강화 학습 기반의 독립형 스마트 IoT 허브 연구

이예린[1] 김현[2] 이인지[1] 채지희[1]
[1]동덕여자대학교
[2]현대엘리베이터
yerinie@naver.com, misba78@naver.com, innjielee@gmail.com, jjihee97@naver.com

A Study on the Self-Strengthening Smart IoT Hub Based on Strengthening Learning

Yerin Lee[1] Hyun Kim[2] Innjie Lee[1] Jihee Chai[1]
[1] Dongduk Women's University
[2]Hyundai Elevator

요 약

해가 갈수록 스마트홈을 구성하는 다양한 IoT 상품들이 출시되고 있고 이것들을 통합 관제하기 위한 IoT 허브(gateway) 등의 제어 장치들이 필요해 지고 있다. 구글의 'Google home', 아마존의 'Echo' 등이 대표적이다. 그러나 이러한 제어 장치들은 클라우드 기반으로 동작되기 때문에 비용이 발생하고 개인으로부터 생성되는 민감한 개인 데이터들의 보관방법에 대한 다양한 문제들을 내포하고 있다.

본 연구팀은 독립형 스마트 IoT 허브 개발을 통해 개인정보를 보호하고 다양한 IoT 단말기들을 손쉽고 간편하게 제어하고자 하였다. 그리고 IoT 단말기와 연결된 센서의 실시간 모니터링 및 분석을 인공지능 기술인 강화 학습 기술을 이용해 구현할 수 있었다. 네트워크 끊김, 고장 등 IoT 단말기 들의 다양한 통신값을 분석하고 이를 기반으로 안정적이고 효율적인 제어를 가능할 수 있게 되었다.

IoT 단말기는 아두이노를 이용했으며 스마트 IoT 허브는 라즈베리 파이로 구현해 개인정보를 보다 안전하게 보호하고 다양한 IoT 단말기를 모니터링 하고 제어할 수 있는 독립형 IoT 허브를 설계하고 구현할 수 있었다.

1. 서 론

날마다 빠른 발전을 하고있는 4차 산업 혁명 기술은 산업뿐만 아니라 우리 주변도 편리하고 윤택하게 바꾸고 있다. 특히 최근 확대되고 있는 스마트홈 기술이 그 예라 할 수 있다. 방, 거실, 주방 등에 다양한 IoT 기술이 결합된 가전제품 및 전자제품들을 기반으로 스마트하고 편리한 라이프 환경을 구축할 수 있게 되었다. 그러나 기능과 용도가 너무도 다양해 소비자들은 어떠한 제품을 어떻게 사용하고 관리해야 할지 난감하기도 한 것이 현실이라 할 수 있다[1].

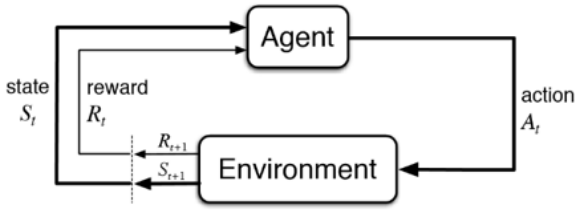
우리 연구팀은 본 연구를 통해 다양한 IoT 단말장치(예를 들어 에어콘, 공기청정기, 냉장고, 도어락 등)를 통해 최근 확장되고 있는 스마트홈 기기들을 효율적이고 안전하게 구축할 수 있는 방법을 제시하고자 한다.

라즈베리파이로 다양한 IoT 장치들을 효율적이고 편리하게 관리할 수 있는 독립된 IoT 허브를 구현하고 Plug&play 기술을 인공지능의 강화학습 기술을 이용해 다양한 IoT 장치들을 자유롭게 연결 및 해제 가능한 환경을 확인할 수 있었다. 우리는 본 연구를 통해 저렴한 비용으로 효율적인 독립형 스마트 IoT 시스템을 구축할 수 있음을 증명하고자 한다.

