

IoT환경에서의 센서 네트워크와 영상처리 기반의 융합 스마트 홈 플랫폼 개발

안예찬, 이정필, 이재욱, 송준권, 이근호*
백석대학교 정보통신학부

Development of Convergence Smart Home Platform based on Image Processing and Sensor Network in IoT Environment

Ye-Chan Ahn, Jeong-Pil Lee, Jae-Wook Lee, Jun-Kwun Song, Keun-Ho Lee*

Division of Information and Communication, BeakSeok University

요 약 본 논문에서는 영상처리기술과 네트워크와 연동이 가능한 센서 기술을 활용하여 발빠른 첨단기술에 맞춘 사물인터넷을 기반으로 한 가정 및 사업 환경을 구축하고자 하였다. OpenCV 라이브러리의 분석 알고리즘을 활용한 영상처리 기술을 사용하여 객체를 탐지 및 추적하고 그에 대한 데이터로 객체를 추적하고 다양한 센서들을 제어한다. 또한, 마스터 싱글보드와 슬레이브 싱글보드를 통하여 다양한 센서들을 통제하고 센싱 네트워크 환경을 구축 및 연계하여 데이터를 수집하고 기록하여 다양한 서비스를 제공 할 수 있는 플랫폼을 구현하고자 한다.

주제어 : 스마트 홈, 사물인터넷, OpenCV, 센싱네트워크, 웹

Abstract In this thesis, we sought to build a home and business environment based on the rapid prototyping technology and network technologies that enabled rapid access to high-speed technologies and technologies. Using the analytic algorithm for image processing techniques, using the analytic algorithm for analyzing and tracking objects in the OpenCV library, trace objects and track objects and control various sensors. It also wants to implement a platform enabling various sensors to collect and record various services by controlling and connecting various sensors through the master Single board and the slave single.

Key Words : Smarthome, IoT, OpenCV, Sensing Network, Web

1. 서론

정보통신 기술과 디바이스의 기술 및 성능이 발달함에 따라 사물과 사물간의 정보를 통신하여 서비스를 제공하는 사물인터넷(Internet of Things)이 각광받고 있다. 효율적으로 센싱 네트워크를 구축하여 개개인의 주거 공간 또는 사무환경에 적용시켜 손쉬운 작업과 처리

를 할 수 있다[1]. 그중에서도 카메라를 통해 획득한 데이터를 다양한 영상처리기술로 작업을 하면 때로는 사람의 눈보다 정확하고 신속하게 처리하여 정보를 제공한다. 본 연구는 IoT 서비스의 대표적인 스마트 홈과 영상처리를 융합하여 촬영 장비를 통해 다양한 서비스를 제공하는 스마트 홈 솔루션을 제안 하고자 한다. 보편적인 스마트 홈을 살펴보면 센서를 통해서 불을 켜거나 끄고 모바

*교신저자 : 이근호(leekeunho1004@gmail.com)

접수일 2016년 10월 14일 심사완료 2016년 10월 31일

일 어플리케이션을 통해서 집안의 가전제품을 제어한다. 그러나 영상처리 기술을 통한 스마트 홈은 사용자에 대한 인증과 인가를 판단하고 집안의 다양한 측정 센서들과 촬영장비에서 획득한 영상을 연계하여 보다 편리하고 가격대비 성능이 좋은 센싱 네트워크를 구축한다. OpenCV 라이브러리의 Haar-like Feature 알고리즘을 활용하여 주거공간이나 사업지의 등록된 사용자 및 침입자에 대한 인증과 같은 영상처리가 필요한 작업을 위해 홈 솔루션에 연결된 서버 및 기타 장비에 실시간으로 영상 데이터 값을 전달하여 처리할 수 있도록 하며 저장된 데이터 값을 이용하여 사용자의 스마트 홈 이용에 대한 편의성을 높이기 위해 웹페이지 또는 모바일 어플리케이션을 통해 손쉽게 원격으로 제어할 수 있는 솔루션을 구축하였다. Apache와 PHP 스크립트를 이용하여 웹페이지를 제작하였으며 Mysql을 이용한 데이터베이스 환경을 구축하여 측정된 데이터 값을 저장하고 웹서버와 연동하였다. 본 논문은 영상처리 데이터 값을 기반으로 서비스되는 IOT 스마트홈 서비스를 제시하고자 한다.

