

드론을 이용한 안심귀가 동행 시스템

조범영, 손예슬, 신수용*

*국립금오공과대학교

14bycho91@naver.com, k40007198@gmail.com, *wdragon@kumoh.ac.kr

A drone-based escort system for safe returning home

Cho Beom Young, Son Ye Seul, Shin Soo Young*

*Kumoh National Institute of Technology.

요약

본 논문은 Robot Operating System (ROS) 기반 드론을 활용한 실시간 맞춤형 안심 귀가 동행 서비스를 제안한다. 사용자가 앱으로 서비스를 요청하면 드론은 Global Positioning System (GPS) 을 활용하여, You Only Look Once (YOLO) 알고리즘을 통해 주변 인물들을 탐지한 후, Contrastive Language-Image Pre-training (CLIP) 기반 임베딩(embedding) 비교로 사전에 등록된 사용자의 상반신 이미지와의 유사도를 계산하여 사용자를 식별한다. 이후 Simple Online and Realtime Tracking (SORT) 알고리즘으로 사용자를 지속적으로 추적하며 MediaPipe 기반 실시간 자세 분석을 통해 쓰러짐 등의 이상 행동을 탐지한다. 위험 상황이 감지되면 보호자나 경찰에게 즉시 정보를 전송한다. 해당 시스템은 다양한 Artificial Intelligence (AI) 비전 기술을 통합하여 높은 인식 정확도와 실시간성을 확보하였으며, 기존의 단순 순찰 중심 서비스를 넘어, 사용자 맞춤형 보호 기능을 갖춘 능동적인 드론 기반 안전 시스템으로서의 가능성을 제시한다.

I. 서론

최근 개인 안전에 대한 관심이 높아지며, 드론 등 첨단 기술을 활용한 안전 서비스가 등장하고 있다. 일례로, 대구시는 드론 기반 안심귀가 서비스를 전국 최초로 시범 운영하였다. 그러나 기존 서비스는 특정 지역 순찰이나 광역 감시에 중점을 두며, 사용자가 필요할 때 드론이 부재하거나 범위가 제한되는 한계가 있다.

본 논문은 이러한 한계를 넘어 사용자 요청 시, GPS 기반으로 출동하여 사용자를 지속적으로 추종하는 개인 맞춤형 드론 시스템을 제안한다. 특히, 기존 얼굴 인식 기반 사용자 식별 방식은 거리나 조도 변화에 취약한 반면, 본 시스템은 상대적으로 안정적인 상반신의 시각적 특징을 분석하는 방식을 채택했다. 이는 기존 순찰 중심 서비스를 뛰어넘어 개인화된 능동적 보호 서비스를 실현한다는 점에서 차별성을 가진다.

II. 본론

A. 시스템 구성

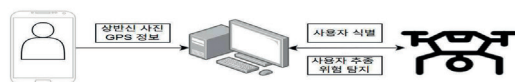


그림 1 안심귀가 서비스 시스템 구성도

그림 1과 같이, 사용자가 앱으로 안심 귀가 서비스를 요청하면, 상반신 사진과 현재 GPS 정보가 중앙 서버로 전송된다. 서버는 해당 정보를 수신한 후, 사용자의 상반신 이미지를 CLIP 모델을 통해 임베딩 형태로 전처리하고 저장한다. 이후 드론은 GPS를 기반으로 사용자의 위치로 이동한다. 목적지에 도착한 드론은 YOLO 알고리즘을 활용하여 주변의 사람을 탐지하며, 탐지된 사람 중 등록된 사용자인지를 판단하기 위해 CLIP 기반

이미지 비교 기술을 사용하여 식별을 진행한다. 뒤에 그림 2는 본 논문의 시스템 순서도이다.

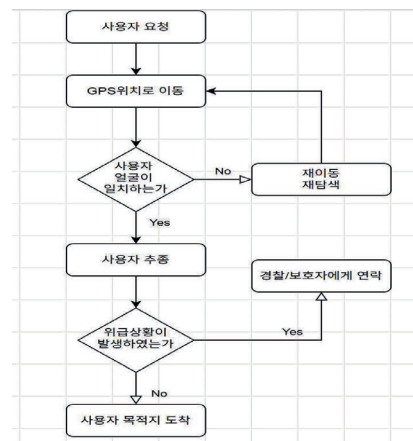


그림 2 시스템 순서도

만약 사용자를 찾지 못하면, 드론은 GPS 출동 위치 또는 마지막 식별 지점을 기준으로 반경 20m 내에서 재탐색을 실시한다. 사용자 식별에 성공하면 드론은 사용자를 추종하며 실시간 자세 분석으로 사용자의 비정상적 행동을 즉각적으로 탐지하고, 위험 상황 발생 시 경찰 및 사전 등록된 보호자에게 실시간 경고 및 알림을 제공한다. 서비스는 사용자가 앱을 통해 귀가 완료를 알릴 경우 종료된다.

