

# 영상 블러링을 사용한 물체 영역의 유연한 보호 기법

장석우  
안양대학교 소프트웨어학과

## A Flexible Protection Technique of an Object Region Using Image Blurring

Seok-Woo Jang  
Department of Software, Anyang University

**요약** 인터넷을 통해 자료를 업로드하고 다운로드하는 것이 보편화되면서 개인 정보를 포함한 자료도 사용자들에게 쉽게 노출되고 있는 실정이다. 본 연구에서는 입력되는 여러 가지의 컬러 영상으로부터 전경이 아닌 배경 부분을 제외하고 개인 정보를 포함하고 있는 대상 영역을 강인하게 검출한 다음, 주변의 상황에 적합한 블로킹 방법으로 검출된 대상 영역을 보호하는 알고리즘을 소개한다. 본 연구에서는 먼저 받아들인 영상 데이터로부터 배경 부분을 제거하고 개인 정보를 포함하고 있는 대상 영역만을 사람의 피부 색상을 기반으로 강인하게 분할한다. 그런 다음, 주변의 상황에 적합하게 해당 영역의 블러링(blurring)을 다단계로 수행하여 검출된 대상 영역을 효과적으로 블로킹함으로써 개인 정보가 외부에 노출되는 것을 보호할 수 있다. 실험 결과에서는 제안된 방법이 입력되는 다수의 영상으로부터 개인 정보가 포함된 대상 객체 영역을 영상 블러링 방법으로 기존의 방법에 비해 2.3% 보다 정확하게 블로킹한다는 것을 보여준다. 본 연구에서 제안된 알고리즘은 영상 보안, 비디오 감시, 대상 물체 커버링 등과 같은 영상처리와 연관된 많은 유사한 분야에서 실제적으로 활용될 것으로 기대된다.

**Abstract** As the uploading and downloading of data through the Internet is becoming more common, data including personal information are easily exposed to unauthorized users. In this study, we detect a target area in images that contain personal information, except for the background, and we protect the detected target area by using a blocking method suitable for the surrounding situation. In this method, only the target area from color image input containing personal information is segmented based on skin color. Subsequently, blurring of the corresponding area is performed in multiple stages based on the surrounding situation to effectively block the detected area, thereby protecting the personal information from being exposed. Experimental results show that the proposed method blocks the object region containing personal information 2.3% more accurately than an existing method. The proposed method is expected to be utilized in fields related to image processing, such as video security, target surveillance, and object covering.

**Keywords** : Target Region, Background Area, Protection Technique, Blocking, Image Content

---

\*Corresponding Author : Seok-Woo Jang(Anyang Univ.)

email: swjang@anyang.ac.kr

Received February 10, 2020

Accepted June 5, 2020

Revised June 4, 2020

Published June 30, 2020

## 1. 서론

초고속의 유무선 네트워크 기능이 제공되어 발달된 인터넷은 많은 사람들에게 필요한 여러 가지의 정보를 언제 어디서나 손쉽게 제공해 주는 중요한 데이터 저장소의 역할을 수행한다[1]. 따라서 사용자들은 인터넷을 통해 본인이 원하는 그림, 동영상, 텍스트, 음악 파일, 웹 문서 등을 용이하게 획득할 수 있게 되었다. 이처럼 인터넷은 사람들에게 유용한 기능을 제공하므로, 관련된 응용 분야에서 없어서는 안 되는 소중한 기술 중의 하나이다 [2]. 더욱이, 정보통신 기술이 급속히 발전하는 최근의 우리의 생활은 인터넷을 제외하고는 이야기할 수 없을 정도로 중요한 요인이 되었다.