2. 관련연구

2.1 Smart Home

사물과 사물이 대화하는 IoT의 시대에 다다르면서 우리가 살고 있는 가정 내에서도 다양한 정보기기들이 상호적으로 네트워크를 구성한다. 실내에서는 센서들과 유무선 네트워크를 통해 데이터를 수집하여 커뮤니케이션을 하거나 서비스를 제공하며, 외부에서는 인터넷을 통해서 가정의 환경을 조성하거나 제어하는 것을 의미한다. 현재 가전제품(TV, 에어컨, 냉장고, 공기청정기)을 비롯하여 에너지 소비장치(수도, 전기, 냉난방) 들을 자동적으로 제어하거나 원격으로 조종하여 비용을 절감하거나 에너지의 효율성을 높여주는 역할을 한다. 또한 보안기기(CCTV, 도어록) 등 안전까지도 책임지고 있는 현대적인 서비스를 말한다.

2.2 Haar-like Feature

OpenCV(Open Computer Vision)는 실시간 이미지 즉 영상을 처리할 때 필요한 함수들이 있는 오픈 소스 라이브러리이며, 윈도우, 리눅스 등에서도 사용이 가능하다. 그 중에 Haar-like Feature 알고리즘은 눈, 코, 입과 같은 객체들의 공통적인 특징을 파악하고 객체의 밝은 부분과

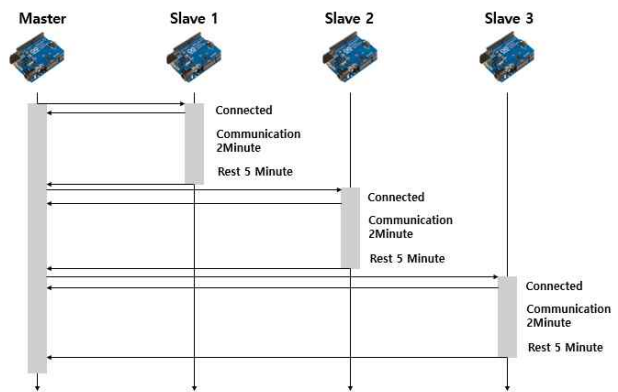
어두운 부분의 픽셀을 계산하여 객체의 여부를 판단한다. 객체에 대한 영상 이미지를 윈도우창으로 썩은 뒤 연산을 통하여 값을 구한다. 그 후 Adaboost 알고리즘을 통해 학습하여 객체들을 그룹화하고 결과를 보여준다[2].

3. 플랫폼 모델 분석

3.1 블루투스 시분할 통신

데이터를 주고 받을 때에 모든 아두이노 보드에 와이파이 쉘드를 적재하는 것이 아니라 블루투스 모듈을 달고, 한 개의 아두이노(Master)에만 와이파이 쉘드를 적재하는 방식이다.

Master 아두이노에서 제어를 한다. 블루투스는 1:1 통신이다. 먼저 Master는 Slave1와 통신을 한다. 이 때 Slave1에 장착한 센서에서 얻은 데이터를 가져오는 등의 동작을 한다. 그 다음 잠깐의 sleep을 가진 뒤 연결을 해제한다. 그 다음은 Slave2와의 통신을 한다. 이 때의 동작은 Slave1과 동일하다. 이런 식으로 시간을 나눠 Master는 여러 Slave와 통신을 하여 데이터를 수집한 후 와이파이 쉘드를 통해 서버에서 데이터를 가져갈 수 있도록 한다.



[Fig .1] Bluetooth Time division communication

모든 아두이노에 와이파이 쉘드를 달아 데이터를 주고받는 것도 나쁜 방법은 아니다. 복잡한 방법 필요 없이 필요한 아두이노가 만든 사이트에 접속하여 필요한 데이터 값을 가져오면 된다. 하지만 각 아두이노에 블루투스 모듈을 달아 시분할 통신을 하게 되면 모든 아두이노에 와이파이 쉘드를 적재하는 방식보다 비용을 절감할 수 있다.

