

영상 센서 및 적외선 센서 융합기반 물체 추적 및 화재감시 시스템 구현

Sensor Fusion of Image and IR for Object Tracking and Fire Monitoring

*박재열¹, #심재홍², 박승훈³, 홍경택⁴, 이의태⁵

*J. Y. Park¹, #J. H. Shim(jhshim@kpu.ac.kr)², K.T. Hong²

^{1,2,3,4,5}한국산업기술대학교 메카트로닉스 공학과

Key words : Sensor, Fusion, Image, IR, Object, Tracking, Monitoring, Fire

1. 서론

최근 영상을 이용한 감시 시스템이 많이 개발되어 있으나 현재 나와 있는 시스템의 경우 침입자 감시 기능 또는 화재감시 기능만을 각자 가지고 있는 경우가 대부분이다. 또한 화재감시의 경우 고가의 열적외선 카메라를 이용하거나 영상의 컬러 정보를 이용하는 방법이 있으나 열적외선 카메라의 경우 고가의 장비이고, 영상의 컬러를 이용하는 방법의 경우 불의 색상과 모양을 비교하므로 오작동의 확률이 높다. 따라서 본 논문에서는 영상과 적외선 센서를 이용하여 화재감시 시 오작동 확률을 낮추고 이동물체 등장 시 물체의 이동 방향을 추적하는 방법을 제안 하고자 한다.

본 논문의 구성은 화재감시와 이동물체 추적을 위해 2장에서는 배경제거 방법과 이동물체 이동 방향 판별 방법을 설명하고, 3장에서는 화재감시 방법을 설명하며, 4장에서는 결론을 언급하였다.

2.영상의 밝기 값을 이용한 배경제거

영상에서 배경을 제거 하는 방법에는 단순 차영상을 이용하는 방법과 배경에대한 가우시안 혼합 모델을 이용하여 제거하는 방법, 밝기 값을 이용하여 배경을 제거하는 방법이 있다. 단순 차영상의 경우 배경 영상과 동적 영상의 차이를 동적 물체라 판단하는데 이때 데이터의 손실의 이유로 정확한 판단이 어렵고 가우시안 혼합 모델의 경우 연산 속도가 오래걸리는 단점이 있다. 본 논문에서 사용한 밝기 값을 이용한 배경제거[1]의 경우 파라미터 값에 따라 명암에 따른 오차를 줄일 수 있고 배경영상을 계속 업데이트 하므로 물체가 등장하고 일정 시간 정지하는 경우 이것또한 배경으로 간주하는 장점이있다. 따라서 이에 관한 방법을 설명 하고자

한다.

영상정보의 휘도 I를 다음과 같이 정의한다.

$$I = \bar{I} + \sigma \sin(2\pi wt) + k\xi \quad (1)$$

여기서 \bar{I} 는 밝기 값의 평균, σ 는 휘도의 진폭, w 는 밝기의 주파수, t 는 시간, $k(-1 < k < 1)$ 는 계수 ξ 는 카메라 노이즈의 최대값을 나타낸다. 배경이라 판단하는 휘도 I의 범위는 다음과 같다.

$$\bar{I} - \sigma - \xi \leq I \leq \bar{I} + \sigma + \xi \quad (2)$$

시간에 따라 변하는 \bar{I} 와 σ 는 다음과 같이 정의한다.

$$\bar{I}' = (n - 1)/n \times \bar{I} + 1/n \times I \quad (3)$$

$$\sigma' = (n - 1)/n \times \sigma + 1/n \times \sqrt{2 \times (I - \bar{I})^2} \quad (4)$$

여기서 n 는 갱신속도 매개변수 이다.

(3)식과 (4)식에서 밝기의 평균치를 원래값으로 유지한다고 하면 다음과 같이 식을 정리 할 수 있다.

$$\bar{I}' = I \quad (5)$$

$$\sigma' = (m - 1)/m \times \sigma + 1/m \times \sqrt{2 \times (I - \bar{I})^2} \quad (6)$$

여기서 $m(m \geq n)$ 은 갱신속도 매개변수이다.

(3)식을 이용하여 배경의 초기 \bar{I} 를 구하고 (4)식을 이용하여 초기 σ 를 구한 다음 동적물체가 등장할 때 (5)식과 (6)식을 이용하여 (2)식의 관계식을 구하여 Fig.1에서 보는바와 같이 배경과 동적물체를 구분한다. 배경이 제거된 영상에서 동적물체의 이동방향 분석은 배경이 제거된 영상으로 이진영

상을 만든다. Fig.2에서 보는바와 같이 만들어진 이진 영상에 대하여 Blob영역을 만들어준다. 생성된 Blob영역 중 최대 크기를 갖는 영역을 관심영역으로 지정 하고 그 영역의 중심점의 이동에 따른 이동 방향을 문자로 표시한다.



