

수직 히스토그램 기반 그림자 제거 알고리즘을 이용한 영상 감지 시스템 설계 및 구현

장영환¹ · 이재철² · 박석천³ · 이봉규⁴ · 이상순^{5*}

Design and Implementation of Image Detection System Using Vertical Histogram-Based Shadow Removal Algorithm

Young-Hwan Jang¹ · Jae-Chul Lee² · Seok-Cheon Park³ · Bong-Gyou Lee⁴ · Sang-Soon Lee^{5*}

¹Ph.D student, Dept. of IT Convergence Engineering, Gachon University, Gyeonggi, 13120 Korea

²Graduate Student, Dept. of Mobile Software, Gachon University, Gyeonggi, 13120 Korea

³Professor, Communications Policy Research Center, Yonsei University, Seoul, 03722 Korea

⁴Professor, Graduate School of Information, Yonsei University, Seoul, 03722 Korea

^{5*}Professor, Dept. of Computer Engineering, Gachon University, Gyeonggi, 13120 Korea

요 약

영상 감지 시스템의 기반 기술인 그림자 제거기술의 경우 실시간 영상처리는 계산의 복잡도가 높아 처리속도가 저하되고, 명도 차이만으로 그림자를 제거하기 때문에 조명이나 빛에 민감하다는 문제점이 있다. 따라서 본 논문에서는 기존 시스템의 문제점을 해결하기 위해 가중치 적용 부분을 제거하여 계산의 복잡도를 낮추어 실시간성을 향상시켰다. 또한 수직 히스토그램을 이용해 그림자 인식률을 향상시킬 수 있는 그림자 제거 알고리즘 기반의 영상 감지 시스템을 설계 및 평가하였다. 평가 결과 기존 영상 감지 시스템에 비해 평균 속도가 약 5.6ms, 검출률이 약 5.5%p 향상된 것을 확인하였다.

ABSTRACT

For the shadow removal technology that is the base technology of the image detection system, real-time image processing has a problem that the processing speed is reduced due to the calculation complexity and it is also sensitive to illumination or light because shadows are removed only by the difference in brightness. Therefore, in this paper, we improved real-time performance by reducing the calculation complexity through the removal of the weighting part in order to solve the problem of the conventional system. In addition, we designed and evaluated an image detection system based on a shadow removal algorithm that could improve the shadow recognition rate using a vertical histogram. The evaluation results confirmed that the average speed increased by approximately 5.6ms and the detection rate improved by approximately 5.5%p compared to the conventional image detection system.

키워드 : 수직 히스토그램, 그림자 제거, 영상 감지 시스템, 객체 탐지, 객체 인식

Keywords : Vertical Histogram, Shadow Remove, Image Detection System, Object Detection, Object Recognition

Received 14 August 2019, Revised 22 August 2019, Accepted 17 October 2019

* Corresponding Author Sang-Soon Lee(E-mail:sslee@gachon.ac.kr, Tel:+82-31-750-5333)

Professor, Department of Computer Engineering, Gachon University, Gyeonggi, 13120 Korea

Open Access <http://doi.org/10.6109/jkiice.2020.24.1.91>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서 론

최근 IoT 기술의 발전에 따라 지능형 영상 감지 시스템에 대한 관심이 증가하고 있다. 감지 시스템을 구성하는 감시 카메라는 보안이나 안전 등을 위해 학교, 기업, 가정, 공공시설 등에서 사용되고 있다[1]. 또한, 사회적으로도 강력범죄가 증가함에 따라 영상 정보를 통한 감지 시스템의 필요성이 급증하고 있으며, 정부를 중심으로 시장 규모도 점차 증가하고 있다[2]. 대표적으로 CCTV가 있으며 공공장소, 출입금지 지역, 우범지역 등 보안이 필요한 곳에 CCTV 설치를 통해 영상을 모니터링하거나 저장장치에 녹화한 다음 분석하는 방식을 이용하고 있다[3]. 영상 감지 시스템은 사람에 의한 감시의 한계, 사전 예방을 위한 감시 시스템의 요구 증대, 지능화된 IT 기술과의 융합 필요성이 증가하고 있다. 지능형 영상 감지 기술은 획득한 영상 정보를 실시간으로 분석하여 목표물을 추적하고, 이를 식별 및 행위 분석 등을 통해 관찰하는 대상의 상호작용을 해석하는 것을 목표로 하고 있다[4]. 특히 거수자 및 침입자 감지 시스템의 경우 지역 감시, 불법 투기, 이상행위 감지 등 특정 상황이 발생할 경우의 모든 영상 정보와 객체 정보가 저장되고 있다. 또한, 기존 영상 감지 시스템에서는 가우시안 혼합 모델을 기반으로 대상의 그림자 제거를 통해 대상 인식, 효율성 등을 향상시킨다[5].