3.2 사용자 추적 영상처리

제안하고자하는 스마트 홈 플랫폼은 사용자가 집이나 건물 등 실내에서 객체의 위치에 따라 카메라가 추적하고 움직이며 그 데이터를 가지고 전등을 켜거나 끈다. 먼저 사용자 추적을 하는 개발 환경은 라즈베리파이에 V4L2 드라이버 기반의 OpenCV를 설치하여 영상처리 라이브러리를 탑재한 후 Haar-like Feature 라는 알고리즘을 사용하여 객체를 검출 및 추적하였다. 이 알고리즘은 객체를 추적할 수 있지만 물리적으로 카메라의 화면 밖으로 나가버린다면 더 이상 추적이 불가능하기 때문에 서보모터 2개를 결합하여 상하좌우로 카메라의 각도를 움직일 수 있도록 하였다. 라즈베리파이2는 GPIO 핀이 26개가 있는데 이 핀들은 각각 전압제어 및 진류 등 각 핀마다 기능들이 있다. GPIO 핀에 LED와 서보모터를 연결시킨 후 얼굴을 검출하는 부분에서 얼굴의 중심좌표를 구한다[3].

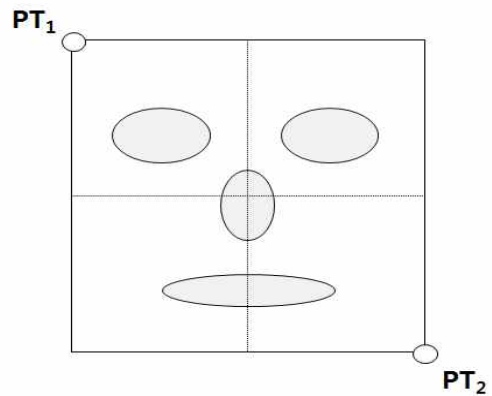
$$\sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \quad (1)$$

위 공식은 점과 점사이의 거리를 구하는 공식으로 PT1과 PT2의 거리를 구하여 중심을 구할 수 있다. 그러나 3차원적인 좌표를 구해야하기 때문에 아래 공식을 사용하였다.

$$(pt1.x + pt2.x)/2, (pt1.y + pt2.y)/2 \quad (2)$$

위 공식으로 얼굴의 중심좌표를 구한 후 변수에 얼굴의 중심좌표를 저장한다. 저장한 변수의 x값과 y값, 새로운 변수의 x값과 y값을 비교하여 4개의 조건문을 만든다. 4개의 조건문의 반복으로 얼굴의 중심좌표를 이용해서 2개의 서보모터의 각도를 각각 높이거나 줄이면서 객체를 추적한다. 객체를 추적하면서 계산된 서보모터의 각도에 따라서 GPIO에 연결된 LED 핀을 제어하면 객체에 위치에 따라 자동으로 불이 켜지고 꺼지게 할 수 있어 에너지를 효율적으로 사용할 수 있는 플랫폼을 구성할 수 있다.

Haar-like Feature 알고리즘은 눈, 코, 입 등의 공통적인 특징을 이용하여 객체의 유무를 판단하고 위와 같이 얼굴 영역을 균일하게 4등분하여 객체를 찾아내고 얼굴의 중심 데이터를 이용하여 사용자를 추적하면서 다양한 센서들을 제어할 수 있다[4,5].



