

객체 인식을 이용한 스마트 홈 CCTV

구본상, 정구현, 김아현, 이호진
수원대학교 정보보호학과

koobs97@naver.com, 2019Y@kakao.com, zlzzlzz2l@naver.com, leehojin0207@naver.com

Smart home CCTV Using Object Detection

Bon-Sang Koo, Gu-Hyun Jung, A-Hyun Kim, Ho-Jin Lee
Dept of Information Security, Suwon University

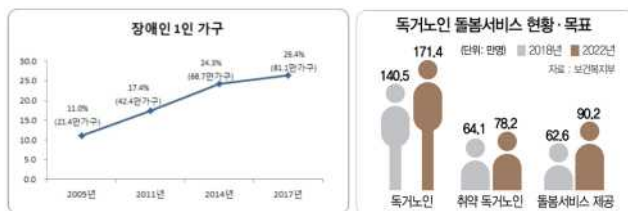
요 약

사회적 취약계층을 화재, 재난 등의 위협뿐만 아니라 프라이버시 침해로부터도 보호할 수 있는 지능형 스마트 홈 CCTV이다. 해당 연구는 소프트웨어 중심의 작품으로 어떠한 CCTV에도 적용할 수 있도록 하였다.

해당 연구를 활용한다면 적은 인력과 비용으로 폭넓은 복지 혜택을 제공할 수 있을 것이다.

1. 서론

보건복지부가 2018년에 조사한 자료에 따르면 전체 장애 인구 중 혼자 사는 장애인이 약 81만 명, 독거노인이 약 140만 명에 이르고 그 수는 매년 증가하고 있다고 한다.



<표 1> 장애인 1인 가구(통계청), 독거노인 현황(보건복지부)>

해당 사회적 취약계층을 보호하고자 성장하고 있는 IoT 기술을 활용한 스마트 홈 CCTV 개발을 목표로 연구를 시작하였다. 세계 IoT 시장 규모는 2018년 7,255억 달러로 2016~2022년까지 연평균 12.8% 성장하면서 1조 1,933억 달러에 달할 것으로 전망된다.



<표 2> IoT 시장 규모

2. 선행연구

이미 스마트 CCTV는 개발 중일 뿐만 아니라, 상용화도 되고 있다. 미국의 DAS(Domain Awareness System, NYPD), NGI(Next Generation Identification, FBI), 하늘의 그물이라 불리는 중국의 텐왕과 같이 외국에서는 이미 지능형 CCTV 기술을 적용해 공공장소에서 용의자 색출, 추적, 위험 상황 감지 및 대응 등 차세대 사회안전 시스템으로 널리 활용되고 있다. 또한, 이미 LG U+, KT 등 국내 통신사에서도 움직임 인식, 범죄 예방 등의 기능이 탑재된 지능형 홈 CCTV 서비스를 제공 중이다. 본 연구는 이러한 선행연구들이 가지는 몇 가지 문제점을 해결하기 위해 노력하였다.



(그림 1) U+ 지능형 CCTV

해결해야 할 첫 번째 문제점은 개인의 프라이버시 침해였다. 해당 문제는 발전하는 지능형 CCTV의 가장 큰 보안 문제이다. 실제 LG U+에서 판매 중인 지능형 홈 CCTV의 경우에는 사생활 보호 기능이 탑재되어 있으나, 천장을 바라보는 방식으로 그 한계가 존재한다. 따라서 좀 더 효율적인 방안으로 객체 감지 블라인딩 방식을 연구하였다.

두 번째는 성능의 향상으로 인해 따라오는 비용적인 문제점이다. 기존의 일반 CCTV를 사용하는 가정의 경우 지능형 CCTV의 사용을 위해서는 하드웨어를 교체해야 하는 경우가 생긴다. 이러한 문제점을 해결하고자 어떠한 CCTV에도 적용할 수 있는 소프트웨어 중심의 연구를 진행하였다.

3. 연구방법 및 연구절차

영상 분석에 활용할 수 있는 Python OpenCV, Machine Learning Open API를 활용하였다. 또한, 사용자의 편의성을 고려하여 애플리케이션을 개발하기 위해 Android Studio를 활용하였으며, 이벤트 처리 및 저장을 위해 AWS Cloud와 MySQL을 활용하였다. Machine Learning을 이용하여 화재 인식의 기능을 연구하였다. OpenCV를 활용하여 동작 인식, 객체 블라인딩 기능을 연구하였다.

영상처리 및 데이터 저장을 위한 서버, 화재 인식 기능, 객체 블라인딩 기능, 영상 인식 기능, 애플리케이션 기능을 각자 연구하여 효율적인 통합 소프트웨어 구현을 위해 노력하였다. 여러 기능의 통합을 병렬적으로 구현하여 속도 제한을 줄이려는 노력을 통해 후에 기능을 추가하는 상황을 고려하였다.

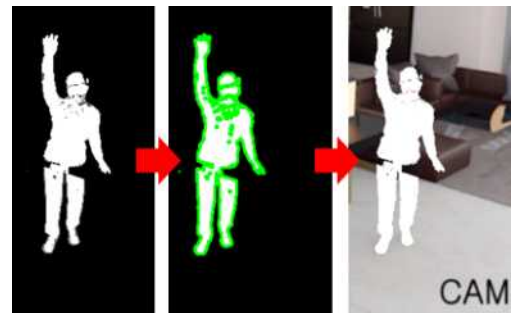
연구의 결과를 효율적으로 테스트하기 위하여 실제 CCTV와 유사한 환경을 3D 모델링으로 구현하여 연구를 진행하였다. 화재와 같은 상황은 실제로 촬영하여 보여주기 쉽지 않기 때문에 모델링 영상을 통해 연구결과를 효과적으로 보여줄 수 있을 것이다.



