

조명광 변화에 강인한 영상 감시시스템 구현

정용배* · 김정현* · 김태효**

Implementation of a Robust Visual Surveillance System for the Variation of Illumination Lights

Yong-Bae Jung* · Jung-Hyeon Kim* · Tae-Hyo Kim

이 논문은 2005년도 경남대학교 학술연구비를 지원받았음

요 약

본 논문에서는 영상 감시시스템의 중요한 조건인 주위의 조명 광이 변화하는 환경 하에서도 감시의 효율을 개선 할 수 있는 알고리듬을 고안하고 이를 실험을 통하여 확인하였다. 감시 시스템의 어려운 처리 과정들 중 하나인 카메라로 들어오는 조명 광의 변화에 대처할 수 있는 영상처리 기법으로서 기존의 감시 시스템들은 이러한 변화에 따른 오차 특성을 고려하지 않았다. 실제로, 영상 감시시스템에 미치는 영향들로는 야간의 미약한 영상정보 그리고 조명의 반사나 등이 있으며, 이러한 영향은 정확한 물체를 인식하는데 많은 오차를 발생시킨다. 특히 야간영상에서 미약한 영상정보와 노이즈로 인한 오차특성은 감시시스템의 성능을 가늠할 정도로 그 영향이 크다.

따라서 본 논문에서는 조명 광의 변화에 강인한 필터를 설계하고, 히스토그램 분석과 가보 필터를 이용하여 효과적으로 이동물체를 인식 및 추적할 수 있는 시스템을 제안하였다. 그 결과 조명 광이 좋은 상태인 주간에는 인식률이 이동 물체의 수에 대하여 약간의 차이가 있으나, 92~100%의 인식률을 보였고, 야간의 경우 조명이 미약한 상태에서도 80~90%의 인식률을 보였다.

ABSTRACT

In this paper, the algorithm which improve the efficiency of surveillance in spite of the change of light is proposed and confirmed by virtue of the experiments. One of the problems for the implementation of visual surveillance system is the image processing technique to overcome with the variations of illumination lights. Some conventional systems are generally not considered the error due to the change of lights because the system use at indoor. In practical, the factors of bad image can be classified to the ghosts due to the reflection of lights and shadows in a scene. Especially weak images and noises at night are decreased the performance of visual surveillance system.

In the paper, the filter which improve the images with some change of illumination lights is designed and the gabor filter is used for recognition and tracking of the moving objects. In the results, the system showed that the recognition and tracking were obtained 92~100% of recognition rate at daytime, but 80~90% of nighttime.

키워드

visual surveillance system, change of lights, homomorphic filtering, gabor filter, moving object recognition

* 경남대학교 대학원 정보통신공학과
** 경남대학교 정보통신공학부 교수

접수일자 : 2005. 10. 19

I. 서 론

최근 국제사회에서 많은 테러 및 강력 사건 등 여러 가지 범죄의 위험에 노출 되어 있는 오늘날, 감시시스템의 중요성 및 이에 대한 성능 개선의 필요성이 높아지고 있다. 특히 컴퓨터, 통신, 영상처리 기술의 발달로 영상감시 시스템은 단순히 감시가 필요한 장소에서 감시만 하는 것이 아니라 이동물체를 인식, 저장 및 전송하여 효율적인 정확한 분석과 편의를 제공하는 수단으로서 감시시스템의 이용이 부각되고 있고 연구도 활발하게 진행되고 있다.

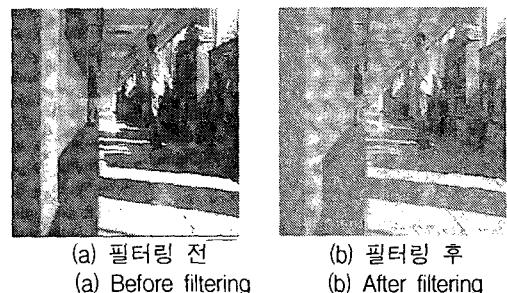
영상감시 시스템에서 이동 물체를 인식하는 영상처리 알고리듬은 선형적으로 처리되어야 할 과제이다[1]. 현재 널리 이용되고 있는 감시시스템은 주로 실내의 주요 시설물에 설치하여 운용되어 비교적 조명 광이 일정한 조건에서 적용되고 있다. 다시 말해서, 노이즈 및 반사 현상에 대하여 적응하기 어렵고 조명의 변화에 대하여 효율적 영상처리가 곤란하여 정확한 물체인식을 할 수 없는 실정이다 [1]. 특히 주간 및 야간의 조명 환경이 현격히 차이가 있는 조건에서 발생되는 조명의 반사, 고스트 현상, 열화 현상, 급격한 조명변화 등은 물체인식 및 추적에 많은 오차를 발생시킨다[2][3]. 이러한 배경의 조명광의 변화가 심한 영상을 입력하는 영상감시 시스템의 영상처리 알고리듬은 정확한 감시를 위해서 영상의 화질 개선과정이 반드시 필요하다. 화질 개선 처리의 주요 연구 방향은 조명환경과 배경환경에 대한 오차 성분을 추출하고, 추출된 오차 성분으로부터 물체를 인식 및 추적할 수 있도록 강인한 영상생성에 중요성을 두고 있다[4].

