

냉난방 시간을 예측하는 인공지능망의 구축 및 IoT 시스템에서의 활용

김준수* · 이주익* · 김동호**

*동국대학교 컴퓨터공학과-서울

**동국대학교 융합소프트웨어교육원-서울

Air-conditioning and Heating Time Prediction Based on Artificial Neural Network and Its Application in IoT System

Jun-soo Kim* · Ju-ik Lee* · Dongho Kim**

*Department of Computer Science and Engineering, Dongguk University-Seoul

**Convergence Software Institute, Dongguk University-Seoul

E-mail : jsqim21@naver.com, wndlrrl@gmail.com, dongho.kim@dgu.edu

요 약

사용자가 집에 도착하기 전에 IoT 시스템이 집안 온도를 자동으로 쾌적하게 하기 위해서는 사용자의 도착 예정 시간에 맞게 설정한 온도에 도달할 수 있는 최적의 에어컨 및 난방의 가동 시작 시간을 예측해야 한다. 가동 시간을 정확하게 예측한다면 불필요한 가동시간을 줄일 수 있기 때문에 요금 낭비를 피할 수 있는 효과가 있다. 본 논문은 에어컨과 보일러를 사용하는 집의 냉난방 시간을 예측하는 인공지능망과 이를 활용하는 IoT 시스템을 소개한다. 에어컨과 보일러가 특정 시작 온도에서 특정 목표 온도로 집안을 냉난방 하는데 걸리는 시간에 영향을 주는 변수는 집안의 구조, 집안의 크기, 외부 날씨 환경 등으로 매우 다양하다. 그중에서 측정 가능한 변수인 집안 온도, 집안 습도, 외부 온도, 외부 습도, 풍향, 풍도, 풍속 냉각 효과를 활용하여 학습데이터를 만들고 최적의 인공지능망을 구축하였다. 인공지능망을 구축한 후에는 이를 활용하는 IoT 시스템을 개발하였다. IoT 시스템은 라즈베리파이3 기반의 메인 시스템과 안드로이드 기반의 모바일 애플리케이션으로 구성하였다. 인공지능망을 활용하기 위해 모바일 애플리케이션의 GPS 센서를 활용하여 사용자의 이동 분석하고 귀가 시간을 예측하는 기능을 구현하였다.

ABSTRACT

In order for an IoT system to automatically make the house temperature pleasant for the user, the system needs to predict the optimal start-up time of air-conditioner or heater to get to the temperature that the user has set. Predicting the optimal start-up time is important because it prevents extra fee from the unnecessary operation of the air-conditioner and heater. This paper introduces an ANN(Artificial Neural Network) and an IoT system that predicts the cooling and heating time in households using air-conditioner and heater. Many variables such as house structure, house size, and external weather condition affect the cooling and heating. Out of the many variables, measurable variables such as house temperature, house humidity, outdoor temperature, outdoor humidity, wind speed, wind direction, and wind chill was used to create training data for constructing the model. After constructing the ANN model, an IoT system that uses the model was developed. The IoT system comprises of a main system powered by Raspberry Pi 3 and a mobile application powered by Android. The mobile's GPS sensor and an developed feature used to predict user's return.

키워드

딥러닝(Deep Learning), 인공지능망(Artificial Neural Network), IoT, 에어컨(Air-conditioner)

1. 서 론

냉난방 기기 구입시 냉난방효율은 중요한 척

도가 된다. 하지만 실제 냉난방시에는 주위 환경에 상당한 영향을 받는다. 본 연구는 측정 가능한 주위 환경을 변수로 두고 에어컨 냉방에 걸

리는 시간을 예측한다. 시간 예측 방법으로 [1] 인공신경망, 딥러닝 알고리즘을 사용한다. 인공신경망은 뇌의 뉴런 신경망 구조를 모델로 만든 기계 학습 구조이고 딥러닝은 여러 비선형 변환 기법의 조합을 통해 높은 수준의 추상화를 시도하는 기계학습이다. 이 알고리즘을 이용해서 원하는 온도까지 냉방가동시간을 예측한다. 정확한 냉방시간 예측이 가능하면 특정 시간까지 효율적인 에어컨 가동 시간 계산이 가능하다.

