

감시이동로봇에서 대상물검출을 위한 모호턱값화의 한가지 방법

신영철, 최명성, 량경일

감시이동로봇에서 시각체계를 통해 사람을 정확히 포착하여 추적하자면 화상전처리를 잘해야 하며 여기서 중요한것은 대상물과 배경을 분리하기 위한 턱값을 자동적으로 결정하는 문제이다.

선행한 자동턱값화방법들[1-4]에서는 일반적으로 농담기둥도표에 대하여 배경과 대상물을 분리하기 위한 평가함수를 만들고 대역적최소값을 탐색하는 방법으로 턱값을 선택하였다.

그러나 이 방법은 배경과 대상물이 명백히 구별되는 간단한 환경에 대하여 농담기둥도표가 단봉우리함수로 되는 경우에만 가능하며 임의의 복잡한 환경에서 평가함수가 여러개의 골짜기를 가지는 다봉성함수로 나타날 때에는 대역적최소값을 탐색하기 어려운것으로 하여 턱값을 자동적으로 선택할수 없는 결함이 있다.

이로부터 논문에서는 모호무리화방법을 적용하여 대역적최소값을 탐색하지 않으면서 배경과 대상물을 분리하기 위한 턱값을 자동적으로 탐색하는 알고리즘을 제안한다.

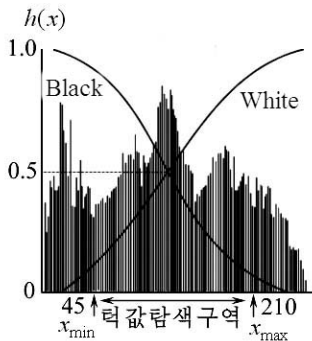


그림 1. 농담기둥도표를
리용한 모호모임의 분할

그림 1은 농담화상을 대상물의 정보가 포함된 모호모임 Black와 배경부분을 나타내는 모호모임 White로 분할하는 과정을 보여준다. 여기서 x_{\min} , x_{\max} 는 화상턱값을 결정하기 위한 탐색구역을 나타내는 값으로서 사용자에게 따라 정의되는데 보통 50, 200으로 선택한다. 모호모임 White의 성원함수와 Black의 성원함수는 각각 다음과 같다.

$$\mu_{\text{White}}(x) = \begin{cases} 0, & x < a \\ 2[(x-a)/(c-a)]^2, & a \leq x \leq b \\ 1-2[(x-c)/(c-a)]^2, & b < x \leq 255 \\ 1, & x > 255 \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu_{\text{Black}}(x) = 1 - \mu_{\text{White}}(x) \quad (2)$$

위의 식에서 모호모임을 나타내는 성원함수는 파라메터 a , b , c 에 의해 규정되는데 2개의 모호모임에 대하여 이것들을 구하는 과정은 다음과 같다.

$$b = \frac{\sum_{i=x_{\min}}^{x_{\max}} x_i h(x_i)}{\sum_{i=p}^q h(x_i)}, \quad a = 2b - c \quad (3)$$

$$c = b + \max\{|b - x_{\max}|, |b - x_{\min}|\} \quad (4)$$

여기서 $h(x_i)$ 는 i 번째 농담준위를 가지는 x_i 의 개수를 전체 화소수로 나눈 값을 나타낸다. 또한 b 는 탐색구역안에 놓이는 농담기등도표로 이루어진 도형의 중심값으로서 이 점에서 2개의 모호모임의 성원도는 각각 0.5이다. 그리고 a, c 는 모호모임의 초기점과 마지막점을 나타내는 파라미터이다.

모호무리화를 리용하여 화상속에서 대상물과 배경을 분리하기 위한 턱값을 자동적으로 계산하는 알고리즘은 다음과 같다.

① 매 농담준위 x_i ($x_{\min} \leq i \leq x_{\max}$)에 대하여 다음의 식에 따라 거리를 계산한다.

$$d_{\text{Black}}(i) = (\mu_{\text{Black}}(x_i) - \varphi_1(x_i))^2, \quad \psi(B) = \frac{1}{n} \left(\sum_{i=x_{\min}}^{x_{\max}} d_{\text{Black}}(i) \right)^{1/2} \quad (5)$$

$$d_{\text{White}}(i) = (\mu_{\text{White}}(x_i) - \varphi_2(x_i))^2, \quad \psi(W) = \frac{1}{n} \left(\sum_{i=x_{\min}}^{x_{\max}} d_{\text{White}}(i) \right)^{1/2} \quad (6)$$

여기서 $\varphi_1(x_i), \varphi_2(x_i)$ 는 각각 다음과 같다.

$$\varphi_1(x_i) = \begin{cases} 0, & \mu_{\text{Black}}(x_i) < 0.5 \\ 1, & \mu_{\text{Black}}(x_i) \geq 0.5 \end{cases}, \quad \varphi_2(x_i) = \begin{cases} 0, & \mu_{\text{White}}(x_i) < 0.5 \\ 1, & \mu_{\text{White}}(x_i) \geq 0.5 \end{cases}$$

② 정규화인자 α 를 다음의 식에 따라 계산한다.

$$\alpha = \frac{\psi(W)}{\psi(B)} \quad (7)$$

③ 농담준위 x_{\min} 부터 시작하여 x_{\max} 쪽으로 가면서 $\alpha \cdot d_{\text{Black}}(i)$ 가 $d_{\text{White}}(i)$ 보다 커지는 순간의 첫번째 값을 대상물과 배경을 가르는 화상턱값(그림 2)으로 한다.