2. 관련연구

2.1 강화학습

강화학습은 기계학습 중 컴퓨터가 주어진 상태(status)에 대해 최적의 행동(action)을 선택하는 학습 방법이다[2]. 지도형 기계학습에 이용되는 훈련 데이터 대신, 주어진 상태에 맞춘 행동의 결과에 대한 보상(reward)에 초점을 맞춘 것이다. 주로 게임이나 로봇 제어 등과 같은 경우의 수가 너무 많고 정해진 1개의 답이 없으므로 훈련 데이터로 입력에 대한 출력을 제공하기가 어렵다. 그러나 행동 후에 직전의 행동 과정을 평가하여 좋은 정도를 학습 알고리즘에게 알려주는 것을 보상 또는 결과(reinforcement)라고 하며, 이러한 정보를 이용하는 기계 학습이 강화형 기계학습이다[3][4]. 본 논문에서는 강화학습을 IoT 단말기 역할을 하는 아두이노와 IoT 허브 장비인 라즈베리파이간에 발생할 수 있는 통신장애, 데이터 에러 등으로 발생할 수 있는 연결상의 에러를 극복할 수 있는 방법으로 활용하였다.



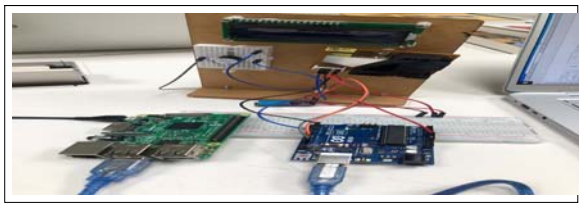
<그림 1. 강화학습>

2.2 아두이노 & 라즈베리 파이

아두이노는 사용하기 쉬운 하드웨어와 소프트웨어를 기반으로 한 오픈소스 전자 플랫폼이다[5]. 아두이노 보드는 센서, 버튼 또는 빛 등을 읽고 출력물로 변환하여 관련 센서를 활성화한

다. 사용자는 보드의 마이크로컨트롤러에 명령을 내릴 수 있으며 아두이노 프로그래밍 언어와 소프트웨어를 사용한다. 단순한 8비트 보드에서 IoT 애플리케이션, 웨어러블, 3D프린팅, 임베디드 환경용 제품으로 차별화되고 있다. 모든 아두이노 보드는 완전히 오픈소스이며, 사용자들이 독립적으로 구축하고 명령을 수행한다. 본 연구에서는 라즈베리파이기반 IoT 허브와의 연결을 위한 클라이언트 장치(기존 IoT 장비 역할)로 활용하였다.

라즈베리파이는 64bit cpu와 블루투스, wifi를 지원하는 소형 컴퓨터이다[6]. 보드에 모니터, 키보드, 마우스 등을 연결하여 컴퓨터처럼 사용할 수 있다. 주로 실시간 영상이나 IoT에 기반한 애플리케이션과 로봇 애플리케이션에 사용한다. 본 연구에서는 다양한 IoT 기기를 제어하고 통합 관리할 수 있는 독립형 IoT 허브 시스템으로 활용 하였다.



(그림 2) 라즈베리파이(Server), 아두이노(클라이언트)

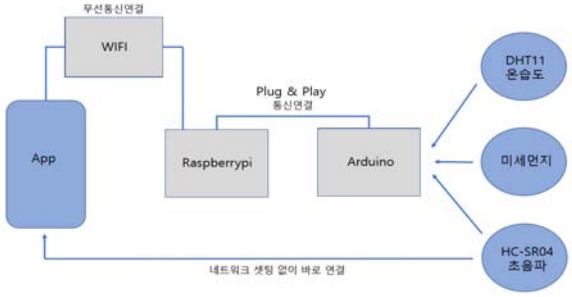
2.3 Plug & Play

레거시 플러그 앤 플레이(Legacy Plug and Play : PnP)는 꽂으면 실행된다는 뜻으로, 컴퓨터 실행 중에 주변 장치를 부착해도 별다른 설정 없이 작동함을 뜻한다. 마이크로소프트 윈도우는 윈도우 95 버전부터 지원하기 시작했다[7]. 본 논문에서는 과거의 기술을 모티브 삼아서 IoT 기기를 손쉽게 연결하고 통합 관리할 수 있는 IoT 용 Play & Play 기술을 설계하였다.

