

IEEE 802.15.4 기반의 스마트 홈 네트워크 구현

시 정¹ · 신 승 수^{2*}¹동명대학교 컴퓨터미디어공학과 석사과정^{2*}동명대학교 정보보호학과 교수

Implementation of a Smart Home Network Based on IEEE 802.15.4

Chai Ting¹ · Seung-Soo Shin^{2*}¹Master's Course, Department of Computer & Media Engineering, Tongmyong University, Busan 48520, Korea^{2*}Professor, Department of Information Security, Tongmyong University, Busan 48520, Korea

[요 약]

정보통신기술이 발전함에 따라 사람들의 생활수준이 꾸준히 향상되고 있으며, 스마트 홈의 응용은 점차 일상생활에 깊게 스며들고 있다. 본 논문에서는 시스템 안정성과 기기의 확장성을 보장하기 위해 IEEE 802.15.4 기반의 스마트 홈 네트워크를 제안한다. 제안 시스템은 무선통신노드로 CC2530 칩을 활용하고 Z-Stack 프로토콜 스택 기반의 무선 네트워크 소프트웨어를 개발한다. 스마트 도어락, 각종 센서 및 기타 터미널 노드를 통해 환경 모니터링 정보를 실시간으로 수집하여 조정기에 전송한다. 제안하는 시스템에서 설계된 온습도 수집 회로는 휴대용 온습도 채집 장비의 정확도와 일치하며 오차가 합리적인 범위에 속한다. 이를 통해 온습도 센서를 사용하여 수집된 데이터가 정확하고 신뢰할 수 있도록 보장한다. 제안하는 시스템은 유연한 이동, 강력한 확장성, 저비용, 저전력 소비 및 간단한 조작 등의 특성을 목표로 한다.

[Abstract]

With the advancement of information and communication technology, people's living standards have been steadily improving, and the application of smart homes is gradually becoming deeply integrated into daily life. In this paper, we propose a smart home network based on IEEE 802.15.4 to ensure system stability and device scalability. The proposed system utilizes the CC2530 chip as the wireless communication node and develops wireless network software based on the Z-Stack protocol stack. Through smart door locks, various sensors, and other terminal nodes, environmental monitoring data is collected and transmitted in real-time to the coordinator. The designed temperature and humidity collection circuit in the proposed system closely matches the accuracy of portable temperature and humidity acquisition devices, with errors falling within a reasonable range. This ensures that data collected using temperature and humidity sensors is accurate and reliable. The proposed system aims to achieve characteristics such as flexibility in mobility, strong scalability, low cost, low power consumption, and simple operation.

색인어 : 스마트 홈, 지그비, 라즈베리 파이, CC2530, 홈 어시스턴트**Keyword** : Smart Home, ZigBee, Raspberry Pi, CC2530, Home Assistant<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2023.24.9.2169>

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 27 June 2023; Revised 26 July 2023

Accepted 28 July 2023

***Corresponding Author; Hyo-Young Park**

Tel: +82-2-828-7157

E-mail: parkhy@ssu.ac.kr

I. 서론

사물인터넷의 발전은 새로운 세대의 정보기술이 발전함에 따라 오늘날 점점 더 많은 관심을 받고 있다[1]. 사물인터넷(IoT : Internet of Things)은 사물간, 사람과 사물간의 정보 교환을 실현하기 위해 첨단 센서 장비와 무선 네트워크 기술을 사용하여 사물과 사람을 연결하는 것이다. 현재 스마트 홈 업계에는 업계 간 통일된 표준이 부족하고 데이터가 동기화되지 않는 등 여러 가지 문제들이 여전히 존재한다. 각 지능형 장치 간에 인터페이스 프로토콜이 통일되지 않고 장치 간에 정상적인 통신이 불가능하며 데이터를 저장할 수 없다. 하지만 이러한 문제들은 빅데이터와 클라우드 컴퓨팅의 급속한 발전으로 스마트 홈의 데이터 저장, 스마트 알고리즘, 전자 기술 등의 기술적인 문제들이 점차 해결되고 있다[2],[3].

