 그레이 영상을 획득하였다. 획득한 영상은 0에서 255까지의 명암 분포를 갖고 있으며 이는 두 영상 간 차연산을 수행하는 경우에 결과 값에 많은 오차를 발생 시키는 원인이 된다. 이러한 문제를 극복하기 위하여 8단계-포스터라이징을 통하여 명암값 분포를 축소하는 방법을 이용하였다[Randy Crane, 1997].

포스터라이징은 영상에서 화소가 가질 수 있는 명암값의 범위를 축소한다. 본 논문에서는 명암 값의 범위를 2단계, 4단계, 8단계에 걸쳐 축소 시켜 실험 하였으며, 그중 원 영상 본래의 명암 분포와 가장 유사한 분포를 갖으면서 만족할 만한 명암 분포의 축소 결과를 보이는 8단계-포스터라이징을 이용하여 실험을 진행 하였다. 그림 2는 8단계-포스터라이징의 변환 그래프이다.



(그림 2) 8단계-포스터라이징 변환

포스터라이징까지 수행한 영상(f1)은 이전 프레임의 포스터라이징 영상(f2)과 차영상을 수행 한다. 차영상의 유용한 점은 영상들 사이에서의 차이 향상이다. 이는 동일한 배경에 움직이는 물체가 있는 영상이 일련의 순서를 가지고 입력되는 경우 영상 간의 차이를 이용하여 움직이는 물체를 빠르고 정확하게 찾아 낼 수 있는 장점이 있다. 본 논문도 이 방법을 이용하여 연속하여 입력되는 프레임들 간의 차이를 구하였으며 구해진 차이 정보를 물체의 영역 정보로 규정하고 실험을 진행 한다.

f1(x, y)과 f2(x, y)로 표현된 두 프레임간의 차이 영상 d(x, y)는 f1과 f2로부터 서로 대응되는 화소들의 모든 쌍들 사이의 차를 계산함으로써 얻어진다[Gonzalez외 1명, 2002].

$$d(x, y) = f1(x, y) - f2(x, y) \tag{1}$$

d(x, y)의 값은 -255에서 255까지의 분포를 보일 수 있는데, 음의 정보는 불필요하기 때문에 일반적으로 0이하 값은 0으로 치환 한다[이은미 2002]. 본 논문에서는 차영상 이후 나타나는 객체의 에지 및 특징을 더욱 강조하기 위하여 식(1)을 약간 변형한 차이값의 절대값을 이용하여 d(x, y)를 결정 한다.

$$d(x, y) = | f1(x, y) - f2(x, y) | \tag{2}$$

2.2 영역 단위 이진화와 잡음 제거

현재 처리 영상은 8단계-포스터라이징과 차영상을 통하여 움직이는 물체를 검출 하는데 불필요한 많은 정보가 제거 되었으며, 반대로 관심 정보인 물체영역의 정보는 부각 되었다. 그러나 아직까지 제거 되지 않은 많은 정보와 차영상에서 절대값을 이용한 값 결정, 대응 되는 픽셀간의 상반되는 밝기값 등이 원인이 되어 발생한 오차들이 임펄스 잡음(Impulse Noise)의 형태로 남아 있다. 임펄스 잡음을 제거하기 위해 평균 필터, 미디언 필터, 대역제거 필터 등 능률적이고 보편적인 방법론이 이미 존재하지만 본 실험을 진행하며 위에 언급한 방법들을 적용 하였을 때 계산 속도가 느리거나 잡음의 효율적인 제거를 보이지 못했다.

아직까지 남아있는 잡음 제거함과 동시에 정보를 더 축소하기 위해 본 논문에서는 영역 단위 이진화를 제안한다. 차영상 까지 수행한 영상 d(x, y)의 각 화소 중심 3x3크기의 부분 영역의 모든 화소값을 곱하고, 이때의 응답 R이 임계값(thr)이상의 값이면 255를 그 외의 경우에는 0으로 값을 결정한다.

$$R = d(x-1, y-1) * d(x, y-1) * \dots * d(x, y+1) * d(x+1, y+1) \tag{3}$$

$$\begin{aligned} & \text{if } (R \geq thr) \text{ then } R = 255 \\ & \text{else } R = 0 \end{aligned} \tag{4}$$

