

IoT 기술을 이용한 인공지능 스마트 홈 통합 케어 솔루션 연구

강효진¹ 김도연¹ 김재아¹ 성지윤¹ 윤민선¹ 김현²

¹동덕여자대학교

²현대엘리베이터

misba78@naver.com, kdy803@naver.com

A Study on the Development of AI Smart Home Total Care Solution

Hyo-Jin Kang¹, Do-Yeon Kim¹, Jae-A Kim¹,
Ji-Woon Sung¹, Min-Sun Yun¹, Hyun Kim²

¹Dept. of Computer Science, Dongduk women University

²Hyundaielevator

요 약

스마트 홈 시스템은 앞으로도 계속 기술의 발전과 수요가 증가하는 블루오션 시장이다. IT 시장의 주목을 받는 아이템을 다룬 만큼 이 작품이 높은 발전 가치와 시장성을 보유하고 있다고 볼 수 있다. 스마트 홈 시스템 구축을 통해 개인에게 최적화 된 라이프 스타일을 구축하고, 더 나아가 개인에게 맞는 환경을 설정하여 맞춤 라이프 연계 서비스를 제공한다.

더 나아가 주목받는 이슈인 인공지능 기술을 사용하여 스마트 기기들에 대한 지능형 제어 및 효율적인 관리가 가능하도록 한다. 게이트웨이 서버에 에어컨, 공기청정기 등 우리 실생활과 밀접한 기기들에 연결함으로써 기존의 기기들에 비해 중요한 기기들을 더 높은 빈도로 관리할 수 있다. 이 프로젝트는 스마트 홈의 기본이 되는 통합 제어시스템과 이를 위한 IoT 허브 시스템의 하드웨어를 모두 개발한 프로젝트로써 게이트웨이 서버로 대표 되는 하드웨어를 통해 스마트 기기의 상태를 모니터링 하다가, 특정 센서값을 받으면 액션을 취해줌으로써 스마트기기를 제어할 수 있다. 그리고 이들과 관련하여 IoT 기반의 다양한 기기들을 표준화 제어하기 위한 제어 시스템을 구축하고 이를 위한 소프트웨어도 함께 개발했다.

1. 서 론

최근 스마트 홈 및 IoT 기술이 확산되면서 우리는 다양한 스마트기기들을 보유하게 되었다. 그리고 우리는 이러한 기기들에 대해 각각 다른 제어 시스템(이하 플랫폼)을 이용해 개별적으로 제어하는 경우가 많다. 이는 스마트기기의 본 목적인 편리함에서 벗어나 오히려 사용자에게 복잡함을 줄 수가 있다. 각각의 기기를 제어하기 위해서 별도의 앱 등을 이용해 제어해야 하기 때문이다. 구글과 같은 대기업 중심으로 플랫폼을 구축해 다양한 기기들이 연결되고 있지만, 이것 또한 표준화되어 있지 않기 때문에 제대로 된 해결방안이라 할 수 없을 것이다. 시간이 지날수록 우리 주변의 대부분의 사물이 IoT를 연결될 것이고 이러한 기기들을 통합적으로 관리할 필요가 있을 것이다. 어떤 특정 기업의 플랫폼이 아닌 표준화된 연결 방법이 그것이라 할 수 있을 것이다.

본 프로젝트의 핵심 목표가 바로 다양한 스마트기기들을 통합 관리할 수 있는 스마트 홈 솔루션을 제안하는 것이다. 스마트 홈의 기본이 되는 제어시스템과 이를 위한 IoT 허브 시스템의 하드웨어를 모두 개발한 프로젝트이다. 즉, 하드웨어를 통해 스마트기기의 상태를 모니터링 하다가, 특정 센서값을 받으면 액션을 취해줌으로써 스마

트기기를 제어할 수 있도록 개발했다. 그리고 이들과 관련하여 최근 대두되고 있는 미세먼지 측정과 온습도를 조절하는 등의 헬스 케어를 제어하기 위한 제어 소프트웨어도 함께 개발했다.

