

입력 영상에서 예측 기반 개인 정보 영역의 보존

이용준¹, 장석우^{2*}

¹극동대학교 해킹보안학과

²안양대학교 소프트웨어학과

Prediction-based Protection of Privacy Areas in Input Images

Yong-Joon Lee¹, Seok-Woo Jang^{2*}

¹Department of Hacking Security, Far East University

²Department of Software, Anyang University

요약 최근 들어, 사람의 중요한 개인 정보를 포함한 영상 콘텐츠가 인터넷을 통해 손쉽게 유통 및 공유되고 있어서 사회적으로 대비책이 필요한 시점이다. 본 논문에서는 받아들이는 영상에서 개인적인 정보를 나타내는 사람의 얼굴 부분을 블록 모자이크와 위치 예측 기법을 활용해 유연하게 하이딩하는 방법을 제안한다. 본 논문에서는 먼저 받아들이는 영상 콘텐츠에서 랜드마크 기반의 모델을 생성해 얼굴 부분을 검출한다. 그런 다음, 모자이크와 예측 알고리즘을 적용하여 직접 처리에서 검출된 얼굴 부분을 효율적으로 하이딩한다. 실험 결과는 본 연구에서 제안한 알고리즘이 받아들이는 여러 가지의 영상 콘텐츠로부터 모자이크와 위치 예측을 사용해 개인 정보 영역을 유연하게 하이딩한다는 것을 제시한다. 본 논문에서 제시된 객체 위치 예측 기반의 개인 정보 영역 하이딩 알고리즘은 대상 객체 블로킹, 이동 물체 검출 및 추적, 물리적 보안, 개인 정보 보호와 같은 패턴 및 영상 처리와 연관 있는 여러 가지의 실제 분야에서 핵심적인 요소 기술로 가치 있게 활용될 것으로 예상된다.

Abstract Recently, image content including personal information has been easily distributed and shared through the Internet, and it is a time when social precautions are needed. In this paper, we propose an approach that flexibly hides the face of a person representing personal information in a received image using block mosaic and location prediction techniques. The face part is detected by first creating a landmark-based model from the received image. Then, the detected face part is efficiently hidden by applying the mosaic and prediction algorithm. Experimental results show that the proposed algorithm flexibly hides the personal information area using mosaic and location prediction from color images. The hiding algorithm is expected to be valuable as a key element technology in a number of real-world fields related to pattern and image processing, such as object blocking, moving object detection and tracking, physical security, privacy, etc.

Keywords : Dynamic Image, Hiding, Privacy Area, Image Processing, Prediction Algorithm

1. 서론

처리 속도의 발전, 영상 부품의 저렴화, 고화질의 디스플레이 등과 같은 핵심 기술의 진보로, 최신의 우수한

기능을 장착한 영상 촬영 장비[1]들이 상당히 저가로 개발되고 있다. 따라서 이런 촬영 장비로 획득된 여러 유형의 영상 미디어가 사용자들 사이에서 손쉽게 전달되고 있다. 이와 같은 영상 미디어는 무인 자동차, 영상 빅 테

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

email: swjang@anyang.ac.kr

Received September 1, 2022

Accepted October 7, 2022

Revised October 6, 2022

Published October 31, 2022

이터 보안, 딥러닝 기반의 인공지능 등과 같은 다양한 실제 적용 부분에서 활발하게 이용될 수 있을 것이다[2,3].

이와 같이 다양한 종류의 컬러 영상 데이터를 활용하여 사용자가 원하는 정보 및 흐름을 추출 및 예측할 수 있다는 좋은 측면도 있으나, 반대로 부정적인 문제도 많이 발생한다. 즉, 얼굴이나 지문, 또는 신체의 일부와 같이 인간의 개인적인 정보가 포함된 영상 데이터도 제약 없이 일반인에게 편하게 유포되고 있어 사회적으로 문제가 되고 있는 상황이다.