그러나 그림자 제거 기술의 경우 실시간 영상처리를 하기에는 계산의 복잡도가 높을 뿐만 아니라 단순 명도 차이만을 이용하기 때문에 조명 밝기에 따라 인식률이 저하된다는 문제가 발생한다. 따라서 본 논문에서는 기존 영상 감지 시스템의 문제점을 해결하고자 가중치 적용 부분을 제거하여 계산의 복잡성을 낮춰 실시간성을 높이고, 높낮이를 통해 파장 형태로 결과를 제시하는 수직 히스토그램을 이용하여 그림자의 인식률을 향상시킬 수 있는 그림자 제거 알고리즘 기반의 영상 감지 시스템을 설계 및 평가하였다.

본 논문의 구성은 1장 서론에 이어 2장에서 영상 감지 시스템의 주요 기술과 컬러 모델, 그림자 제거 알고리즘을 조사하고, 3장에서는 그림자 제거 알고리즘 기반의 영상 감지 시스템을 설계하였다. 또한, 4장에서는 설계한 시스템을 구현 및 평가하고, 마지막으로 5장에서 결론을 기술하였다.

II. 관련 연구

2.1. 기존 영상 감지 시스템

기존 영상 감지 시스템은 일반적으로 배경 영역을 분리하는 단계, 객체를 식별하는 단계, 객체를 추적하는 단계로 구성되어 있으나, 최근에는 배경 영역의 특정 정보를 가우시안 모델이나 가우시안 혼합 모델을 통해 정교한 모델링을 진행하고, 전경과 배경 영역을 구분하는 방법을 주로 사용하고 있다. 객체를 식별하는 단계는 전경 영역으로 구분된 영상에서 탐지되는 객체를 사람 혹은 사물로 구분하며 주로 사람, 자동차, 동물 등을 구분하고 있다. 객체를 추적하는 단계는 연속되는 영상에서 객체의 움직임을 추적하는 단계로서, Kalman 필터, 파티클 필터 등이 주로 사용되며 추적 객체에 대한 정의나 추적 알고리즘의 정의에 따라 다양한 방법이 사용되고 있다[6].

2.2. 영상 감지 시스템 주요 기술

기존 영상 감지 시스템을 구성하는 주요 기술은 이동 물체의 형태와 정확한 이동 객체 추출을 위한 행동분석, 추적기술을 통한 이동속도와 방향 평가, 압축정보 저장 및 특징요소 검출이 필요하다. 이동하는 객체를 검출하는 알고리즘은 윤곽선을 이용한 기법이나 차영상 기법, HIS(Hue, Intensity, Saturation) 컬러 모델 기반의 방법 등이 있으며, 응용하고자 하는 목적에 따라 다양하게 사용되고 있다[7][8].

2.3. 컬러 모델

RGB 컬러 모델은 기본적으로 모든 색상을 표현하는 주요 모델이며 적색(Red), 녹색(Green), 청색(Blue) 세 가지 색으로 구성되어 있다. 기본적인 RGB 컬러 영상을 형성하는 방법은 식 1과 같다.

$$RGB_{img} = cat(3, R, G, B) = \begin{bmatrix} R(i, j) \\ G(i, j) \\ B(i, j) \end{bmatrix} \quad (1)$$

HSI 컬러 모델은 인간의 시각 시스템과 가장 유사한 모델이며 색상(Hue), 채도(Saturation), 명도(Intensity)로 구성되어 있다. RGB 컬러 모델에서 HSI 컬러 모델로 변환하는 방법은 식 2와 같다[9][10].

$$I = \frac{R+G+B}{3} \quad (2)$$

$$H = \begin{cases} \frac{\left[90 - \arctan\left(\frac{F}{\sqrt{3}}\right)\right]}{360} & , if B \leq G \\ \frac{\left[90 - \arctan\left(\frac{F}{\sqrt{3}}\right) + 180\right]}{360} & , if B > G \end{cases}$$

$$S = 1 - \frac{\min(R, G, B)}{I}$$

Here, $F = \frac{2R - G - B}{G - B}$

2.4. 그림자 제거 알고리즘

그림자 제거 알고리즘은 RGB 모델과 HSI 모델을 목적에 맞게 모두 사용하고 있다. RGB 컬러 모델의 경우 전경과 배경 픽셀 사이의 휘도 왜곡(Brightness Distortion)과 컬러 왜곡(Colour Distortion)을 기반으로 그림자를 제거하는 연구가 진행되었다. HSI 컬러 모델을 이용한 그림자 제거 방법은 색상 정보와 밝기 정보로 그림자를 제거한다. 영상에서 검출된 전체 영역은 이동하는 객체와 그림자 영역이 같이 검출되며, 배경 영역에 비해 어두운 영역이 그림자 영역으로 지정된다. 그림자 영역을 추출하기 위해 RGB 컬러 영상을 HSI 컬러 모델로 변환 및 색상과 명도를 이용해 전체 영역과 배경 영역의 색상, 밝기를 측정하여 그림자 영역을 검출한다. 식 3에서 $CH(x, y)$, $BH(x, y)$ 는 현재 영상과 배경 영역의 색상 값이며, $CI(x, y)$ 와 $BI(x, y)$ 는 현재 영상과 배경 영역의 밝기 값을 나타낸다. 그림자 영역 검출 방법은 식 3과 같다[11][12].