그러나 사람의 얼굴, 주민등록번호, 아이디(ID), 패스워드, 통장계좌번호, 핸드폰 연락처 등과 같이 개인의 사적인 정보를 포함하고 있는 영상 콘텐츠도 인터넷을 통해서 손쉽게 획득될 수 있으므로 많은 사회적인 문제를 발생시킬 수 있다. 예를 들어, 본인의 의사와 무관하게 자신의 얼굴 영역이 촬영된 영상들이 유튜브에 업로드되어 배포될 수 있다. 또한, 자동차 유리창에 적힌 핸드폰 연락처가 촬영된 영상들이 자동으로 수집되어 스팸 문자 발송에 활용될 수도 있다.

그러므로 입력되는 다양한 종류의 영상 콘텐츠로부터 개인 정보가 포함된 영역을 자동으로 검출한 다음, 검출된 영역을 블러링이나 모자이크 처리와 같은 영상처리 기법을 사용하여 효과적으로 블로킹(blocking)하는 연구가 필요하다[3].

입력되는 컬러 영상으로부터 목표로 하는 대상 영역을 검출하거나 블로킹하기 위한 기존의 연구는 관련된 문헌에서 확인할 수 있다. [4]에서는 사전에 학습을 통해 생성한 타원형의 피부 모델을 사용해 받아들인 영상 데이터로부터 사람의 피부 영역만을 강건하게 추출하였다. 그리고 추출된 피부 영역의 형태 및 내부에 위치한 화소 값들의 분포를 분석하여 해당하는 영역이 노출된 신체의 부위인지를 판정하였다.

[5]에서는 영상에서 블로킹 되어 있는 영역을 검출하기 위해 퍼지 군집화 기법을 사용하였다. 기존의 블록 기반의 모자이크 감지 알고리즘은 한자를 실제 모자이크 블록과 구별할 수 없다. 이를 해결하기 위해 본 방법에서는 퍼지 c-평균 군집화 알고리즘을 기반으로 모자이크 블록을 검출하는 모자이크 블록 검출 방법을 제안하였다.

[6]에서는 입력되는 컬러 영상으로부터 인공지능 연구 프로젝트로 진행되는 구글 브레인을 사용해 모자이크 기

반의 블로킹을 복원하는 기법을 연구하였다. 이 연구를 통해 보통 평균 값을 사용하여 블록 단위의 모자이크를 생성하는 방법은 원래 영상의 형상을 일정 수준까지 복원 가능하다는 것이 발견되었다.

[7]에서는 조명 및 환경 조건을 고려한 상황에서 색상 정보를 이용하여 입력되는 컬러 영상으로부터 여러 가지의 색상 공간에서 인체의 피부 영역을 감지한다. 그런 다음, 검출된 피부 영역만을 선택적으로 암호화하여 영상에 표출함으로써 노출된 피부 영역이 외부로부터 보호될 수 있다. 앞에서 설명한 기법들 이외에도 목표로 하는 영역을 검출하거나 블로킹하기 위한 새로운 시도들이 계속해서 제안되고 있다[8].

하지만 앞에서 기술된 기존의 기법들은 하나의 블로킹 방법만을 사용하여 목표 영역을 가린다. 따라서 주변의 상황을 전혀 고려하지 않고 블록 단위의 모자이크를 생성하여 목표 영역을 단순히 가리므로 부자연스러운 결과를 산출한다. 그리고 목표 영역을 블로킹하는 기존의 방법들은 다른 연구 방법들과 비교할 때 상대적으로 개수가 적다.

그러므로 본 연구에서는 입력되는 여러 가지의 컬러 영상으로부터 전경이 아닌 배경 부분을 제외하고 개인 정보를 포함하고 있는 대상 영역을 강인하게 검출한 다음, 주변의 상황에 적합한 블로킹 방법으로 검출된 목표 영역을 보호하는 알고리즘을 소개한다. 아래의 Fig. 1은 본 연구에서 소개하는 개인 정보를 포함한 목표 영역에 대한 블러링 기반 알고리즘의 전체적인 흐름도를 나타내고 있다.