따라서 시스템으로 받아들인 영상 콘텐츠로부터 사람의 개인적인 정보를 대표하는 해당 부분을 정확하게 검출한 다음, 검출된 부분을 블러링 처리나 격자형 모자이크를 오버레이(overlay)하여 효과적으로 하이딩시키는 연구가 필요하다. 다시 말해, 이런 연구 수행을 통해 잘 보호되어야 할 사람의 사적인 정보가 외부로 유출 및 자유롭게 유통되는 것을 차단할 수 있다.

받아들이는 여러 종류의 컬러 영상 콘텐츠로부터 얼굴이나 피부, 노출된 인체 영역처럼 개인 정보를 나타내는 대상 영역을 추출하고 하이딩하기 위하여 진행되었던 기존의 연관된 연구는 주변의 문헌에서 찾아질 수 있다. [4]에서는 여권을 신청하기 위해 변형된 얼굴 영상이 제출되기도 하는 모핑(morphing) 공격에 활용되는 얼굴 인증이 제안되었다. 이 방법은 모핑 공격에 대항하기 위해 워치리스트(watchlist)를 사용해 변형된 얼굴 영상을 감지하고, 변형 공격자를 식별할 것을 제안하였다. 그리고 감시 목록에 포함된 생체 참고 자료와 의심 영상을 비교하여 수행되며, 얼굴 비교 결과를 분석하여 검출 과정이 수행된다. 또한 모핑된 영상이 탐지되면 모핑 공격자도 식별된다. 한편, 다른 형태의 형성 방법, 영상 품질, 표정 및 얼굴 각도를 가진 데이터베이스도 수집된다.

[5]에서는 비디오 시퀀스에서 사람의 얼굴을 정확하게 추적하기 위해 SENResNet 얼굴 감지 모델과 회귀 네트워크 기반 얼굴 추적(RNFT) 모델을 포함하는 딥러닝을 기반으로 하는 얼굴 감지 및 추적 프레임워크를 제안하였다. 공개 얼굴 및 비디오 데이터 세트에 대한 실험 결과는 제안된 SENResNet 및 RNFT 모델이 정확도와 성능 면에서 최첨단의 비교 방법보다 우수하다는 것을 보여주었다.

[6]에서는 컨볼루션 신경망에 의해 추출된 차별적 완전 특징(DCF)을 기반으로 한 빠른 얼굴 감지 방법을 제안하였다. 여기에서, 얼굴 감지는 전체 특징 맵에서 직접 수행된다. 이 방법에서 DCF는 스케일 불변성의 능력을 보여주는데, 이는 빠른 속도와 유망한 성능을 가진 얼굴

검출에 도움이 된다. 그러므로 제안된 방법에서는 기존의 방법에 이용되는 영상 피라미드에서 다중 스케일 형상을 추출할 필요가 없으므로 얼굴 검출에 대한 효율성을 크게 향상시킬 수 있다. 몇 가지 인기 있는 얼굴 감지 데이터 세트에 대한 실험 결과는 얼굴 감지를 위해 제안된 방법의 효율성을 보여주었다.

[7]에서는 동적으로 변화하는 조명 및 환경 조건에서 색상 정보를 활용해 인간의 피부 감지 및 후속 프라이버시 보호를 위한 하이브리드 체계를 제안하였다. 이런 목적을 위해 동적이며 명시적인 피부 감지 접근법이 구현되었으며, RGB, HSV, YCbCr 색상 공간 등의 여러 색상 공간을 동시에 고려한 다음 제안된 결합 임계값 규칙 기반의 분할을 통해서 사람의 피부를 감지한다. 그런 다음, 피부 화소의 표준 AES-CFB 암호화가 전체 비디오 프레임의 선택적 암호화보다 바람직한 것으로 나타날 때, 감지된 피부 픽셀이 암호화된다. 앞에서 설명한 여러 가지의 방법들과 더불어 기계 학습 및 컴퓨터 비전 처리를 이용해 얼굴이나 피부처럼 사람의 사적인 정보를 표현하는 인간의 인체 부분들을 강인하게 하이딩하는 알고리즘들이 지속적으로 개발되고 있다[8].