안드로이드 기반의 스마트 홈 시스템은 IoT 자원이 제한된 환경에 적합한 MQTT(Message Queuing Telemetry Transport) 프로토콜을 활용하여 지원 자원이 제한되고 성능이 낮은 장치에도 정상적으로 응답할 수 있도록 한다. 장치 연결 부분에서는 USB(Universal Serial Bus) 직렬 포트 구동 설정을 통해 스마트 게이트웨이와 무선통신 간의 통신을 완료하고 TCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol)통신 프로토콜을 사용하여 무선 통신 및 원격 모니터링을 구현한다. 이를 통해 복잡한 가정 내 배선과 장치 간의 상호 호환성이 없는 문제를 어느 정도 해결할 수 있다.

본 논문에서는 스마트 홈 네트워크의 특성을 분석하여 스마트 홈 네트워크의 핵심 문제를 해결하기 위해 IEEE 802.15.4(Institute of Electrical and Electronics Engineers) 기반으로 하는 스마트 홈 네트워크를 설계 및 구현한다. 무선통신 프로토콜을 기반으로 가정의 다양한 스마트 가전을 시뮬레이션하고 저 전력 가정의 무선 감지 네트워크, 라즈베리 파이를 활용하여 스마트 홈 제어 게이트웨이를 구축한다.

II. 스마트 홈의 연구 동향

2-1 연구 현황

최근 몇 년 동안에 스마트 홈 기술은 사람들의 요구 사항 증가 및 사용 환경의 변화로 스마트 홈 업계가 새로운 도약의 전환을 맞이하게 되었다. 최근 몇 년 동안 사물 인터넷 기술과 인공지능 기술의 수준 높은 활용으로 스마트 홈 시장은 빠르게 성장하고 있으며 관련 산업들도 빠른 성장세를 보이고 있다[4].

사물 인터넷은 각종 다른 제품을 통해 가정용 설비에 대한 제어를 간편하게 하면서 공간상의 제약을 극복하고 사용자에

게 더욱 편리하고 편안한 생활 방식을 조성해 주고 있다. 스마트 홈의 발전은 무선통신 기술의 지원으로 정보 데이터의 전달이 전기 주파수 신호를 기존 케이블에 의한 전송 방식에서 벗어나 전체 주거환경을 넓고 깔끔하게 만들었다[5].

5G 통신 기술은 스마트 홈의 전송 속도를 현저하게 높일 수 있으며, 가상현실(Virtual Reality : VR) 기술은 더 많은 몰입형 체험을 만들 수 있다. 스마트 홈 산업은 세계적으로 점점 더 광범위하게 응용되고 있는데, 그중에서도 유럽, 아시아와 북미에서 더 발전하고 있다[6]. 다양한 업종이 경쟁하고 서로의 기량을 뽐내며, 각자 강점에 따라 스마트 홈 시장에서 경쟁하고 있다.

2-2 스마트 홈 시스템

스마트 홈 시스템은 환경감지, 자동제어기술, 사물인터넷 기술과 컴퓨터 기술을 통합한 것으로, 가전제품의 집중적인 모니터링, 제어, 정보관리, 환경 모니터링, 비디오 오락 등 종합기능을 수행할 수 있다.

스마트 홈 시스템은 일반적으로 사물인터넷 클라우드, 게이트웨이, 제어 호스트, 스마트 디바이스, 각종 센서 디바이스 등으로 구성된다. 스마트 홈 시스템의 요구에 따라 시스템은 가전제품의 정보, 온습도, 유해가스 등 다양한 하위 환경의 정보 수집을 제어하고 관리하여 스마트한 주거환경을 구현한다[7]. 단말장치 데이터 전송의 관점에서 스마트 홈 시스템은 단말장치, 프로토콜 계층, 에지 계층, 클라우드 등으로 나눌 수 있다. 스마트 홈 시스템은 4개의 계층 프로토콜 모델을 이용하여 가정의 각종 장치를 제어 및 관리하고 프로토콜 계층과 단말장치 계층을 수평으로 연결하여 서로 다른 프로토콜 유형의 장치 간의 상호 연결을 가능하게 한다. 또한, 동일한 시스템 환경에서 통신과 작업을 수행할 수 있으며, 강력한 호환성과 통합성을 가지고 있다.