$$Shadow(x, y) = (|CH(x, y) - BH(x, y)| < th) \cap (CI(x, y) < BI(x, y)) \quad (3)$$

III. 그림자 제거 알고리즘 기반 영상 감지 시스템 설계

3.1. 제안 시스템 개요

기존의 영상 감지 시스템은 목표 대상이 특정 감시 구역에 나타났을 경우 경고가 울리는 방식으로 이루어지고 있다.

그러나 실제로 조명 변화나 그림자로 인해 감시 구역에 객체가 인식되지 않거나, 인식되어도 정확한 객체 구

역 파악이 어렵고, 명도 차이를 통해 인식하므로 조명 변화에 강인하지 못하다는 문제점이 있다.

따라서 본 논문에서는 수직 히스토그램을 이용하여 실시간 영상 처리가 가능하도록 계산의 복잡도를 낮추고, 낮은 색도 값을 이용하여 조명 변화에도 강인한 영상 감지 시스템을 제안하였다. 제안 시스템의 개요도는 그림 1과 같다.

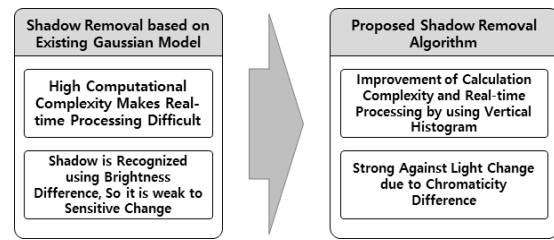


Fig. 1 Overview of Proposed System

3.2. 제안 시스템 구조도

본 논문에서 제안하는 영상 감지 시스템은 그림자 제거 알고리즘을 통해 지정 구역의 객체를 판별한다. 또한, 그림자 제거의 정확도를 높이기 위해 수직 히스토그램을 이용하였으며, 촬영 환경에 따라 0부터 255까지 해상도를 조절할 수 있도록 하였다. 어두운 부분인 0부터 최대 밝기인 255까지 설정이 가능하며, 바운딩 박스와 수직 히스토그램을 이용하여 그림자 제거를 진행한다. 이를 통해 전송되는 영상 중 이상감지 경보가 울린 영상은 사용자에게 문자 메시지로 전송되어 이상 징후를 알린다. 제안하는 시스템의 구조도는 그림 2와 같다.

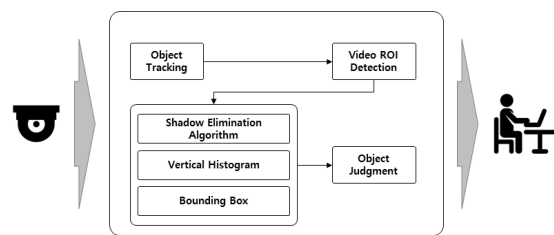


Fig. 2 Structure of Proposed System

3.3. 제안 시스템 블록 다이어그램

제안하는 영상 감지 시스템은 객체의 그림자를 정확하게 판단하기 위해 두 가지 단계가 필요하다. 카메라를 통해 획득한 영상에서 관심영역의 포인터 선을 구분하

고, 이를 통해 지정한 관심영역을 기반으로 움직이는 객체만 정확히 판단했는지 여부를 인지한다. 이후, 그림자 제거 알고리즘을 적용하기 위해 수직 히스토그램을 이용하고, 단계별 과정을 통해 획득한 영상에서 지정한 관심영역에 접근 여부를 판단하는 형태로 구성된다. 제안 시스템의 블록 다이어그램은 그림 3과 같다.