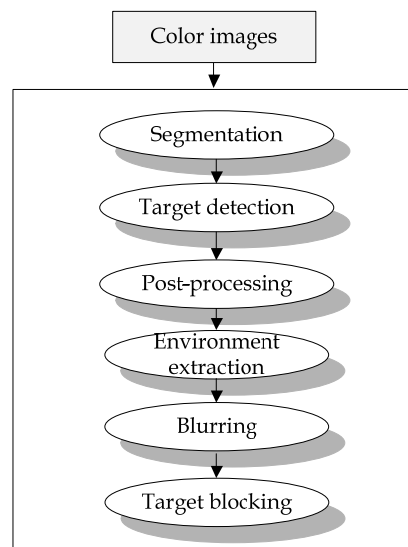


Fig. 1. Overall flow of the proposed method

Fig. 1에서 보여지는 것과 같이 본 연구에서 제시하는 방법에서는 먼저 받아들인 영상 데이터로부터 배경 부분을 제거하고 개인 정보를 포함하고 있는 목표 영역만을 사람의 피부 색상을 기반으로 강인하게 분할한다. 그런 다음, 주변의 상황에 적합하게 영상 블러링(blurring)을 다단계로 선택하여 검출된 목표 영역을 효과적으로 블로킹함으로써 개인 정보가 외부에 노출되는 것을 보호할 수 있다.

1장에서는 본 연구를 수행하게 된 전반적인 배경과 동기에 대해 설명하였다. 2장에서는 컬러 영상으로부터 개인 정보를 포함하고 있는 목표 영역을 강인하게 추출하는 기법에 대해 서술한다. 3장에서는 이전 단계에서 추출된 목표 영역을 다단계로 영상 블러링하는 알고리즘에 대해 기술한다. 그리고 4장에서는 본 논문에서 제시된 대상 영역 블로킹 알고리즘의 성능을 평가하기 위해 수행한 실험 결과를 기술한다. 끝으로, 5장에서는 결론과 본 연구의 향후 연구 계획을 기술한다.

## 2. 대상 영역의 추출

본 논문에서는 받아들인 영상 데이터로부터 피부 색상 영역을 검출한 다음, 검출된 피부 영역으로부터 개인 정보를 대표하는 사람의 얼굴 영역을 추출한다. 따라서 입력 영상으로부터 직접 검출하는 것보다 안정적이며 효율적으로 얼굴 부분을 감지한다.

먼저, 사람의 피부 색상 분포 영역은 얼굴과 같이 개인 정보를 포함하는 신체의 구성요소를 검출하는데 유용한 정보를 제공하므로, 대상 객체의 블로킹에 관한 연구에서는 반드시 포함되어야 하는 요소기술 중의 하나이다. 즉, 영상 데이터에 들어있는 얼굴 부분은 영상에 중요한 의미를 제공할 수 있는 개인 정보에 해당하므로, 입력된 영상으로부터 개인 정보를 대표하는 인간의 얼굴 부분을 강인하게 검출하고, 검출된 얼굴 영역을 정확하게 블로킹하는 연구가 필요하다. 보통 사람의 피부 영역을 검출하는 처리는 영상의 내부에 존재하는 객체에 대한 분할과 인식에 관한 딥러닝(deep learning) 기술이 발전되고 있음에도 불구하고 해결하기 매우 힘든 분야이다.

본 논문에서는 RGB 색상 공간으로 형성된 입력 영상을 피부 추출에 적합하다고 알려진 YCbCr 색상 공간으로 변경한다. YCbCr 색상 공간은 최신 디스플레이 장치의 영상 시스템에서 사용되는 색상 공간으로, RGB 정보를 인코딩하는 방식 중의 하나이다. RGB 컬러 공간을

YCbCr 컬러 공간으로 변환하기 위해서는 스케일링과 오프셋 조정(감마 조정) 단계를 거치는데, 식 (1)을 사용해 변환 가능하다.