Fig.1 촬영 영상(우) 배경제거 영상(좌)

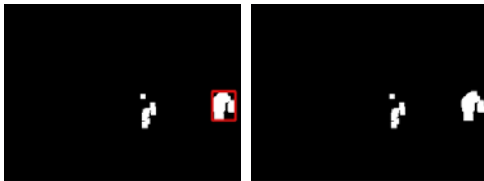


Fig. 2 이진 영상(우) Blob설정 영상(좌)

3. 화재감지

본 장에서는 영상 센서와 적외선 센서를 융합한 화재감지 방법에 대해서 기술하고자 한다.

영상정보를 이용한 화재검출 방법에는 가우시안 혼합 모델을 이용한 판별 방법[3]과 불의 특징적인 히스토그램을 이용한 방법[4], 컬러 모델을 이용한 방법[2]이 있다. 본 논문에서는 컬러 모델을 이용한 화재검출 방법을 이용하였다. 컬러 모델을 이용한 방법에는 색상의 영역 즉, RGB, HSI, YCbCr의 다양한 영역이 있는데 이 중에서 디지털 비디오에서 주로 사용하는 YCbCr 컬러 모델을 사용하였다.

여기서 Y는 휘도(빛의 양), Cb는 청색성분과 기준 값 간의 차이, Cr은 적색성분과 기준 값 간의 차이이다. RGB영역에서 YCbCr영역으로의 변환은 (7)식에 의해 변환된다.

$$\begin{bmatrix} Y \\ Cb \\ Cr \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 128 \\ 128 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ -0.169 & -0.331 & 0.500 \\ 0.500 & -0.419 & -0.081 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (7)$$

(7)식 으로 인해 변환된 YCbCr 색상을 이용하여 화재 영역에서 일정한 패턴을 가지는 YCbCr값과 비교하여 화재를 검출한다. 식 (8),(9),(10)을 적용하여 화재 검출에 필요한 임계치를 구한다.

$$F_{(x^*,y^*)} = \begin{cases} 1 & \text{if } |Cr - Cb| \geq \gamma \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (8)$$

$$F_{(x^{**},y^{**})} = \begin{cases} 1 & \text{if } Y \geq \lambda \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (9)$$

$$F_{(x^{***},y^{***})} = F_{(x^*,y^*)} \times F_{(x^{**},y^{**})} \quad (10)$$

식 (8),(9),(10)에서 사용되는 상수 값인 γ 와 λ 를 평균을 통하여 구한 γ 와 λ 값이 각각 $\gamma \geq 35$ 이고 $\lambda \geq 150$ 일 때 화재 영역으로 1차 검출을 한다. 1차 검출 이후 화재영역에 대해서 적외선 센서를 이용하여 2차 검출로 온도를 측정한다. 온도 측정 시 측정 물체 주변온도와 적외선 센서 주변 온도를 비교하여 측정값의 변화가 30℃ 이상 차이가 발생하면 화재로 인식 하게 된다.

4. 결론

본 논문에서는 설명 한 센서 융합 기술은 기존의 영상을 이용한 화재감지기술 이나 열적외선 카메라를 이용한 방법보다 저렴한 비용이나 정확하게 화재를 감지하고, 침입자 감시 기능을 더함으로써 무인 감시 시스템의 안정성과 신뢰성을 높일 수 있는 가능성을 제시하였다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부 산업원천기술개발사업의 “대규모 지능형 협업 무인감시 시스템 원천기술 개발과제” 로 지원받아 수행한 결과입니다.

참고문헌

1. 森田 真司, 山澤 一誠, 寺沢 征彦, 横矢 直和: "全方位画像センサを用いたネットワーク対応型遠隔監視システム", 電子情報通信学会論文誌 (D-II), Vol. J88-D-II, No. 5, pp. 864-875, (2005.5)
2. 장대웅 “YCbCr 컬러모델과 질감을 이용한 불 검출 기법에 대한 연구”, 부경대학교 산업대학원 공학 석사 학위 논문, 2011.
3. 박장식, 김현태, 유운식 “Gaussian 혼합모델을 이용한 영상기반 화재검출 알고리즘”, 한국 전자통신학회, 2010.
4. 전형석, 염동희, 주영훈 “영상기반 지능형 무인 화재감시 시스템”, 한국지능시스템학회, 2010.