스마트 홈은 단순한 스마트 아이템이나 무질서한 조합이 아니라 강력한 스마트 게이트웨이를 통해 지그비, 블루투스, 와이파이 등 다양한 무선 전송 프로토콜을 호환한다. 스마트 패널, 스마트 센싱, 스마트 조명, 크고 작은 가전제품, 홈 기기 등 100가지 이상의 기기를 연결하여 완전한 스마트 홈 시스템을 구성한다[8].

2-3 클라우드 기반의 스마트 홈

모바일 인터넷 및 클라우드 플랫폼 기술의 발달로 스마트 홈은 클라우드 플랫폼 시대로 접어들게 되었다. 화웨이, 샤오미, 구글, 바이두, 알리바바, 징둥, 삼성 등 국내·외 유명 IT(Information Technology) 제조사들이 잇따라 자체 IoT 클라우드 플랫폼을 선보이고 있다[9]. 다른 제조사 간에 구현 세부 사항의 차이는 있지만, 전체적인 설계 구조와 구상은 기본적으로 유사하다. 스마트 홈 클라우드 플랫폼의 핵심 요소인 클라우드 서비스는 주로 장치 관리, 장치 연결 서비스 및

원격 명령 전달을 담당한다.

기존의 서버 프레임워크가 약간의 전용 서버를 구축해야 하는 것과 달리 물리적 자원을 가상화하는 것은 클라우드 플랫폼 설계의 주요 핵심 사항이다[10]. 모든 서버 자원은 네트워크를 통해 가상 리소스되며, 사용자의 요구에 따라 수요 방식으로 할당되어 유연한 하드웨어 자원 호출을 실현할 수 있을 뿐만 아니라 하드웨어 자원의 활용도를 극대화할 수 있다. 사용자의 관점에서 실제 사용되는 물리적 서버, 서버 위치, 유지 관리 방법 등에 대한 관심이 필요 없다. 자원을 공유하는 방식은 물리적 자원의 활용도를 높여 자원 비용을 최소화할 뿐만 아니라, 인력을 절약하면서 서비스 품질을 보장하고 자원 관리의 지출 비용을 줄일 수 있다.

2-4 스마트 홈에서 무선 전송기술

지그비 프로토콜(ZigBee Protocol)은 개방형 글로벌 표준 및 무선통신 프로토콜로서 지그비의 원래 목표는 신뢰할 수 있고 저렴하며 저 전력 모니터링 제품을 제공하여 제품을 서로 연결한다. 지그비의 특징은 낮은 전력 소비, 짧은 전송 거리 및 우수한 안정성이다. 지그비 프로토콜은 자체 네트워크에 의존하여 작업할 수 있으며, 다양한 장비 간의 데이터 전송을 연동할 수 있다[11].

Wi-Fi는 가장 널리 사용되는 무선 네트워크 프로토콜로 빠른 전송 속도, 많은 양의 데이터 전송 그리고 사용자가 쉽게 사용할 수 있는 장점이 있다. Wi-Fi도 가장 빠르게 발전하는 무선 네트워크 프로토콜 중 하나이며, Wi-Fi 6은 이론 속도가 최대 9.6Gbps에 달하고 더 많은 장치 액세스를 수용할 수 있다[12]. 블루투스(BlueTooth)는 Wi-Fi와 지그비의 중간자에 해당하며 지그비와 유사한 저 전력 소모와 빠른 응답 특성을 가지고 있다. 동시에 별도의 게이트웨이 없이 사용자 장비와 직접 연결이 가능하데, 이는 Wi-Fi와 유사하다[13].