한편, 실제 이 프로젝트에서 개발하는 통합 솔루션을 현업에 적용하기 위해서는 스마트기기를 만들 때 제조사들이 공통으로 꼭 지켜야 하는 사항들이 있어야 한다. 그리고 이 사항들을 프로토콜에서 오픈시킴으로써 어떤 기업의 기기들이 스마트 홈에 접속해도 게이트웨이를 기준으로 클러스터링할 수 있도록 해야 한다. 이 사항들도 프로젝트를 통해 제안했다. 그리고 요즘 주목받는 이슈인 인공지능을 이 프로젝트에 적용해서 프로젝트가 IT 시장의 주요 흐름을 반영하도록 하였다. 인공지능을 학습하는 주체는 게이트웨이 서버 내의 DB가 되고 인공지능 기술을 사용해서 사용자는 스마트기기들에 대한 지능형 제어를 할 수 있게 된다.

2. 관련 연구

2.1 센서

1) 미세먼지 센서 (PMS7003M)

PMS7003M은 공기 중의 부유 입자 수, 즉 입자의

농도를 구하는 데 사용할 수 있는 센서로서, 디지털 인터페이스의 형태로 이를 출력한다. 공기 중 부유입자 농도와 관련된 가변 계측기 또는 기타 환경개선폰비에 삽입하여 실시간으로 정확한 농도 데이터를 제공할 수 있다.[1]

2) 온습도 센서 (DHT11)

습도 센서는 공기 중의 수분의 양을 측정하는 센서이기 때문에 어느 정도의 면적, 공기와 닿는 부분을 갖고 있어야 한다. DHT11에서 가지고 있는 작은 구멍들은 습도 센서를 위하여 통풍이 잘되는 구조를 가지기 위한 것이다. 전기적으로 습도를 측정하는 방법은 정전 용량 감지 형과, 저항 감지 형이 있다. 저항 감지 형의 경우, 서로 연결이 되어 있지 않은 두 전극이 공기 중의 수분을 통해 아주 미세하게 나며 전류가 흐를 수 있게 되며, 이에 따라서 공기 중의 습도가 오르면 전류는 더 많이 흐르게 된다. 이를 통해 변화된 저항값으로 습도를 측정할 수 있다[2].

3) 인체 감지 센서 (HC-SR501)

이 센서는 약 7미터까지 인체를 감지할 수 있으며, 인체의 몸에서 나오는 미약한 적외선을 감지해 High 트리거 신호를 반복적으로 보내며 작동한다. 아파트나 회사 등 각종 건물 천장에 많이 부착되어 있어 사람이 감지되면 전등을 잠시 켜주거나, 사무실 내의 움직임을 감지하는 방법용 등으로 많이 사용된다[3]

4) 가스(연기) 감지 센서 (MQ-2)

MQ-2 센서는 LPG, 부탄가스, 프로판가스, 메탄가스, 알코올, 수소가스, 연기 등을 감지한다. 집안 가스레인지 근처에 두어서 가스 누출을 미리 탐지하거나, 연기도 검출이 되므로 화재 감시장치, 그리고 알코올도 감지가 가능하므로 간이 음주측정기로도 활용할 수 있다[4].

5) 빗물 감지 센서

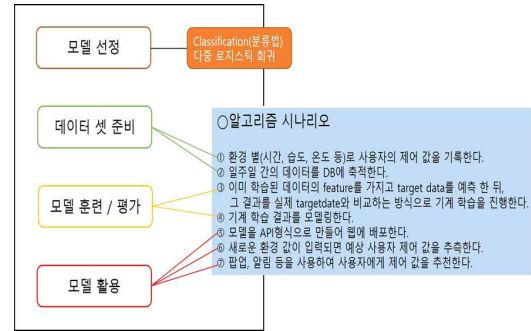
빗방울 감지 센서는 센서 기판의 전극 부분이 물과 접한 면적이 클수록 저항값이 작아지고, 흐르는 전류량이 상대적으로 커지게 된다. 이 전류량으로 수분을 측정할 수 있다. 아날로그 핀은 수분이 얼마나 측정됐는지를 확인할 수 있으며 디지털 핀은 일정량 이상의 수분이 있는지 여부를 판단할 수 있다.[5]

3. 본론

3.1 알고리즘 설계 및 구현

본 논문에서는 적용 알고리즘은 다중 로지스틱 회귀(multiple logistic regression)를 다룬다. 로지스틱 회귀는 회귀를 사용하여 데이터가 어떤 범주에 속할 확률을 0에서 1 사이의 값으로 예측하고 그 확률에 따라 가능성이 더 높은 범주에 속하는 것으로 분류해주는 지도 학습 알고리즘이다[6].