식 (1)에서 Y의 값은 광원의 단위 면적에서 단위 입체각으로 발산하는 빛의 양, 다시 말해 광원의 단위 면적당 광도인 휘도이며, Cb와 Cr은 채널 색도 위도에 대응하여 색상과 포화도로 구분되는 크로마(chrominance)로, Cb는 파란색에서 밝기를 뺀 성분이고, Cr은 빨간색에서 밝기를 뺀 성분 값이다. 여기서  $K_B$ ,  $K_R$ ,  $K_G$ 의 합은 1이 되며 ITU-R BT.709 표준을 8비트 기준으로 변경하면  $K_B$ 는 0.144,  $K_R$ 은 0.299,  $K_G$ 는 0.587로 정의될 수 있다. 식 (1)에서 프라임(') 기호는 비선형 전달 함수를 이용하여 빛의 신호를 비선형적으로 변형해 주는 감마 보정이 되었다는 것을 의미한다. 식 (1)을 사용하여 RGB 컬러 공간을 YCbCr 컬러 공간으로 변환하면 Y의 값은 16~255, 그리고 Cb와 Cr 값은 16~240 사이의 값을 갖는다.

$$Y' = K_R \times R' + K_G \times G' + K_B \times B' \quad (1)$$

$$C_B = \frac{1}{2} \times \frac{B' - Y'}{1 - K_B}$$

$$C_R = \frac{1}{2} \times \frac{R' - Y'}{1 - K_R}$$

색상 공간을 YCbCr으로 변경한 다음에는 사전에 학습된 타원형 모델을 이용하여 생성한 사람의 피부 모델을 사용해, 받아들인 입력 영상으로부터 배경 부분을 제외하고 인간의 피부 분포 영역만을 정확하게 검출한다. 다음으로는, 오 검출된 영역에 대한 후처리를 수행한다. 보통 오 검출된 영역은 비슷한 색상을 가지거나 완벽하게 제거되지 않은 다수의 잡음으로 인해 발생할 수 있는데, 본 연구에서는 열림(opening) 모폴로지(morphological) 연산자를 적용하여 제거하거나 축소시킨다. 식 (2)와 식 (3)은 열림 연산에 필요한 침식(erosion) 연산과 확장(erosion) 연산을 나타낸다.

$$dst(x, y) = \min_{(x', y') : element(x', y') \neq 0} src(x + x', y + y') \quad (2)$$

$$dst(x, y) = \max_{(x', y') : element(x', y') \neq 0} src(x + x', y + y') \quad (3)$$

입력된 컬러 영상으로부터 피부 색상 분포 영역을 검출한 다음에는, 검출된 피부 영역으로부터 인공적인 깊은 신경망(deep neural network)을 사용해 사람의 얼굴

영역만을 강인하게 추출한다[9]. 본 논문에서는 CNN(convolutional neural network) 기반의 딥러닝 알고리즘을 사용하며, 영상을 6단계의 피라미드로 생성하여 적용한다. 다시 말해, 피라미드에서 수준 0은 원래의 컬러 영상을 의미하고, 수준이 높아질수록  $1/2^n$  배로 영상의 해상도가 줄어든다. 그리고 활성화 함수는 ReLU(rectified linear unit) 함수가 사용되며, 전체 부윈도우에 대하여 윈도우 점수 부여 함수인  $F(x, y)$ 가 적용되어 대상 객체가 추출된다.

### 3. 다단계 영역 블러링

본 연구에서는 이전 단계에서 타원형의 피부 색상 분포 모델과 인공적인 심층 학습을 통해서 강인하게 검출한 개인 정보를 포함한 목표 영역을 효과적으로 가리기 위해서 영상 블러링 기법을 주어진 상황에 따라 선택적으로 적용하여 해당 영역을 블로킹한다. 따라서 다양한 종류의 영상 콘텐츠 내에 포함된, 본인이 원하지 않는 특정한 개인 정보가 인터넷을 통해 자유롭게 노출되고 배포되는 것을 효과적으로 방지할 수 있다.

