

드론 촬영물에서의 개인정보 보호를 위한 AI 기반 마스킹 서비스

신다연*, 김효인*, 류혜원*, 이시영*, 김명주**

*서울여자대학교 정보보호학과

**서울여자대학교 정보보호학과 교수

dayeon211@swu.ac.kr, hi980506@naver.com, bella5065@gmail.com, ssssi46@naver.com, mjkim@swu.ac.kr

AI-based Masking Service

For Personal Information Protection On Drone-shooting Videos

Dayeon Shin*, Hyoin Kim*, Hyewon Ryu*, Siyoung Lee*, Myungjoo Kim**

*Dept. of Information Security, Seoul Women's University

**Dept. of Information Security, Seoul Women's University

요 약

최근 드론 산업은 미래를 이끌어갈 신산업으로 부상하고 있다. 이러한 기대에도 불구하고 드론으로 인해 생기는 여러 문제들 중에서 개인정보침해 관련 문제는 기술적으로 쉽게 풀리지 않아서 드론 사용에 대한 법적인 규제만 더 강화하고 있는 실정이다. 본 논문은 드론 촬영물이 목시적으로 가지고 있는 개인정보 침해문제를 클라우드 환경 가운데 기술적으로 풀어내었다. 사용자는 자신의 개인정보 침해 요소가 제거된 안전한 영상을 이용할 수 있도록 실시간 촬영 시 특정 사람 객체에 대한 마스킹을 진행할 수 있다. 라즈베리파이 카메라와 드론을 이용해 동영상 촬영한 뒤 소켓 통신을 통해 이를 클라우드 환경에서의 서버로 전송하면 서버는 실시간으로 마스킹 처리를 진행하며 마스킹이 완료된 영상은 최종적으로 서버에 저장된다. 사용자는 모든 사람 객체 마스킹과 특정인을 제외한 모든 사람 객체 마스킹이라는 두 가지 옵션 중에서 원하는 옵션을 선택하여 개인정보 마스킹 처리를 진행할 수 있다.

하지 않고 있다.

1. 서론

최근 무인항공기를 지칭하는 드론 관련 산업이 미래를 이끌 신산업으로 부상하고 있다. 드론은 20세기 초에 군사용으로 개발되어 정찰 감시 및 폭격과 같은 군사임무를 수행했으나, 최근 들어 독일 DHL, 아마존, 구글 등과 같은 다국적 기업들이 상업적 용도로의 활용을 선언하며 연구 개발에 뛰어들면서 그 시장이 예상보다 빨리 커지고 있다.[1]

이러한 발전에도 불구하고 드론으로 인해 발생하는 문제가 근본적으로 해결되지 않고 있어서 드론 산업에 대한 규제는 여전히 엄격하게 이뤄지고 있다. 드론으로 발생하는 문제점은 크게 두 가지이다. 첫째, 드론 추락사고로 인해 사람과 건물 등에 대한 물리적인 피해를 초래하는 경우이다. 이에 대한 해결책은 비행 장소 및 시간에 대한 규제와 제도의 시행과 같이 구체적으로 제시되고 있다. 둘째, 드론으로 촬영하였을 시 타인의 얼굴, 신체 등 민감한 개인정보를 침해하는 경우이다. 타인의 개인정보 침해 문제와 관련해서 현시점에서 뚜렷한 해결책은 존재

따라서 본 연구는 드론 사용 시 발생하는 개인정보 침해 문제를 기술적으로 해결하는 방안을 제시한다. 이를 통해 개인정보 침해문제로 인해 그동안 드론이 사용되지 못했던 분야에서의 드론 산업의 발전을 기대할 수 있다. 본 연구의 구체적인 활용 방안으로 드론을 이용한 불법 주정차 단속 시스템과 범죄자 추적 시스템을 제안할 수 있다.

불법 주정차 단속 시스템의 경우, 사람이 들어가지 못하는 곳을 드론으로 정찰하며 촬영된 영상에 대한 사람에 대한 후속 마스킹 처리를 본 서비스가 대신하여 효율적인 업무 처리를 기대할 수 있다. 범죄자 추적 시스템의 경우에는 추적 대상인 범죄자를 제외한 모든 사람을 실시간으로 마스킹 처리함으로써 개인정보 침해 문제가 해결될 것이다.

