

무인이동체 영상 전주기 개인정보 마스킹 시스템 및 방법 연구

배중찬

송실대학교

jcbae@soongsil.ac.kr

Unmanned Movement Video All -cycle Personal Information Protection Masking System and Method Research

Bae JoongChan

Soongsil Univ.

요 약

4차 산업시대에 AI와 IOT 센서, 5G 통신 기술 등이 급속히 발전하고 정부에서도 무인 이동체 산업을 집중적으로 육성함에 따라 다양한 산업 분야에서 혁신을 가져올 드론 활용서비스 제공 인프라가 조성되고 있으며 그로 인한 무인 이동체의 무분별한 영상촬영을 통한 개인정보 보호를 위한 방법의 연구가 필수적이다. 이에 따라 기존에 촬영한 영상의 개인 정보보안을 위한 마스킹 연구가 활발하게 진행되고 있다. 본 논문에서는 영상 수집 후 서버에서의 마스킹 처리하는 기존시스템과 달리 무인 이동체에서 영상촬영 및 마스킹과 암호화(KCMVP)하여 고속이동통신(4G/5G)을 통해 서버 등으로 전송 후 마스킹 검증까지 영상의 수집과 폐기까지 처리하는 전주기 마스킹 암호화에 관한 실험을 하였다. 실험을 통하여 기존시스템과 달리 암호화 장비를 통하여 무인이동체의 분실 또는 악의적 무인이동체 탈취로 인한 영상유출을 방지할 수 있게 되었다.

I. 서 론

4차산업 시대에 AI와 IoT 센서, 5G 통신 기술 등이 급속히 발전하고, 정부에서도 무인 이동체 산업을 집중적으로 육성함에 따라 무인 이동체 사업 중사 기업체를 대상으로 산업 전반의 현황을 파악하여 정부의 연구개발 정책 및 산업육성 전략 수립을 위해 실시한 통계에 의하면 무인이동체 사업은 공공부문 매출 의존이 높은 것으로 조사되고 있으며 [1] 공공 분야에서의 드론 역할 비중은 급성장하고 있지만, 보안 관련 준비는 미비하며 그에 반해 이동 경로가 자유로운 드론을 이동형 CCTV 또는 비상 상황에서 보조 감시 체계로 활용하는 시범사업이 활발히 수행 중이다.

세계적으로 상업용 드론 이용에 대한 규제를 완화하여 드론산업 발전에 힘을 실어주고 있지만, 주택가/사유지 비행 및 저고도 비행 금지, 인물 인식 가능한 촬영 금지 [2], 차량 번호판 모자이크 처리 권고 [3] 등 규제법안과 가이드를 마련하여 개인정보 보호에 무게를 두고 있다. 이러한 내용을 사례로 드론 촬영물에서 개인정보 보호를 위한 AI 기반 마스킹 서비스(AI-based Masking Service For Personal Information Protection On Drone-shooting Videos) [4] 등의 연구 사례가 나오고 있으며 현재 개발 또는 적용되어있는 시스템으로 무인 이동체에서 촬영 영상을 서버 또는 지상에 있는 시스템(GCS : Ground Control System)에서 영상을 마스킹 또는 암호화 저장 등으로 구현되어 있다. 이러한 방법으로는 무인 이동체의 분실 또는 악의적 탈취 시 무인 이동체의 정보와 촬영된 영상까지 모두 노출이 되기 때문에 본 공공기관에 속해있는 경우 [5] 시행법령에 따라 [6]

KCMVP를 통해 암호화 처리하며 촬영된 영상에서 객체검출 모델 Centermask를 통해 객체 후보 박스를 검출하여 객체분류를 하며 스트리밍 영상에서 실시간 객체탐지를 위해, 자원을 효율적으로 사용하면서 고속으로 특징 추출이 가능한 네트워크 모델, 영상의 특징을 추출하기 위한 백본 네트워크(Backbone Network)에서 중간 단계의 특징맵을 마지막 출력 단계에서 한 번에 결합(OAS : One-Shot Aggregation)하여 최종 특징맵을 생성한다.

본 논문에서는 무인 이동체에서 취득한 영상을 촬영부터 저장과 폐기까지 모든 정보를 전 주기에 걸쳐 마스킹, 암호화 처리하는 시스템을 제안한다.