[Fig. 2] Face Division and Coordinate

3.3 스마트홈을 위한 서버 구축

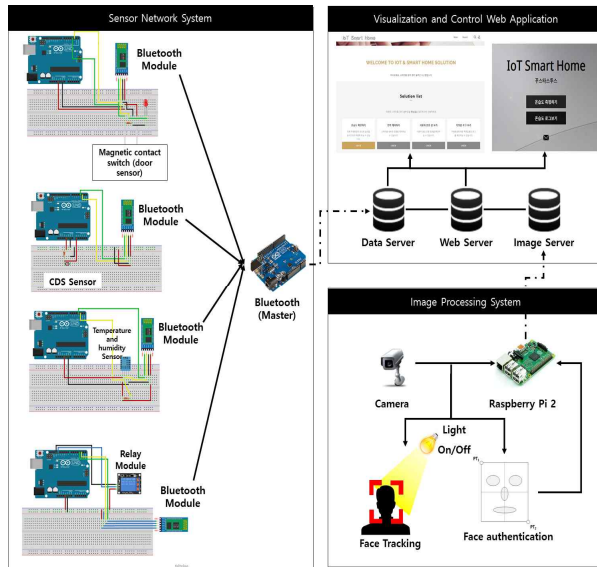
서버는 여러 가지 장치들과 유기적으로 연결하고, 데이터를 주고받고 처리하는 역할을 한다.

먼저, 서버는 APM으로 만들어 진다. APM이란 Apache, Php, MySQL을 통칭하여 말한다. Apache에서 httpd 서버를, Php에서 동적인 작업을, MySQL에서 필요한 데이터들을 데이터베이스에 저장/관리 한다. APM으로 만들어진 서버에서 와이파이 쉘드가 적재된 아두이노와 통신을 하여 데이터들을 가져온다. 아두이노 와이파이 쉘드에 기능 중 서버를 열 수 있는 부분이 있다. 이 기능을 이용하여 아두이노에서 서버를 열고 그 데이터를 우리가 만든 APM 서버에서 파싱하게 된다. 쉘드가 적재된 아두이노(마스터 아두이노)에서 다른 여러 아두이노들과 시분할 통신을 하여 주고 받은 데이터를 아두이노 쉘드의 서버 기능을 이용하여 서버로 올린다. 이 데이터 들을 APM 서버에서 php를 이용하여 아두이노 서버의 데이터들을 파싱하여 가져온 다음 데이터베이스에 저장하게 된다. TIMESTAMP 형식을 포함하여 시간마다 데이터를 주기적으로 계속 누적하여 쌓아나간다.

4. 플랫폼 개발

기존의 스마트 홈에 대한 인증수단은 비밀번호와 같은 사용자가 잊어버리거나 헛갈리기 쉽고 유출이 쉬운 인증수단을 사용하고 있다. 이에 대하여 사용자 인증에 대해 Opencv를 활용한 영상처리기술을 접목 시켜 인증 과정이 좀 더 편리하고 사용자의 다음 행동에 대한 센서 장비의 제어 등 스마트 홈에서의 서비스가 쉽게 이루어 질 수 있도록 플랫폼을 개발하는 것이 목적이다[6,7]. 영

상데이터에 대한 분석과 저장을 위해 Image서버를 구축하고 센서 장비들의 측정된 데이터 값의 저장을 위해 Data서버를 구축한다. 본 논문에서 구현한 플랫폼은 다음과 같다.



[Fig. 3] Server Network System

Arduino Bluetooth 모듈과 측정 센서 장비들을 접합시켜 측정 되어진 데이터 값을 블루투스 통신을 통해 Data 서버에 저장시킨다. 예시로 사용 되어진 센서들은 Magnetic contact switch, CDS sensor, Temperature and humidity sensor를 사용하였다. 마찬가지로 촬영장비로 측정된 영상 데이터 값을 사용자에게 맞는 인증 데이터 값으로 분석하고 Image 서버에 저장한다. 저장된 Data서버와 Image 서버의 데이터 값을 사용자의 편의를 위해 원격제어가 이루어 질 수 있도록 그림과 같은 웹 플랫폼을 제공한다.

5. 결론

발전된 네트워크 통신기술과 디바이스를 접목시켜 과거엔 제한적 이었던 사물인터넷 분야에 대해 향상된 인프라 및 솔루션 구축이 가능하게 됨으로써 더 나은 서비스를 제공할 수 있게 됨에 따라 본 논문에서는 촬영 장비를 통해 전달받은 데이터 영상을 측정 센서와 클라우드 서버에 연계시켜 서비스를 제공하는 영상처리를 기반으로 한 IOT 스마트 홈을 제시하였다. Opencv 라이브러리를 통한 분석된 데이터 값을 기반으로 서버를 통해 센서