2. 사전 연구

2.1 Mask-RCNN[2]

Mask-RCNN은 Faster-RCNN을 개선한 것이다. Faster-RCNN에서 개선된 사항으로 1)Mask branch

추가 2)FPN(Feature Pyramid Network) 추가 3)RoI pooling을 RoI align으로 대체한 것으로 세 가지가 있다. 기존 Faster-RCNN에서 classification, localization (bounding box regression) branch에 새롭게 mask branch가 추가되었다. 또한, 신경망을 구성하는 마지막 layer의 feature map에 이전의 중간 feature map을 점차 더하면서 이전의 정보들을 유지할 수 있도록 FPN이 추가되었다. 따라서 다양한 object를 검출하는 데 중간 정보들을 많이 유실했던 Faster-RCNN의 방법보다 중간 layer에서 결과로 도출된 feature map을 합치는 FPN을 사용하는 Mask-RCNN이 효율적이다. 다음으로 Mask-RCNN에서 Image Segmentation의 masking을 위해 위치 정보를 담을 수 있는 RoI align이 RoI pooling을 대신한다.

2.2 Face-Recognition

본 연구에서 활용한 Face-Recognition 라이브러리는 딥러닝 기반으로 제작된 dlib의 얼굴 인식 기능을 사용하여 구축되었다. 제공하는 기능으로는 사진에서 얼굴 찾기, 사진에 있는 얼굴의 특징을 찾기, 조작하기, 신원 확인하기 등이 있다.

2.3 OpenCV[3]

OpenCV(오픈소스 컴퓨터 비전 라이브러리)는 오픈소스 컴퓨터 비전 및 기계학습 소프트웨어 라이브러리이다. 이는 컴퓨터 비전, 알고리즘, 수학 연산 등 다양한 목적을 위해 제작되었다. OpenCV는 기본적으로 C++로 작성되었으며 STL 컨테이너와 원활하게 작동하는 템플릿 기반 인터페이스를 갖고 있다. 이와 같은 OpenCV 특징을 바탕으로, 본 연구에서 OpenCV가 비디오 캡처 및 이미지 처리 기능을 수행한다.

3. 관련 법안

현재 촬영 대상의 동의를 받지 않고 이루어진 ‘드론 무단 촬영’에 개인정보보호법, 위치정보법, 사생활 침해 책임 등의 법안이 있다.

3.1 개인정보보호법[4]

개인정보를 “살아있는 개인에 관한 정보로서 개인을 식별할 수 있거나, 그 자체로는 개인을 식별할 수 없는 정보라 하더라도 다른 정보와 쉽게 결합하여 개인을 식별할 수 있는 정보”로 정의하고(제2조

제1호), 개인정보의 수집, 저장, 제공 등 개인정보의 ‘처리’를 광범위하게 규제하고 있다.

3.2 위치정보법[4]

위치정보의 유출 및 오남용으로부터 사생활의 비밀 등을 보호하기 위하여 2005년 세계 최초로 제정되어 현재까지 시행 중인 법률이다. 위치정보법은 특정 개인을 식별할 수 있는 ‘개인 위치정보’뿐 아니라 개인의 식별 가능성과 무관한 ‘단순위치정보’까지 그 수집, 이용 및 제공을 엄격히 제한하고 이를 위반할 경우 과태료 부과 및 형사처벌까지 가능하도록 규정하고 있다.

3.3 사생활 침해 책임[4]

촬영 대상의 동의나 승낙을 받지 않고 드론을 이용하여 초상이나 기타 촬영 대상을 특정할 수 있는 신체적 특징을 촬영하는 것은 특별한 사정이 없는 한 촬영 대상의 헌법상 권리인 ‘사생활의 비밀 및 자유’와 ‘초상권’을 침해하여 위법하다.

3.4 항공안전법[5]

국내의 국가교통부에 의한 항공법에 따르면 야간에 비행하거나 육안으로 확인할 수 없는 범위에서 비행하려는 자는 특별비행승인을 받아 그 승인 범위 내에서 비행 가능하다. 이는 야간 비행 금지, 관제권에서 비행 금지 그리고 150cm 이상의 고도로 비행 금지, 사람이 많이 모인 곳의 상공에서 위험한 방법의 비행 금지 등과 같이 비행금지 장소가 제시되어 있다.

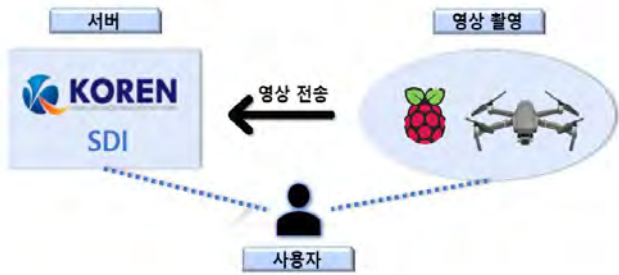
4. AI 기반 실시간 영상 처리 서비스 구축

본 시스템의 구성 요소는 KOREN SDI¹⁾ 서버, 라즈베리파이 3B+, DJI 드론이다.