단거리 무선통신 기술로서 Z-Wave는 저비용, 저전력 소비, 높은 신뢰성의 특성을 가지고 있다. 더 낮은 수준의 디지털 변조 방식을 채택하고 데이터 전송 속도는 일반적으로 9.6kbps 또는 40kbps이다. Z-Wave는 초기 설계 당시 주로 스마트 홈 무선 제어 분야에 적용되었으며 적용 방향이 더 명확하여 프로토콜 구조가 비교적 간단하다[14].

III. 스마트 홈 네트워크 구현

3-1 시스템 구성

제안하는 시스템은 무선통신 센서 네트워크를 핵심으로 하고 CC2530을 주요 칩으로 하는 터미널 노드 및 조정기(Coordinator) 장치는 무선 네트워크 구성, 데이터 수집 및 전송, 제어 명령과 같은 기능을 실행한다. 그리고 라즈베리 파이 4B+를 게이트웨이(Gateway)로 사용하여 인터넷에 연결

하고 홈 어시스턴트(Home Assistant)를 홈 자동화 플랫폼으로 사용하여 센서 측정 상태에 대한 원격 실시간 모니터링, 조기 경고, 조정 및 제어 기능을 실행한다.

제안하는 시스템은 스마트 터미널, 조정기, 게이트웨이로 구성되며 다양한 센서의 데이터가 수집되어 스마트 터미널을 거쳐 최종적으로 조정기로 전달되고 조정기가 정보를 받은 후 스마트 게이트웨이를 통해 네트워크에 연결된다. 사용자는 컴퓨터, PDA(Personal Digital Assistant) 또는 휴대전화와 같은 클라이언트를 통해 집(Home)안에 있는 다양한 장치를 실시간으로 편리하게 조회 및 제어할 수 있다.

3-2 시스템 설계

본 논문에서는 고성능, 저비용 지그비 CC2530 모듈을 사용하여 가전제품의 지능형 모니터링 및 제어를 설계한다. 설계된 무선통신 기반의 스마트 홈 시스템은 그림 1과 같다.

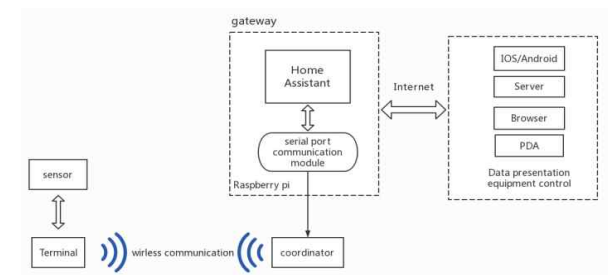


그림 1. IEEE 802.15.4 기반의 스마트 홈 네트워크 설계

Fig. 1. IEEE 802.15.4 based smart home network design

그림 1에서 센서는 가정용 내부 장비에 대한 제어 및 모니터링 정보를 수집하여 단말기를 통해 게이트웨이로 전송한다. 라즈베리 파이는 게이트웨이로 사용하고 홈 어시스턴트 애플리케이션을 기반으로 클라이언트 모니터링 도구로 사용한다. 라즈베리 파이에 설치된 홈 어시스턴트는 PC를 통해 접속할 수 있으며 모바일 앱을 통해서도 접속할 수 있다.