다중 로지스틱 회귀를 활용하여 환경 데이터를(시간, 온도, 습도 등) 사용자의 제어 값으로 분류한다. 독립 변수로 사용자별 환경 데이터(시간별, 온도, 습도 등), 종속 변수는 기기의 제어 값으로 설정한다. 머신러닝 분석 결과 종속 변수의 예측값이 기준치 이상이면 설정 값에 따라 스마트 기기를 제어한다.

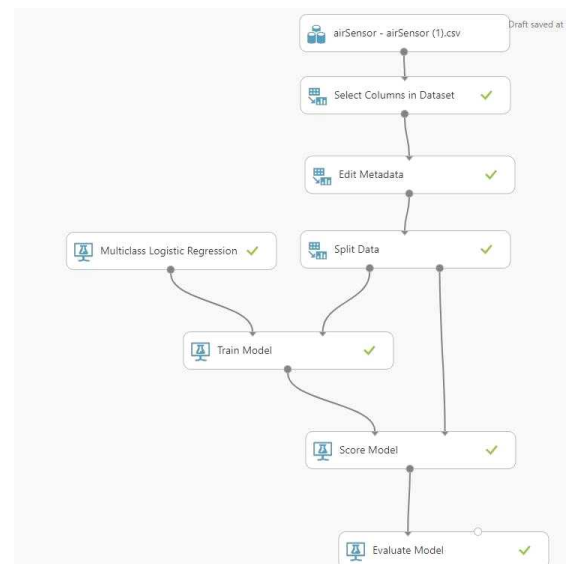


<그림 1. 로지스틱 회귀(multiple logistic regression)>

$$P(Y = k | X = \vec{x}) = \frac{e^{\beta_k^T \vec{x}}}{1 + \sum_{i=1}^{K-1} e^{\beta_i^T \vec{x}}} \quad (k = 0, 1, \dots, K-1)$$

$$P(Y = K | X = \vec{x}) = \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^{K-1} e^{\beta_i^T \vec{x}}}$$

<그림 2. 다항 로지스틱 알고리즘 공식>



<그림 3. 미세먼지 센서 데이터 머신러닝 모델링 과정 - 다중 로지스틱 회귀 알고리즘 적용>

Metrics

Overall accuracy	0.953993
Average accuracy	0.976997
Micro-averaged precision	0.953993
Macro-averaged precision	0.968569
Micro-averaged recall	0.953993
Macro-averaged recall	0.723134

<그림 4. 그림 3의 결과에 대한 정확도 매트릭스>

3.2 데이터 축적과 분석

센서를 통해 입력된 센싱 데이터를 라즈베리파이를 통해 사전 정의한 data 형태로 가공한다. 이렇게 가공된 data는 소켓 통신을 통해 연결된 게이트웨이(라떼 판다)에 전송된다.

서버는 실시간 입력된 data를 연산하여 외부 DB 서버에 전송한다. 가공된 데이터를 각각의 환경별 테이블에 맞춰

(사용자 ID, 상황 값, 자동 제어 값, 센서값, 데이터 스탬프)의 형식으로 삽입한다. 이때 연산의 기간은 5초를 간격으로 2주 동안으로 한다. 이 과정에서 속성은 사용자 ID, 자동 제어 값, 센서값, 데이터 스탬프이고 클래스는 상황 값이 된다. 머신 러닝을 구동시키기 위해서 속성값과 클래스 값을 따로 뽑아 데이터 셋을 만들어 준다.

3.3 머신러닝 실행

모델의 정확성을 위해서 학습 단계에서 데이터의 40%를 테스트 셋으로 저장하고 테스트할 때는 오직 이 테스트 셋만을 사용한다.

사용자의 자동제어 값이 '0'일 시, 환경별 센싱 데이터의 변화에 따라 추천 환경 값을 제안한다. 사용자의 자동제어 값이 '1'일 시, 환경별 센싱 데이터의 변화에 따라 추천 환경 값으로 스마트 기기를 자동 제어한다.

3.4 게이트웨이 구현 방식

스마트 홈 기기를 제어할 수 있는 게이트웨이(서버)는 DB를 가운데를 두고 구현하였다. 본 프로젝트에서 개발한 통합 솔루션의 주요 기능은 1) 자동제어, 2) 수동제어, 3) 기기 자동제어 권한 설정이다.

1) 자동제어



<그림 5. 자동 제어 흐름도>

자동제어란 사용자가 기존에 설정해놓은 자동 제어 설정 권한을 통해, 스마트 IoT 기기가 서버와 통신하여 자동으로 작동되는 것이다.