2.3 팽창

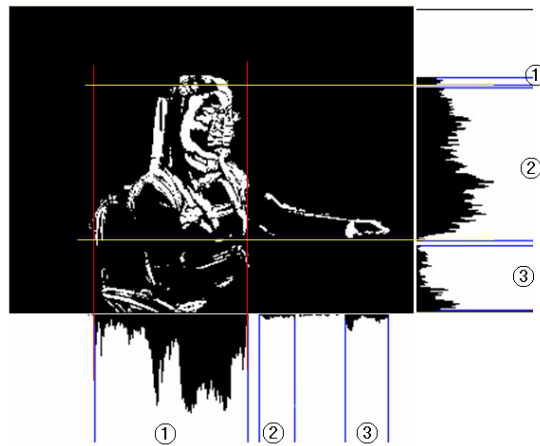
영역 단위 이진화를 통하여 잡음이 제거된 영상 l(x, y)에 남아있는 물체영역의 특징을 부각 시키고 끊어진 연결성을 복원하기 위하여 팽창(dilation)기법을 이용한다. 구조 요소 B에 의한 집합 A의 팽창은 B와 A가 적어도 한 개 요소에 의해 겹쳐지도록 모두 z만큼 전치되도록 하는 것이다[Gonzalez외 1명, 2002].

$$A \oplus B = \{z \mid [(B)z \cap A] \subseteq A \} \tag{5}$$

팽창의 수행은 회선(convolution) 기법의 수행과 비슷하다. 본 논문에서는 3x3크기의 구조적 요소를 이용하여 팽창을 수행했으며 구조적 요소의 각 계수는 1이다. 구조적 요소와 대응 되는 영상 l(x, y)의 부분 영상의 각 화소에 한 화소라도 255의 값을 가지고 있다면 영역을 확장해 나간다.

2.4 물체영역 결정 및 추적

팽창까지 수행함으로써 해서 물체가 움직였을 것으로 기대 되는 관심 영역만이 남아 있는 0또는 255의 밝기 값만을 갖는 2진 영상을 획득 하였다. 구해진 2진 영상에서 움직이는 물체 영역의 검출은 가로/세로 명암 밀도 분포를 이용한다[구상훈, 2002]. 먼저 x축과 y축의 이진변환 밀도를 계산한 후, 연결된 구간의 이진변환 밀도의 누적값을 계산한다. 그 누적값 중에서 최대인 영역 중 x, y축의 최대 누적값 영역의 공통 영역을 이동물체 영역이라고 정의한다. 결정 된 영역이 정의된 기준 영역보다 작거나 영상 전체에 걸쳐 분포 하게 되면 오인식으로 처리 한다. 아래 그림 3은 물체 영역 결정 과정을 표시하였다.



(그림 3) 물체 영역 결정(x축:1번, y축:2번)

검출된 물체의 추적은 물체 영역의 중심을 이용한다[한준현, 2006]. 현재 프레임의 물체 영역과 이전 프레임의 물체 영역의 중심을 계산한 후, 두 중심의 거리 차를 계산한다. 그 거리가 실험에 의해 정한 임계거리 이상이면 다른 물체로 판단하고, 새로운 추적을 시작한다. 거리가 임계거리 미만이면 동일한 물체로 판단하여 추적을 계속한다. 추적된 이동물체의 중심점이 화면의 중앙 부분에 있지 않을 경우, 이동물체의 중심으로 카메라의 방향을 조정한다. 그리고 카메라를 조정하는 경우, 조정에 따른 오차를 최소화하기 위하여 이동물체 검출 및 추적을 잠시 중단 한다.

3. 실험 및 고찰

본 논문의 실험 환경은 천정형 팬틸트(PanTilt)카메라와 영상 캡처 보드를 이용하여 320*240 크기의 동영상 초당 30프레임으로 캡처하였고, CPU는 Pentium4 3.2GHz, 1GB RAM을 사용했으며, 장비와의 통신은 RS232C를 이용하였다. 알고리즘 구현은 Borland C++를 이용하였다.