먼저, 본 연구에서는 가우시안 함수를 이용하여 영상 블러링을 수행한다. 가우시안 함수를 이용한 블러링[10]은 대표적인 블로킹 방법 중의 하나이다. 일반적으로 가우시안(Gaussian) 함수는 현재의 화소 값과 주변에 이웃하고 있는 화소 값들의 가중 평균을 이용하여 현재 화소의 값을 대체한다. 따라서 개인 정보 영역에 가우시안 함수를 이용한 블러링을 적용하면 이질감이 적은 블로킹 결과를 얻을 수 있다.

가우시안 함수는 보통 평균을 중심으로 좌우가 대칭인 종 모양의 형태를 취한다. 예를 들어, 평균이 0이고, 표준편차가  $\sigma$ 인 1차원 가우시안 분포를 함수식으로 나타내면 식 (4)와 같다.

$$G_{\sigma}(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} \quad (4)$$

그리고 표준편차인  $\sigma$ 가 각각 0.5와 2.0인 경우의 가우시안 그래프는 Fig. 2와 같은 형태를 취한다. 평균이 0인 가우시안 함수이기 때문에  $x$ 가 0인 위치에서 가우시안 값이 가장 크게 나타나며,  $x$ 가 0에서 멀어질수록 가우시안 함수의 값이 점점 감소한다. 또한 가우시안 함수의

표준편차 값이 작을수록 그래프가 뾰족한 곡선을 이루고, 가우시안 함수의 표준편차가 증가할수록 그래프가 완만한 곡선을 구성한다.

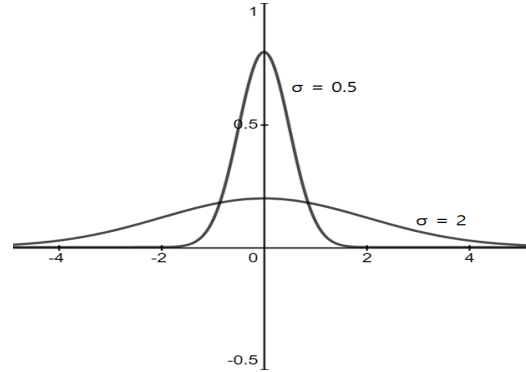


Fig. 2. Gaussian functions with different sigmas

영상에 적용할 2차원의 좌표 공간에서 평균이  $(0, 0)$ 인 가우시안 함수는 식 (5)와 같이 정의된다.

$$G_{\sigma}(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\left(\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}\right)} \quad (5)$$

2차원 가우시안 함수의 그래프도 1차원 가우시안 함수와 마찬가지로  $(0, 0)$ 에서 평균이 가장 큰 값을 가지고 있으며, 종 모양으로 점차 감소하는 곡선의 형태를 이루고 있다.

본 논문에서는 목표 영역에 대한 블러링 적용시 고정된 표준편차를 사용한 가우시안 함수를 적용하지 않고, 상황에 따라 표준편차를 가변적으로 적용한 가우시안 함수를 적용한다. 본 연구에서는, 고정된  $\sigma$  값이 아닌 검출된 개인 정보를 포함한 영역의 크기  $P_w$ 에 따라 식 (6)을 통해 가변적으로 적용된다. 본 논문에서는 검출된 목표 영역의 크기가 커질수록 보다 큰  $\sigma$  값을 사용하며, 목표 영역의 크기가 작아질수록 보다 작은  $\sigma$  값을 사용해 영상 블러링을 수행한다.

$$\sigma = P_w * 0.1 \quad (6)$$

다시 말해, 대상 물체가 카메라로부터 멀리 떨어져있는 경우에는 물체가 명확하게 보이지 않으므로  $\sigma$  값을 줄여 블러링하고, 대상 물체가 카메라로부터 근접하게 위치할 경우에는 물체가 명확하게 보이므로  $\sigma$  값을 높여서

강하게 블러링함으로써 물체 영역을 효과적으로 보호할 수 있다.