따라서 본 논문에서는 조명광의 변화에 강인한 필터를 제안하고 조명광 불변의 영상을 획득한 후에 히스토그램 분석과 가보 필터[5-7]를 이용하여 효과적으로 이동물체를 인식 및 추적할 수 있는 시스템을 구현하였으며 본 알고리듬의 효과를 확인하기 위하여 여러 가지 조명광의 조건에 대하여 시험하고 이를 분석하였다.

II. 조명광 변화에 강인한 호모모픽 필터 설계

일반적인 감시시스템은 조명이 일정한 상태에서 적용되고 있으나, 야외 또는 창문을 통해 조명광의 변화가 큰 장소에서 최적으로 적용이 가능한 감시시스템을 구현하

기 위하여 조명 광 불변의 처리과정이 필요하다. 영상처리에서 카메라에 입력되는 광량이 과다하거나 부족한 경우 및 부분적으로 광량이 과다 및 부족한 대비가 큰 경우가 있다. 이러한 광량의 변화가 심한 경우의 영상을 최적의 영상으로 변환하기 위하여 대수적 특성을 이용하는 호모모픽필터를 적용할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 조명광 변화에 강인한 영상 처리를 위해 호모모픽 필터를 설계하여 공간영역에서의 화질을 개선한다. 그림 1과 같이 광량의 변화가 심한 영상의 한 예를 보이고 있다. 즉 밝은 부분은 어둡게 하고, 반면에 어두운 부분을 상대적으로 밝게 변환하는 특징을 가진다.



(a) 필터링 전
(a) Before filtering
(b) 필터링 후
(b) After filtering

그림 1. 호모모픽필터의 예
Fig. 1 An example of homomorphic filtering

그림 2는 본 논문에서 구현한 호모모픽필터의 처리과정을 나타낸다.

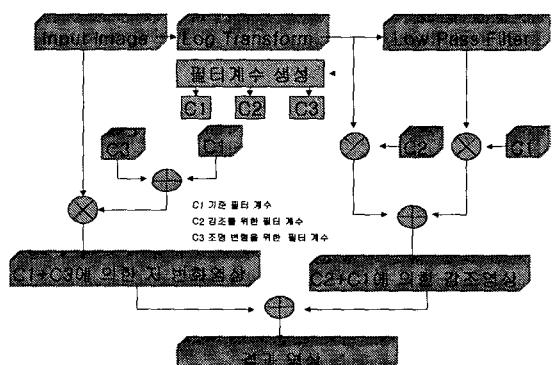


그림 2. 영상 개선을 위한 호모모픽 필터
Fig. 2 homomorphic filter for image improvement

영상을 구성하는 함수 $f(x, y)$ 는 아래 식 (1)로 표현할 수 있다.

$$f(x, y) = i(x, y)r(x, y) \quad (1)$$

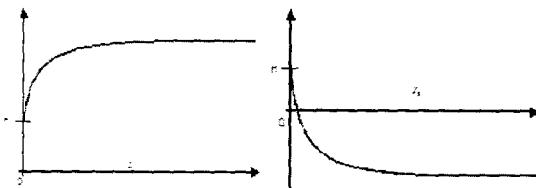
$$0 < i(x, y) < \infty$$

$$0 < r(x, y) < 1$$

여기서 함수 $f(x, y)$ 를 두 요소로 분리하여 물체 자체의 고유 성질을 결정하는 요소는 향상시키고 조명 조건에 따른 변화는 감소시킴으로써 영상의 질을 향상시킬 수 있다. 그리고 이러한 특성을 이용하여 조명 조건만의 변화로 물체 자체의 고유 성질을 부각 시킬 수 있다. 이 과정은 다음 식 (2)와 같이 표현할 수 있다.

$$I(x, y) = C_1 I_1(x, y) + C_2 I_2(x, y) \quad (2)$$

여기서, $I_1(x, y)$ 는 입력 영상을 대수 변환한 영상이고, $I_2(x, y)$ 는 대수 변환에 저역통과필터의 필터처리를 수행한 영상이다. 그리고 계수 C_1, C_2 는 각각 $I_1(x, y)$, $I_2(x, y)$ 의 가중치 계수이고 $I_2(x, y)$ 에 의해서 생성된다. 그 계수 C_1, C_2 는 그림 3과 같다. 즉, 생성 영상 $I(x, y)$ 는 각각의 계수와 저역 통과 필터처리를 통해서 낮은 값들은 증가를 하고 높은 값들은 변화가 억제됨을 나타내고 있다.