II. 제안시스템

본 논문에서는 무인 이동체에서의 수집 영상을 통한 프라이버시 침해방지를 위해, 영상 전 주기에 걸친 보안처리 기술개발과 솔루션 실증운영 등을 총 4가지의 중요 기술 구현에 무인 이동체 영상 데이터셋 구축, 보안 영상 전송 및 시스템, 영상 개인정보 보호 보안처리 시스템, 통합 보안관제로 구성된다.

영상 자료수집 및 가공을 위한 (썬)가이온 촬영 드론 영상을 수집하여 프라이버시 비식별처리 모델 학습데이터를 구축하여 제안시스템을 구축하기 위한 사전 작업 목록으로 원천 영상데이터 수집 및 확보하여 무인 이동체 영상데이터 셋 수집 IEEE DataPort의 사람 라벨링 이미지를 확보하고 오픈 영상데이터 셋 수집 COCO(Common Object In Context)의 라벨링 이미지 수집, 4G/5G 상용이동통신 기반 드론 수집데이터 보안처리 및 전송하여

통합시스템 개발, 시스템 구성 및 네트워크 설계 4G/5G 이동통신과 KCMVP 구간암호 환경에서 드론 시스템 원격제어 및 영상 취득 실험 환경 설계 및 구축하고 KCMVP 구간암호보안 적용으로 악의적인 접근을 통한 무인 이동체 제어권 탈취 불가하게 설계하여 무인 이동체에서 영상을 촬영하여 영상을 마스킹 후 암호화 처리하여 보안 처리한 데이터를 전송하는 방법으로 기존 연구되어온 시스템보다 더욱 안전한 보안체계를 구축할 수 있으며 무인 이동체에서 영상을 수집 후 수집 영상에서 객체 인식 및 개별 객체를 추출한 후 비식별처리 및 복원기술 기술을 통해 1차 객체 마스킹을 진행 마스킹 완료된 영상데이터를 무인 이동체의 상태정보와 함께 암호화 모듈을 통해 관제 서버로 전송한다, 관제 서버에서 데이터 수신 후 데이터 복호화 과정을 수행한 다음 비식별된 객체에 대한 2차 마스킹처리 후 영상데이터를 저장처리 한다, 만약 영상 내 객체에 대한 분석이 필요할 시 영상 분석구간을 분할하여 언마스킹처리를 통해 마스킹 객체 복원이 가능하다.

III. 실험결과

영상서버 모듈(MUL368) 개선하여 최대 1080P의 HDMI 입력 영상을 품질 설정에 따라 H.264로 인코딩하여 이더넷 네트워크로 전달, 비행제어 컴퓨터 TC/TM, TCP/UDP 소켓 변환 원격 정보 교환 및 FHD 영상 인코딩 압축전송 구현하며 구간 암호화 모듈은 LAN 포트를 통하여 평문 정보, WAN 포트를 통하여 암호 정보 교환-KCMVP 인증을 획득하고 성능 실험을 구간 암호 처리율 40Mbps 이상으로 FHD 급 영상 전송이 가능하다, 영상 전송을 위한 5G 통신모듈을 개발 및 실험을 통해 기존 LTE 모듈은 36Mbps의 성능 확인, 4G/5G 통신장치 적용, 지상 통신 성능 다운로드 90Mbps 이상, 업로드 50Mbps 이상 확인되었으며 비행 중 통신 성능시험 결과 보았을 때 최대 50Mbps로 기존 LTE 모듈보다 성능이 더 뛰어난 것으로 확인되었다,

영상 내 개인정보 고속 비식별화 및 복원처리 기술을 적용하여 비식별화 대상 객체 4종(사람, 얼굴, 차량, 번호판)으로 검출된 객체영역에 대한 마스크맵과 키(key) 영상 생성, 마스크맵 객체영역 정보를 활용하여 원 영상에 키 영상정보 적용(XOR)하여 마스킹할 수 있으며 그림 1에서는 촬영된 영상에서 객체영역을 마스킹한 영상과 객체 마스킹 복원처리하는 기능을 시험 하는 것으로 마스킹 된 영상 또는 이미지를 키(key)를 통하여 원 영상으로 복원하여 확인할 수 있다,