#### 4. 실험 결과

본 논문에서 실험을 수행하기 위해 이용한 PC는 인텔 Core(TM) i7-6700 3.4 GHz의 CPU, 16GB의 메모리, 256GB인 SSD, NVIDIA GPU GP104가 설치된 Galaxy Geforce GTX 1080 Ti 그래픽 카드로 이루어져 있다. 그리고 개인용 컴퓨터에는 윈도우 10 운영체제가 설치되었다. 또한, 응용 프로그램의 개발 도구로는 비주얼 C++ 버전 2015가 이용되었으며, 본 연구에서 제시된 알고리즘을 구현하기 위해 OpenCV 컴퓨터 비전 라이브러리가 사용되었다.

Fig. 3 (a)는 입력된 영상으로부터 피부 색상 화소를 추출한 결과 영상의 예를 보여준다. 그리고 Fig. 3 (b)는 추출된 피부 영역으로부터 얼굴 영역을 찾고, 찾아진 영역의 MER를 보여주고 있다.



Fig. 3. Object detection  
(a) Skin pixel image (b) Detected face region

Fig. 4 (a)는 얼굴 영역이 노출되어 있는 사람을 포함하고 있는 장면을 촬영한 입력 영상의 한 예를 보여준다. Fig. 4 (b)는 타원형의 피부 색상 분포 모델과 인공적인 심층 신경 학습을 이용하여 사람의 얼굴 영역을 강인하게 검출하고, 검출된 얼굴 영역을  $\sigma$ 를 0.5로 설정한 다음 블러링을 사용하여 효과적으로 블로킹한 결과 영상을 보여준다. Fig. 4 (c)과 Fig. 4 (d)는  $\sigma=1$ 과  $\sigma=2$ 인 경우의 가우시안 블러링을 수행한 결과를 각각 보여준다.

본 연구에서는 제시된 목표 영역의 다단계 블로킹 방법의 성능을 정확도 측면에서 정량적으로 분석하였다. 본 연구에서는 받아들인 영상에서 강인하게 추출되고 영상 블러링된 목표 영역들의 개수와, 전체 영상 콘텐츠에 포함되어 있는 목표 영역과의 개수와의 비율로 정의된 식 (7)과 같은 척도를 이용하였다.



Fig. 4. Image blurring  
(a) Input image (b) Blurring( $\sigma=0.5$ ) (c) Blurring( $\sigma=1.0$ )  
(d) Blurring( $\sigma=2.0$ )

식 (7)에서  $TARGET_{blocking}$ 은 제시된 방법을 이용해서 올바르게 블로킹된 목표 영역들의 개수를 의미한다. 그리고  $TARGET_{all}$ 은 테스트하는 영상 콘텐츠에 들어있는 개인 정보를 포함한 목표 영역들의 전체적인 개수를 의미한다. 본 연구에서 정의한 정량적인 척도는 백분율로 표현된다.

$$\Omega_{correctness} = \frac{TARGET_{blocking}}{TARGET_{all}} \times 100 (\%) \quad (7)$$

Fig. 5는 정확성 측면에서 목표 영역의 다단계 블로킹 방법의 성능 측정 결과를 그래프로 보여주고 있다. 본 논문에서는 216개의 컬러 영상을 사용하여 제안된 방법을 테스트하였으며, 89.4%의 정확도를 획득하였다. Fig. 5에서 확인 가능하듯이 본 논문에서 소개한 알고리즘이 보다 효과적으로 개인 정보를 포함한 목표 영역을 블로킹한다.

