

감정과 행동인식을 활용한 스마트홈 자동화 시스템

이승희*, 이승빈**, 류상욱***, 이혜원****

*조선대학교 컴퓨터통계학과

**인하대학교 컴퓨터공학과

***인하대학교 수학과

****성균관대학교 전자전기공학부

hithere1012@naver.com, dltmdqls1945@naver.com, sw4968@naver.com,
hyewon0@gmail.com

Smart Home Automation System Using Emotion and Behavior Recognition

Seung-Hui Lee*, Seung-Bin Lee**, Sang-Uk Ryu***, Hye-Won Lee****

*Dept. of Computer Science and Statistics, Chosun University

**Dept. of Computer Engineering, Inha University

***Dept. of Mathematics, Inha University

****Dept. of Electronic and Electrical Engineering, SungKyunKwan University

요 약

본 시스템은 홈 CCTV 를 이용해 집 안 사용자의 감정인식, 행동인식을 통해 스마트홈 자동화할 수 있는 시스템으로, 인식된 감정에 맞춰 음악 재생, 조명 조절을 하거나 간단한 동작만으로 IoT 단말을 컨트롤 한다. 또한 실시간으로 IoT 장비들이 동작할 수 있도록 마이크로 서비스 아키텍처로 감정인식과 행동인식 서비스를 설계하여 구현하는 것이 특징이다. 이는 스마트홈 내에서 더 편리하고 가치 있는 집안 환경을 구현할 수 시스템을 제공한다.

1. 서론

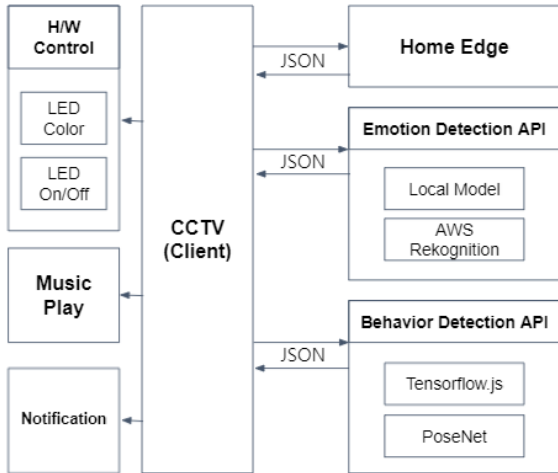
현대 사회는 20~30 대의 초혼 연령 상승, 비혼주의 증가, 저출산 등으로 인해 1 인 가구 중심으로 급격하게 변화하여 효율성과 간편성을 추구하는 모습을 보인다[1]. 더불어, 고령화가 진행됨에 따라 독거노인 또한 증가하고 있어 안전사고 방지를 위한 원격 보조의 필요성 또한 높아졌다. 이러한 세태에 발맞추어 높은 기술력과 큰 비용을 요구했던 기존의 서비스에서 벗어나 저렴하고 간편하게 스마트 홈(Smart Home) 서비스를 구현하기 위해 아두이노와 라즈베리파이를 활용한 스마트 홈 프로토타입 구현 연구가 활성화되었다[2-3]. 초창기 스마트 홈 서비스는 가정에서 사용하는 기기들의 단순한 자동화의 개념으로, 효율이 떨어지는 측면이 있었다. 하지만 이후 각종 센서와 통신 기술의 발달, 특히 최근에는 인공지능과도 접목되어 사용자에게 최상의 환경을 제공하는 수준에 이르렀다[4]. 이미 유럽과 북아메리카의 경우,

수많은 가구가 사용할 정도로 스마트 홈 서비스가 생활 속 깊이 파고들어 와 있으며, 글로벌 스마트 홈 산업을 주도하는 기업들은 핵심기술 개발에 주력하며 주도권 경쟁에 나서고 있다[3-4]. 따라서 현 상황에서 스마트 홈 서비스에 관한 연구는 선택이 아닌 필수가 되었다.

본 논문에서는 저사양 단말을 활용해 고사양의 IoT 장비를 조작하는 스마트 홈 시스템을 구현하는 것에 주력하여 라즈베리파이 4 에 카메라 모듈을 연결해 홈 CCTV 를 구현한 뒤, 감정인식과 행동인식 서비스를 제공하기 위한 마이크로 서비스 아키텍처를 설계했다. 이를 통해 인식된 감정에 맞는 LED 색깔 조절 및 음악 재생을 함으로써 감정을 긍정적인 방향으로 유도한다. 또한, 위험 상황을 인지하면 LED 를 깜박이고 이를 알림으로써 사용자에게 편리함을 제공하는 자동화된 스마트홈 서비스를 제공한다.

