

# 공공장소 CCTV 프라이버시 확보 기법

권혁동\* 장경배\* 권용빈\* 서화정\*†

\*한성대학교 IT융합공학부

## A Method for CCTV privacy secure in public places

Hyeok-Dong Kwon\*, Kyoung-Bae Jang\*, Yong-Been Kwon\*,  
Hwa-Jeong Seo\*†

\*Division of IT convergence engineering, Hansung University.

### 요 약

CCTV(Closed Circuit Television, 폐쇄회로)는 침입 감시, 범죄 억제, 사고 예방 등의 다양한 목적으로 설치되는 카메라로 인가된 사용자만이 내용을 확인할 수 있기 때문에 CCTV라는 명칭을 사용한다. CCTV는 식당과 카페 같은 개인 사업장이나 지하철, 공항 등 다양한 공공장소에서 사용한다. 시간이 흘러 기술이 발전함에 따라 CCTV의 해상도 역시 향상되었으며 CCTV에 찍힌 피사체를 구분하기가 쉬워졌다. 하지만 발전한 성능으로 인해 의도치 않은 프라이버시 침해가 발생할 수 있다. 사람들이 사용하는 휴대폰이나 노트북 등의 전자기기가 CCTV에 촬영되며 고해상도 CCTV는 영상을 통해 화면의 내용을 대략적으로 또는 명확하게 확인할 수 있다. 이는 프라이버시 침해로 이어지며 CCTV 관리자에 한해 사람들의 전자기기 화면을 볼 수 있다. 본 논문에서는 제기한 문제를 해결하기 위해 CCTV가 전자기기 화면을 인식하여 비식별 단계를 거치는 시스템을 제안하며 프라이버시 침해 가능성을 예방하고자 한다.

### 1. 서론

현대 사회에서는 다양한 사고가 발생하며 자연스레 사고를 탐지 및 예방하기 위한 여러 수단이 발전하게 되었다. 그 중 하나로 CCTV(Closed Circuit Television, 폐쇄회로)는 강력한 예방 수단의 하나로 작용한다. CCTV는 흔히 말하는 감시카메라로서 지속적인 감시가 필요한 국지적인 지역을 촬영하는데 사용한다. 이는 감시에 사용되는 인력을 줄이고 불확실한 사람의 기억에 의존하지 않고 정확한 기록을 남길 수 있다. CCTV를 설치하는 것으로 얻을 수 있는 이점은 굉장히 많다. 가령 제한구역에 침입하는 비인가자를 감지하고 범죄의 억제 및 범죄자 추적에도 사용할 수 있으며, 화재 등 각종 재해 발생 감시 및 재해의 조기 파악과 같은 다양한 순기능을 가져온다.

기술이 발전함에 따라서 CCTV의 성능도 비약적으로 향상되었다. 하지만 이로 인해서 프라이버시 침해가 발생할 가능성이 생겼다. 일반적

인 사람들은 CCTV의 유무를 그다지 의식하지 않으며, 자유롭게 자신들의 전자기기를 사용한다. 이 과정에서 CCTV에 사람들의 전자기기 화면이 촬영되며 고성능의 CCTV는 촬영한 전자기기 화면 내용을 파악할 가능성이 생긴다. CCTV는 인가된 사용자만이 영상을 열람할 수 있으나, 촬영된 사람들은 자신의 스마트폰과 같은 전자기기 화면이 자기도 모르는 사이에 촬영되고 노출된다는 사실에 불쾌할 것이다.

따라서 CCTV의 본연의 목적에 충실하도록 촬영을 방해하지는 않되, 촬영되는 사람들의 프라이버시는 지켜줄 수 있도록 전자기기 화면에 대한 비식별 조치가 필요하다. 이를 통해 CCTV 설치자는 CCTV 설치 목적을 달성할 수 있으며 동시에 사람들은 자신의 전자기기에 노출된 사생활이 CCTV에 촬영되는 것을 방지할 수 있다.

본 논문에서는 CCTV 프라이버시와 관련된 문제점에 대해 서술하며 이에 대한 해결책을

제시한다. 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 CCTV의 발전상과 이에 관한 동향을 확인하며 3장에서 구체적인 문제점을 점검한다. 4장에서는 문제점을 해소할 방안에 대해 서술하며 5장에서 결론을 맺는다.

## II. CCTV(Closed Circuit Television)

CCTV는 기술의 발전에 따라 자연스럽게 발전하게 되었다. 초기 CCTV는 아날로그 방식을 사용했으나 이후 디지털 방식의 CCTV가 등장하였고, 인터넷과 연결되는 네트워크 CCTV에 이르기까지 점점 진화하였다. CCTV는 예방 및 감시 용도로 사용되기 때문에 영상 감시 시스템 또는 영상 보안 시스템으로도 호칭된다.

현재 CCTV는 세대 분류상 3세대로 분류되며 각 세대별로 적용되는 기술을 정리하면 표 1과[1] 같다.