<그림 3>과 같이 IoT 기기 내장된 센서가 감지한 데이터를 게이트웨이로 전송하고, 게이트웨이에서 DB 삽입 및 조회 과정을 거쳐 웹서버와 IoT 기기으로 전송하는 방법을 사용한다.

2) 수동제어



<그림 6. 수동 제어 흐름도>

수동제어란 사용자가 기기를 직접 제어하는 방식으로, 웹페이지에서 기기를 제어하는 방식을 말한다. 웹페이지에서 웹서버로 데이터가 전송되고, 웹서버는 DB에 데이터를 삽입하며 게이트웨이는 그 값을 읽고 IoT 기기에 전송한다.

3) 기기 자동 제어 권한 설정



<그림 7. 자동 제어 권한 설정 흐름도>

스마트 IoT 기기가 자동으로 제어되기 위해서는 사용자가 자동제어 권한을 기기에 부여해야 한다. 사용자는 웹페이지에서 기기에 대한 자동 제어 권한을 선택하면, 웹서버는 그 값을 DB에 삽입하여, 수동제어와 같이 게이트웨이는 값을 조회한다.

값을 통해 자동제어인지 여부를 확인하고, 자동제어이면 데이터를 IoT 기기에 전송하여 게이트웨이는 기기를 제어

한다.

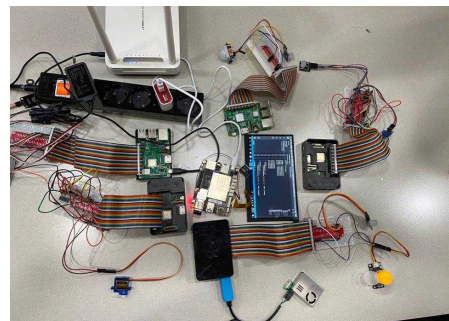
게이트웨이와 IoT 기기의 통신은 소켓 프로그래밍 방법을 사용하며, 이는 3.4에서 자세히 기술하였다. 웹서버는 DB를 통하여 3.1 로지스틱 회귀 알고리즘을 보다 편리하게 구현할 수 있도록 하였으며, 사용자가 로컬이 아닌 외부에서도 기기 제어를 가능하도록 하였다.

3.5 게이트웨이 서버와 스마트 IoT 기기의 통신

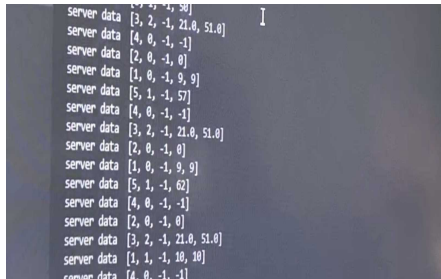
이 프로젝트에서 게이트웨이 서버는 스마트 기기의 상태에 대한 정보를 받음과 동시에 특정 동작 값을 다시 스마트 기기로 전송함으로써 스마트 기기를 제어하는 역할, 즉 스마트 홈의 역할을 한다. 그에 대한 구체적인 구현 방법으로는 라떼 판다에 게이트웨이 서버를 구축하고 TCP/IP 기반의 소켓 프로그래밍을 통해 라떼 판다 내의 서버와 스마트 기기(라즈베리 파이-센서)들을 연결하는 방법을 채택했다. 프로젝트에서 결과물로 구현한 H/W 형태는 <그림 6>과 같다.

무선 네트워크, 그중에서도 Wi-Fi를 사용해 게이트웨이 서버와 스마트 기기들이 떨어져 있어도 통합 관리 및 제어가 가능하도록 구현했다. 이때, 스마트 홈은 한 가정 내의 스마트 기기들을 연결해 제어하는 기술이기 때문에 서버와 스마트 기기들은 모두 한 네트워크 안에 있어야 한다. 따라서 서버와 스마트 기기들은 한 네트워크 내에서 소켓 프로그래밍과 TCP/IP 프로토콜을 사용해 서로 필요한 데이터를 주고받는다 할 수 있다.