B. 이미지/영상 기반 사용자 인식

1) 사용자 식별

드론 시스템은 비행 전 사용자 등록 절차를 통해 상반신 이미지를 기준 데이터로 저장하며, 이후 실시간 영상에서 이를 기반으로 사용자를 인식

한다. 상반신 등록은 카메라에 사용자가 미리 촬영한 정적 이미지를 제공한다. 그림 3은 이러한 상반신 등록 과정에서 사용되는 사용자 정적 이미지의 예시를 나타낸다. 등록된 이미지는 CLIP 모델을 사용하여 임베딩 벡터로 변환된다. 이후 드론의 카메라가 촬영하는 실시간 영상에서 YOLO v8 모델을 활용하여 사람을 탐지하고, 탐지된 각 인물에 대해 CLIP 임베딩을 생성한다. 이를 등록된 기준 임베딩과 비교하여 코사인 유사도(Cosine Similarity)를 계산한다. 그림 4는 드론이 촬영한 영상에서 탐지된 인물에 대해 CLIP 임베딩을 적용하고, 기준 이미지와의 유사도를 측정 한 결과이다. 유사도 값이 설정된 임계값 이상일 경우, 해당 인물을 등록된 사용자로 식별한다. 일반적으로 코사인 유사도는 -1.0에서 1.0 사이의 값을 가지며, 값이 0.4 이상일 경우 두 이미지가 시각적으로 유사한 것으로 판단된다. [1] 본 시스템에서는 보다 엄격한 사용자 식별을 위해 임계값을 0.7로 설정하였다.



그림 3 사용자 이미지 예시 그림 4 실시간 인식 및 유사도 판단 결과

2) 위급 상황 탐지

안심키가 서비스를 수행 중인 드론은 사용자의 위급 상황을 실시간으로 감지하기 위해, 신체 자세 분석 기반의 쓰러짐 탐지 기능과 사용자 미감지 시 비상 알람 기능을 주요 기능으로 포함하도록 설계되었다. 탐지된 사람 객체 영역에 대해, 파이썬의 MediaPipe 라이브러리를 이용하여 자세 추정을 수행하며, 어깨와 엉덩이 중심을 잇는 선의 기울기나 코의 상대적 위치 등을 분석하여 사용자의 쓰러짐 여부를 판단한다. [2] 특히 어깨와 엉덩이 중심선의 기울기가 30도 미만이거나, 코가 양 무릎보다 아래에 위치할 경우 사용자가 쓰러진 것으로 간주한다. 그림 5는 Media Pipe 기반 자세 분석을 수행한 예시로, 어깨-엉덩이 선의 기울기가 30도 미만으로 계산되어 ‘쓰러짐’으로 판단한 상황을 시각적으로 나타낸다. 사용자가 쓰러진 것으로 판단되거나, 사용자가 5초에서 10초 동안 갑자기 감지되지 않는 등 위급 상황이 발생했다고 판단될 경우, 사전에 등록된 보호자 및 경찰에 신고하는 등의 대응을 하도록 설계된다.



그림 5 Pose 기반 사용자 이상 자세 판단 시각화

C. 사용자 추적

본 시스템에서는 YOLO v8을 이용하여 사람 객체를 검출하고, SORT 알고리즘을 통해 사용자에게 고유한 ID를 부여하였다. 동일한 ID를 가진 Bounding Box를 중심으로 사용자를 추적하며, 객체 검출 및 추적 흐름을 중심으로 알고리즘의 작동 여부를 검증하였다. 각 프레임의 추적 결과는

[ID, (x1, y1, x2, y2), confidence] 형식으로 로그에 저장되었으며, Open Source Computer Vision(OpenCV)의 cv2.imshow() 함수를 이용해 Bounding Box와 ID 정보를 실시간으로 시각화할 수 있도록 하였다. [3] 그림 6은 다수의 사람이 존재하는 영상에서, YOLO v8과 SORT 알고리즘이 각 인물에게 고유 ID를 부여하고 추적하는 과정을 시각화한 결과이다.



그림 6 객체 검출 및 추적 시각화 결과

III. 결론

본 논문에서는 개인의 안전을 실시간으로 확보하기 위한 자율 드론 기반 시스템을 제안했다. 이 시스템은 수동적 감시를 넘어, 능동적으로 사용자를 보호하고 위험에 대응한다. 특히, 얼굴 인식 기술의 한계를 보완하기 위해 상반신의 특징을 비교하는 식별 방식을 도입함으로써 실제 야외 환경에서의 적용 가능성을 높였으며, AI 기술 통합으로 효율성과 신뢰성을 향상시키고, 사용자의 이상 행동을 기록하여 사고 분석에 활용할 수 있도록 했다. 다만, 약전후, 배터리 지속 시간, 개인정보 보호 등은 향후 과제이며, 실제 환경 테스트와 수용성 검증을 통해 개인 안전 기술 발전에 기여할 것으로 기대한다.

ACKNOWLEDGMENT

This research was supported by the MSIT(Ministry of Science and ICT), Korea, under the ITRC(Information Technology Research Center) support program(IITP-2025-RS-2024-00437190) supervised by the IITP(Institute for Information & Communications Technology Planning & Evaluation, 50%)

This research was supported by the MSIT(Ministry of Science and ICT), Korea, under the ICAN(ICT Challenge and Advanced Network of HRD) program(IITP-2025-RS-2022-00156394) supervised by the IITP(Institute of Information & Communications Technology Planning & Evaluation, 50%)

참 고 문 헌

- [1] 백서현, 박소정, 박소은, 임유민, 이보아 and 최종원, "CLIP 기반 분석을 통한 한국 신사실과 작가 분류" 한국컴퓨터정보학회논문지 29, no.12 (2024) : 317-328.doi: <https://doi.org/10.9708/jksoci.2024.29.12.317>
- [2] 주은수, 임효경, 이상민, 박성익, 전찬호, and 정영석, "낙상사고 감지 시스템 구현," in 한국컴퓨터정보학회 학술발표논문집, 2022, pp. 461-462.
- [3] 박희동 and 장경선, "작은 객체의 추적을 강화하기위한 SORT기반 트래킹 방법," in 한국정보과학회 학술발표논문집, 2023, pp. 280-282.