그림 3. 계수 C_1, C_2 의 특성Fig. 3 The properties of coefficients C_1, C_2

그리고 그림 3에서 계수 C_1 과 C_2 에 의한 값에 원 영상을 곱함으로써 새로운 영상을 생성한다. 이 과정은 다음 식 (3)과 같이 표현할 수 있다.

$$D(x, y) = (C_1 + C_2)I_0(x, y) \quad (3)$$

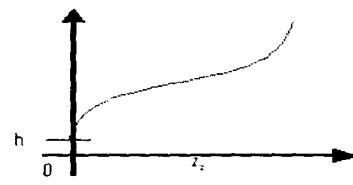
그림 4. 계수 $(C_1 + C_3)$ 의 특성
Fig. 4 Property of coefficient $C_1 + C_3$

그림 4는 계수 C_1 와 C_3 의 합($C_1 + C_3$)의 변화도를 나타내고 있다. 식 (3)의 $D(x, y)$ 는 계수에 의해 밝은 영역에서 감소를 보이고 어두운 영역에서 증가를 나타내고 있는 명암도 변환 함수이다. 다시 말해서, 어두운 영역과 밝은 영역에서 대수적인 변환을 하는 저-대비 영상을 생성하게 된다. 그러나 입력 영상의 조명 변화가 심하거나 부분적인 영역에 제한될 경우 물체의 고유값 확인에 효과를 제공한다.

그러므로 식 (2)와 식 (3)의 두 변환식의 합을 이용하여 밝은 조명은 억제하고 어두운 조명에서의 고유 물체를 부각함으로써 영상 처리에 효율성을 제공할 수 있다.

III. 이동 물체 검출 및 특징 추출

본 논문에서는 움직이는 카메라 환경에서 이동 물체를 효과적으로 검출하기 위해 조명 광 환경에 강인한 적응도를 가진 영상을 생성하고 생성된 영상으로부터 차 영상 기법을 이용한다. 차 영상을 이용하기 위해서는 고정된 배경 영상이 있어야 하지만 물체뿐만 아니라 카메라도 이동하는 환경에서는 물체의 이동과 배경 영상이 구분되지 않는다. 따라서 카메라의 정지 상태에서 이동 물체를 검출한다. 다음 그림 5는 이동 물체 특징 추출과정을 보여준다.

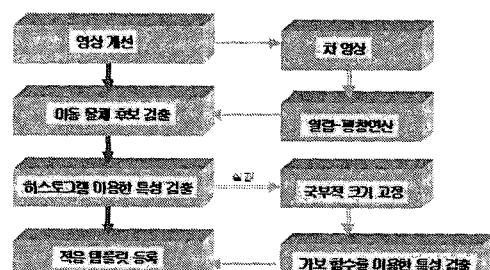


그림 5. 이동 물체 특징 추출 과정

Fig. 5 Feature extraction procedure of moving objects

1. 히스토그램을 이용한 이동 물체 영역 추출

2진화 영상에서 픽셀값은 이동 물체 유무를 결정할 수 있으며, 이를 바탕으로 히스토그램 분석을 통해 이동 물체 중 보행자 영역을 추출 한다. 즉 $M \times N$ 의 2진화 영상 I 에서 가로 i 번째 세로 j 번째 픽셀을 $x_{ij} \in I$ 라고 할 때, 수평 히스토그램 벡터 $o = [o_1, o_2, \dots, o_n]$ 와 수직 히스토그램 벡터 $p = [p_1, p_2, \dots, p_n]$ 을 다음 식(4) 및 식(5)와 같이 얻을 수 있다.

$$o_i = \sum_{j=1}^n x_{ij} \quad (4)$$

$$p_j = \sum_{i=1}^m x_{ij} \quad (5)$$

그리고 다음 식(6)과(7)은 임계치를 이용하여 이동 물체영역 검출의 강인성을 제공 해준다.

$$\hat{p}_j = \begin{cases} 1 & p_j > T_s \\ 0 & p_j < T_s \end{cases} \quad (6)$$

$$\hat{o}_i = \begin{cases} 1 & o_i > T_s \\ 0 & o_i < T_s \end{cases} \quad (7)$$

그림 6은 수평 수직 방향의 히스토그램을 보여주고 있다.