3. 본론

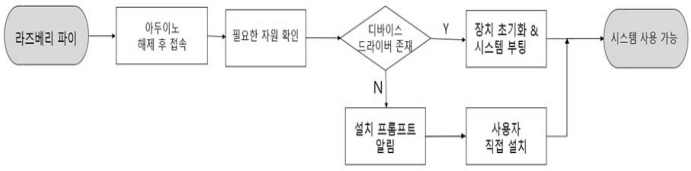
3.1 강화학습 기반 Plug & Play 알고리즘 설계 및 구현

우리 연구팀은 강화학습을 기반으로 다양한 IoT 장비를 효율적으로 통합 제어 할 수 있는 Plug & Play 알고리즘을 설계하고 이를 구현하였다[8]. 본 연구를 위해 아두이노와 다양한 센서들(DHT11온습도, 미세먼지, HC-SR04 초음파)는 스마트홈을 구성할 수 있는 다양한 IoT 장비로 라즈베리파이는 IoT 장비를 통합 관제하는 IoT 허브로 시스템을 구현하였다.



(그림 3) 강화학습 기반 IoT 제어 시스템

전체 시스템은 그림 3과 같이 구성되어 지는데, 이때 아두이노 보드에는 다양한 센서들이 연결되어있고 센서를 통해 데이터가 입력되어진다. 그리고 이러한 데이터들은 아두이노가 연결되어 있는 IoT 허브인 라즈베리파이로 실시간 전송되어 진다[9]. 본 논문에서는 안정적인 실험을 위해 485 통신의 유선네트워크 환경으로 구축하였다. 우선 아두이노와 라즈베리파이의 통신 연결을 강제로 해제한다. 우리는 이 과정에서(연결이 해제 될 경우) 아두이노에서 라즈베리파이에 전송되어지는 데이터가 더이상 없기 때문에 'Null'로 인식하게 하였다.

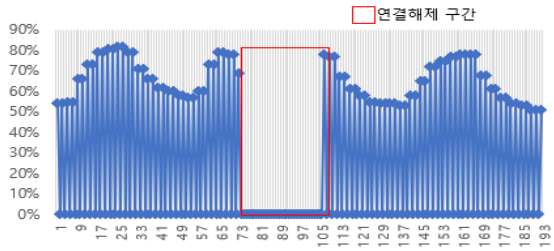


(그림 4) Plug & Play 연결 해제 후 재연결[10]

그림 4에서와 같이 우선 아두이노와 라즈베리파이의 통신 연결을 강제로 해제한다. 우리는 이 과정에서(연결이 해제 될 경우) 아두이노에서 라즈베리파이에 전송되는 데이터가 더 이상 없기 때문에 'Null'로 인식하게 하였다. 다시 기존의 아두이노를 라즈베리파이에 연결하게 될 때 Plug & Play 알고리즘을 통해 기존의 센서를 통해 입력되어지던 데이터가 다시 라즈베리파이로 전송되는데, 이때 연결이 해제 전 마지막에 들어온 데이터와 새로 연결될 때 들어온 데이터 패턴을 강화학습을 통해 분석할 수 있도록 하였다.

우리 연구팀은 온습도(DHT11), 미세먼지, 초음파(HC-SR04) 센서를 각각 아두이노에 연결해 라즈베이파이와 통신상태에서 입력되는 센싱 데이터를 기반으로 강화학습을 하였다. 그림 5(먼지센서) 처럼 먼지센서의 입력값이 220~255 이었는데 연결을 해제할 경우 0값이 생성되어 진다. 그림 6의 미세먼지 및 초음파 센서의 경우 먼지센서와 달리 입력값들이 각각 다르다는 것을 확인할 있다. 우리는 각각의 센서들이 생성하는 데이터간의 차이를 기반으로 이를 강화값으로 사용해 라즈베리파이가 서로 다른 센서들이 연결된 아두이노를 구분하고 해제후 다시 연결했을 때 그림 5와 그림 6처럼 다시 연결되어 저장 되도록 구현할 수 있었다. 이때 학습을 위해 활용한 센서 데이터 값들은 각 센서별로 10,000개(1초단위 저장)씩이며 패널티값을 만들기 위해 그림 5와 그림 6처럼 중간 랜덤하게 강제로 연결을 해제하였다.

