

---

# 스마트폰 카메라 및 보안 스티커 검출 방법

김창대\* · 최서혁 · 류성필 · 김동우 · 안재형

\*충북대학교 정보통신학과

Chang-dae Kim\*, Seo-hyuk Choi, Sung-pil Ryu, Dong-woo Kim, Jae-hyeong Ahn

\*Chungbuk National University

E-mail : changdaekim@chungbuk.ac.kr

## 요 약

본 논문은 자동으로 보안스티커를 부착시키기 위해 스마트폰 카메라를 검출하는 방법과 보안 스티커 탈부착 여부를 인식을 위한 보안 스티커 검출 방법을 제안한다. 이것은 출퇴근시간 때 사람이 보안스티커를 직접 부착하거나 탈부착 여부를 검사하는데 소요되는 시간을 줄이기 위함이다. 스마트폰 카메라 검출 시 LED 조명의 플리커현상에 의해 영상의 질이 나쁜 경우 검출률이 현저하게 낮다. 따라서 본 논문에서는 적응적 임계값을 적용한 뒤 빈번도를 검사해서 카메라 검출 방법을 구현하였다. 또한 보안 스티커 탈부착 여부를 인식하기 위해 색 필터링을 이용한 스티커 영역 검출 방법을 구현하였다. 제안 방법을 LED 조명의 플리커 현상이 있는 경우 스마트폰 카메라 검출에 적용해본 결과 기존 알고리즘보다 검출률이 향상되었음을 확인하였다. 또한 보안 스티커 검출률도 높았다.

## ABSTRACT

This paper proposes a method for detecting automatically a smartphone camera in order to put a security stickers and detecting security sickers to recognize whether the removable security sticker or not. The method reduce the time that a person put a security stickers and check the stickers whether the removable stickers at rush hour. It is significantly low to detect rate if the image quality is poor low by LED light flickering phenomenon at the time of the camera detection of the smartphone. Therefor, in this paper, it implement the method that detecting camera to inspect frequently degree after applying the adaptive threshold. Further, in order to recognize whether the removable security sticker or not implement the sticker region detection method using a color filter. The proposed method could increase detecting ratio than earlier methods with LED light flickering phenomenon. In addition, it was also high security sticker detection ratio.

## 키워드

스마트폰 카메라 검출, 보안 스티커, 빈번도 검사

## 1. 서 론

최근 스마트폰의 발전에 따라 다양한 저장 장치도 같이 발전되고 있다. 그에 따라 발생하는 문제점은 보안이다. 예를 들어 최근 경남 거제에 위치한 세계 최고 수준의 국내 조선사 3곳에 위장 취업해 해양플랜트 관련 핵심기술을 유출하려던 사례가 있었다. 그 피해규모는 3조원에 육박했다. 이러한 문제점을 방지하기 위해서 기업체 혹은 공공기관의 중요 시설에 직원 및 방문객이 출입 시 스마트폰에 보안 스티커를 부착해야 한다. 하지만 출퇴근 시 사람이 직접 부착하면 대기시간이 길어져 출퇴근 시간이 지연된다. 이 문제점은 보안 스티커를 부착하는 것을 영상처리를 이용하여 자동으로 하면 해결된다.

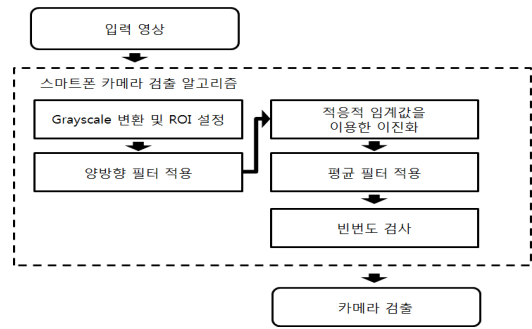
스마트폰의 카메라를 검출하기 위해서 크게 전처리, 적응적 임계값을 이용한 이진화, 허프 변환을 이용한 원 검출 단계로 구분된다. Bradley 등은 적분 영상을 위해 계산되는 국부 윈도우의 평균을 이용한 실시간 적응형 임계값을 제안했다. 이 방법은 문서 영상에 대해 임계치를 구하는데 효율적이다.[1] Rad 등은 기울기와 방향을 이용하여 원 검출하는 방법을 제안했는데, 프레임마다 이미지의 기울기와 방향을 소벨필터로 추출한다. 그리고 최대 경사값에 의한 적응형 임계값은 관심 픽셀을 선택할 때 사용된다. 누적기를 사용하여 원의 조건에 만족하는 화소의 쌓은 원의 중심과 반지름을 투표하는데 사용된다. 마지막으로 누적기의 최댓값은 원으로써 주어진다.[2] 김상희 등은 2D 허프변환을 이용하여 원형 모양을 검출하는 방법을 제안했는데, 원 형상의 일부만 존재하더라도 원을 찾을 수 있었다. 그러나 실제 영상에서 잡음이 확실하게 제거되지 못하거나 에지라인이 타원 형상을 띄게 되면 정확한 원을 찾지 못하는 경우도 발생하였다.[3]