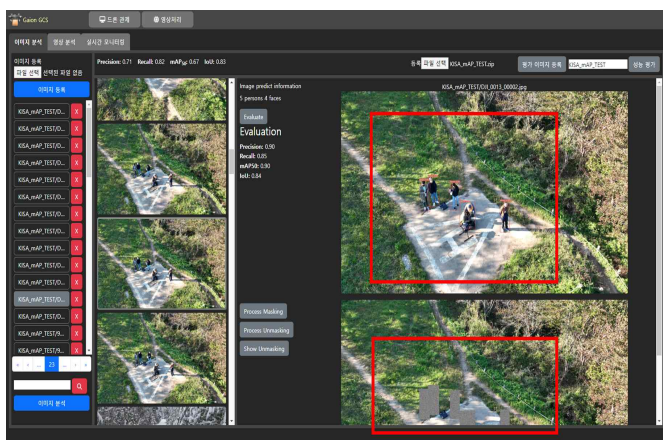


그림 1. 촬영된 영상 탐지 객체영역 마스킹 및 언마스킹 기능 구현

프라이버시 보안처리 시스템 성능검증을 통해 보안처리 시스템 확보를 위한 객체검출 모델 및 마스킹처리 SW 검증 진행, 객체탐지 알고리즘 검출 결과물인 Predicted Bounding box와 학습데이터의 Ground Truth Bounding box의 IOU(Intersection over union)를 통하여 객체 모델 성능을 평가하고 총 1,266장의 이미지별 IoU를 대상으로 평균값을 계산하여 전체 IoU를 산출 하고 비식별화 처리 성능은 전체 비식별화 대상 객체 수 대비 비식별 처리된 객체 비율(Recall)을 기반으로 평가하였을 때 표1에 표시된 것과 같으며 재현율(Recall) 기반으로 성능 평가하였을 때 0.87의 재현율을 지닌다.

표 1 비식별화 처리 성능측정 결과

	사람	얼굴	자동차	번호판	합계	재현율
대상 객체 수	1,580	794	1,092	451	3,917	$\frac{3419}{3917} = 0.87$
비식별화 처리 객체 수	1,452	648	963	356	3,419	

IV. 결론

본 논문에서는 드론 영상 암호/복호화에 있어 드론 내부 로그, 임무 정보뿐만 아니라 영상 암호화를 통한 모든 송수신 데이터 암호화 처리와 4G/5G 통신 모듈을 적용하여 영상데이터 전송에 적합한 광대역 및 초 저 지연 5G 통신 네트워크 활용과 드론과 관제 시스템간 기기인증을 통한 통신을 하여 로그와 영상 암호화뿐만 아니라 기기인증을 통한 이중 보안처리를 하였고 영상분석을 통한 관제 시스템에서 프라이버시 침해방지를 위한 영상 내 객체 마스킹을 통한 비식별화 처리를 적용, 수신된 영상의 프라이버시 마스킹 후 영상 저장 이후 영상유출, 폐기까지도 비식별화 처리를 수행하며 객체검출 모델 기반 비식별화 처리 성능시험으로 재현율 0.87을 구현하였다, 처리된 마스킹 영상 또는 이미지를 키(key)를 통해 원 영상 마스킹 및 복원이 정상적으로 진행됨을 확인하였다.

참고 문헌

- [1] 과학기술정보통신부 융합기술과, 『“2020년 무인이동체 산업실태조사” 결과발표』, 2021.12.15., pp.1-6, .
- [2] 첨단정보통신융합산업기술원, “스마트드론 규제/정책동향”, 2016.05, pp.56-117,
- [3] 일본 총무성. “드론에 의한 촬영 영상 등의 인터넷상에서의 취급에 관한 가이드라인”, 2015.6.29
- [4] 신다연, 김효인, 류혜원, 이시영, 김명주, 2020, “드론 촬영물에서의 개인정보 보호를 위한 AI 기반 마스킹 서비스”, 『2020 온라인 추계학술발표대회 논문집』, 27(2)
- [5] 국가정보원, 『검증된 암호모듈 운용가이드』, 2022, p.12
- [6] 전자정부법 시행령, 『대통령령 제32635호』, 2022., 국가법령정보센터