라즈베리파이의 카메라와 드론을 사용하여 영상 촬영을 진행한다. 소켓 통신을 통해 SDI 서버에 영상을 frame 단위로 전송한다. 이를 받은 SDI 서버는 각 frame에 대한 Masking 처리를 실시간으로 진행한 후 SDI 서버에 Masking 된 영상을 저장한다.

이 때, 두 가지 Masking 방법을 사용할 수 있다. 첫째, 사람 객체를 인식하여 모든 사람을 Masking

1) 이용자가 원하는 가상망, 클라우드 등의 연구개발 및 시험환경을 유연하고 편리하게 즉각적 서비스 구성, 운영 가능



(그림 1) 시스템 구성도

한다. 둘째, 특정 인물을 제외하고 나머지 사람 모두를 Masking 한다. 사용자는 이 두 가지 방법 중 한 가지만을 선택하여 수행할 수 있다. 아래는 자세한 시스템 동작 단계 및 구현 단계의 표이다.

<표 1> 실시간 영상 처리 시스템 동작 단계

| 단계 | 내용 |
|------------|--|
| 촬영 | 드론과 라즈베리파이에 부착된 카메라에서 영상을 실시간으로 촬영 |
| 소켓 통신 | 실시간으로 촬영된 영상을 TCP 소켓 통신을 사용하여 촬영 장치에서 KOREN SDI 서버로 frame 단위로 전송 |
| Masking 처리 | KOREN SDI 서버에서 실시간으로 전송되는 frame들을 Masking 처리 후 서버 내에 동영상 형식으로 저장 |
| 사용자 시청 | 사용자는 라즈베리파이의 mjpg_streamer 모듈을 통해 전송된 frame을 웹 브라우저에서 실시간으로 시청 |
| 영상 저장 | 사용자는 Masking 처리된 frame들이 묶여진 영상을 KOREN SDI에서 저장 및 시청 가능 |

<표 2> 실시간 영상 처리 세부 구현 단계

| 단계 | 내용 | |
|-------------------|--|--|
| SDI 환경 구축 | KOREN SDI Public Cloud 서버를 Ubuntu g환경으로 구성 후 Python, Tensorflow, OpenCV 등 설치 | |
| 라즈베리파이와 SDI 소켓 통신 | 라즈베리파이에 라즈비안OS 설치 후, SDI에 카메라 모듈로부터 실시간으로 촬영되는 영상을 소켓 통신으로 전송 | |
| frame에 대한 작업 수행 | Mask-RCNN | 불특정 다수의 '사람'객체를 거리 상관없이 Masking 처리 |
| | Face-Recognition | 특정인을 제외한 불특정 다수의 '사람' 객체를 근거리에서 Masking 처리 |

4.1 Mask-RCNN

본 연구에서는 기존의 Mask-RCNN과 같이 가능한 모든 객체에 Masking 처리를 하는 것이 아닌 '사람'이라는 객체에 한하여 Masking 처리를 진행한다. 사람의 앞모습, 뒷모습 상관없이 Masking 처리가 가능하고, 얼굴로 사람 객체의 유무를 구분하지 않기 때문에 원거리에서도 사용 가능하도록 구현하였다.

본 연구는 COCO API를 활용하여 Mask-RCNN으로

사람 객체만을 인식하고 Masking 처리하도록 구현하였다. COCO API의 데이터 클래스 중 Person 객체만을 선택해 검사한다. 사람 객체가 인식될 경우, OpenCV의 blur를 이용하여 Masking 처리를 하고 최종적으로 처리된 이미지를 반환한다.



(그림 2) Mask-RCNN 결과

4.2 Face-Recognition

본 연구에서는 Face-Recognition을 사용하여 특정 인물에 대한 데이터가 존재할 때 특정인을 판별하고 특정인을 제외한 모든 사람 객체를 Masking하는 시스템을 구현하였다. 즉, {'A', 'B', 'C'} 중 서버가 'A'에 대한 데이터를 가지고 있을 때 'A'를 제외한 'B'와 'C'에 대한 Masking을 진행한다. 이때 사람의 얼굴을 기준으로 Masking 처리 유무를 판별하기 때문에 근거리에서 사용 가능하다.