즉, 인간의 피부 색상 분포에 대한 범위를 사전 학습을 통해 정의한 고정적인 피부 색상 모델, 그리고 최근에 심층 학습으로 알려진 딥러닝이 아닌 일반적인 인공 신경망을 사용하는 기존의 방법은 모델이 충분히 학습되지 않아서 목표 영역의 오 검출이 상대적으로 많이 발생하였다. 그리고 블록 기반의 모자이크 처리라는 한 가지의 방법만을 이용하여 목표 영역을 블로킹하므로 시스템이 유연하지 않았다.

이에 비해, 제시된 알고리즘은 피부 색상 모델과 인공적인 심층 학습을 수행하여 개인 정보가 포함된 목표 영역을 보다 정확하게 검출하고, 검출된 영역을 다단계로

블로킹하므로 보다 효과적인 성능을 보여주었다. 특히, 여러 개의 블로킹 기법을 중에서 상황에 적합한 기법을 선택하여 사용하므로 보다 적응적인 블로킹 시스템이 구축되었다. 또한, 제안된 방법은 인종별로 피부 색상 분포의 차이가 존재하는 것을 극복하기 위해서 여러 인종을 포함한 영상 데이터를 사용해 피부 모델의 학습을 수행한다.

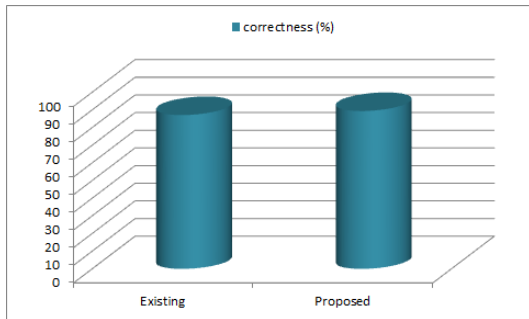


Fig. 5. Performance evaluation

제안된 방법에서는 조명이나 잡음의 영향에 기인한 피부 영역의 오검출로 인해 사람의 얼굴 영역들이 잘못 검출된 테스트 영상에서는 블로킹이 정확하게 수행되지 않았다. 그리고 배경 부분에 나뭇잎 등과 같이 피부 색상과 유사한 영역들이 존재하는 경우에도 목표 영역의 오검출로 인해 부정확하게 블로킹이 수행되었다. 이런 단점들은 보다 개선될 수 있도록 향후 연구에서 지속적으로 수행할 계획이다.

## 5. 결론

최근 들어 인터넷을 용이하게 이용할 수 있는 스마트 장치의 보편화로 다양한 콘텐츠를 용이하게 획득할 수 있는 환경이 조성되었다. 이에 반해, 사용자가 원하는 않는 개인 정보가 포함된 콘텐츠도 자유롭게 유통되고 있으므로 사회적인 문제로 나타나고 있는 상황이다.

본 논문에서는 시스템에 입력되는 다수의 영상 콘텐츠로부터 개인 정보를 포함하고 있는 목표 영역을 정확하게 추출하고, 추출된 목표 영역을 다단계 블로킹 기법을 사용하여 적응적으로 보호하는 알고리즘을 소개하였다. 소개된 알고리즘에서는 먼저 받아들인 영상 데이터로부터 배경 부분을 제거하고 개인 정보를 포함하고 있는 목표 영역만을 사람의 피부 색상을 기반으로 강인하게 분

하였다. 그런 다음, 주변의 상황에 적합하게 영역을 다단계로 블러링하여 검출된 영역을 효과적으로 블로킹함으로써 개인 정보가 외부에 노출되는 것을 보호할 수 있었다. 실험 결과에서는 본 연구에서 제시된 알고리즘이 입력되는 컬러 영상 콘텐츠로부터 개인 정보를 포함한 목표 영역을 정확하게 추출하고, 추출된 해당 영역을 블러링하여 주변의 환경에 적응적으로 블로킹한다는 것을 보여 주었다.