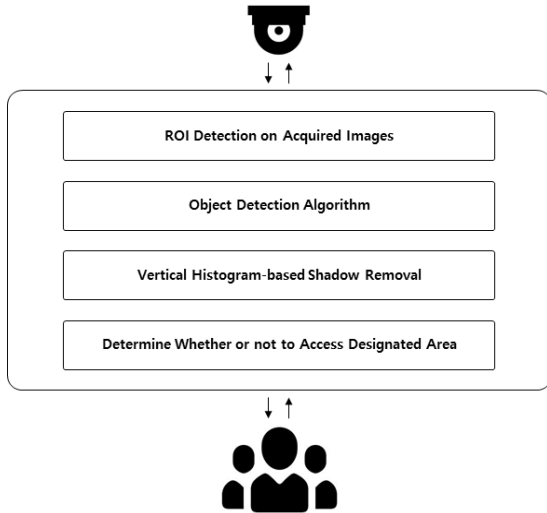


Fig. 3 Block Diagram of Proposed System

3.4. 제안 시스템 데이터 흐름도

본 논문에서 제안하는 영상 감지 시스템은 획득한 영상을 침입자 감지 시스템을 통해 침입자로 판단되는 영역을 지정한 후에 관심영역 내에서 객체가 인식되면 관리자에게 이를 전송한다. CCTV는 침입자를 감지한 촬영영상을 시스템에게 요청받으며, 관리자는 침입자를 감지할 경우 입력 영상을 통해 객체 탐지 및 그림자 제거를 요청한다. 이에 시스템은 그림자를 제거한 다음의 영상에서 오인식한 객체를 판단 및 정확한 객체만을 인식하여 관리자에게 경고를 올린다. 제안 시스템의 데이터 흐름도는 그림 4와 같다.

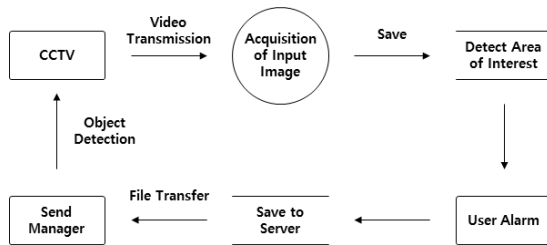


Fig. 4 Data Flow Diagram of Proposed System

3.5. 객체 탐지 알고리즘 설계

제안하는 검출 방법은 기존 시스템과 달리 조건 없이 지정 영역을 감시하고, 사용자의 요구에 따라 능동적인 수행이 가능한 것을 기본적으로 한다. 객체의 움직임을 검출하기 위한 영상 처리과정은 네 가지 단계로 구분되며, 검출 결과 향상을 위해 이전 프레임과 이후 프레임과의 차이를 통해 연산한다. 이를 통해 배경을 제거하고, 이진화 및 전처리 과정을 통해 영상을 그레이로 변환한 후 노이즈 제거를 진행한다. 이와 같이 이진화 및 노이즈 제거를 통해 객체를 정확하게 추출하게 되므로 물체 검출 이후 객체로 인식이 되면 거주자로 정의한다. 설계한 객체 탐지 알고리즘은 그림 5와 같다.

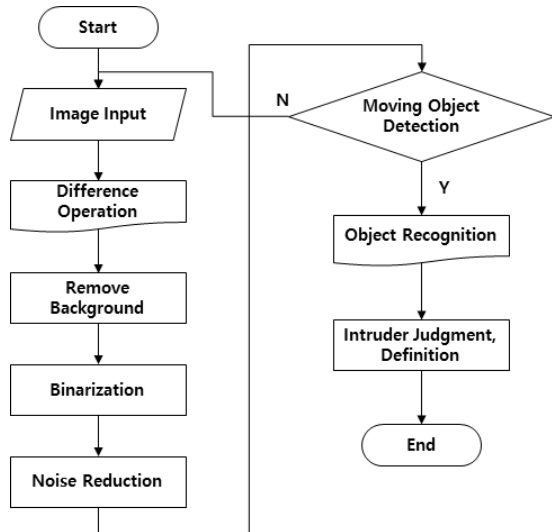


Fig. 5 Object Detection Algorithm

3.6. 그림자 제거 알고리즘 설계

본 논문에서 설계한 영상 감지 시스템은 실시간 영상에서 객체 인식, 구분, 검출을 진행 및 수직 히스토그램을 통해 블록 단위의 분류 및 중심축 연산을 수행한다. 객체의 중심축을 추출한 뒤에 그림자의 방향을 보고 객체가 내부에 있는지, 외부에 있는지의 여부를 파악하며 객체를 3개의 순차 블록 단위로 분류하여 각 블록의 임계치를 연산한다. 또한, 그림자가 마지막 블록에 존재할 경우 지정 영역에 대해서만 그림자 제거를 수행한다. 설계한 그림자 제거 알고리즘은 그림 6과 같다.