장비들을 제어하였고 서버는 데이터 저장용 서버와 원격 솔루션 제공용 웹서버 그리고 영상데이터 분석을 위한 이미지서버를 각각 구축하였다. 데이터 저장용 서버는 Mysql 데이터베이스 관리 프로그램을 사용하여 구축하였고 부가적으로 사용자의 편의를 위해 Apache와 PHP 스크립트를 이용한 원격제어 솔루션 웹을 구축하여 스마트 홈 서비스를 제공하였다. OpenCV 라이브러리의 Haar-like-Feature 알고리즘과 Adaboost 알고리즘을 이용하여 전달받은 영상데이터 값에 대한 객체 여부의 판단과 결과를 도출하였으나 사물이 겹쳐 인식을 못하거나 밝기에 따라 인식률이 떨어지는 등 주변 환경조건에 제약을 받는 부분이 있었다. 따라서 향후 연구과제로 주변 환경조건에 대한 제약이 없는 영상처리 솔루션에 대해 연구할 계획이다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 논문은 2016년 산학협동재단 지원으로 수행된 연구임.

REFERENCES

- [1] J.J.Lee, K.T.Kim, H.Y.Yun, "Design and Implementation of Context-aware Inference Framework for IoT Smart Home Environment ", Korea Computer Information Society, Vol. 23, No. 1, pp. 247-250, 1. 2015.
- [2] S.W.Lee, J.H.Yu, K.B.Sim, "Real-time Streaming and Remote Control for the Smart Door-Lock System based on Internet of Things" Korean intelligence system Society, Vol. 25, No. 6, pp. 565-570, 12. 2015.
- [3] H.J.Lee, "Smart home based on Internet of Things.", Korea Telecom Association, Vol. 32, No. 4, pp. 44-49, 3. 2015.
- [4] Y.G.Bae, "A study on the Smart Home focused on the change of Housing Space", Korea International Society for Space Design, Vol. 3, No. 2, pp. 49-59, 8. 2008.
- [5] Y.J.Jang, "Technology trend of Smart-home Security System ", Vol.30, No.30, pp. 117-138, 2012.
- [6] J.Y.Choi, Y. H. Jung, S. H. Lee, J. H. Seo, T. D. Han, "Designing user interface for smart home server system ", Korea Information Science Society, Vol. 38, No. 1C, pp. 5-8, 6. 2011.
- [7] H.S.Kim, K.H.Choi, "Advanced Home Network Control

Method based on Image Recognition Operated by Smart Devices ", Korean Society HCI, Vol. 2014, No. 12, pp. 45-51, 12. 2014.

안 예 찬(Ye-Chan Ahn) [학생회원]



▪ 2014년 3월 ~ 현재 : 백석대학교
정보통신학부 학생

<관심분야>

사물인터넷, IoT보안, 융합보안, 개인정보보호

이 정 필(Jeong-Pil Lee) [학생회원]



▪ 2016년 3월 ~ 현재 : 백석대학교
정보통신학부 학생

<관심분야>

사물인터넷, 융합보안, 웹 보안, 영상처리

이 재 옥(Jae-Wook Lee) [학생회원]

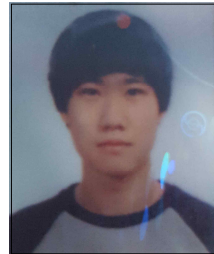


▪ 2015년 3월 ~ 현재 : 백석대학교
정보통신학부 학생

<관심분야>

사물인터넷, 영상처리, 융합보안, 개인정보보호

송 준 권(Jun-Gwon Song) [학생회원]



▪ 2015년 3월 ~ 현재 : 백석대학교
정보통신학부 학생

<관심분야>

사물인터넷, 정보통신, 네트워크

이 근 호(Lee, Keun Ho) [정회원]



▪ 2006년 8월 : 고려대학교 컴퓨터학과 (이학박사)
▪ 2006년 9월 ~ 2010년 2월 : 삼성전자 DMC연구소 책임연구원
▪ 2010년 3월 ~ 현재 : 백석대학교 정보통신학부 부교수

<관심분야>

사물인터넷, M2M 보안, 이동통신보안, 융합 보안, 개인정보보호, ISMS(정보보호관리체계), 빅데이터