표. 1. CCTV 세대별 분류

Generation	Gen 1	Gen 2	Gen 3
Camera	Analogue, Digital	Digital, Network	Network, 3D, Thermal image
Resolution	SD	HD, FHD	UHD
Codec	MPEG2	MPEG4, H.264	HEVC
Medium	Coaxial cable	10/100M IPNetwork	Giga Network, Wireless
Video analysis	Monitoring	Motion/Fire detection	Object analysis
Storage	VCR, DVR	DVR, NVR	NVR, Cloud

CCTV를 감시 목적으로 사용할 경우에는 확보한 영상의 내용을 정확하게 분석할 수 있어야 한다. 이를 위해서는 더 좋은 화질의 영상이 필요할 것이며, 이는 CCTV가 제공하는 해상도

와 직결된다. 초기 CCTV, 그 중에서도 아날로그 방식의 CCTV는 매우 낮은 해상도를 지원하였으며 이는 표 2[2]에서 확인할 수 있다.

표. 2. 아날로그 CCTV의 지원 해상도

QCIF	176 x 120 pixels
CIF	352 x 240 pixels
2CIF	704 x 240 pixels
4CIF	704 x 480 pixels
D1/WD1/Full D1	720 x 480 pixels

CCTV의 방식이 개선됨에 따라 디지털 방식이 등장하였고, 디지털 방식의 CCTV는 기존 아날로그 방식 CCTV보다 훨씬 더 높은 해상도를 지원하기 시작하였다. 이는 표 3[2]에서 확인할 수 있다.

표. 3. 디지털 CCTV의 지원 해상도

720p HD	1280 x 720 pixels
960p HD	1280 x 960 pixels
1.3 MP	1280 x 1024 pixels
2 MP	1600 x 1200 pixels
1080p HD	1920 x 1080 pixels
3 MP	2048 x 1536 pixels
5 MP	2592 x 1944 pixels
4K	3840/4096 x 2160 pixels

## III. CCTV 프라이버시 침해 과정

2장에서 CCTV의 발전상을 확인할 수 있었다. 현재 사용되는 고해상도 CCTV는 상당히 선명한 화질의 영상을 제공할 수 있으며 영상 내부의 각종 사물뿐만 아니라 작은 글씨까지 구분이 가능하다. 가령 4K 해상도 카메라를 사용한 경우에는 딥러닝을 사용하여 차량 번호판 인식 학습을 시키는 것이 가능했으며[3], SD 해상도 카메라를 사용하여 얼굴 인식이 가능했다[4]. 이외에도 SD 해상도의 영상에 입혀진 문자를 인식에도 성공한 사례가 존재한다[5].

특히 [3]과 같은 고해상도 CCTV 카메라를 사용한다면 작은 문자도 인식할 수 있으며, 영상을 사람이 육안으로 확인한다면 내용을 파악할 가능성이 생긴다. 이에 따라 다음과 같은 상황이 발생한다면 프라이버시 침해 가능성이 생긴다.

우선 고해상도 CCTV가 설치된 카페나 공항 같은 공공장소가 있음을 가정한다. 이때 피해자는 CCTV의 촬영범위를 등지는 자리에 위치한다. 피해자는 자신의 위치에서 스마트폰이나 노트북 같은 전자기기를 사용할 수 있으며 해당 전자기기의 화면에는 피해자가 열람중인 각종 정보가 나타난다. CCTV는 피해자의 전자기기 화면을 촬영할 수 있고 후에 CCTV 관리자는 영상을 열람하는 것으로 전자기기 화면의 내용을 확인할 수 있다. 이를 도식화한 것이 그림 1이다.



그림. 1. CCTV 프라이버시 침해 상황

즉, 공공의 목적으로 설치한 CCTV가 우연히 스마트폰이나 노트북 같은 전자기기의 화면을 촬영할 수 있다. 그리고 CCTV 관리자는 영상을 관리하면서 사람들의 전자기기 화면을 볼 가능성이 생긴다. 특히 스마트폰과 같은 극도로 개인화된 전자기기는 사용자 개인과 관련된 내용을 많이 저장하고 있으며, 사용자도 메신저, 커뮤니티 등의 사생활과 밀접하게 관련된 부분을 사용한다. 따라서 CCTV가 일반 사용자의 스마트폰을 촬영한다면 사생활과 관련된 부분

이 촬영될 가능성이 매우 높으며, 사용자에게 매우 답답지 않을 것이다.

## IV. 제안 방안

본 논문의 3장에서 CCTV가 일반인들의 전자기기 화면을 촬영하여 CCTV의 관리자가 사람들의 화면을 확인할 수 있음을 알았다. 따라서 본 장에서는 문제의 해결 방안을 제안하고자 한다.

문제의 쟁점은 CCTV가 일반 사람들의 전자기기 화면을 촬영한다는 점이다. CCTV의 본연의 목적을 달성함과 동시에 사람들의 프라이버시를 지켜주기 위해서는 촬영한 영상에서 사람들의 전자기기 화면에 비식별 조치를 취하는 것으로 프라이버시를 확보할 수 있다. 구체적인 과정은 다음과 같이 정리할 수 있다.