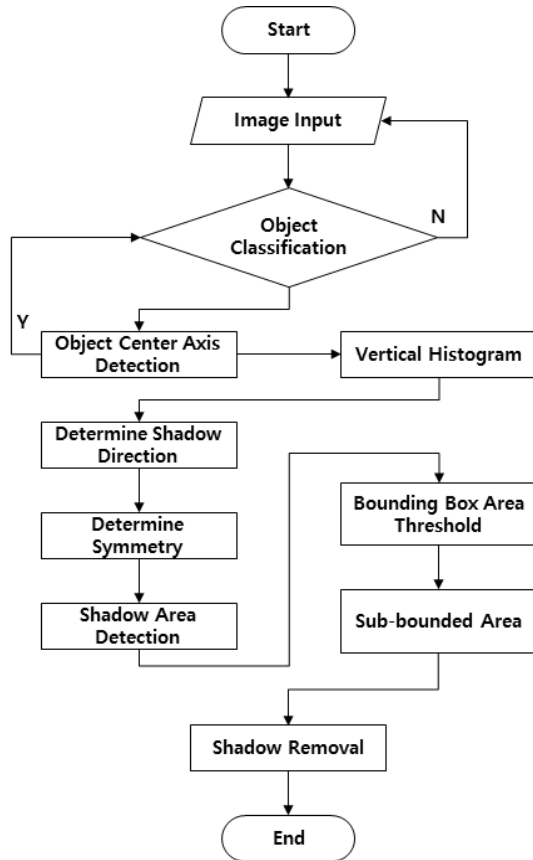


Fig. 6 Design of Shadow Removal Algorithm

3.7. 객체 중심축 및 방향성 검출

제안하는 영상 감지 시스템에서 그림자를 제거하기 위해서는 객체의 대칭성을 이용하여 그림자 부분과 객체부분으로 구분하여야 한다. 일반적으로 기준이 되는 중심축은 객체의 머리를 중심으로 지정되며, 인식된 객체에 수직 히스토그램을 구하여 가장 큰 값을 가지는 x 축의 좌표 값으로 지정한다.

그러나 움직이는 객체의 경우 가장 큰 x 축의 좌표가 항상 중심축을 나타내는 것은 아니다. 인식된 객체의 중심축 선정 방법은 그림 7과 같다.

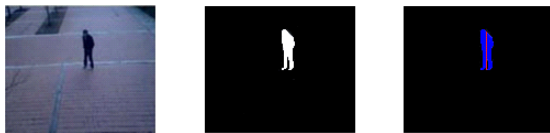


Fig. 7 Method of Select Object Axis

그림 7과 같이 x 축 좌표 값만으로 중심축을 검출하면 정확한 대칭정보를 얻을 수 없기 때문에 수직 히스토그램을 이용하여 지정 영역을 수평으로 블록 단위별로 구분한다. 여기서 CP (Central Point)는 중심축을 의미하며, 블록 단위로 구분한 x 축의 Max 값을 구하여 대입한다. 이와 같이 객체의 중심점을 검출한 다음 객체가 내·외부 중 어디에 있는지를 탐색하게 된다. 수직 히스토그램을 이용하여 중심축을 구하는 방법은 식 4와 같다.

$$CP(x) = (\max1(x) + \max2(x))/2 \quad (4)$$

객체가 내부에 있을 경우, 색도 값을 이용하여 객체의 하위부분에 적용 및 그림자를 제거한다. 그림자의 방향에 따라 나타내는 방법은 그림 8과 같다.

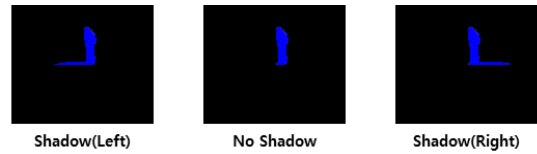


Fig. 8 Decision of Shadow Direction

검출된 객체의 그림자 방향은 그림 8에 정의된 변수를 통해 연산되며, 객체가 외부에 있을 경우에는 그림자 후보영역 검출 방법을 통해 그림자 부분을 제거한다. 여기서 P 는 그림자의 방향, L 은 Left, R 은 Right, C 는 Center이며, θ 는 CP 변수를 의미한다. 연산 방법은 식 5와 같다.

$$P_i = \begin{cases} L: \text{if } |L_i - CP| - |R_i - CP| > \theta \\ R: \text{if } |L_i - CP| - |R_i - CP| < \theta \\ C, \text{ otherthings} \end{cases} \quad (5)$$

3.8. 그림자 영역 검출 및 제거

검출한 객체의 중심축과 방향성을 파악한 다음 객체의 대칭성을 이용하여 객체 영역과 그림자 영역으로 구분한다. 기존의 그림자 제거 시스템은 RGB 값을 이용하여 그림자를 제거하므로 밝기 변화에 취약하다는 단점이 있기 때문에 본 연구에서는 밝기 변화에 강인하도록 낮은 색도 값을 이용하였다. 그림자 영역을 검출하기 위해 x 축 좌표대입을 통해 객체 영역과 그림자 영역을 구분하였으며, 검출된 객체는 P_i , 바운딩 박스의 좌/우는 B_l, B_r 로 지정하였다. 객체 P_i 에서 대칭성을 이용하여 추출한 객체는 P_i^1 이며, 이는 그림자 영역을 나타낸다.