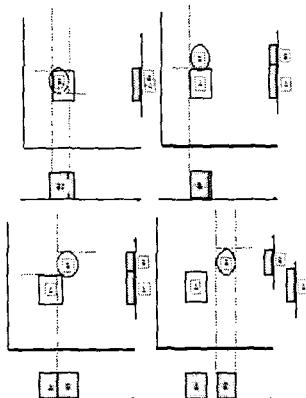


그림 6. 수평 수직 방향의 히스토그램

Fig. 6 Histogram of horizontal and vertical directions

여기서, 이동 물체 영역을 분리해 내기 위해서 히스토그램 벡터의 에지성분을 분리한다. 상승 에지성분일 때 이동 물체의 후보영역이 시작되는 좌표이고 하강 에지성

분일 때 이동 물체의 후보영역이 끝나는 좌표이다. 이와 같이 히스토그램을 이용하여 이동 물체의 형상을 블록화하고 형상에 대한 영역의 크기 및 중심 값을 추출한다. 그러나 수평 수직 방향을 이용하는 히스토그램 기법은 그림 6과 같이 복수의 이동물체가 중복될 경우에 문제점이 발생된다. 이러한 문제점은 복수 물체 각각의 특성 검출 및 방향성 벡터로서 문제점을 해결할 수 있다.

그림 7은 추출된 이동 물체에서의 보행자 유형이다. 이러한 보행자의 유형을 분석하고 인식하기 위한 방법으로서 이진화 영상에서 검출한 이동 물체의 기하적인 비례법을 이용한다.

다음 식(8)은 이동물체의 영역검출에 적용할 수 있는 특성을 가진다. 식(8)을 적용하여 그림 7과 같은 보행자의 기본 영역을 추출할 수 있다.

$$D_i(x) = \frac{\max(e_i(x)) - \min(e_i(x'))}{\max(e_i(y)) - \min(e_i(y'))} \square \text{avr}\left\{\frac{1}{3,2}\right\} \quad (8)$$

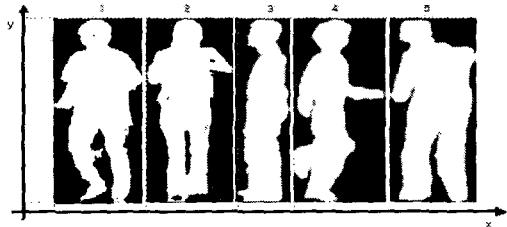


그림 7. 보행자의 유형
Fig. 7 Example for shapes of single walking

이러한 비율을 이용함으로서 보행자를 다른 이동 물체와 구분한다. 그리고 두 명의 복수 보행자가 존재 할 때 다음 그림 8과 같은 방법으로 보행자를 분류 및 인식하고 식(9)와 같이 표현 할 수 있다.

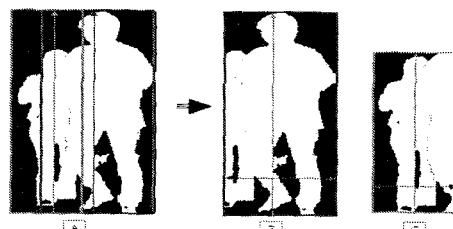


그림 7. 복수 보행자의 유형
Fig. 7 Example for shapes of multiple walking

$$w_{max} = \text{ITHX} \left\{ \sum_{i=\min(e_i(x))}^{\max(e_i(x)) - \min(e_i(x'))} x_i \right\} \quad E_i(x) > D_i(x) \quad (9)$$

여기서 $E_i(x)$ 는 현재 검출한 블록의 수평 수직 특성이다. w_i 는 블록 영역의 수평 히스토그램 벡터의 최대 값을 가진 i 번째 성분이고 그 위치를 \max_i 로 표기한다. 식 (10)은 각 블록의 크기를 표시한다.

$$L(w'_i) = D_i(x) w_{max_i}$$

$$L(w) = \max(e_i(x)) - \min(e_i(x')) \quad (10)$$

여기서, $L(w'_i)$ 는 검출할 블록의 크기를 나타내고 $L(w)$ 는 현재 검출하고자 하는 블록의 크기이다. 식 (11)은 두 번째 블록의 수평 방향의 중심 위치를 찾는 것을 나타내고 있다.

$$w_2 = \begin{cases} \max \left\{ \sum_{i=\min(e_i(x'))}^{\max(e_i(x')) - L(w)/2} x_i \right\} & 0 < \max i - (\min(e_i(x')) + L(w)/2) \\ \max \left\{ \sum_{i=\max i + L(w)/2}^{\max(e_i(x'))} x_i \right\} & 0 > \max i - (\min(e_i(x')) + L(w)/2) \\ 중복 & 0 = \max i - (\min(e_i(x')) + L(w)/2) \end{cases} \quad (11)$$

여기서, w_2 는 두 번째 찾는 블록의 수평 벡터의 중심이다.