앞에서 기술한 전형적인 방법들은 특정한 제약이 없는 실내외의 임의의 상황보다는 일정한 제한이 있는 상황에서 실험하였다. 그리고 기존의 전형적인 기법들은 입력 영상에서 해당하는 부분을 하이딩하기 위하여 가로와 세로가 $N \times N$ 크기의 정방형의 그리드(grid) 단위의 모자이크를 만들어 사용하였다. 그러므로 하이딩되는 개인 정보 부분들이 자연스럽지 못하게 가려지는 성향이 있었다.

따라서 본 논문에서는 랜드마크 기반의 객체 모델을 생성하여 받아들인 컬러 영상 안에 들어있는 개인 정보 영역을 획득한 다음, 획득된 영역을 블록 단위의 모자이크와 위치 예측을 적용하여 하이딩함으로써 개인 정보를 대표하는 영역들을 효율적으로 차단하는 방법을 제안한다. Fig. 1은 본 논문에서 제안하는 객체의 위치 예측 알고리즘에 기반한 사람의 개인 정보 영역 하이딩 접근 방법의 흐름도를 나타낸다.

Fig. 1로부터 유추할 수 있듯이, 본 논문에서 제안한 접근 방법에서는 우선 랜드마크 기반의 객체 모델을 사용하여 컬러 영상으로부터 개인 정보를 대표하는 영역들을 정확하게 검출한다. 그런 다음, 직전 단계에서 검출된 개인 정보 영역들을 격자형의 블록 기반의 모자이크와 객체의 위치 예측 알고리즘을 사용해 효율적으로 하이딩한다.

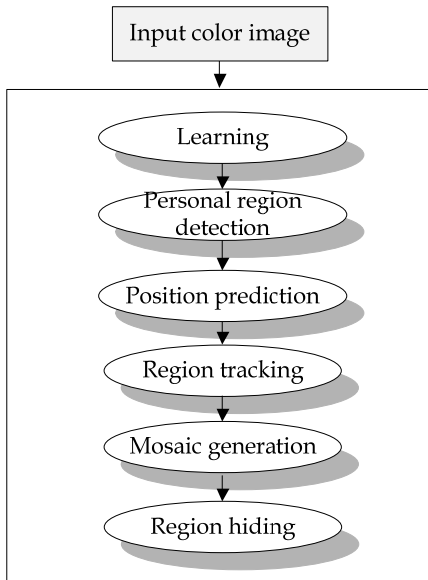


Fig. 1. Flowchart of the suggested algorithm

2장에서는 받아들인 동영상으로부터 개인 정보 영역을 추출하는 기법에 대해 기술한다. 3장에서는 개인 정보 영역을 추적하면서 동시에 하이딩하는 기법에 관해 서술한다. 4장에서는 제시된 예측 기반의 개인 정보 하이딩 접근 방법의 성능을 비교하기 위해 수행한 실험 결과를 서술한다. 끝으로, 5장에서는 본 논문의 결론과 향후의 연구 과제에 대해 서술한다.

2. 개인 정보 영역의 획득

본 단계에서는 먼저 입력 받은 컬러 영상 데이터로부터 다른 영역들은 배제하고, 인간의 개인 정보를 대표적으로 나타내는 얼굴 부분만을 정확하게 검출하고자 한다. 본 연구에서는 우선 전처리를 수행한다. 즉, 양방향(bilateral)의 필터링을 사용해 영상에 포함된 잡음을 제거하고, 프레임 블렌딩 방법을 통해 영상 안에 있는 균일하지 않은 조명 효과를 조정한다. 그런 다음, 랜드마크(landmark) 기반의 모델과 심층 학습을 사용하여 받아들인 컬러 영상으로부터 얼굴 부분을 정확하게 획득한다.

본 논문에서는 컬러 영상 안에 포함된 대상 객체의 테두리 부분이 가능한 변형되지 않고 유지되도록 처리되는 양방향의 필터를 사용한다. 본 연구에서 채택되는 양방향의 필터링은 Eq. (1)과 같이 기술된다.

$$I^{filter}(x) = \frac{1}{W_p} \sum_{x_i \in \Omega} I(x_i) \times f_r(\|I(x_i) - I(x)\|) \times g_s(\|x_i - x\|) \quad (1)$$

위의 Eq. (1)에서 $I(x)$ 는 입력된 영상을 나타내며, $I^{filter}(x)$ 는 필터링이 적용된 결과 영상을 나타낸다. 그리고 x 는 화소의 위치를 의미하며, Ω 는 적용되는 마스크를 표시한다. 여기에서, f_r 은 인접한 화소들의 차이를 평활화할 목적의 범위 함수를 나타내고, g_s 는 인접한 좌표들의 차이를 줄이기 위한 목적의 공간 함수를 의미한다.