그림자 영역 검출 방법은 식 6과 같다.

$$X = \begin{cases} \text{if } P_a^x > \arg_{a_i}^{CP-P} & CP - P_a^w | + \varepsilon \\ & : Asymmetric \\ \text{otherthings} & : Symmetric \end{cases} \quad (6)$$

다음으로 그림자를 제거하기 위해 객체 영역인 p_i 의 픽셀들이 지니는 RGB 색도 값과 그림자 영역인 P^2 의 RGB 색도 값을 이용하여 구한다. 구하는 방법은 식 7과 같다.

$$\begin{aligned} r_x &= r / (r + g + b) \\ g_x &= g / (r + g + b) \end{aligned} \quad (7)$$

3.9. 영상 감지 알고리즘 설계

본 논문에서 설계한 영상 감지 시스템은 입력된 영상의 전/후 프레임의 차이를 비교하여 차연산하며, 객체를 정확히 인식하기 위해 배경, 이진화, 노이즈 제거를 수행한다. 전처리 과정을 통해 영상을 그레이화하며, 간단한 전처리를 통해 노이즈 제거를 진행한다. 노이즈 제거를 통해 전체적인 과정 복잡도가 축소되고 보다 정확한 결과를 얻을 수 있으므로 전처리 과정과 노이즈 과정을 통해 객체 인식 및 검출이 가능하다. 이를 통해 설계한 시스템 알고리즘은 객체의 중심축을 검출한 다음 수직 히스토그램을 적용하여 정확한 중심축을 구하고, 그림자의 방향을 판단하여 대칭성 검사를 수행한다. 다음으로 영역 내의 객체와 그림자를 구분하고 전체 영역을 삼등분하며, 각 영역에 대한 임계치를 구하여 하위 영역에 그림자가 존재할 경우 그림자를 제거한다. 그림자를 제거한 다음 객체가 지정한 영역에 침입하였는지를 확인

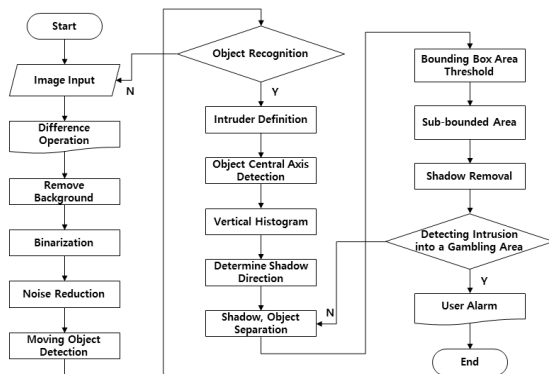


Fig. 9 Image Detection Algorithm

하고, 침입하였을 경우 거수자로 판단하여 사용자에게 정보를 알려준다. 설계한 영상 감지 알고리즘은 그림 9와 같다.

IV. 제안 시스템 테스트 및 평가

4.1. 구현환경

본 논문에서 구현한 영상 감지 시스템은 Windows 10 기반 운영체제에서 Visual Studio를 이용하여 C++, C#을 사용하였다. 구현환경은 표 1과 같다.

Table. 1 Implementation Environment

Classify	Component	Model
H/W	CPU	Intel Core i7 3.6GHz
	RAM	8GB
	Graphic	NVIDIA GT 730
S/W	OS	Windows 10
	Language	C++, C#

4.2. 영상 감지 시스템 구현

본 논문에서 설계한 영상 감지 알고리즘을 기반으로 영상 감지 시스템을 구현하였으며, 객체 탐지 알고리즘을 이용해 입력 영상에서 움직임 검출을 위해 이진화와 노이즈 및 배경 제거를 수행하였다. 이진화 및 배경 제거 과정은 그림 10과 같다.

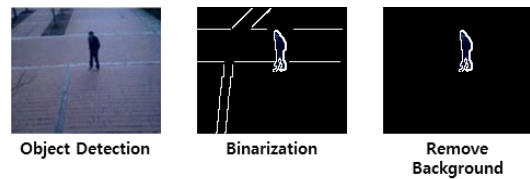


Fig. 10 Binarization and Background Removal

기존 시스템의 경우 지정한 영역 내에 객체가 들어오지 않았는데 그림자로 인해 오인식이 될 경우 사용자에게 경고를 알려주었으나, 설계한 시스템의 경우 객체의 그림자를 제거하기 때문에 객체만 정확하게 추출할 수 있다. 영역 내 그림자 제거 화면은 그림 11과 같다.

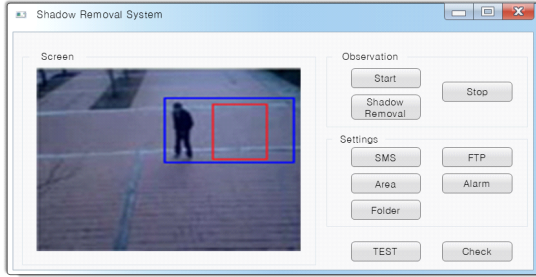


Fig. 11 Remove Shadows in Area Screen

4.3. 영상 감지 시스템 평가

본 논문에서 설계한 영상 감지 시스템을 평가하기 위해 객체가 존재하는 영상을 기준으로 객체의 그림자를 인식하는 기존 시스템과의 비교를 진행하여 제안 시스템의 정확성을 검증하였다. 또한, 지정한 영역에서 객체를 검출하였을 때 객체를 정확히 인지하는지 여부를 체크하였다. 설계한 영상 감지 시스템을 평가하는 방법은 다음과 같다.