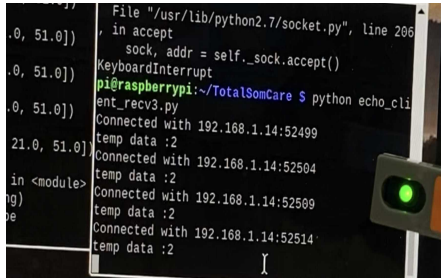
다음은 더 자세한 통신 방식에 대한 서술이다. 각 스마트 기기의 데이터들을 무선 네트워크를 통해 하나의 게이트웨이 서버로 취합하고, 해당 데이터를 데이터베이스에 축적한다. 그리고 각 스마트 기기의 제어 및 동작이 필요할 때 데이터베이스에서 동작 값을 다시 꺼내서 스마트 기기에 보내 스마트 기기가 동작할 수 있도록 했다. 구현 과정에서 스마트 기기로부터 데이터를 받는 서버 파일과 스마트 기기으로 데이터를 전송하는 서버 파일을 분리했는데 데이터를 받는 서버 파일은 여러 개의 스마트 기기로부터 데이터를 전송받아야 하므로 멀티 스레드 기술을 구현해서 여러 개의 데이터를 받는 데에 오류가 없도록 했다.



<그림 8. 서버와 스마트 기기 간의 H/W 연결 사진>



<그림 9. 다섯 개의 스마트 기기가 서버에 접속 성공했음을 보여주는 서버 파일의 실행 화면>



<그림 10. 서버와의 소켓 연결 성공 및 서버로부터 동작값을 받았음을 보여주는 라즈베리 파이 내 클라이언트 파일의 실행 화면>

4. 결론

스마트 홈 시스템은 앞으로도 계속 기술의 발전과 수요가 증가하는 블루오션 시장이다. 본 프로젝트는 스마트 홈 통합 시스템 구축을 통해 개인에게 최적화된 라이프스타일을 구축하고, 더 나아가 개인에게 맞는 환경을 설정하여 맞춤형 라이프 연계 서비스를 제공하는 것을 목표로 하였다.

이를 위해 스마트 기기들의 통합 관제 시스템 역할을 하는 게이트웨이 서버 및 스마트 기기 데이터를 관리하는 데이터베이스를 만들었고, 사용자가 게이트웨이 서버를 통해 스마트 기기를 직접 제어할 수 있도록 하는 제어 S/W도 같이 개발을 했다. 나아가 로지스틱 회귀 알고리즘 기반의 머신 러닝 기술을 사용함으로써 스마트 기기들에 대한 지능형 제어 및 맞춤형 라이프 연계 서비스가 가능하게 하였다.

그리고, 라즈베리 파이와 여러 센서를 이용해 직접 스마트 기기를 제작하고 제작한 스마트 기기들을 이용해 프로젝트에서 구현한 게이트웨이 서버 및 제어 S/W를 테스트함으로써 프로젝트가 본 의도대로 작동함을 증명했다.

본 프로젝트는 향후 상용화 시 다양한 IoT 장비와 장치를 쉽고 간편하게 통합해 사용할 수 있는 환경을 구성하고 이를 통해 여러 제조사들에게 편의를 제공해주는 방향으로 활용 가능하다. 또한, 하나의 제어 S/W를 통해 여러 스마트 기기들을 통합 제어/관리할 수 있게 함으로써 사용자의 편의를 높이는 방향으로 활용되는 것도 기대해볼 수 있다.

[참고문헌]

[1]Zhou Yong, Digital universal particle concentration sensor:PMS7003M series data manual, 2016 product data manual of PLANTOWER, 1p, 2017-01-17

[2]메카솔루션 오픈랩, 『DHT11 아두이노 온도, 습도 센서 알아보기 / 아두이노 코딩 교육』, 네이버 블로그 - DIY 메카솔루션 오픈랩, 2020년 9월 20일, <https://blog.naver.com/roboholic84/221186233842>

[3]엑소더스팩토리, 『【 아두이노 센서#33】 인체감지 센서(HC-SR501) Sensor 다루기』, 티스토리 - 라즈이노 IOT, 2020년 9월 20일, <https://rasino.tistory.com/194>

[4]대네브, 『[아두이노] MQ-2 센서를 이용한 가스탐지 및 알람』, 티스토리 - Do It Yourself!, 2020년 9월 20일, <https://deneb21.tistory.com/279>

[5]에듀이노, 『[아두이노 빛물 빛방울 감지 센서 모듈 / Arduino Sensor』, 코딩교육 전문쇼핑몰 에듀이노, 2020년 9월 20일, http://m.eduino.kr/product/detail.html?product_no=122

[6]조태호(2020). 모두의 딥러닝. 길벗

본 논문은 과학기술정보통신부 정보통신창의인재양성사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다.