데이터 수집과 에어컨 작동을 하기 위한 시스템은 라즈베리파이, 휴대폰 안드로이드 애플리케이션으로 구성한다. 라즈베리파이는 데이터 수집, 연산 기능 및 에어컨 제어명령을 담당하고 웹 서버가 설치되어있어 휴대폰 애플리케이션과 통신한다. 휴대폰 애플리케이션은 라즈베리파이 제어, 데이터 조회, GPS 위치 전송 기능 등이 설정이 있다.

II. 에어컨 냉난방에 영향을 주는 요인 분석

에어컨을 작동시켜 목표 온/습도 값으로 도달하기까지는 주위 환경 영향을 고려해야 한다. 집안의 온도 변화에는 집안의 환경변수들 뿐만 아니라 외부의 환경 변수들도 영향을 준다. 본 연구에서는 환경 변수로 외부 온/습도, 풍속 냉각 효과, 풍향, 풍속으로 정하였다. 이 변수들은 모두 집안의 온도 변화에 영향을 주는 변수들이다. 이 변수들을 입력 값으로 인공신경망을 활용하여 시간 예측 시스템을 개발한다.

III. 인공신경망 구축

에어컨의 냉난방 시간을 예측하기 위해서 인공신경망을 구축하였다. 인공신경망은 기계학습과 인지과학에서 생물학의 신경망에서 영감을 얻은 통계학적 학습 알고리즘이다. 구축한 인공신경망은 총 8개의 노드를 가진 입력 층, 22개의 노드를 가진 은닉층 그리고 예측시간(분)을 결과로 출력하는 출력층 1개로 구성된다. 각 층의 노드들은 다음 층과 완전히 연결(Fully Connected)

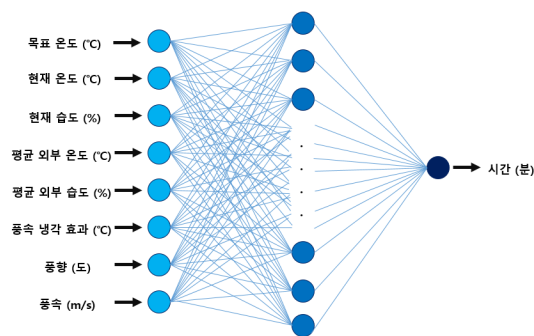


그림 1. 냉난방을 예측하는 인공신경망.

되어있으며 모든 노드는 ReLu를 활성화 함수로 사용한다. 신경망을 학습할 때 사용되는 배치 크기는 100을 경사하강법으로는 Adagradient 기법을 사용하였다.

3.1 입력층의 구성

입력층의 각 노드의 파라미터는 2장에서 설명한 에어컨 냉난방에 영향을 주는 요인 분석을 통하여 얻을 수 있다. 에어컨의 냉난방 시간을 예측하기 위해서 필요한 입력층의 노드는 목표 온도(°C), 현재 온도(°C), 현재습도(%), 평균 외부 온도(°C), 평균 외부습도(%), 풍속 냉각 효과(°C), 풍량(도), 그리고 풍속(m/s)을 사용하였다. 이러한 변수들은 집안의 온도 변화에 영향을 주는 변수들이다.

3.2 은닉층과 출력층의 구성

은닉층은 한개로 구성이 된다. 은닉층은 22개의 노드로 구성되며 입력층과 완전히 연결되어 있다. 은닉층의 노드의 개수는 다음의 검증된 공식을 활용하여 얻었다. 여기서 N_i 는 입력층의 노드 개수, N_o 는 출력층의 노드 개수, N_s 는 학습할 데이터의 양, 마지막으로 α 는 상수값 5이다.

$$N_h = \frac{N_s}{(\alpha * (N_i + N_o))}$$

그림 2. 은닉층의 노드의 개수를 구하는 공식.

출력층은 하나로 구성되며 은닉층과 완전히 연결되어있다. 출력 층에서는 모델이 입력을 통하여 예측한 냉난방에 필요한 예상 시간(분)을 출력한다.