본 연구에서는 적응적 임계값을 이용한 이진화와 빈번도를 검사하여 원 검출을 하고, 보안 스티커를 검출하여 탈부착 여부를 인식하기 위해 보안 스티커를 검출하는 방법을 제안한다.

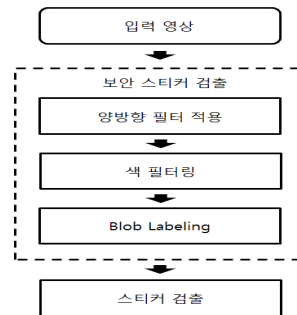
본 논문의 순서는 서론에 이어 2장에서 제안 방법을 설명하고, 3장에서 제안 방법의 실험 결과와 향후 연구를 설명하며 결론을 맺는다.

## II. 제안 방법

본 연구에서 스마트폰 카메라를 검출하기 위해서는 먼저 효율적인 실험환경을 구성해야 한다. 그리고 획득한 입력 영상에서 전처리 후 적응형 임계치를 이용하여 이진화를 한 뒤 허프 변환을 하여 원 검출을 한다. 그 후 원 검출 빈번도를 검사하여 가장 빈번하게 검출되는 좌표로 스마트폰 카메라 영역을 설정한다. 또한 보안 스티커의 탈부착여부를 인식하기 위해서 색상을 이용한 보안 스티커 검출을 한다. 이러한 알고리즘의 처리순서를 그림 1에 나타내었다.



(a) 카메라 검출 알고리즘



(b) 보안 스티커 검출 알고리즘

그림 1. 제안 방법의 처리 순서도

### 2.1 스마트폰 카메라 검출 연구 환경 설계

압실기구에서 영상처리용 카메라와 스마트폰이 이루는 각도, 스마트폰과 LED 조명이 이루는 각도에 따라 스마트폰의 카메라가 뚜렷하게 보여 위치를 파악할 수 있다. 스마트폰, LED 조명과 영상처리용 카메라가 이루는 각도는 실험을 통해 최적의 각도를 구했고 그림 2와 같다. 또한, 조명의 색을 여러 색으로 변경하여 실험을 하였다. 그 중에서 육안으로 보았을 때나 알고리즘을 돌렸을 때 백색 LED 조명이 제일 성능이 좋았다.

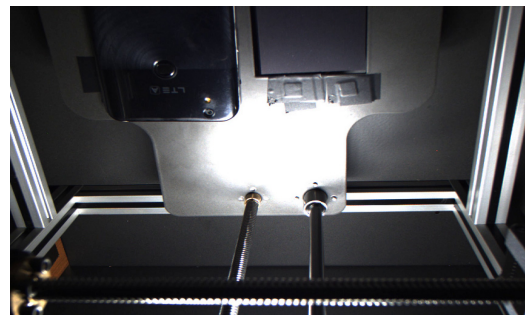


그림 2. 제안한 알고리즘의 실험환경

### 2.2 스마트폰 카메라 검출을 위한 전처리

일반적으로 기구 안에서의 스마트폰의 위치는 동일하므로 앞면의 카메라를 검출 시 스마트폰이 있는 위쪽 오른쪽을 ROI로 설정하고, 뒷면의 카

메라를 검출 시 스마트폰이 있는 위쪽의 왼쪽을 ROI로 설정하면 전체 처리시간을 감소시킬 수 있다. 본 연구에서는 식 (1)로 입력 영상의 ROI로 지정하였다. 여기서  $x$ ,  $y$ 는 ROI의 원점이고  $w$ 는 너비,  $h$ 는 높이이다.