그리고 본 연구에서는 영상 내의 비 균일한 명도 효과를 적절하게 조정하기 위하여 프레임 블렌딩 기법을 적용한다. 보통 이 기법은 두 가지 영상의 동일한 자리에 있는 화소 값들을 가중 평균하여 결과 영상을 획득하는 기법인데, Eq. (2)와 같이 정의된다.

$$f_r(x, y) = \alpha \times f_a(x, y) + \beta \times f_b(x, y) \quad (2)$$

Eq. (1)에서 $f_a(x, y)$ 와 $f_b(x, y)$ 는 입력되는 두 개의 인접한 컬러 영상을 의미한다. 또한, $f_r(x, y)$ 는 조명이 보정된 후의 결과 영상을 나타낸다. 그리고 α 와 β 는 두 영상을 통합하는데 사용되는 가중치(weight) 요소이다. 여기에서, 가중치 α 와 β 는 0에서 1 사이의 값이 되며, α 와 β 의 합은 항상 1이 된다. 일반적으로, 테스트되는 주변의 환경에 따라서 가중치는 적응적으로 조정될 수 있다.

전처리가 처리된 다음, 본 논문에서는 랜드마크 기반의 얼굴 모델인 래티나(Retina) 모델[9]을 사용해 얼굴 추출을 시도한다. 본 연구에서 사용하는 모델은 다섯 개의 특징 점을 포함한다. 다시 말해, 두 눈동자의 중심, 코의 중앙, 양쪽 입가에 대응하는 특징 점을 랜드마크로 가지게 된다.

본 연구에서 사용하는 래티나 얼굴 모델은 하나의 단계로 구성된 밀집 지역화 기법을 적용한다. 또한 이 모델은 자기 감독 다중처리 학습 및 결합 추가(extra) 감독을 기준으로 다양한 크기의 얼굴 영역을 추출할 수 있다. 본 논문에서 사용하는 얼굴 모델의 주요한 처리 과정은 아래와 같이 정리될 수 있다.

첫째, 다중 처리 손실에 관한 절차이다. 다시 말해, 본 연구에서 적용하는 모델은 Eq. (3)과 같이 앵커 i 에 관한 손실이 최적화되도록 진행된다.

$$L = L_{ds}(p_i, p_i^*) + \lambda_1 p_i^* L_{box}(t_i, t_i^*) + \lambda_2 p_i^* L_{pts}(l_i, l_i^*) + \lambda_3 p_i^* L_{pixel} \quad (3)$$

위의 Eq. (3)에서 p_i 는 앵커 i 가 사람의 얼굴 영역이라고 판정될 수 있는 가능성을 의미한다. 여기에서, $L_{ds}(p_i, p_i^*)$ 는 모델의 범주 손실을 의미한다. p_i^* 는 부정 앵커인 상황에는 0 값으로 설정되고, 반대의 상황에는 1로 설정된다. 그리고 회귀 손실 $L_{box}(t_i, t_i^*)$ 에서는 $t_i = \{t_x, t_y, t_w, t_h\}_i$ 과 $t_i^* = \{t_x^*, t_y^*, t_w^*, t_h^*\}_i$ 이 사용되는 데, t_i 는 긍정 앵커와 관련되어 예상된 박스 위치를 나타내고, t_i^* 는 그라운드 트루스의 박스 위치를 나타낸다. 또한, 회귀 손실 $L_{pts}(l_i, l_i^*)$ 은 긍정 앵커와 연관되어 예상된 다섯 개의 랜드마크, 그라운드 트루스, 그리고 $l_i^* = \{l_{x_1}^*, l_{x_2}^*, \dots, l_{x_5}^*, l_{y_5}^*\}_i$ 를 사용한다. L_{pixel} 은 밀집 회귀 손실을 의미한다.