이와 같은 방법으로 두 명의 중복 보행자를 검출 블록화 하여 템플릿에 등록 시킬 수 있다. 그러나 복수의 보행자들의 중복을 검출하기에는 문제점이 발생할 수 있다. 이러한 단점을 보완하기 위하여 가보(Gabor)필터링을 통해 이동물체의 방향성을 추적할 수 있다. 본 논문에서는 2차원 가보필터를 이용하여 이동물체를 검출한다.

2. 가보 함수를 이용한 이동물체의 추적

가보 커널의 형태는 가우시안 원도우에 의해 영역화된 공간적인 사인 함수이다. 이것은 공간 영역에서 디지털 화상에 바로 적용할 수 있다. 영역 특징을 찾아 주는 필터들은 가보 웨이브릿의 변형에 기반하고 있다. 가보 웨이브릿은 가우시안 엔베롭 함수(Gaussian envelope function)에 의해 제한된 평면파의 모양에서 동기화된 컨벌루션 커널이다. 그러므로 가보함수는 가우시안 함수가 가지고 있는 특징을 보유하고 있다.

이와 같은 특성을 영상 $I(x, y)$ 에 적용하기 위해 2차원 가보 웨이브릿을 사용하며, 식 (12)와 같이 정의할 수 있다.

$$W_{mn}(x, y) = \int \int I(x_1, y_1) g_{mn} * (x - x_1, y - y_1) dx dy \quad (12)$$

여기서, $W_{mn}(x, y)$ 는 실수부와 허수부를 포함한 가보 함수가 적용된 변환 계수의 크기이다. 식 (13)과 (14)는 평균과 표준편차를 보여주고 있다.

$$\mu_{mn} = \int \int |W_{mn}(x, y)| dx dy \quad (13)$$

$$\sigma_{mn} = \sqrt{\int \int (|W_{mn}(x, y)| - \mu_{mn})^2 dx dy} \quad (14)$$

다음 식 (15)와 (16)은 영역의 크기와 위상을 나타낸다.

$$m = \sqrt{W_{mn+}^2(x, y) + W_{mn-}^2(x, y)} \quad (15)$$

$$\theta = \arctan \left[\frac{W_{mn+}(x, y)}{W_{mn-}(x, y)} \right] \quad (16)$$

위상응답 θ 는 선과 애지가 동일위상의 윤곽선으로서 나타나기 때문에 목표물 탐지를 위하여 유용하다. 하나의 가보 채널로부터 얻어지는 위상 윤곽선은 방향이 채널의 통과 대역 안에 들어가는 화상 곡선의 영역만을 결과로 준다. 그리고 가보 함수는 DC-free이기 때문에 영상의 다양한 조명에 대해 안정성을 제공한다.

3. 이동 물체의 특징 추출

보행자가 인식되었을 경우 다음 프레임에서 물체를 추적하기 위해서 무게 중심을 구하고 이동 방향 벡터를 구한다[8-11]. 물체의 중심점 계산은 차 영상에 의해 윤곽선이 확정된 물체가 있을 때 이 물체의 무게 중심은 다음과 같이 구한다.

이진 영상으로 된 물체가 포함된 배열을 $f(i, j)$ 라 하고 물체를 구성하는 픽셀의 값을 1이라고 하면, 이 물체의 무게중심 (m_i, m_j) 을 식 (17)로부터 구할 수 있다.

$$m_i = \text{round} \left(\frac{1}{N} \sum j \cdot f(i, j) \right)$$

$$m_j = \text{round} \left(\frac{1}{N} \sum i \cdot f(i, j) \right) \quad (17)$$

여기서 $N = \sum f(i, j)$, 즉 물체를 구성하는 픽셀 수를 의미한다. 그러므로 식 (18)을 얻을 수 있다.

$$\begin{aligned} m_i &= \text{round}(1/27(1 + 6 + 15 + 24 + 30 + 24 + 14)) = 4 \\ m_j &= \text{round}(1/27(3 + 12 + 18 + 24 + 20 + 12)) = 3 \end{aligned} \quad (18)$$

이렇게 구한 물체의 무게 중심을 기본으로 하여 이전 프레임과의 이동 벡터를 검출한다. 그런 후 다음 프레임의 이동 위치를 예측하고 추적을 수행한다[12]. 또한 보행자의 정확한 인식을 위해서 이전 프레임의 인식된 물체의 특징 벡터와 물체를 상반신, 하반신으로 구분한다. 나누어진 형상은 가보 필터에 의해 특징 벡터를 구한다. 그리고 만들어진 각 물체의 특징 벡터를 기반으로 현재 프레임에 해당되는 객체들의 특징 벡터와 유클리디안 거리를 이용해 유사성을 비교해서 보다 정확한 물체를 분류하고 인식한다[12].