게이트웨이는 각각의 무선 단말기의 정보를 수집하고 해당 제어정보를 전송한다. Wi-Fi 모니터링 장치에 제어정보를 전송하여 데이터양이 적은 제어정보는 무선통신을 통해 전송되고 데이터양이 많은 정보는 Wi-Fi를 통해 전송된다. 홈 어시스턴트를 원격 모니터링용으로 선택하면 편리하고 빠르다는 장점이 있다. 게이트웨이와 센서 수집 단자 및 스마트 디바이스 제어단자 사이에는 스타 토폴로지(topology) 구조이며 게이트웨이는 직렬 포트를 통해 라즈베리 파이에 연결된다. 게이트웨이는 내부 직렬 포트를 통해 원격 제어단자와 동등한 제어기능을 가진 라즈베리 파이로 전송한다. 그런 다음 TCP/IP 프로토콜을 통해 원격 모니터링 및 제어단자로 전송되고 이후 사용자 인터페이스에 표시된다.

3-3 시스템 구현

시스템 구현을 위해 무선모듈은 CC2530 칩을 사용하였

다. 무선모듈에는 CC2530을 통합하는 것 외에도 디버깅을 용이하게 하기 위해 에뮬레이터 연결포트, USB 인터페이스, 전원 인터페이스 및 센서 인터페이스가 제공된다. 소프트웨어 및 시스템 디버깅 도구는 일반적으로 사용되는 IAR Embedded Workbench IDE(EW라고도 함)를 사용한다. 본 논문에서 구현되는 무선모듈은 스마트 도어락, 스마트 온도, 유해가스 검출이다. 지능형 도어 잠금 시스템 세트, 제어 터미널에는 주로 CC2530 칩 기반 무선모듈, RFID(Radio Frequency Identification), 카드 번호 판독기, 키보드 (Keyboard) 및 릴레이가 포함된다.

입력모듈은 입력신호를 수신하고 입력정보는 사용자의 요구에 따라 비밀번호, 지문 또는 RFID 카드가 될 수 있다. 사용자는 카드를 긁고 암호를 입력해야 하며 두 번의 입력이 성공적으로 비교된 후 릴레이 작업이 도어 잠금을 트리거 한다. 이때, 정보가 일치하지 않으면 릴레이가 작동하지 않는다. 사용자 정보는 스마트 터미널을 통해 조정기로 전송되고 조정기는 정보를 받은 후 게이트웨이로 전송하고 게이트웨이는 모니터링을 시작하고 정보를 기록한다.

온도 모니터링은 일반적으로 사용되는 DS18B20 디지털 온도 센서는 Dallas 반도체에서 개발한 디지털 온도 센서로 작은 크기, 높은 정확도, 강한 간섭 방지 능력의 특성을 가지고 있다. 온도 모니터링을 예로 들면 DS18B20 온도 센서를 RFID 단말기 디버깅 보드의 I/O 핀에 연결하고 기생 전원 공급 방식을 통해 전원을 공급한다. 무선 단말기는 DS18B20 온도 센서의 데이터를 얻은 후 데이터 전송을 트리거하고 무선으로 게이트웨이로 전송한다. 게이트웨이는 데이터를 받은 후 직렬 포트를 통해 컴퓨터로 전송하고 직렬 포트를 통해 전송 및 표시한다.

가스 센서는 MQ-2를 사용하며 검출 범위가 넓고 액화 가스, 메탄, 알코올, 스모그 및 기타 일반적인 유해가스 검출에 적합하며 감도가 높고 수명이 길고 안정성이 강하다. 이산화주석 S_nO_2 민감 소자, 발열 소자, 가스 저항기, 증폭기, 회로 기판 및 케이스와 같은 소자의 조합으로 구성된다. 한편 히터는 가스 민감 요소에 필요한 작동 조건을 제공한다. 순수한 공기에서 이산화주석 S_nO_2 의 전기 전도율은 매우 낮지만 공기 중에 유해 가스 농도가 증가함에 따라 전기 전도율 함께 증가한다.