둘째, 밀집된 회귀 분기에 관한 처리이다. 본 연구에서 적용하는 사람의 얼굴 영역 모델은 그래프 회선(convolution) 기법을 사용하여 메쉬 디코더를 개발한다. 그리고 추가적으로 속도를 증진하기 위해 텍스처 디코더를 효율적으로 사용한다.

3. 예측에 기반한 영역 하이딩

본 논문에서는 대상이 되는 물체에 대한 위치 예측 알고리즘을 활용하여 직전 단계에서 획득한 개인 정보 영역을 보다 효율적으로 하이딩한다. 이를 위해, 본 논문에서는 KCF(Kernelized Correlation Filter) 기법[10]을 적용해 개인 정보 영역을 추적하면서 동시에 모자이크를 생성하여 커버링한다.

본 논문에서는 먼저 이전 단계에서 학습을 통해 검출된 개인 정보 영역을 효과적으로 하이딩하기 위해서 가로와 세로의 길이가 동일한 격자형 모자이크가 아니라, 쿼드트리(quadtree)의 개념을 활용하여 블록의 크기가 해당 영상의 특징을 반영하여 가변적으로 형성되는 모자이크를 생성 및 적용한다.

일반적으로, 쿼드트리는 각 노드가 네 개의 서브 노드를 형성하는 트리 구조이다. 여기에서, 리프(leaf) 셀은 쿼드트리의 가장 마지막에 위치한 노드인데, 점, 영역, 선 등의 형태를 가질 수 있다. 본 연구에서는 영역 쿼드트리 기반의 모자이크를 적용하여 이전 단계에서 획득된 인간의 개인 정보 부분을 자연스럽게 하이딩한다.

본 연구에서는 쿼드트리 개념을 사용해 Fig. 2와 같이 영상에서 컬러 값이 비슷한 영역을 통합한다. 다시 말해,

입력되는 영상을 우선 네 가지의 서브 영역으로 나누는 다음, 각 영역 안에서 컬러 임계값을 넘지 않는 화소들을 동일한 평균값으로 만든다. 즉, 본 연구에서는 화소들의 표준편차가 작아질수록 해당하는 부분을 세부적으로 판단해 보다 작은 부분으로 나누고, 표준편차가 커질수록 보다 큰 부분으로 분할된다는 것을 시각적으로 확인할 수 있다.

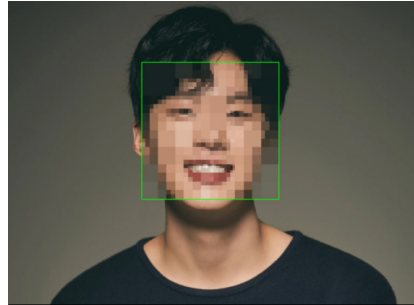


Fig. 2. Application of quadtree mosaic

본 논문에서는 개인 정보 영역을 검출한 다음 모자이크를 기반으로 하이딩하는 처리를 단순 반복처리하지 않고, 시스템의 효율성을 위해서 위치 예측 알고리즘을 적용한다. 다시 말해, 이전 단계에서 검출된 개인 정보 영역의 위치를 기반으로 다음 단계에서의 개인 정보 영역의 위치를 예측하여 영역을 획득하므로 보다 빠르게 하이딩할 수 있다. 이를 위해, 본 연구에서는 KCF 방법을 활용한다.

본 논문에서 사용하는 KCF는 중복되는 샘플 윈도우를 이용하지 않으며, 순환 매트릭스(circulant metrics)를 이산 푸리에(discrete Fourier) 변환에 결합하여 계산량과 사용 공간을 축소함으로써 타 기법보다 정확도 및 속도가 우수하다.

$$P = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & \dots & 1 \\ 1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & 0 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad (4)$$

보통 $n \times 1$ 의 크기로 이루어진 하나의 벡터 x 가 탐색 윈도우라고 가정하면, x 는 기본 샘플이 된다. KCF는 기본 샘플, 그리고 기본 샘플을 변형한 가상 샘플을 활용하여 학습을 진행하는데, 가상 샘플을 제작하기 위해서는 순환 이동을 활용한다. 먼저, 순환 이동 연산자 P 는 Eq. (4)와 같이 표현된다.