3.3 신경망의 학습 데이터 축적 및 학습 방법

신경망은 지도학습을 통하여 학습을 시키게 된다. 지도 학습을 하기 위해서는 실제 입력데이터와 출력 데이터를 축적해야 한다. 학습에 필요한 데이터는 입력층에 들어갈 8개의 데이터와 출력층에서 나오는 시간(분) 데이터이다. 이러한 데이터는 에어컨 및 난방기기를 가동하면서 축적하게 된다. 처음에는 사용자가 필요에 따라 에어컨을 가동 시키게 된다. 이때 3분 변화할 때마다 현재 에어컨의 상태와 해당 온도까지 가는데 걸린 시간을 측정하고 저장한다. 이러한 데이터를 저장하기 위해서는 Raspberry Pi, Flask 웹 서버, Sqlite 데이터베이스를 활용하였다. 집안의 온도와 습도 데이터는 온도 및 습도 센서를 활용하였다. 집 밖의 온도, 습도, 풍속 냉각 효과, 풍향, 그리고 풍속을 측정하기 위해서는 야후의

기상 데이터를 활용하였다. 학습을 할 때는 최근의 1000개의 데이터를 사용하여 학습을 진행한다. 학습 주기는 100개의 데이터가 축적될 때마다 진행하게 된다.

IV. 인공지능망을 이용한 IoT 시스템의 개발

고안한 냉난방 기기의 가동 시간 예측 인공지능망은 IoT 시스템 개발에 사용하기에 적합하다. 여기서 우리는 인공지능망을 간단하게 활용하는 IoT 시스템을 개발하여 활용방안을 제시한다.

4.1 시스템 구성

개발한 IoT 시스템은 크게 두 가지로 구성된다. 첫 번째는 에어컨의 데이터를 축적 및 학습하고, 에어컨을 제어하기 위하여 서버와 데이터베이스를 탑재한 라즈베리파이. 두 번째는 라즈베리파이와 통신하여 원격으로 데이터베이스 내역을 조회하고 에어컨을 제어할 수 있는 안드로이드 모바일 어플리케이션이다. 라즈베리파이에서는 모바일 앱과 통신하기 위해서 파이썬 기반의 Flask 웹 서버를 설치하였다. 딥러닝 코드와 라즈베리파이의 센서를 활용하기 위해서 파이썬 코드가 지원이 잘되기 때문에 Flask로 결정하였다. 데이터 저장을 위해서는 경량의 데이터베이스인 SQLite를 사용하였다.

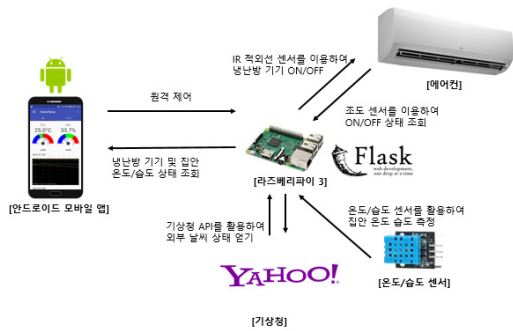


그림 3. 라즈베리파이 시스템 구성도.

4.2 라즈베리파이

구성된 시스템에서 가장 핵심적인 역할을 하는 것이 바로 [3]라즈베리파이 서버이다. 라즈베리파이는 조도센서를 활용하여 에어컨의 ON/OFF 상태를 측정한다. 조도 센서를 에어컨의 전원 LED에 부착하여 측정이 가능하다. 또한, 라즈베리파이 서버에는 집안의 온도, 습도를 온도/습도 센서로 측정하여 저장하고, 외부의 온도, 습도, 풍향, 풍속, 강수량은 야후 기상 API를 활용하여 가져와서 저장한다. 이러한 데이터는 냉난방 기기가 켜져 있을 경우에 3분에 한번 씩

저장하도록 한다. 저장된 데이터를 활용하여 파이썬의 케라스 딥러닝 라이브러리를 사용해서 고안한 인공지능망의 모델을 학습할 수 있다.

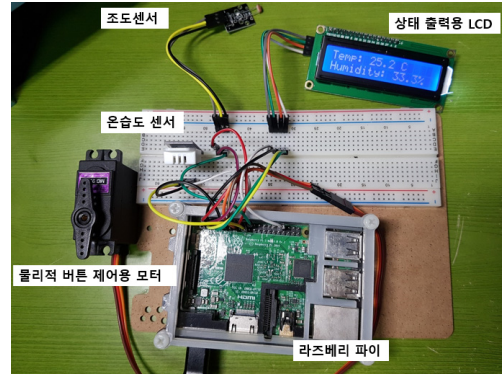


그림 4. 구축한 라즈베리파이.