사전에 등록되어 있는 특정 인물을 제외하고 Masking 처리하는 솔루션을 만드는 데에 Face-Recognition Python 패키지를 사용하였다. 인물 사전 등록은 knowns 디렉토리에 특정 인물의 사진 파일을 저장함으로써 이루어진다. knowns 디렉토리에 저장된 특정 인물의 사진에서 얼굴 영역을 파악하고 face landmarks라 불리는 68개의 얼굴 특징의 위치를 분석한다. 수신한 frame에서 얼굴 영역과 특징을 추출하고, 이러한 특징들이 knowns 디렉토리에 있는 사진의 face landmarks와 얼마나 비슷한지를 비교하여 거리 척도로 환산한다. 환산한 거리 척도의 값을 기준으로 얼굴을 인식한다. 본 연구에서는 거리 척도 값의 기준을 0.42로 설정하였다. 다른 사람의 얼굴로 판단하게 되면 찾은 얼굴 위치에 사각형 형태로 불러 처리한다.



(그림 3) Face-Recognition 결과

사진에 등록되어 있는 특정 인물을 제외하고 Masking 처리하는 솔루션을 만드는 데에 Face-Recognition Python 패키지를 사용하였다. 인물 사진 등록은 knowns 디렉토리에 특정 인물의 사진 파일을 저장함으로써 이루어진다. knowns 디렉토리에 저장된 특정 인물의 사진에서 얼굴 영역을 파악하고 face landmarks라 불리는 68개의 얼굴 특징의 위치를 분석한다. 수신한 frame에서 얼굴 영역과 특징을 추출하고, 이러한 특징들이 knowns 디렉토리에 있는 사진의 face landmarks와 얼마나 비슷한지를 비교하여 거리 척도로 환산한다. 환산한 거리 척도의 값을 기준으로 얼굴을 인식한다. 본 연구에서는 거리 척도 값의 기준을 0.42로 설정하였다. 다른 사람의 얼굴로 판단하게 되면 찾은 얼굴 위치에 사각형 형태로 불러 처리한다.

5. 결론

본 연구에서는 Mask-RCNN과 Face-Recognition을 활용하여 동영상 속 사람 객체에 대한 Masking 처리 프로그램을 제안하였다. 라즈베리파이를 드론에 부착하여 서버와의 소켓 통신을 구현했으며, Mask-RCNN과 Face-Recognition을 활용해 두 가지의 Masking 기능을 구현하였다. 결과적으로, 이와 같은 AI 기반 영상 처리 프로그램을 통해 기존 드론 사용 규제의 근본적인 원인을 해결하는 방안을 제시하고 했다.

기존 시스템에서는 영상에 의도치 않게 포함된 타인의 개인정보를 Masking 하기 위해서 ‘후속 처리’가 필요하다. 이러한 후속 처리로 인하여 이미 녹화된 촬영물을 사람이 직접 Masking 처리를 수행함으로써 추가적인 인력, 비용, 시간이 요구된다. 하지만 본 연구의 시스템을 사용한다면, ‘실시간’으로 촬영되고 있는 영상에서 개인정보를 ‘자동’으로 Masking 처리하기에 많은 인력과 시간, 비용을 절약하고 누

구나 안전한 영상물을 사용할 수 있다. 또한 개인정보 침해 문제의 근본적인 해결을 도모할 수 있으며, 이는 비행 금지 구역의 축소 등 물리적, 법적 규제에 대한 경감화로 이어질 수 있다는 점에도 의미가 있다.

후속 연구를 통해서 라즈베리파이 카메라 모듈의 화질과 Mask-RCNN에서의 이미지 처리 속도를 개선하고 Face-Recognition의 거리 문제를 극복하는 영상 처리 시스템을 개발할 것을 기대한다.

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 SW중심대학지원사업의 연구결과로 수행되었음 (2016-0-00022)

참고문헌

- [1] 윤광준, “드론 핵심 기술 및 향후 과제”, 광학세계 = The optical journal no.158 = no.158, pp.52-54, 2015
- [2] Kaiming He, Georgia Gkioxari, Piotr Dollar and Ross Girshick (FAIR), “Mask-RCNN”, arXiv:1703.06870v3 [cs.CV], 2018, (Accessed May 26, 2020)
- [3] OpenCV team, “about”, 2020, Available at <https://opencv.org/about/> (Access May 25, 2020).
- [4] 이해원, “드론 촬영의 형법적 문제”, 형사법의 신동향 통권 제54호, pp.217-248, 2017
- [5] 권혁진, “무인비행장치(드론) 관련 제도 소개”, 국토교통부, 2018.1.29. 수정, 2020.9.19. 접속, <http://www.molit.go.kr/USR/policyTarget/dtl.jsp?idx=584>