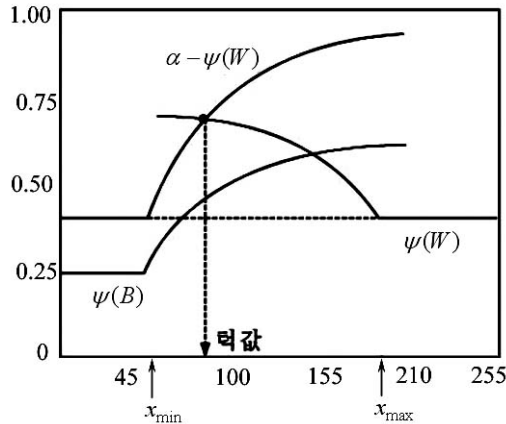


그림 2. 화상턱값의 결정

이 방법은 봉우리가 여러개인 다중농담기등도표(Multimodal Histogram)에 대하여 대역적최소값을 탐색함이 없이 대상물과 배경을 구별할수 있는 턱값을 자동적으로 생성한다는 우점이 있다.

제안된 방법의 효과성을 검증하기 위하여 Core2 Duo(1.66 GHz) 컴퓨터와 다침판을 리용하였다.

또한 제안된 감시이동로보트는 Windows연산체계 환경하에서 동작하고 모든 응용프로그램은 Microsoft VC++로 작성되었으며 실시간적으로 동작하면서 무선조종이 가능하게 설계되었다.

그리고 촬영기는 33Hz에서 동작하며 분해능은 320×240 pixels이다. 제안된 방법을 시험하기 위하여 그림 3의 ㄱ)와 같은 화상에 대하여 선행한 방법[2]과 제안된 방법에 의하여 화상을 턱값화한 결과는 그림 3의 ㄴ), ㄷ)와 같다.

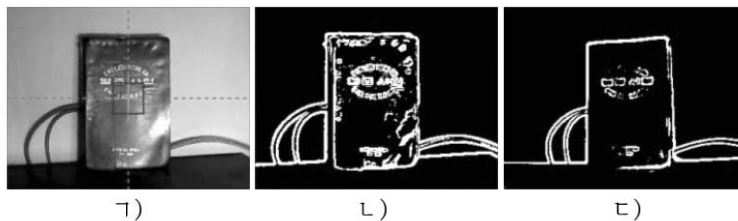


그림 3. 실험결과

ㄱ) 원화상, ㄴ) sobel방법, ㄷ) 제안된 방법

실험결과 얻어진 턱값은 각각 110, 125이다. 실험결과가 보여주는바와 같이 대상물을 검출하기 위한 가장 좋은 토막화화상을 얻기 위하여서는 모호턱값화방법을 리용하여야 한다는것을 알수 있다.

맺 는 말

어떤 평가함수에 대한 최소화방법에 기초하지 않은 히스토그램턱값화방법을 제안하였다. 히스토그램턱값은 농담준위값들사이의 류사성에 따라 결정된다. 모호알고리즘은 이러한 수학적모형을 얻는데 리용되게 된다. 제안된 방법과 이전 방법과의 비교분석을 위해 실험을 진행한 결과 제안된 방법의 우월성이 검증되었다. 이렇게 결정된 턱값은 히스토그램에 대하여 절대적인 최소값일수도 있고 그렇지 않을수도 있다.

참 고 문 헌

- [1] Nicola Bellotto et al.; IEEE Trans on Systems, Man, and Cybernetics, 39, 1, 167, 2009.
- [2] S. Lim et al.; IEEE Transactions on Image Processing, 14, 8, 1 074, 2005.
- [3] Zhen Tang et al.; IEEE International Workshop on 12, 10, 38, 2007.
- [4] Zhen Yu et al.; Proceedings of the 7th Asian Control Conference, 27, 8, 1 594, 2009.

주체104(2015)년 2월 5일 원고접수

Moving Object Detection for Mobile Security Robots

Sin Yong Chol, Choe Myong Song and Ryang Kyong Il

We propose tracking control method with a pan-tilt camera and a passive infrared range (PIR) sensor to detect the moving object based on consecutive frame difference. The proposed method is excellent in real-time performance because it requires only a little memory and computation. Experiment results show that this method can detect the moving object such as human efficiently and accurately in non-stationary and complex indoor environment.

Key words: mobile robot tracking, pan-tilt camera, human detection