무선 단말기는 Wi-Fi 장치와 같이 무선 네트워크에 직접 액세스할 수 없기 때문에 게이트웨이(라우터)와 같은 구성요소를 무선장치에 추가하여 최종적으로 무선장치를 연결한다. 게이트웨이는 스마트 홈의 핵심 장비로서 전체 스마트 홈 그룹 네트워크의 제어를 책임지고 서로 다른 신호 간의 프로토콜을 전환한다. 본 논문에서 게이트웨이는 오픈 소스 하드웨어인 라즈베리 파이를 사용한다. 메인보드 및 인터페이스 정의는 그림 2와 같다. 그림 2의 라즈베리 파이에는 직렬포트가 있으며 조정기는 수신된 정보를 직렬포트를 통해 라즈베리 파이로 전송하고 라즈베리 파이는 직렬포트 정보를 수신하고 읽은 정보를 처리 및 피드백 한다.

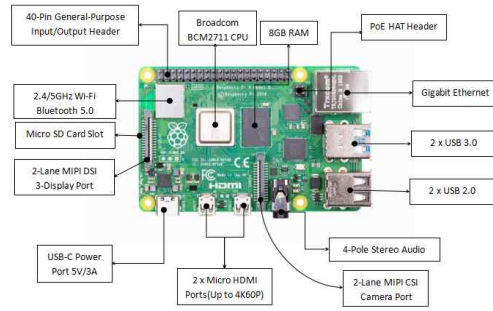


그림 2. 라즈베리 파이의 메인보드와 인터페이스 정의
Fig. 2. Raspberry Pi main board and interface definition

제한한 시스템의 모니터링 프로그램은 홈 어시스턴트를 사용한다. 홈 어시스턴트는 Python을 기반으로 가장 인기 있는 오픈소스 스마트 홈 시스템으로서 현재 대부분의 스마트 홈 기기에 호환 및 지원이 된다. 대부분의 브랜드 기기의 모니터링 및 원격 제어가 용이하며 라즈베리 파이에서 완벽하게 작동한다. 원격 모니터링은 라즈베리 파이 HDMI 인터페이스를 모니터에 연결하고 전원을 켜 후, 먼저 Wi-Fi 네트워크에 연결하고 라즈베리 파이 시스템 설정은 VNC(Virtual Network Computing)를 구성하고 VNC 기능을 켜다.

VNC 구성이 완료되면 VNC 도구를 사용하여 얻은 주소를 통해 다시 모니터를 사용하지 않고 라즈베리 파이에 로그인 할 수 있다. 그림 3에 사용된 IP 주소 192.168.0.31은 라즈베리 파이에서 얻은 IP 주소이고 8123은 홈 어시스턴트 서비스 포트 번호이다. USB 카메라에 연결한 후 스마트 홈의 모니터링 시스템을 시뮬레이션을 한 결과를 홈 어시스턴트 비디오 화면 및 모바일 앱 화면은 그림 3과 같이 표시된다.

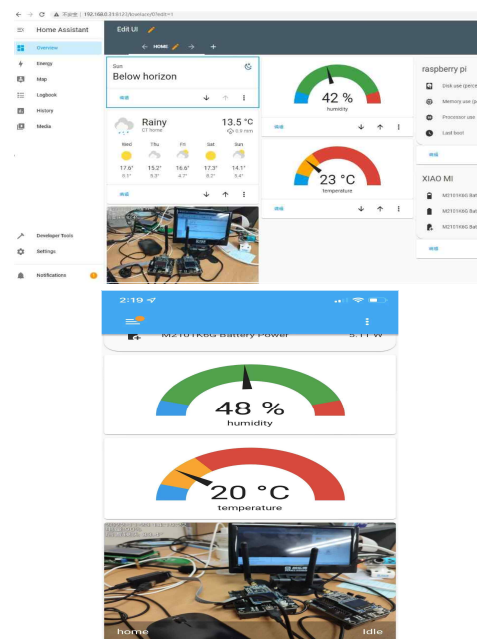


그림 3. 홈 어시스턴트 비디오 화면과 모바일 앱 화면
Fig. 3. Home assistant video screen and mobile app screen

IV. 성능 분석

제안한 시스템의 성능 분석은 무선 네트워크 자가 치유 능력, 환경정보 수집에 대해서 분석한다. 무선 네트워크의 자체 복구 능력을 테스트하고 구현 환경을 활용하여 실제 환경을 시뮬레이션 한다. 노드를 인위적으로 이동하거나 종료하여 노드가 네트워크에서 손실되도록 모의 테스트한다.