추후에는 본 논문에서 제시한 목표 영역의 다단계 블로킹 알고리즘을 CCTV 영상이나 성인 영상 등에 적용하여 제안된 알고리즘의 성능을 보다 안정화할 계획이다. 그리고 입력되는 영상 콘텐츠에서 블로킹하고자 하는 영역을 노출된 개인 정보의 중요도에 따라 다르게 함으로써 보다 안정적이고 신뢰성 있게 콘텐츠를 보호할 계획이다.

## References

- [1] C.-T. Chang, C.-S. Tu, and J. Hajiyev, "Integrating Academic Type of Social Media Activity with Perceived Academic Performance: A Role of Task-Related and Non-Task-Related Compulsive Internet Use," *Computers and Education*, Vol.139, pp. 157-172, October 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.05.011>
- [2] P. Visu, L. Lakshmanan, V. Murugananthan, and M. V. Cruz, "Software-Defined Forensic Framework for Malware Disaster Management in Internet of Thing Devices for Extreme Surveillance," *Computer Communications*, Vol.147, pp. 14-20, November 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.comcom.2019.08.013>
- [3] R.-L. Hsu, M. Abdel-Mottaleb, and A. K. Jain, "Face Detection in Color Images," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 24, No. 5, pp. 696-706, May 2002. DOI: <https://doi.org/10.1109/34.1000242>
- [4] S.-W. Jang, Y.-J. Park, G.-Y. Kim, H.-I. Choi, and M.-C. Hong, "An Adult Image Identification System Based on Robust Skin Segmentation," *Journal of Imaging Science and Technology*, Vol. 55, No. 2, pp. 020508-1~10, Mar. 2011. DOI: <https://doi.org/10.2352/J.ImagingSci.Technol.2011.55.2.020508>
- [5] J. Liu, L. Huang, and J. Lin, "An Image Mosaic Block Detection Method Based on Fuzzy C-Means Clustering," *In Proc. of the IEEE International Conference on Computer Research and Development (ICCRD)*, Vol.1, pp. 237-240, Mar. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICCRD.2011.5764011>

- [6] R. Dahl, M. Norouzi, and J. Shlens, "Pixel Recursive Super Resolution," *In Proc. of the IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV)*, pp. 5449-5458, Oct. 2017.  
DOI: <https://doi.org/10.1109/ICCV.2017.581>
- [7] A. Shifa, M. B. Imtiaz, M. N. Asghar, and M. Fleury, "Skin Detection and Lightweight Encryption for Privacy Protection in Real-Time Surveillance Applications," *Image and Vision Computing*, Vol.94, Article 103859, February 2020.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.imavis.2019.103859>
- [8] H. Zhang, X. Wang, J. Zhu, and C.-C. Jay Kuo, "Fast Face Detection on Mobile Devices by Leveraging Global and Local Facial Characteristics," *Signal Processing: Image Communication*, Vol.78, pp.1-8, October 2019.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.image.2019.05.016>
- [9] S. Hayakawa and T. Suzuki, "On the Minimax Optimality and Superiority of Deep Neural Network Learning over Sparse Parameter Spaces," *Neural Networks*, Vol.123, pp.343-361, March 2020.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neunet.2019.12.014>
- [10] R. Wang, W. Li, and L. Zhang, "Blur Image Identification with Ensemble Convolution Neural Networks," *Signal Processing*, Vol.155, pp.73-82, February 2019.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sigpro.2018.09.027>

---

장 석 우(Seok-Woo Jang)

[종신회원]



- 1995년 2월 : 숭실대학교 전자계산학과 (공학사)
- 1997년 2월 : 숭실대학교 일반대학원 컴퓨터학과 (공학석사)
- 2000년 8월 : 숭실대학교 일반대학원 컴퓨터학과 (공학박사)
- 2009년 3월 ~ 현재 : 안양대학교 소프트웨어학과 교수

<관심분야>

로봇비전, 증강현실, HCI, 비디오 색인 및 검색 등