2. 본론

2.1 시스템 구성도



(그림 1) 시스템 구성도

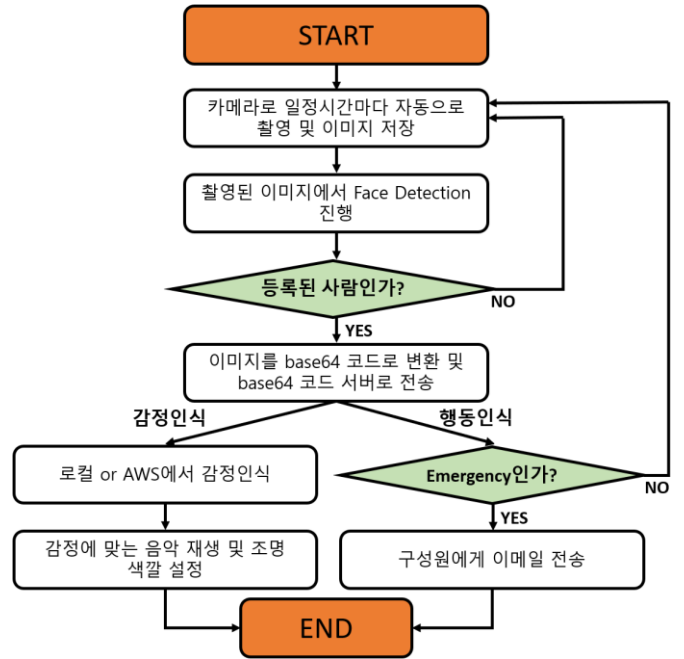
그림 1 은 본 논문에서 제안하는 전반적인 시스템의 구성을 도식화한 것이다. 홈 내의 CCTV, 감정인식과 행동인식을 수행할 2 개의 API 와 TaskOffloading 처리를 위해 HomeEdge 로 구성된다. Emotion Detection API, Behavior Detection API 는 캡처된 이미지를 받아 감정인식과 행동인식을 수행한 후 인식된 값을 반환한다.

인식된 결과에 따라 LED, Music Play, Notification 과 같이 IoT 단말을 제어하거나 관련 서비스를 제공할 수 있도록 하였다.

스마트홈 내에서 마이크로 서비스 아키텍처로 독립적으로 여러 애플리케이션을 구축하여 사용자가 신속하게 여러 서비스를 이용할 수 있다.

- Home Edge : 오픈소스를 이용하여 Task Offloading 을 통한 단말 자원들을 효율적으로 활용한다.
- Emotion Detection : 이미지를 바탕으로 7 개의 감정을 판별한다.
- Behavior Detection : 이미지를 바탕으로 쓰러짐, 식사, 박수 등의 행동을 인식한다.
- H/W Control : 인식된 결과에 따라 LED 색상을 변경하거나 전원의 on/off 를 수행한다.
- Music Play : 판별된 감정에 도움을 줄 수 있는 음악을 재생한다.
- Notification : 쓰러짐과 같은 응급상황이 생기면 가족 구성원에게 위급상황을 알린다.

2.2 시스템 기능



(그림 2) 전체 시스템 기능 흐름도

그림 2 은 전체 시스템 기능 흐름도이다. 본 논문의 시스템은 영상 인식을 통해 LED 컨트롤, 음악 재생, 알람의 기능을 수행한다.

첫째, 로컬환경에서 일정 간격으로 캡처된 이미지를 생성한다. 이러한 이미지로부터 얼굴인식을 수행하여 등록된 사람인지 확인한다. 그리고 등록된 사람이라면 offloading 작업을 진행할 Target 의 정보를 받는다.

둘째, 지정된 Target 의 Docker 컨테이너에 감정인식과 행동인식을 요청한다.

셋째, 감정인식 서비스를 수행하는 컨테이너 안에서는 미리 학습된 ResNet9 Local Model 을 활용하여 감정인식을 수행하여 7 가지 감정(행복, 슬픔, 분노, 놀람, 혐오, 침묵, 혼란)을 판단한다. 만약 감정인식에 실패하면 AWS Rekognition 서비스를 활용하여 감정인식을 수행한다. 또한 행동인식 서비스에서는 미리 학습된 모델을 통해 3 가지 행동(쓰러짐, 식사동작, 박수동작)에 대한 확률값을 예측하여 반환한다.

넷째, 감정인식이 수행된 결과에 따라 감정에 상응되는 환경을 조성하기 위해 음악을 재생하거나 LED 를 사용한다. [표 1]처럼 감정에 맞춰 LED 색을 변화시키고 감정을 긍정적으로 유도한다.