무선 네트워크 자가 치유 능력 테스트는 시뮬레이션 된 노드 장애를 통해 단말기가 자동으로 다른 노드에 연결되고 네트워크 주소의 부모 노드가 변경되는 과정이므로 특정 디지털 데이터는 없으며 네트워크 주소만 변경된다. 무선 터미널 네트워크의 라우터 노드에 장애가 발생한 경우, 인위적인 조작이 필요하지 않고 가장 가까운 라우터 노드에 자동으로 연결할 수 있으며 무선 네트워크 자가 치유 능력의 우수성은 표 1과 같다. 장애 발생 시 시스템이 계속 정상적으로 작동하도록 예비 라우터 노드를 설정할 수 있다.

표 1. 무선 네트워크 자가 치유 능력의 성능 평가

Table 1. Performance evaluation of wireless network self-healing ability

Route Reconnect Time	10 seconds		
Data Transmission Performance	Before Failure	Average latency	10ms
		Packet Loss Rate	0.5%
	After Failure	Average latency	20ms
		Packet Loss Rate	2%
	After Rerouting	Average latency	15ms
		Packet Loss Rate	1.5%
Failure Recovery Time	2 minutes		

환경정보 수집은 온도 및 습도 수집으로 구분된다. 환경정보 수집의 목적은 시스템에서 설계된 검출 회로의 정확성을 보장하는 것이다. 시뮬레이션 환경정보 수집은 휴대용 온습도 채집 장비를 통해 온도 및 습도 데이터를 측정한다. 시스템에서 수집된 온도 및 습도 데이터는 휴대용 온습도 채집 장비를 활용하여 측정된 데이터와 비교한다. 환경정보 수집은 헤어드라이어(온풍)와 가습기를 활용하여 주변 공기의 온도와 습도를 점차적으로 높여 주었다.

제안한 시스템에서 설계된 온습도 수집회로는 휴대용 온습도 채집 장비의 정확도에 매우 가깝고 오차가 합리적인 범위 내에 있다. 이는 온습도 센서를 사용하여 수집된 데이터가 정확하고 신뢰할 수 있음을 의미한다.

V. 결론

무선통신을 기반으로 하는 스마트 홈 시스템의 간단한 응용에 대해 설명하고, 시뮬레이션 방안은 무선통신의 적용 시

나리오에 중점을 두었다. 그리고 다양한 센서를 터미널로 CC2530 칩을 조정기로 사용하고 Raspberry Pi4B+ 를 게이트웨이로 사용하여 저 전력, 저비용, 빠른 실시간 데이터 감지, 정확한 감지, 안정적인 데이터 전송 신호, 간단한 작동, 확장성 및 강력한 이식성의 장점을 가지고 있다. 또한 높은 응용 가치를 가지고 있다.

무선통신을 기반으로 한 스마트 홈 제어시스템은 원가가 저렴하고 접속이 확실하며 제어가 편리한 이상적인 시스템으로 실험 테스트를 거쳐 시스템의 기본 기능과 특징이 예정된 효과를 달성했다. 향후에 개선해야 할 사항들을 다음과 같이 제시한다.