기본 샘플과 순환 이동 연산자와의 곱셈인 Px 는 x 를 한 요소씩 움직인다는 것을 나타내고, P 를 u 번 제공하면 각 요소를 u 번 움직이도록 조정될 수 있다. 순환 매트릭스는 이런 원리로 생성되는데, Eq. (5)와 같이 수학적으로 표현될 수 있다.

$$X = C(x) = \begin{bmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & \dots & x_n \\ x_n & x_1 & x_2 & \dots & x_{n-1} \\ x_{n-1} & x_n & x_1 & \dots & x_{n-2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_2 & x_3 & x_4 & \dots & x_1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

본 논문에서 사용하는 KCF 기법은 고유 분해(eigen decomposition) 처리를 이용해 연산 회수와 내부 인수(parameter)를 축소시킨다. 다시 말해, 이를 계산적인 복잡도의 측면에서 살펴보면 $O(n \log n)$ 으로 기존의 추적 기법이 소요되는 $O(n^3)$ 의 계산 복잡도보다 효율적이다. 또한 본 논문에서 적용하는 추적 기법은 정확성의 측면에서도 전형적인 추적 기법보다 정확하게 개인 정보 영역을 추출한다.

4. 실험 결과

본 논문에서 제안된 알고리즘의 구현 및 성능 실험을 위해 이용된 개인용 컴퓨터는 인텔 코어 i7-2600 3.4 GHz의 중앙처리장치, 32GB의 주 메모리, nVidia GeForce RTX 2080, 8GB의 전용 메모리가 장착된 그래픽스 카드, 256GB의 SSD로 구성되어 있다. 개발 및 테스트를 위하여 이용된 개인용 컴퓨터에는 윈도우즈 10이 탑재되어 있다. 또한 알고리즘 개발을 수행하기 위한 IDE로는 파이참(Pycharm) 2019가 사용되었다. 그리고 본 논문에서 기술된 알고리즘을 좀 더 효과적으로 구현하기 위하여 OpenCV 컴퓨터 비전 라이브러리, 그리고 딥러닝 학습을 위해 파이토치(PyTorch)가 사용되었다.

Fig. 3은 제시된 얼굴 모델 생성과 객체의 위치 예측 알고리즘에 기반한 하이딩 알고리즘을 적용하여 입력 받은 컬러 영상으로부터 개인 정보가 포함된 영역을 추출 및 보호한 결과를 보여준다. Fig. 3에서는 한 사람이 실내의 환경에서 가벼운 속도로 뛰어 다니고 있는 모습을 나타낸다. Fig. 3에서 시각적으로 판단할 수 있듯이, 제안된 알고리즘을 이용해 개인 정보를 나타내는 사람의 얼굴 영역이 정확하게 획득되고 있으며, 블록의 크기가 가변적인 모자이크를 이용하여 효율적으로 하이딩되고 있다.



Fig. 3. Private region hiding

본 논문에서는 제안된 위치 예측에 기반한 개인 정보 하이딩 알고리즘의 성능을 정확성 관점에서 정량적으로 측정하였다. 본 논문에서는 입력받은 영상 콘텐츠로부터 제시된 접근 방법을 이용하여 올바르게 하이딩된 개인 정보 영역의 수, 그리고 성능 평가에서 활용되는 전체 컬러 영상 콘텐츠에 원래부터 들어 있는 개인 정보 영역의 수와의 상대적인 비율로 표현되는 Eq. (3)과 같은 정확성 기준을 사용하였다. Eq. (3)에서 PO_{hiding} 는 제시된 방법을 사용하여 정확하게 하이딩된 개인 정보 영역의 개수를 표현한다. 그리고 PO_{overall} 은 본 연구의 성능 평가에서 이용된 전체 컬러 영상 콘텐츠에 들어있는 개인 정보 영역의 전체 개수를 표현한다. Eq. (6)에 제시되어 있듯이 본 논문에서 활용하는 개인 정보 영역 하이딩의 정확성 기준은 백분율(percentage)로 기술된다.