$$\begin{aligned} & \text{if front} \\ & \quad x = 800, y = 150, w = 600, h = 250 \\ & \\ & \text{else if back} \\ & \quad x = 300, y = 150, w = 600, h = 250 \end{aligned} \quad (1)$$

LED의 플리커현상이란 부하의 특성에 기인하는 전압 동여에 의해 조명이 깜빡이는 현상이다. 이진화했을 때 플리커현상에 의해 잡음이 생겨 엣지가 수시로 바뀌어 원 검출률이 현저하게 낮았다. 엣지는 원 검출시 아주 중요한 요소이다. 따라서 플리커 현상에 의해 생긴 잡음을 없애기 위해 엣지를 보존하면서 잡음을 줄여주는 양방향 필터를 이용한다. 양방향 필터는 한 장의 색상 영상에 적용되는 저역 필터로써, 인접 화소와의 거리차, 색상차 각각에 대한 도메인 필터 및 레인지 필터에 대해 가우시안 함수를 사용한다. 도메인 필터는 중앙 화소에 공간적으로 가까운 화소들에게 가중치를 높이고, 레인지 필터는 중앙 화소의 화소값과 비슷한 주위 화소들에게 가중치를 높인다. 이 양방향 필터를 그림 2의 입력 영상에 적용한 결과를 그림 3에 이진영상으로 나타내었다.



그림 3. 양방향 필터 적용 후 이진화영상

스마트폰 카메라 검출 알고리즘을 적용하기 전 그림 2의 중간 영역과 같이 조명이 집중되는 곳이 있다. 이러한 현상은 이진화가 필요한 경우 임계값을 정할 때 영향을 끼친다. 그러므로 강한 조명 또는 반사가 존재하는 경우에 효과적인 방법이 필요하다. 본 연구에서는 임계값을 정할 때

OpenCV에서 제공하는 적응적 임계값을 사용하였다. 이 방법은 픽셀 주변의 국부 영역의 밝기를 분석하여 자동으로 임계치를 결정한다. 임계치는 각 픽셀 주변에서 구한 가중치 평균값에서 파라미터로 지정되는 상수값을 빼 값으로 결정된다. 가중치는 중심 쪽의 픽셀에 가중치가 크게 부여되는 가우시안 형태로 적용하였다. 아래 그림 4와 같이 적응적 임계값을 사용한 결과, 사용하지 않은 그림 3의 아래 그림보다 비교적 뚜렷하게 카메라 부분이 잘 나왔다.

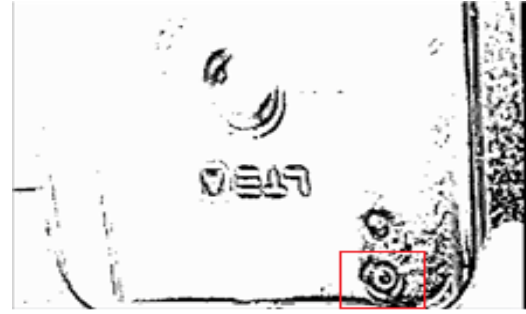


그림 4. 적응적 임계값을 이용한 이진화영상

그림 4에서 네모 박스로 표시한 부분이 실제 스마트폰의 카메라이다. 처리된 동영상의 여러 프레임들을 육안으로 봤을 때 스마트폰의 카메라 영역이 뚜렷하게 표시됨을 확인하였다.

### 2.3 스마트폰 카메라 검출

2.2절에서 이진화를 한 결과 가우시안 잡음이 아직 남아 있어 평균 필터를 사용하여 잡음을 줄였다.