첫 번째 개선해야 할 사항, 라즈베리 파이 4B+ 의 성능을 충분히 발휘하고 다양한 인터페이스를 사용하여 더 많은 심층기술과 결합된 다양한 유형의 데이터를 수신하고 처리하여 시스템의 기능을 더 풍부하고 심층적으로 만들 수 있는 여지가 있다. 두 번째 개선해야 할 사항, 라즈베리 파이는 강력한 처리 능력을 가지고 있으며 물체 및 얼굴 인식, 음성 상호 작용 기능을 추가할 수 있으며 알고리즘 및 정보 처리 측면에서 여전히 개발의 여지가 많다. 세 번째 개선해야 할 사항, 빅 데이터 및 클라우드 컴퓨팅 서비스의 경우 시스템을 최적화하고 업그레이드할 수 있으며 처리된 정보를 저장할 수 있으므로 정보를 보다 자세히 분석하고 집계하여 시스템 성능을 보다 의미 있게 만들 수 있는 여지가 있다.

참고문헌

- [1] H. Zhu, L. Yang, and Q. Zhu, "Survey on the Internet of Things," *Journal of Nanjing University of Posts and Telecommunications (Natural Science)*, No. 1, pp. 1-9, 2011.
- [2] J. Fan and Y. Zhu, "Discussion on Standard Unification of Smart Home Communication," *China New Communications*, Vol. 22, No. 10, 2020.
- [3] W. Chao, Research and Implementation of Smart Home System Based on OpenWrt and Arduino, Master's Thesis, Xi'an University of Science and Technology, 2017.
- [4] T. Gu, W. Wang and X. Chen, "Exploration of the Development Trend of Smart Home Products in the Context of Internet of Things," *Furniture and Interior Decoration*, No. 2, pp. 27-29, 2021.
- [5] X. Li, Research and Implementation of Embedded Physiological Data Acquisition System Based on ATME9260, Master's Thesis, University of Electronic Science and Technology of China, 2011.
- [6] Y. Liu, "Application and Development of Urban Intelligent Community in the Age of 5G+AIoT," *Computer*

Programming Skills and Maintenance, Vol. 38, No. 9, pp. 67-69, 2021.

- [7] P. Gohil and B. Panchal, "Efficient Ways to Improve the Performance of HDFS for Small Files," *Computer Engineering and Intelligent Systems*, Vol. 5, No. 1, pp. 45-49, 2014.
- [8] J. Jia, "Design of Intelligent Power Distribution and Lighting System Based on Cloud Platform," *Integrated Circuit Applications*, Vol. 38, No. 9, pp. 76-77, 2021.
- [9] Y. Jia, N. Zou, D. Lei, W. Li, N. Ji, X. Guo, and P. Li, "Design of Smart Home System Based on Android Platform and WIFI Communication," *Journal of Dalian Institute of Light Industry*, No. 1, pp. 67-71, 2016.
- [10] J. Gao, Research on Industrial Agricultural Environmental Control Technology Based on Intelligent Reconstruction, Master's Thesis, Tianjin University of Science and Technology, Tianjin, China, 2016.
- [11] P. Hui, Q. Yuan, L. Zou, and Y. Gongn, "Zig Bee Experimental System Design for Protocol Stack," *Science Journal*, Vol. 41, No. 10, pp. 74-79, 2021.
- [12] Z. Sun, "Architectural Design and Key Techniques of Multimedia Communication System Based on Intelligent Internet of Things," *Yangtze River Information and Communication*, pp. 235-237, 2021.
- [13] M. E. Poter and J. E. Heppelmann, "How Smart Connected Products are Transforming Companies," *Harvard Business Review*, Vol. 93, No. 10, pp. 1-19, October 2015.
- [14] "ZigBee and Z-Wave: Who's Stronger?," *China Public Safety*, Vol. 24, No. 24, pp. 70-73, 2013.

시 정(Chai Ting)



2021년 9월~현 재: 동명대학교 컴퓨터미디어공학과 석사과정
※관심분야 : Blockchain, DID, IoT

신승수(Seung-Soo Shin)



2001년 2월 : 충북대학교 수학과
(이학박사)

2004년 8월 : 충북대학교 컴퓨터공학과
(공학박사)

2005년 3월~현 재: 동명대학교 정보보호학과 교수
※관심분야 : 암호프로토콜, 네트워크 보안, U-헬스 케어,
IoT, 데이터분석