$$K_{\text{detection}} = \frac{PO_{\text{hiding}}}{PO_{\text{overall}}} \times 100 (\%) \quad (6)$$

Fig. 4는 기존의 반복적 검출 기반 방법과 본 논문에서 제시된 방법을 사용해 입력 받은 여러 가지의 컬러 영상으로부터 사람의 개인 정보가 포함된 영역을 하이딩한 성능 결과를 그래프로 평가하여 제시해 준다. Fig. 4에서 확인할 수 있듯이, 본 논문에서 제시한 알고리즘이 랜덤 마크 기반의 모델과 위치 예측을 사용하여 영상에서 개인 정보가 포함된 영역을 보다 정확하게 추출하고 보다 효율적으로 하이딩한다.

실험한 결과를 분석해 보면, 기존의 하이딩 방법은 대부분 사람의 피부 색상을 이용하여 대상 영역 검출을 시도하므로 대상 영역의 검출에 잘못된 검출이 종종 일어난다. 또한 대상 영역을 가릴 때 위치 예측 없이 해당 영역을 반복적으로 검출만 해서 가리므로 시스템이 비효율적이다.

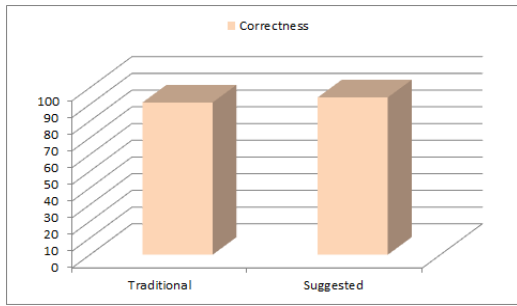


Fig. 4. Performance evaluation

반면에, 본 논문에서 기술한 알고리즘은 랜드마크 기반의 객체 모델을 이용하여 입력받은 컬러 영상으로부터 개인 정보를 포함하는 영역들을 상대적으로 정확하게 추출하였다. 그리고 블록 기반의 모자이크와 위치 예측 기법을 사용해 영상에 포함된 개인 정보 영역을 좀 더 효율적으로 하이딩하였다.

5. 결론

하드웨어 부품을 포함한 정보통신 기술의 급격한 발달에 힘입어 화질이 우수하며 저가의 카메라들이 개발되고 있다. 하지만 이런 카메라로 촬영된 개인 정보를 포함한 영상까지도 인터넷을 통해 공유되고 있어서 문제가 되고 있는 실정이다. 따라서 여러 유형의 영상 콘텐츠로부터 개인적인 정보를 나타내는 영역을 강인하게 추출한 다음, 추출된 해당 영역을 다른 사람에게 전달되지 않도록 효과적으로 차단하는 처리가 절실하게 필요한 시점이다.

본 논문에서는 연속적으로 받아들인 다양한 컬러 영상으로부터 개인 정보를 대표하는 사람의 얼굴 영역을 강인하게 하이딩하는 접근 방법을 제안하였다. 제안된 방법에서는 먼저 받아들인 컬러 영상으로부터 랜드마크 기반의 모델을 생성하여 개인 정보 영역을 정확하게 검출하였다. 그런 다음, 이전 단계에서 검출된 사람의 개인 정보 영역을 빠르게 추적하면서 쿼드 트리 기반의 모자이크를 사용하여 유연하게 하이딩하였다. 실험 결과에서는 본 연구에서 기술한 쿼드 트리 모자이크와 추적 기반의 알고리즘이 입력받은 여러 가지 유형의 컬러 영상에서 개인 정보 영역을 정확하게 추출하면서 유연하게 하이딩한다는 것을 제시하였다.

앞으로는 본 논문에서 소개한 쿼드 트리 모자이크와 예측 알고리즘을 기반으로 하는 개인 정보 영역의 하이딩 접근 방법을 보다 많은 실내외에서 촬영한 컬러 영상

들에 테스트하여 이 방법의 강인성을 보다 제고할 예정이다. 또한 본 논문에서 제안된 알고리즘에서 사용된 여러 가지의 파라미터(parameter)들을 반복적인 조율을 통해 최적화하여 전체 시스템의 성능이 안정화될 수 있도록 추진할 예정이다.