물체 검출을 위한 처리는 형태 정보를 유지하면서 정보의 양을 줄이기 위해 포스트라이징을 수행하고 현재 프레임과 이전 프레임의 차영상을 수행하였다. 잡음의 제거와 손실된 정보의 복구를 위해 제안한 영역 단위 이진화와 팽창 기법을 이용하였다. 개선된 영상에서 이진 변환 밀도값을 이용하여 움직이는 물체를 검출하고 카메라의 조사각을 조정하였다.

아래 그림4는 현재 프레임과 이전 프레임 영상이 작업의 흐름에 따라 나타내어 지는 원영상, 그레이화 영상, 포스트라이징 영상, 차영상, 영역 단위 이진화 영상 그리고 팽창까지 수행한 영상이다.



(그림 4.1.2) 이전 프레임 영상



(그림 5.1.1) 현재 프레임 영상



(그림 4.2.2) 이전 프레임의 그레이 레벨



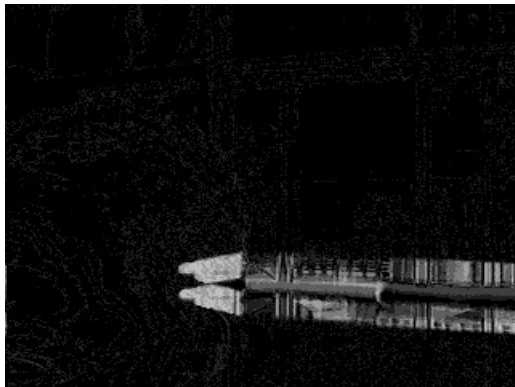
(그림 4.2.1) 현재 프레임의 그레이 레벨



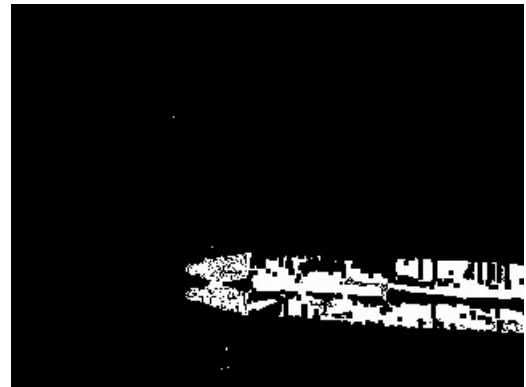
(그림 4.3.2) 이전 프레임의 포스터라이징



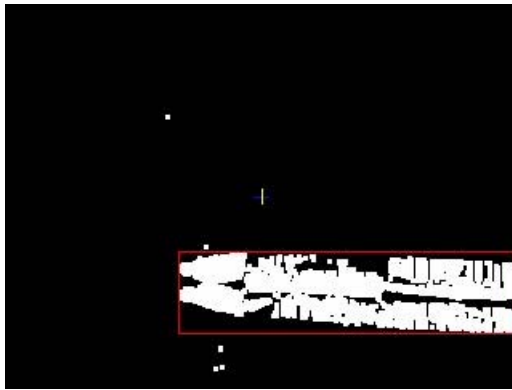
(그림 4.3.1) 현재 프레임의 포스터라이징



(그림 4.4.1) 차영상 결과



(그림 4.4.2) 영역단위 이진화 결과



(그림 4.4.3) 팽창후 영역 결정 영상

아래 그림 5는 검출된 객체를 추적하는 모습이다.



(그림 5.1.1) 수평 방향 움직임 검출



(그림 5.1.2) 카메라 조정 후 영상



(그림 5.2.1) 수직 방향 움직임 검출



(그림 5.2.2) 카메라 조정후 영상

제안한 방법은 이진화 영상에서 객체의 특징을 보강하기 위한 팽창 과정에서 몇몇의 임펄스 노이즈가 다시 강조 되는 현상을 보였으나, 화소의 이진 밀도의 누적값을 구하는 과정에 크게 영향을 주지 않았다.