(그림 5) 먼지센서 장착 아두이노 입력 데이터 분석



(그림 6) 습도센서 장착 아두이노 입력 데이터 분석

마지막 들어온 데이터와 새로 연결되어진 데이터간의 유사점을 찾는 것이 본 로직의 핵심인데, 우리는 아두이노에 연결된 다양한 센서 별로 입력되는 데이터들을 강화학습을 통해 각각 학습하였고 각 센서 별 데이터의 특성을 확인 할 수 있었다. 이때 강화학습을 통해 이런 방법으로 서로 다른 센서가 각각 연결된 아두이노들이 라즈베리파이에 랜덤하게 연결되더라도 라즈베리파이에서 어떤 아두이노인지를 자동으로 인식할 수 있음을 확인하였다. 라즈베리파이에 저장된 각 센서별 데이터들을 학습하기 위해 파이썬으로 강화학습 알고리즘을 구현하였고 윈도우 10기반 (CPU:i7-7700k 4.2GHz, RAM: 24GB) 워크스테이션에서 학습을 진행하였다. 이를 통해 우리는 그림7~9과 같이 각각의 센서가 연결된 아두이노를 라즈베리파이가 구분해 인식할 수 있는 결과를 얻을 수 있었다.

(그림 7) 연결 되지 않았을 때 출력결과

(그림 8) 연결 되었을 때 출력결과

(그림 9) 연결 해제 되었을 때 출력결과

3.2 데이터 축적과 분석

센서를 통해 입력된 센싱 데이터는 아두이노 모듈을 통해 사전 정의한 data 형태로 가공한다. 이렇게 가공된 data는 연결 IoT 허브인 라즈베리 파이에 전송된다.

라즈베리 파이는 실시간 입력된 data를 연산하고 인터넷을 통해 사용자 스마트폰으로 그 결과(모니터링 상황 등) 및 통합제어가 가능할 수 있게 되었다.

4. 결론

본 연구를 통해 우리 연구팀은 강화학습을 기반으로 효율적으로 다양한 IoT 장비를 효율적으로 통합 제어 관리하고 실시간으로 모니터링 할 수 있는 IoT 허브 시스템을 구축하여 편리한 스마트홈을 구축할 수 있는 방법을 찾고자 하였다.

프로토타입으로 제작된 시스템은 본 연구의 가능성을 확인하고자 제한된 환경에서 사용하였기에 센싱 결과 값이 선형적으로 나왔다. Logic의 정확한 동작 유무를 위해 제한적인 센싱 기능들을 통해 데이터 통신이 최소화 될 수 있도록 하는 등의 제약적인 실험환경을 구성하였다. 실험은 그림 5와 그림 6 과 같은 결과를 얻었다.

그러나, 앞서 언급한 것처럼 본 실험은 제한된 환경에서 만들어진 결과들이기에 실제 환경에서 사용을 위해서는 다양한 환경변수들을 반영한 방안이 필요하리라 생각 한다.

향후 본 연구를 연계하여 개인정보를 보다 안전하게 지킬 수 있는 독립적 스마트홈 솔루션을 개발하고 보다 다양한 IoT 센서를 이용해 실시간 센싱하고 이를 분석하여 사용자의 편리한 스마트 홈 라이프 연구로 확장할 수 있을 것으로 기대해 본다.

[참고문헌]

[1] 박세언, 황찬규, 박동철. 사물인터넷(IoT)환경에서 스마트폰 알람을 이용한 아두이노(Arduino)기반 가전기기 대기전력을 최소화한 ON 시스템 구현. 한국전자통신학회 논문지 제10권 제10호 , 1175~1181쪽, 전체 7쪽. 2015년

[2] https://ko.wikipedia.org/wiki/강화_학습

[3]'Reinforcement Learning and Markov Decision Processes'.Otterlo, Martijn van, Springer, Berlin, Heidelberg. 3-42쪽. ISBN 9783642276446

[4] 'TensorFlow for Deep Learing'. Bharath Ramsundar, Reza Bosagh Zadeh. 201-206쪽. ISBN 979-11-6224-122-6

[5] https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3

[6] https://ko.wikipedia.org/wiki/라즈베리_파이

[7] https://ko.wikipedia.org/wiki/플러그_앤_플레이

[8] 손지연, 박준석. Universal Plug and Play 기술 개요 및 동향. 한국정보기술학회지,1(1), 89-94. 2003년

[9] 'Raspberry Pi Cookbook Software and Hardware Problems and Solutions'. 'Simon Monk'. 387-392쪽. ISBN 978-89-6848-153-6

[10] '실전 IoT 네트워크 프로그래밍'. 피터 웨어, 106-108쪽. ISBN 978-89-6077-723-1

본 논문은 과학기술정보통신부 정보통신창의인재양성사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다.