4.3 안드로이드 모바일 어플리케이션

사용자가 라즈베리파이를 원격으로 조정하고 데이터베이스의 내역을 조회하며, 목표 시간에 목표온도를 설정할 수 있도록 하기 위해서 안드로이드 모바일 어플리케이션을 구축하였다. 어플리케이션에서는 집안의 온도/습도 상태를 조회할 수 있다. 또한, 사용자는 특정시간에서의 목표온도를 설정할 수 있으며 이러한 설정을 토대로 고안된 인공지능망이 가동하여 예측시간을 출력하고, 출력된 예측시간을 토대로 가동 시작 시간을 결정하고 해당시간에 도달하면 에어컨은 자동으로 가동된다. 또한, 모바일 어플리케이션에서는 라즈베리파이의 센서 및 모터를 제어하여 미리 부착시킨 냉난방기기를 원격 제어할 수 있다.

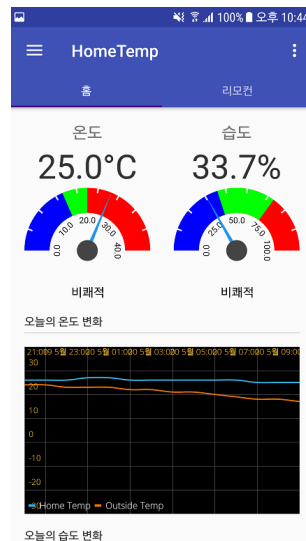


그림 5. 온도 및 습도 조회.

V. 에어컨 냉난방에 걸리는 예상 시간 활용

본 논문은 소개한 에어컨 냉난방에 걸리는 예상 시간 계산 값을 라즈베리파이를 이용한 도착 예상 시간과 비교하여 사용하는 것을 보인다. 사용자는 애플리케이션을 통해 특정 위치를 특정 시간에 지나가면 집까지의 도착 예상시간이 얼마정도 되는지를 미리 입력한다. 사용자 GPS 값을 분(min)마다 송신 받은 후에 사용자가 미리 설정한 위치에 도달했을 경우 해당 되는 곳에서 집까지 가는데 걸리는 시간을 얻는다.



그림 6. GPS 장소 설정.

얻은 예상 도착 시간에서 냉난방 예상 시간과의 차를 구하면 냉난방 기기를 가동해야 되는 시간을 얻게 되고, 사용자 도착 시간에 실내는 목표 온도가 되도록 가동 한다. 자동으로 에어컨을 가동할 경우에는 사용자 모바일에 푸시 알람을 전송하여 에어컨의 가동을 알린다.

VI. 결 론

본 논문에서는 특정 온도에서 특정 온도로 도달하기 위하여 필요한 에어컨의 냉난방 시간을 예측하는 방법에 대해서 다루었다. 냉난방 기기의 가동 시간을 예측하기 때문에 불필요한 에어컨의 가동시간을 줄일 수 있으며 이로 인하여 불필요하게 사용되는 전기의 사용량을 줄일 수 있는 효과가 있다. 마지막으로 아쉬운 점이 있다면 실제 학습데이터를 충분하게 구하지 못하여 이론적으로 구축한 인공신경망의 정확도를 구하지 못한 점이다. 다음 연구에서는 실제로 인공신경망에서 학습데이터를 활용하여 정확도를 구하고 최적화하는 방법을 고안할 것이다.

감사의 글

"본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기술진흥센터의 SW중심대학지원사업의 연구결과로 수행되었음"(2016-0-00017)

참고문헌

- [1] Hu Chaowen, Wei Dong (2015). Prediction on Hourly Cooling Load of Buildings Based on Neural Networks. International Journal of Smart Home
- [2] 안성만.(2016). 딥러닝의 모형과 응용사례. 한국지능정보시스템학회 : 지능정보연구, 22(2), 127-142
- [3] Lan Goodfellow, Yoshua Bengio, and Aaron courville.(2016). DEEP LEARNING, The MIT Press, Cambridge, MA, USA