물체 영역을 검출 하는 과정에서 검출된 객체 외에 의도하지 않은 다른 객체의 출현은 이진 밀도 값이 겹치는 곳에서의 영역의 비정상적인 확대, 프레임간 서로 다른 객체의 검출 등의 추적 실패를 초래했으며, 검출 된 객체가 너무 빠른 움직임을 보이는 경우에도 다른 물체로 인식하고 새로 추적을 시작하는 모습을 보였다.

4. 결 론

본 논문은 물체 영역을 검출하기 위해 먼저 컬러 영상(YUV포맷)으로 들어온 원본 이미지의 그레이 영상을 획득한 후, 명암도 분포를 축소하기 위하여 포스터라이징을 수행한다. 현재 프레임의 포스터라이징 영상과 이전 프레임의 포스터라이징 영상의 차영상을 통하여 프레임 간 차이가 많아 움직임이 발생했을 것으로 생각 되는 영역을 획득한다. 획득한 영상의 잡음을 제거하기 위하여 영역 단위 이진화 과정을 거치고, 물체 영역의 정보를 부각 시키기 위하여 팽창을 수행 하였다. 팽창까지의 전처리를 완료한 영상은 물체 영역만을 갖는 2진 영상이다. 움직인 물체의 검출은 2진 영상의 가로/세로 이진 변환 밀도값을 구하고 밀도값의 누적 값이 가장 큰 영역을 물체 영역으로 결정한다. 물체의 추적은 연결된 프레임 간에 물체가 움직이는 영역은 일정한 분포를 갖는 다는 점을 이용하여 이전 프레임과 현재 프레임에서의 물체의 중심값을 차이를 구하고, 이 값이 일정범위 안에 존재하게 되면 동일한 물체로 규정하고 추적하였다.

실험 결과, 본 논문은 개인용 컴퓨터와 일반 팬틸트 카메라를 이용하여 현재 많이 사용되고 상용화된 감시시스템과 유사한 환경을 구축하고, 고성능 카메라가 아닌 일반적인 보안 시스템에서의 물체 검출과 추적을 할 수 있음을 보임으로 해서 기존 감시 시스템 환경에서 최소한의 추가 비용으로 더욱 발전적인 감시 시스템을 구현 할 수 있음을 증명 하였다.

본 논문은 감시의 대상이 단일 객체임을 가정 하고 실험을 진행 하였다. 향후 다수의 물체를 검출 하고, 그 중 추적할 대상을 자동으로 결정 하여 다른 객체의 움직임에 영향을 받지 않고 추적 할 수 있는 연구와 경우에 따라 다수의 객체를 동시에 추적 할 수 있는 연구가 필요하다. 제안된 방법은 로봇 비전, 공장 자동화에서 공정의 정지 없이 품질 검사를 위한 영상 획득, 무인 차량의 상황 인지 시스템 등의 전처리 과정으로 활용 될 것으로 기대된다. 또한 추적에 대한 신뢰도를 인정받게 되면 상용화된 감시 시스템과 결합하여 지능형 감시 시스템(침입탐지, 경보, 치안요원 출동요구등)으로 발전 될 것으로 사료 된다.

참고문헌

- [1] 구상훈 “에지 정보와 히스토그램 분석에 의한 움직이는 물체 검출 및 추적“, 한밭대학교 정보통신전문대학원 컴퓨터공학과 석사학위 논문, 2002, pp. 17-18
- [2] 권준식, 김동욱, 김진태, 김태은, 송호근, 차국찬, 차종호, 최종수, 「디지털 영상처리 이론 및 응용」, 홍릉과학출판사, 2002
- [3] 이은미, "획득영상에서 움직이는 물체 검출 및 추적", 한밭대학교 컴퓨터공학과 석사학위 논문, 2002, pp 10-12
- [4] 한준현, “Pan-Tilt 카메라를 이용한 이동 물체 검출 및 추적”, 한밭대학교 컴퓨터공학과 석사학위 논문, 2006
- [5] Crane Randy, 「A Simplified Approach to Image Processing - classical and modern techniques in C」, Prentice Hall, 1997
- [6] Gonzalez. Rafael C and Richard E. Woods, 「Digital Image Processing 2nd Edition」, Prentice Hall, 2002
- [7] Techno Vision, "Secumera Pro Protocol manual - 카메라 프로토콜 및 동작 설명서", pp.1-15