이전 프레임의 라벨 i 를 가지는 물체의 특징 벡터를 $f_i = (m_{ikd}, \theta_{ikd})$ 식으로 나타낸다. 여기서 k 와 d 는 필터의 크기와 방향이다. 이전 프레임 라벨 i 의 객체와 동일 물체를 l_m 이라고 하면, 식 (19)와 같이 구해진다.

$$l_m = \arg \min \sqrt{(m_{ikd} - m_{lkd})^2 + (\theta_{ikd} - \theta_{lkd})^2} \quad (19)$$

식 (19)에 의해 구해진 가장 작은 값을 가지는 라벨의 물체를 동일 물체로 인식하게 된다. 현재 프레임의 특징 벡터는 이전 프레임에서 동일 물체를 인식 할 때 사용된다.

IV. 실험 및 결과

실험에 사용한 영상은 옥외 환경과 옥내 환경 그리고 낮과 밤에 촬영해서 얻은 640×480 의 영상으로 본 알고리즘을 수행하였다. 사용한 하드웨어 장비는 셀리론 2.0GHz 노트북, DOM 카메라(동영상)이고, 소프트웨어는 비쥬얼 C++ 6.0을 사용하여 처리하였다. 다음 그림 8은 인식 및 추적 알고리듬을 나타낸다.

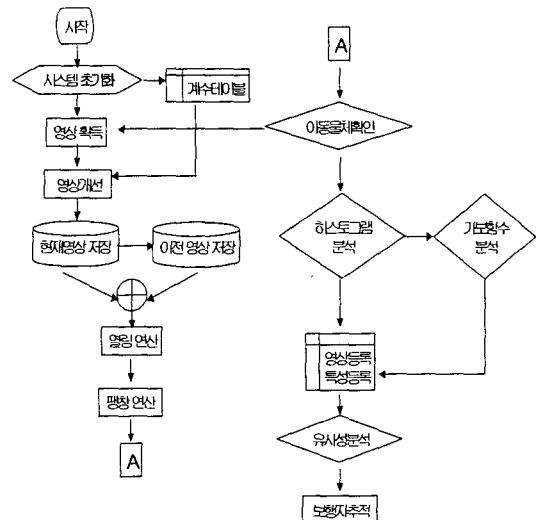


그림 8. 인식 및 추적 알고리듬
Fig. 8 The algorithms of recognition and tracking

인식 및 추적 알고리즘은 두 단계로 수행되어 진다. 첫째 단계는 조명광의 변화에 강인한 특성을 가지는 호모모픽 필터링으로 영상을 개선하고 노이즈를 제거하는 과정이다. 두 번째 단계는 개선된 영상으로부터 가보필터를 통해 이동물체의 방향 벡터를 검출하여 인식 및 추적하는 과정이다.

그림 9는 조명 변화에 따른 실험 결과이며, 상측의 (a), (b) 및 (c)는 호모모픽 필터를 적용하지 않은 경우에 대한 (a)는 이전 프레임 영상, (b)는 현재 프레임 영상이며 (c)는 차분영상이다. 하측의 (d), (e) 및 (f)는 각각 호모모픽 필터를 적용한 경우를 나타낸다. 그림 9의 (C)에서 바닥에서 반사되는 그림자 부분이 나타남을 볼 수 있으나, (f)에서는 거의 제거됨을 알 수 있다.