감정	행복	슬픔	분노	놀람	혐오	침묵	혼란
색깔	빨간색	노란색	보라색	파란색	핑크색	주황색	초록색

[표 1] 감정에 따른 LED 색

각 감정에 따른 색깔의 의미는 다음과 같다.

색깔	의미
빨간색	삶에 열정과 에너지를 불려 넣는 컬러
노란색	희망과 기쁨의 컬러
보라색	불안감 해소
파란색	활력을 불어넣고 흥분을 가라앉히는 컬러
핑크색	긴장완화, 침착함 유도
주황색	활력을 더하고 기운을 북돋는 컬러
초록색	지친 몸과 마음의 회복에 효과가 있는 컬러

[표 2] LED 색깔 의미

2.3 구현

2.3.1 감정인식

Algorithm 감정인식
Input : Base64 Code of Image Output: Emotion 1: Emotion ← Call Local emotion detection 2: if (Emotion == 'None') then 3: Emotion ← Call AWS emotion detection 4: return Emotion

Python 코드로 구현한 감정인식 서비스를 수행하여 7 가지 감정을 판단하는 알고리즘이다. 1 차로 Local 감정인식 모델로 감정을 판단하여 Cloud 인식 서비스를 최소화하여 스마트홈의 보안 취약점을 해결할 수 있다. 또한 Local 모델의 정확도가 54%로 다소 낮은 문제점은 AWS Cloud 서비스를 적절히 사용하여 보완해 모든 감정에 대해 인식할 수 있도록 구현하였다.

2.3.2 행동인식

Algorithm 행동인식
Input : Base64 Code of Image Output: Probability 1: Load Pose Detection Model from Cloud 2: posenetOutput ← Estimate 17 skeletons 3:Probability ← Predict behavior with posenetOutput 4:return Probability

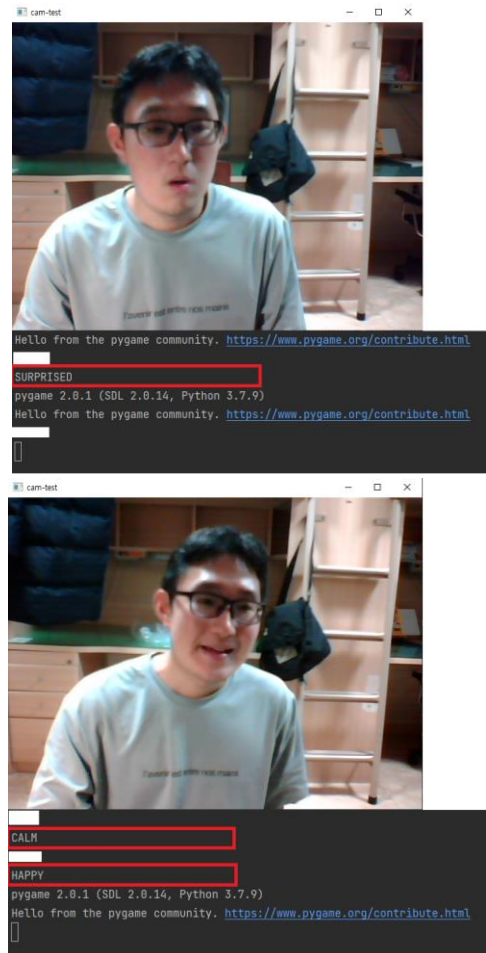
행동인식 서비스에 대한 알고리즘이다. 이미지에

대해 posenet 패키지를 활용하여 사람의 17 개 skeletons(Nose, Neck, Right Shoulder, Right Elbow, Right Wrist, Left Shoulder, Right Hip, Right Knee, Right Ankle, Left Hip, Left Knee, Left Ankle, Right Eye, Left Eye, Right Ear, Left Ear)를 감지한다. 감지된 skeleton 위치 좌표를 통해 미리 학습된 pose detection 을 수행하여 3 가지 행동(쓰러짐, 식사동작, 박수동작)에 대한 확률값을 예측하도록 구현하였다.

3. 결과 분석

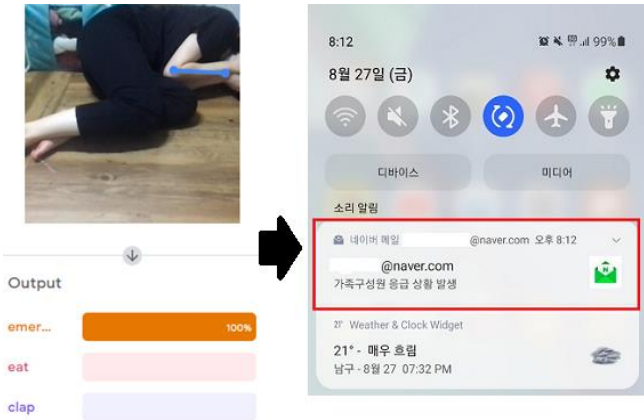
본 논문의 시스템에서 Home Edge 를 활용해 스마트홈 내에 로컬환경에서 인식 서비스를 제공할 수 있다. 특히 감정인식 서비스를 로컬 모델과 AWS 클라우드의 상호보완적인 관계를 활용해 구현하였다. 로컬에서 학습된 인식 모델의 54%의 다소 낮은 정확도를 클라우드의 효율적인 피드백을 통해 인식 정확도를 높여 인식 기능을 강화하였다. 이러한 시스템의 엣지-클라우드 매커니즘을 통해 인식 서비스를 최적화하며 사생활 보호에 큰 기여를 할 수 있다.