(그림 2) 3D 모델링 화면

4. 연구결과

블라인딩과 관련된 부분은 실시간으로 작동해야 하는 CCTV의 특성상 복잡한 기술을 사용하면 속도 저하의 문제가 따른다. 따라서 간단한 기술을 사용하여 구현하고자 하였다. OpenCV의 MOG2, Contours 알고리즘과 ROI 알고리즘을 활용하여 객체 블라인딩의 일정 부분을 구현 성공하였다. MOG2 알고리즘을 사용하여 움직이는 객체를 탐지하고 Contours 알고리즘을 사용하여 색을 덮어씌워 블라인딩을 할 수 있게 되었다. 또한, ROI 알고리즘을 통해 원하는 영역을 지정하여 사각형의 형태로 블라인딩 처리할 수 있다. 그러나, 움직이지 않는 객체에 대해서는 블라인딩의 한계가 있는 것을 확인하였다.



(그림 3) 객체 블라인딩

CCTV 영상에서 움직이는 객체는 대부분 사람, 반려동물 등으로 이들을 전부 블라인딩하는 방식을 생각하여 연구를 진행한 것으로, 해당 결과물은 다양한 방법으로 활용될 수 있을 것이다.

CCTV용 서버, 화재 인식 기능, 동작 인식 기능, 보호자용 애플리케이션을 개발하여 소프트웨어 중심의 지능형 홈 CCTV를 구현하였다. CCTV를 통해 받아오는 영상을 서버에서 처리, 가공하여 애플리케이션으로 송출할 수 있게 되었다.



(그림 4) 화재 탐지 및 객체 블라인딩

화재 탐지에는 프레임 분할, Teachable Machine을 활용한 이미지 딥러닝을 활용하였다. 일정 시간마다 프레임을 9개로 분할 및 캡처하여 저장하고, 각각의 이미지를 훈련된 모델을 사용하여 분석한다. 특정 이미지에서 화재가 검출될 시, 해당 영역에 실시간으로 표시를 해주어 결과물을 출력해준다. 이미지를 나누는 이유는 화재 탐지 정확도를 높이기 위한 것으로 본 연구에서는 9개로 나누어 진행하였다.

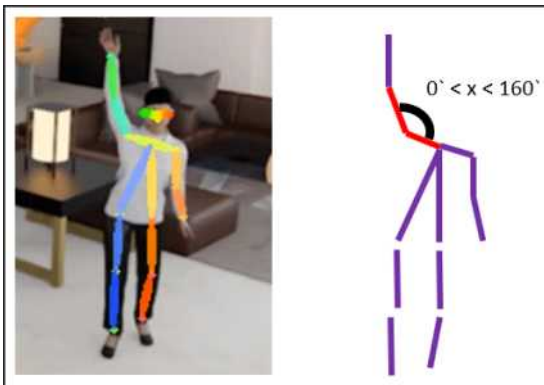


(그림 5) 이미지 분할 처리



(그림 6) 동작 인식

동작 인식은 OpenPose를 사용하여 구현하였다. OpenPose를 통해 영상 속 사람의 신체에 기본 뼈대를 추측한 뒤, 신체 위에 추측한 뼈대를 그린다. 이때, 뼈대의 각 부위는 좌표가 있어 이 값을 연산하여 동작 인식을 수행한다. 연구결과, 한쪽 손을 높이 드는 동작을 인식할 수 있게 되었다.



(그림 7) 좌표 연산 예시



(그림 8) 사용자 애플리케이션

해당 기능 모두 서버에서 이루어지는 것이므로, 별도의 전용 CCTV 없이 구동할 수 있다.

5. 결론 및 제언

연구결과 발전하는 지능형 CCTV의 문제점인 사생활 침해와 비용적인 문제에 대해서 어느 정도 해결할 수 있는 타협점을 찾았다고 제시한다. 움직이는 객체를 블라인딩하여 사생활 침해를 최대한 감소시키고, 다양한 기능을 서버에 복합적으로 구현함으로써 소프트웨어 중심의 연구결과를 도출할 수 있었다. 그러나 연구에서 도출된 결과는 정확도 측면에서 한계가 있었다. 움직이지 않는 객체에 대해서는 블라인딩이 어려웠다. 또한, 블라인딩 처리가 되기 전에 해킹을 당하게 된다면 사생활이 그대로 노출될 수 있다는 보안 문제가 있다. 소프트웨어 중심의 지능형 CCTV 구현을 위한 부분에서도 서버 비용 절감 등과 같은 추가적인 연구가 필요하다. 또한, 많은 기능이 구현될수록 서버에 부하가 생길 수 있어 카메라에 일정 기능을 탑재시키는 방안도 고려해야 할 것이다.

참고문헌

- [1] [국내 저자 있음] 박태형. (2019). "사물인터넷 시장 및 주요 기업 동향" spri 홈페이지, https://spri.kr/posts/view/22557?code=industry_trend
- [2] [국내 저자 있음] 서민준. (2018). "독거노인 돌봄서비스 대상 2022년 90만명으로 확대", 서울경제, 4월 27일
- [3] [국내] 보건복지부, 한국보건사회연구원. (2018). "2017년 장애인실태조사 결과", p8
- [4] [국내 저자 없음] LG U+. (2017). "집안 구석구석 언제 어디서나 홈CCTV", <https://blog.uplus.co.kr/2941>

[본 논문은 과학기술정보통신부 정보통신망의인재양성사업의 지원을 통해 수행한 ICT 멘토링 프로젝트 결과물입니다.]