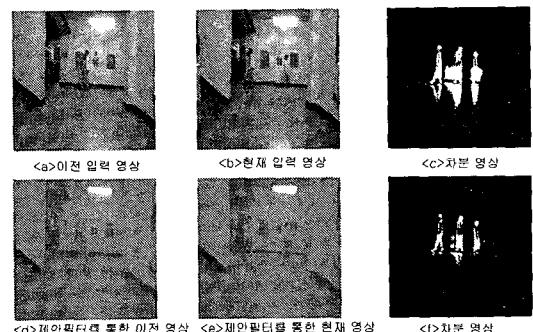


그림 9. 조명 변화에 따른 결과 영상
Fig. 9 Result of images for illumination change

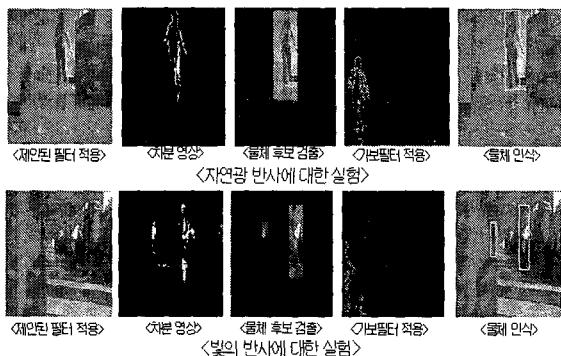


그림 10. 인식 실험 결과 영상
Fig. 10 Result images of recognition test

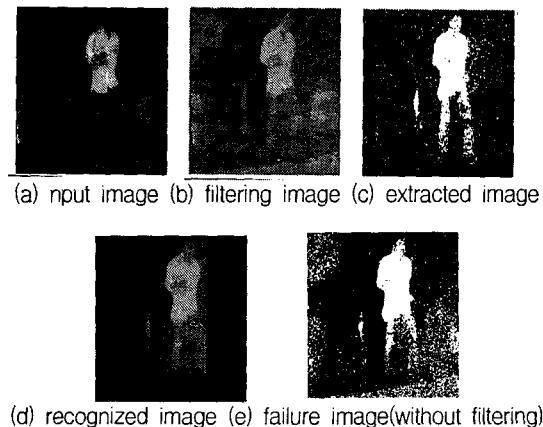


그림 11. 야간의 인식 처리 결과(조명광 부족)
Fig. 11 recognition result at night (lack of illumination)

위 그림 10의 상측부분은 헛별이 간접적으로 비치는 경우이고, 하측부분은 창을 통해 헛별이 직접 비치는 영상에 대한 처리결과를 나타낸다. 빛의 반사에 따른 인식의 정확도를 높이기 위해서 가보 필터를 이용한 인식 영상을 보여주고 있으며, 그림 11은 조명 광이 부족한 야간에 시험한 예로서 (a), (b), (c) 및 (d)는 각각 호모모피필터를 적용한 경우의 인식결과를 보였으나, 그림 11의 (e)는 호모모피필터를 사용하지 않은 경우로서 인식이 곤란한 결과를 초래하였다. 기존의 방법은 물리적으로 조명 광이 허용범위 내에서 사용하는 것으로 간주하기 때문이다.

표 1은 인식 실험에 따른 오차 특성을 보여준다.

표 1. 인식 결과와 오차
Table 1. The error of recognition results

〈개인 물체 인식 성능 비교〉 78 frame						
	적합한 결과		조명 외경		0.1%	
	F	F [*]	F	F [*]	F	F [*]
1 명	100%	100%	100%	100%	9.8%	6.2%
2 명	99%	99%	99%	94%	8.6%	5.2%
3 명	92%	92%	92%	71%	7.7%	4.7%

제작자: 김정호

표 1에서 조명관이 적합한 범위 내에서는 인식율이 매우 양호하게 나타났으나, 야간의 경우에 조명 광이 부족한 환경에서는 인식율이 다소 떨어짐을 알 수 있다. 특히 복수의 물체가 겹치는 경우는 인식율이 떨어지는 특성을 보였는데 이는 에지성분의 애매함에 따르는 히스토그램 분류에 오차가 발생함에 따른 결과이다.

그림 11은 24시간 동안 광원의 변화를 가진 영상에서의 보행자 인식 상태를 보여주고 있다.

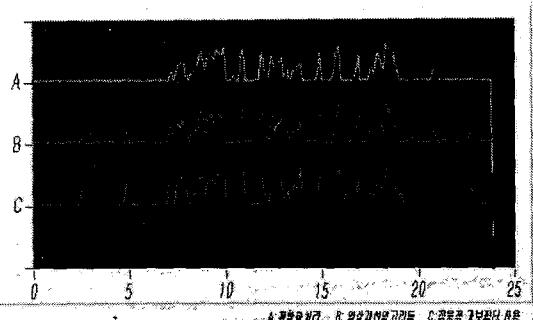


그림 11. 24시간 동안 보행자 인식 결과
Fig. 11 Recognition results of walking states for 24 hours

이 실험에서 24시간 동안 93%의 인식율을 보였다. 인식율은 총 이동 물체 검출 수에 대한 보행자 판단 비율을 이용하였다. 인식을 하지 못했을 경우는 다중 물체의 교차 시점이고, 이 시점은 히스토그램의 특성에서 검출한 무게 중심의 방향 벡터 오차를 초래하였다. 이에 능동적으로 가보 필터를 적용하여 3인 이하일 경우 이동물체를 채인

식하였고, 3인 초과일 경우 상당한 오차를 발생 했다. 이와 같은 오차 원인은 이동 물체의 방향성을 이용하여 이동 물체를 판단하고 있기 때문이라 사료된다. 여기서 이동물체의 수를 3인 이하로 제한한 이유는 감시시스템이 주로 인적이 드문 지역에 설치한다는 조건을 이용하기 때문이다. 야간에서 인식율이 낮은 이유는 조명을 켜지 않고 시험한 결과로 나타났다.