다음은 본 논문이 제안하는 시스템의 구현 결과이다.



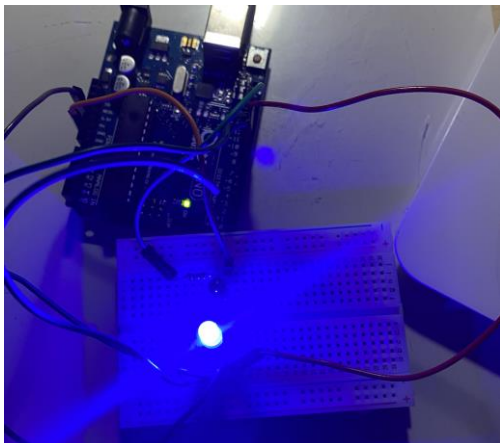
(그림 3) '놀람', '행복' 감정인식 결과

그림 3 은 카메라 모듈을 활용하여 촬영된 사진의 얼굴을 인식한 후 감정을 인식한 결과('놀람', '행복')를 얻은 것을 확인할 수 있다.



(그림 4) '쓰러짐'의 동작 인식 후 응급 상황 알림

그림 4 은 카메라 모듈을 활용하여 촬영된 사진에서 'emergency' 즉, 쓰러짐 행동이 인식되어 응급상황으로 판단 후 알림 서비스를 실행하기 위하여 가족 구성원에게 메일이 보내진 것을 확인할 수 있다.



(그림 5) 감정에 따라 변화하는 LED 색

그림 5 은 'Surprised' 감정을 인식하고 아두이노와 연결된 LED 가 CCTV 와 중개 서버를 통해 통신하여 [표 1]에 의해 파란색 불빛이 점등된 모습을 확인할 수 있다.

4. 결론

본 논문에서는 라즈베리파이와 카메라 모듈로 사용자의 신원을 확인하고 감정 및 행동을 인식하여 그에 따른 LED 모듈의 색깔 변경과 긴급상황 알림 메시지 전송 기능을 구현하였다. 하지만, 기능을 구현하는 데에 있어서 PC 를 단말로 사용해야 하는 단점이 있었다. 추후의 연구에서 모듈을 컨테이너화하여 다양한 단말에서 동일한 기능을 수행할 수 있게 된다면 훨씬

효율적으로 서비스를 제공할 수 있을 것으로 기대된다. 또한, LED 의 자동 제어뿐만 아니라 감정인식과 행동인식에 맞춰 자동 조절되는 스마트 블라인드, 스마트 도어, 스마트 도어락 들을 활용하여 시스템을 확장할 수 있다. 최종적으로는 다양한 스마트 가전제품들을 활용하여 편의성을 극대화한 스마트 홈 서비스를 제공을 목표로 한다.

Acknowledgement

본 논문은 과학기술정보통신부 정보통신창의인재양성사업의 지원을 통해 수행한 ICT 멘토링 프로젝트 결과물입니다. 본 논문의 연구 진행 과정에 자문해주신 LF Edge HomeEdge 오픈소스 메인테이너인 홍문기, 김태완 님께 감사드립니다.

참고문헌

- [1] 김경민, 정의철, "20~30 대 1 인 가구의 홈 라이프스타일이 반영된 IoT 기반 스마트홈 서비스 구성 제안.", 한국디자인학회 학술발표대회 논문집, 2020, pp 198-199.
- [2] 이인구, 김기평, 조면균, "스마트폰을 이용한 아두이노 기반의 스마트 홈 시스템", 2015 년 대한전자공학회 하계종합학술대회 논문집, 2015, pp 1667-1668.
- [3] 김정원, "라즈베리파이를 이용한 스마트 홈 프로토타입 구현", 한국전자통신학회 논문지 제 10 권 제 10 호, pp 1139-1144, 2015.
- [4] 홍석일, "스마트 홈 기술 동향", 한국통신학회지(정보와통신) 제 37 권 제 11 호, pp 28-35, 2020.