References

- [1] R. P. Etchepareborda, M.-H. Moulet, and M. Melon, "Random Laser Speckle Pattern Projection for Non-Contact Vibration Measurements Using a Single High-Speed Camera," *Mechanical Systems and Signal Processing*, Vol.4, pp. 1-12, March 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ymsp.2021.107719>
- [2] A. Moujahid, F. Dornaika, I. Arganda-Carreras, and J. Reta, "Efficient and Compact Face Descriptor for Driver Drowsiness Detection," *Expert Systems with Applications*, Vol.168, pp. 1-9, April 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.114334>
- [3] Z. Ma, M. Han, Y. Li, H. Gao, E. Lu, F.A. Chandio, and K. Ma, "Motion of Cereal Particles on Variable-Amplitude Sieve as Determined by High-Speed Image Analysis," *Computers and Electronics in Agriculture*, Vol.174, pp. 1-9, July 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105465>
- [4] F. Peng, L. Qin, and M. Long, "Face Morphing Attack Detection and Attacker Identification Based on a Watchlist," *Signal Processing: Image Communication*, Vol.6, pp. 1-12, June 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.image.2022.116748>
- [5] G. Zheng and Y. Xu, "Efficient Face Detection and Tracking in Video Sequences Based on Deep Learning" *Information Sciences*, Vol.18, pp. 265-285, March 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ins.2021.03.027>
- [6] G. Guo, H. Wang, Y. Yan, J. Zheng, and B. Li, "A Fast Face Detection Method via Convolutional Neural Network," *Neurocomputing*, Vol.395, pp. 128-137, June 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2018.02.110>
- [7] A. Shifa, M. B. Imtiaz, M. N. Asghar, and M. Fleury, "Skin Detection and Lightweight Encryption for Privacy Protection in Realtime Surveillance Applications," *Image and Vision Computing*, Vol.94, pp. 1-25, February 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.imavis.2019.103859>
- [8] Z. Zhou, Z. He, Y. Jia, J. Du, L. Wang, and Z. Chen, "Context Prior-Based with Residual Learning for Face Detection: A Deep Convolutional Encoder-Decoder Network," *Signal Processing: Image Communication*, Vol.88, pp. 1-13, July 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.image.2020.115948>

- [9] J. Deng, J. Guo, E. Ververas, I. Kotsia, and S. Zafeiriou, "RetinaFace: Single-Shot Multi-Level Face Localisation in the Wild," *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, Seattle, USA, pp. 5203-5212, June 2020.
DOI: <https://doi.org/10.1109/CVPR42600.2020.00525>
- [10] D. Guo, G. Zhang, F. Neri, S. Peng, Q. Yang, P. Liu, "An Adaptive Kernelized Correlation Filters with Multiple Features in the Tracking Application," *Journal of Visual Communication and Image Representation*, Vol.84, pp. 1-14, April 2022.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jvcir.2022.103484>

이 용 준(Yong-Joon Lee)

[중신회원]



- 2005년 2월 : 숭실대학교 컴퓨터 학과 박사
- 2010년 2월 ~ 2016년 3월 : 한국 인터넷진흥원 수석연구위원
- 2016년 4월 ~ 2020년 3월 : 국방 보안연구소 연구관
- 2021년 4월 ~ 현재 : 극동대학교 해킹보안학과 교수

<관심분야>

인공지능보안, 국방보안, 해킹보안

장 석 우(Seok-Woo Jang)

[중신회원]



- 1995년 2월 : 숭실대학교 전자계 산학과 (공학사)
- 1997년 2월 : 숭실대학교 일반대 학원 컴퓨터학과 (공학석사)
- 2000년 8월 : 숭실대학교 일반대 학원 컴퓨터학과 (공학박사)
- 2009년 3월 ~ 현재 : 안양대학교 소프트웨어학과 교수

<관심분야>

로봇비전, 증강현실, HCI, 비디오 색인 및 검색 등