- 5개의 샘플 영상 중, 영상 내에 객체가 존재하는 프레임에서 객체 검출률을 측정하여 객체로 인식하는 처리 속도를 기존 시스템과 비교
- 실내외 환경에서 기존 영상 감지 시스템과 설계한 영상 감지 시스템의 그림자 오인식, 객체 검출 정확도를 측정하여 비교분석

설계한 시스템의 평가는 지정한 영역 내에서 객체의 그림자로 인한 오인식 횟수를 기존 영상 감지 시스템과 비교한다. 기존 시스템과 비교한 정확도 결과는 표 2와 같다.

Table. 2 Result of Shadow Removal Accuracy

Classify	Existing System	Proposed System
#1	3	0
#2	1	1
#3	2	1
#4	2	0
#5	3	0
Count	11	2

표 2와 같이 설계한 영상 감지 시스템은 기존 영상 감지 시스템 대비 정확도 측면에서 오인식 횟수가 저하된 것을 확인할 수 있다.

다음으로 객체 검출률에 대한 평가를 진행하였으며, 객체 전체를 검출하면 검출, 부분 또는 검출하지 못할 경우 미검출로 측정하였다. 이를 기반으로 5개의 샘플 영상 중 객체가 존재하는 프레임을 대상으로 객체 검출률을 측정하였으며, 평균 약 5.5%p 향상된 것을 확인하였다. 객체 검출률 평가는 표 3과 같다.

Table. 3 Result of Object Detection Rate Evaluation

Classify	Full Frame	Existing System	Proposed System
#1	697	94.7%	99.6%
#2	536	88.2%	94.6%
#3	1046	91.6%	98.3%
#4	838	93.2%	97.3%
#5	1835	93.7%	99.0%
Average	-	92.3%	97.8%

또한, 영상 내에서 객체의 행동에 따라 상황을 분석하는 성능을 평가하기 위해 전체 영상에서 객체가 매회 행동을 하는 경우의 프레임 수를 기반으로 평가를 진행하였으며, 5개의 샘플 영상 모두 상황 분석에 성공하였다. 상황 분석표는 표 4와 같다.

Table. 4 Result of Situation Analysis Evaluation

Classify	Full Frame	Succeed Frame	Situation Analysis
#1	697	694	O
#2	536	507	O
#3	1046	1028	O
#4	838	815	O
#5	1835	1816	O

평균 처리 속도를 측정하기 위해 기존 영상 감지 시스템과 비교하였으며, 기존 영상 감지 시스템의 경우 그림자로 인한 오인식이 자주 발생하기 때문에 그림자를 제거한 제안 시스템의 평균 처리 속도가 약 5.6ms 향상된 것을 확인하였다. 평균 처리 속도 비교 결과는 표 5와 같다.

Table. 5 Result of Average Processing Speed Comparison

Classify	Existing System(ms)	Proposed System(ms)
#1	75	69
#2	71	68
#3	76	69
#4	73	70
#5	82	73
Average	75.4	69.8

실내외에서 조명이나 햇빛 등으로 인해 그림자가 생길 경우 기존 영상 감지 시스템과 비교를 진행하였다. 비교 결과, 기존 영상 감지 시스템의 경우 그림자 오인식이 8번, 그림자 검출률이 약 100% 발생한 반면, 제안 시스템의 경우 그림자 오인식이 2번, 그림자 검출률이 약 100% 발생한 것을 확인하였다. 실내외에서 그림자 인식률을 평가한 것은 표 6과 같다.

Table. 6 Result of In/Out Shadow Recognition Rate

Classify	Existing System		Proposed System	
	Error Recognition Rate	Full Shadows	Error Recognition Rate	Full Shadows
#1	2(22.2%)	9(100%)	0(0%)	9(100%)
#2	1(14.3%)	7(100%)	1(14.3%)	7(100%)
#3	3(50%)	6(100%)	1(16.7%)	6(100%)
#4	0(0%)	10(100%)	0(0%)	10(100%)
#5	2(12.5)	16(100%)	0(0%)	16(100%)
Count (Average)	8(16.7%)	48(100%)	2(4.2%)	48(100%)

V. 결 론

본 논문에서는 기존 영상 감지 시스템의 문제점을 해결하기 위해 가중치 적용 부분을 제거하고, 그림자를 제거하여 객체만을 검출하여 실시간성과 검출률을 향상시킨 영상 감지 시스템을 설계하였다. 설계한 영상 감지 시스템을 평가하기 위해 기존 영상 감지 시스템과 비교 평가하였으며, 설계한 시스템이 기존 시스템 대비 평균 속도가 약 5.6ms, 검출률은 약 5.5%p, 오인식률이 약 12.5%p로 각각 향상된 것을 확인하였다. 본 연구는 지속적으로 증가하고 있는 영상 감지 시스템 또는 모니터링 시스템에 적용이 가능하며, 매년 증가하는 사건·사고 등을 조사하는데 사용할 수 있을 것으로 사료된다.