스마트폰의 카메라는 비교적 단순하며 원에 가까우므로 윤곽선 추출로도 가능하다. 그러나 LED 조명의 플리커현상에 의해 원이 완벽하게 나오지 않을 수도 있으므로 원 검출에 뛰어난 허프 변환이 가장 적당하다. 스마트폰의 앞면과 뒷면의 카메라의 크기가 다르기 때문에 식 (2)로 스마트폰의 앞면, 뒷면에 각각 허프 변환을 적용한 결과, LED 조명의 플리커 현상에 의해 위정(false positive)의 경우가 많이 생겼다. 하지만 카메라 영역의 검출 빈도가 더 많은 것을 확인하였다. 그러므로 본 연구에서는 원 검출의 빈번도 검사를 하여 빈번도가 가장 높은 좌표를 카메라의 위치로 정했다.

$$\begin{aligned} & \text{if front} \\ & \quad \text{minradius} = 5 \\ & \quad \text{maxradius} = 9 \\ & \\ & \text{else if back} \\ & \quad \text{minradius} = 1 \\ & \quad \text{maxradius} = 15 \end{aligned} \quad (2)$$

제안한 방법을 적용한 결과 다른 위정의 좌표값들보다 스마트폰 카메라의 검출 빈번도가 아주 높은 것을 확인하였다. 그림 5는 제안한 방법으로 검출한 결과이다.



그림 5. 제안한 방법을 적용한 결과 영상

### 2.4 보안 스티커 검출

보안 스티커를 검출하기 전 불필요한 잡음을 줄이고, 탈부착 여부를 인식하는데 필요한 엣지를 보존하기 위해 양방향 필터를 적용하였다.

보안 스티커는 색, 모양, 크기의 규격이 정해져 있으므로 본 논문에서는 색을 이용하여 스티커를 검출한다. 그림 6과 같이 스티커는 파란색으로 구성되어 있는데, 이 색은 일반적인 스마트폰의 색이 아니므로 연산 시간이 적게 걸리는 색 필터링을 통한 검출이 효과적이다. 색 필터링에 사용되는 임계값은 식 (3)과 같고, 그림 7은 필터링된 결과이다. 그 다음 보안 스티커 즉, 흰색 픽셀로 이루어진 영역을 검출하기 위해 각 컴포넌트를 분리하고 검출하는 레이블링을 사용한다.



그림 6. 스마트폰에 부착된 보안 스티커

$$P(x,y) = \begin{cases} I(x,y), & (200 > R > 110 \text{ and} \\ & 255 > G > 190 \text{ and} \\ & B > 240 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3)$$



그림 7. 색 필터링 후 이진화 영상

### III. 결 론

본 논문에서는 스마트폰의 카메라 검출과 보안 스티커 탈부착 여부를 인식을 위한 보안 스티커 검출을 제안하였다. 먼저 카메라 검출 알고리즘은 연산 시간을 줄이기 위해 상단 중간부분을 ROI로 설정하였으며, 잡음을 줄이고 엣지를 보존하기 위해 양방향 필터를 사용하였다. 이진화를 할 때 적응적 임계값(Adaptive threshold)을 사용하였다. 이 알고리즘은 영상에 강한 조명, 반사로 밝기 값이 점진적으로 변화하는 경우에 효율적이다. 하지만 모든 화소 주변의 국부 평균 계산이 필요하다. 그러므로 연산시간이 다른 알고리즘보다 좀 더 걸릴 수 있다. 이진화 후 가우시안 잡음을 줄이기 위해 평균필터링을 사용하였다. 또한 허프 변환을 적용해 빈번도 검사를 하여 스마트폰 카메라 검출률이 상승했다. 처리 시간은 0.773 sec/frame으로 실시간 적용이 가능하다.

제안한 방법은 스마트폰의 위치, 각도에 따라 스마트폰 카메라 검출률이 낮아진다. 또한 스마트폰이 위치한 각도에 따라 보안 스티커도 모양이 달라지게 되어 보안 스티커의 색의 값이 달라져 검출에 어려움이 있다. 이러한 경우에도 보안 스티커를 검출하기 위해서 향후 지속적인 연구가 필요하다.

### 참고문헌

[1] Derek Bradley and Gergard Roth, "Adaptive Thresholding Using the Integral Image", Journal of Graphics Tools. Volume 12, Issue 2. pp. 13-21. 2007. NRC 48816.

[2] Ali Ajdari Rad, Karim Faez and Navid Qaragozlou, "Fast Circle Detection Using Gradient Pair Vectors", Proc. VIIth Digital Image Computing: Techniques and Applications, Sun C., Talbot H., Ourselin S. and Adriaansen T. (Eds.), 10-12 Dec. 2003.

[3] Sang-hee Kim and Hyung-il choi, "Circular Shape Detection using Improved 2D hough Transform", Korean Institute of Information Scientists and Engineers: Workshop presentation file, 35(2A), 2008.10, 233-237.