CCTV가 특정 공간을 지속적으로 촬영하고 있을 때, 누군가가 스마트폰 등의 전자기기를 사용하면서 지나가는 장면이 촬영된다. CCTV가 확보한 영상에서 전자기기로 보이는 물체를 자동으로 블러, 모자이크 등의 비식별 조치를 취한다. 이를 도식화하면 그림 2와 같다.

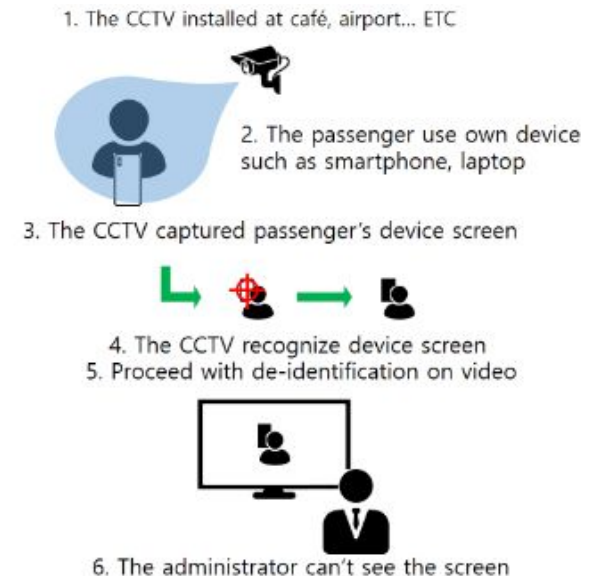


그림. 2. CCTV 비식별 조치

CCTV가 비식별 조치를 자동으로 취하기 위해서 크게 두 가지 방법을 제안한다.

우선 비식별 대상 기준을 설정한다. 그리고 설정된 기준에 따라 CCTV가 촬영한 영상에서 기준에 만족하는 물체에 자동으로 비식별 조치를 취한다. 가령 일정 크기 이하와 특정 형체를 지니는 발광체는 전자기기로 취급하고 비식별 조치를 취할 수 있다. 이 방법은 간단하며 CCTV의 성능의 영향을 덜 받는다는 장점이 있으나 전자기기가 아닌 다른 사물들도 비식별 조치를 거치는 오작동을 할 가능성이 존재한다.

때문에 단순한 물체 인식 방식에서 조금 더 발전한 두 번째 방법은, 머신러닝을 통해 전자기기로 보이는 물체를 학습시키는 것이다. 정확한 학습을 통해 전자기기를 식별하게 된다면 사물 인식 방식보다 훨씬 정교한 비식별 조치가 가능할 것이다. 하지만 고성능의 CCTV가 요구될 것이며 이에 따라 CCTV 관리자의 부담이 가중될 수 있다.

## V. 결론

본 논문에서는 CCTV가 일반인의 프라이버시를 침해할 가능성이 있음을 제기하고 이에 관한 해결책을 제시하였다. CCTV 같은 영상 보안 시스템은 범죄 예방과 같은 본래의 역할을 충실하게 수행하고 있으나 본 논문에서 확인한 문제점으로 인하여 관리자가 악의적인 의도 하에 다른 사람들의 스마트폰이나 노트북 화면을 훔쳐볼 수 있다.

본 논문에서 제안하는 방법을 통해 의도치 않은 프라이버시 침해를 예방할 수 있다. 다만 논문에서 제안하고자 하는 방안은 구현물이 없으며 제안 방안이 효과적인지를 보이기 위해서는 정밀한 실험 결과가 필요할 것으로 보인다. 따라서 본 논문의 제안 방안을 조금 더 구체적으로 개선한 다음, 실제로 구현을 통해 프라이버시 침해 예방에 어느 정도의 기여를 할 수 있는지 확인해야 한다. 이를 위해서 본 논문의 주제에 관해 지속적으로 연구와 개선이 진행될 필요가 있다.

## [참고문헌]

- [1] B.S.Choi, The Trends of Video Surveillance Systems market and Technologies, S&T Market Report, vol.51, September, 2017.
- [2] CCTV Video Resolution Comparison Chart. Mammoth Security Incorporation [Internet]. Available: <https://mammothsecurity.com/comparing-cctv-video-resolution/>
- [3] K.S.Son, J.W.Kim, and J.H.Lim, Convergence CCTV camera embedded with Deep Learning SW technology, Commercializations Promotion Agency for R&D outcomes, Journal of Korea Convergence Society, vol. 10, No. 1, pp. 103-113, October, 2019.
- [4] T.Marciniak, A.Chmielewska, R.Weychan, M.Parzych, and A.Dabrowski, Influence of low resolution of image on reliability of face detection and recognition, Multimedia Tools and Applications, vol.74, No. 12, pp 4329-4349, June, 2015.
- [5] B.C.Kim, C.H.Choi, and B.J.Son, Character Recognition of Low Resolution CCTV Images of Sewer Inspection, Journal of the Korea Institute for Structural Maintenance and Inspection, vol.20, No.5, pp 58-65, September, 2016.