V. 결 론

본 논문에서는 조명 환경, 배경 환경 조건을 고려한 적응적 이동물체 인식 및 추적 시스템을 구현하였다. 구현된 시스템은 히스토그램과 가보 함수 특성을 이용하여 조명 환경에 적응적으로 대응하도록 고안되었다. 본 연구에서 제안된 필터를 이용한 결과 영상의 노이즈나 광 반사, 주·야 조명 변화 및 급격한 조명 변화에 강인한 특성을 보였고, 이동물체가 2인 비교적 높은 인식률과 추적 특성을 보였다. 즉, 해상도가 비교적 양호한 영상에서 약 100%의 이동물체 인식 성능을 보였으며, 어두운 조명도일 때 98%의 이동물체 인식율을 나타내었다. 그러므로 영상정보가 미약하여 물체 인식이 곤란하더라도 영상 개선을 위한 필터링을 병행하면 높은 인식 및 추적율을 얻을 수 있음을 확인할 수 있었다. 향후 연구 과제로는 영상 정보가 매우 미약한 조명의 영상에 대한 강인한 개선 알고리즘 연구가 되어 져야 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 2005년도 경남대학교 학술연구비 지원에 의하여 이루어 졌음.

참고 문헌

- [1] L. Wang and Glenn Healey, "Using Steer-able Filters for Illumination-Invariant Recognition in Multispectral Images", IEEE International Conference on Image Proc., pp.138-141, 1997.

- [2] Gregory D. Hager and Peter N. Belhumeur, "Efficient Region Tracking with Parametric Models of Geometry and Illumination," IEEE TRANSACTIONS ON PATTERN ANALYSIS AND MACHINE INTELLIGENCE Vol.20, No.10 pp. 1025-1039], 1998
- [3] Włodzimierz Kasprzak and Adam Okazaki, "BLIND DECONVOLUTION OF IMELY-CORRELATED SOURCES BY HOMO MORPHIC FILTERING IN FOURIER SPACE „,ICA, 2003
- [4] M. Jayakumar and Ravi N. Banavar, "Risk-Sensitive Filters for Recursive Estimation of Motion from Images," IEEE TPAMI, Vol.20 No.6, pp.659-666, June, 1998
- [5] C. Tomasi and T.Kanade, Shape and Motion From Image Streams Under Orthography : A Factorization Method, Int J. Computer Vision, Vol.9, p.p.135-154, 1992
- [6] A.k.Jain, N.K.Ratha and S.Lakshmanan, "Object detect using Gabor filter", Pattern Recognition 30, 295-309 (1997)
- [7] R. N. Braithwaite and BBhanu, "Target Detection Using Phase Based Gabor Element Aggregation," Image Understanding Workshop, Vol.1 421-425, 1996
- [8] J. Daugman and C. Downing, "Gabor Wavelets for Statistical Pattern Recognition," The Handbook of Brain Theory and Neural Networks, Edited by M. A. pp.511-514, 1994
- [9] N. McFalane and C. Scholfield, "Segmentation and Tracking of Piglets in Image,"Machine Vision and Application, Vol.8 pp. 187-193, 1995
- [10] R. VenkatesWarlu, K. Sujata, and B. Venkateswara, "Centroid tracker and aim point selection". SPIE, Acquisition, Tracker and Pointing IV, Vol.1697, p.p.520-529. 1993.
- [11] Yajun Fang, Keiichi Yamada, Yoshiaki Ninomiya, Berthold Horn, Ichiro Masaki, "Comparison between Infrared image based and Visible image based Approaches for Pedestrian Detection", IEEE, 2003
- [12] David A. Forsyth, Jean Ponce, "Computer Vision, A Modern Approach," Prentice Hall, pp.400-423, (2003)

저자소개



정 용 배(Yong-Bae Jeong)

2004년 2월 경남대학교 정보통신공학부(공학사)
2005년 8월 경남대학교 대학원 석사과정 졸업(공학석사)

2005년 9월-현재 경남대학교 대학원 박사과정
※ 관심분야: 영상신호처리, 임베디드시스템



김 태 효(Tae-Hyo Kim)

1988년 2월 영남대학교 전자공학과(공학박사)
1979년 9월-현재 경남대학교 정보통신공학 교수

1990년 12월-1991년 12월 펜실베니아대학 Post Doc.
※ 관심분야: 영상처리, 컴퓨터비전, 영상계측



김정현(Jeong-Hyeon Kim)

1999년 2월 경남대학교 전자공학과(공학사)
2004년 2월 경남대학교 대학원 석사과정 졸업(공학석사)

2004년 3월-현재 경남대학교 대학원 박사과정
※ 관심분야: 영상신호처리, 임베디드시스템