References

[1] C. M. Kim, and K. W. Lee, "Face Region Detection of a Pedestrian Using *ohm*-Feature in Video Surveillance System," *Journal of Korean Institute of Information Technology*, vol. 14, no. 9, pp. 27-36, Sep. 2016.

[2] H. R. Yoo, and B. H. Lee, "An OpenPose-based Child Abuse Decision System using Surveillance Video," *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 23, no. 3, pp. 282-290, Mar. 2019.

[3] Y. B. Shim, and H. J. Park, "A Study on a Violence Recognition System with CCTV," *Journal of Digital Contents Society*, vol. 16, no. 1, pp. 25-32, Feb. 2015.

[4] J. W. Kim, and J. S. Lee, "Automatic Detection of Vehicle Area Rectangle and Traffic Volume Measurement Through Vehicle Sub-Shadow Accumulation," *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 18, no. 8, pp. 1885-1894, Aug. 2014.

[5] T. H. Kim, and M. S. Kang, "Driving Vehicle Detection and Distance Estimation using Vehicle Shadow," *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 16, no. 8, pp. 1693-1700, Aug. 2012.

[6] T. W. Jang, Y. T. Shin, and J. B. Kim, "A Study on the Object Extraction and Tracking System for Intelligent Surveillance," *Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences*, vol. 38, no. 7, pp. 589-595, Jul. 2013.

[7] T. D. Kim, K. Yi, and K. H. Jung, "Robust Lane Detection Algorithm in Shadow Area by using Local Feature Point," in *Proceeding of the Korean Society of Broad Engineers*, Jeju: CJU, pp. 194-197, 2016.

[8] Y. H. Kim, "Effective Shadow Removal Based on Fuzzy Inference for Moving Object Tracking," *Journal of Korean Institute of Information Technology*, vol. 14, no. 9, pp. 45-51, Sep. 2016.

[9] C. S. Ye, "Shadow Removal from High Resolution Satellite Imagery using Vertical Borders of Shadow Region," *Journal of Institute of Control, Robotics and Systems*, vol. 23, no. 9, pp. 764-770, Sep. 2017.

[10] Y. H. Kim, J. H. Kim, and Y. H. Kim, "Shadow Removal based on Chromaticity and Brightness Distortion for Effective Moving Object Tracking," *Journal of Korea Institute of Information, Electronics, and Communication Technology*, vol. 8, no. 4, pp. 249-256, Aug. 2015.

[11] K. H. Park, and Y. S. Lee, "Definition and Analysis of Shadow Features for Shadow Detection in Single Natural Image," *Journal of Digital Contents Society*, vol. 19, no. 1, pp. 165-171, Jan. 2018.

[12] S. K. Park, and O. H. Kim, "A Study on the Moving Detection Algorithm for Mobile Intelligent Management System Based on the Cloud," *Journal of Institute of Korean Electrical and Electronics Engineers*, vol. 19, no. 1, pp. 58-63, Mar. 2015.



장영환(Young-Hwan Jang)

가천대학교 IT융합공학과 컴퓨터공학(석사 졸업)
가천대학교 IT융합공학과 컴퓨터공학(박사과정)

※ 관심분야 : IoT, 영상처리, 네트워크



이재철(Jae-Chul Lee)

가천대학교 모바일소프트웨어학과(석사 졸업)

※ 관심분야 : 영상처리, 모바일, 네트워크



박석천(Seok-Cheon Park)

고려대학교 컴퓨터공학(공학박사 졸업)
가천대학교 IT대학 컴퓨터공학과 정교수 역임
연세대학교 방송통신정책연구소 소장

※ 관심분야 : 네트워크, 영상처리, 빅데이터



이봉규(Bong-Gyou Lee)

Cornell University, Dept. of CRP(박사 졸업)
연세대학교 정보대학원 ICT·콘텐츠트랙 교수
연세대학교 학술정보원 원장(CIO, CPO)

※ 관심분야 : 네트워크, 영상처리, IoT



이상순(Sang-Soon Lee)

인하대학교 컴퓨터공학(공학박사 졸업)
가천대학교 컴퓨터공학과 교수

※ 관심분야 : 영상처리, 모바일, IoT