

스마트 공간의 쾌적도 관리를 위한 통합 장치제어 시스템 설계

남태민¹, 황진주², 최진철^{3*}, 박찬원³

한국기술교육대학교¹, 동의대학교², 한국전자통신연구원³

{ntm32309¹, hjj32311², spiders22v^{3*}, cwp³}@etri.re.kr

Design of Integrated Device Control System for Comfort Management in Smart Space

Taemin Nam¹, Jinju Hwang², Jinchul Choi^{3*}, Chanwon Park³

Korea University of Technology and Education¹, Dong-Eui University², Electronics and Telecommunications Research Institute³

요약

최근 홈, 오피스, 팩토리, 병원, 농장 등에서는 실내 공간의 쾌적도 관리를 위해 냉난방기, 제습기, 공기청정기 등의 다양한 환경 장치들을 자동화시켜 활용하고 있다. 그러나, 이러한 환경 장치들은 대개 자체적으로 수집한 데이터에 기반하여 독립적으로 동작하기 때문에 다른 환경 장치와의 시너지를 기대하기 어렵다. 따라서, 효과적인 스마트 공간 관리를 위해, 단독으로 동작하는 장치들을 통합하여 제어할 필요성이 있다. 본 논문에서는 스마트 공간의 쾌적도 관리를 위해 실시간 온도, 습도, 조도 데이터를 수집하고, LSTM 기반의 예측 모델을 통해 향후 예상되는 상태 정보를 나타냄으로써 사용자가 환경 관리 장치들을 통합적으로 제어해 쾌적도를 선제적으로 관리하도록 해주는 시스템을 설계한다.

I. 서론

최근 홈, 오피스, 팩토리, 병원, 농장 등에서는 실내 공간의 쾌적도 관리를 위해 냉난방기, 가습기, 제습기, 공기청정기, 에어 서큘레이터 등의 다양한 환경관리 장치들을 자동화시켜 운영하고 있다. 스마트 공간에서 자동화된 장치제어를 통한 쾌적도 관리는 사용자에게 높은 편의성과 더욱 나은 삶의 질을 제공해줄 수 있다[1-4].

그러나, 이러한 환경 장치들은 일반적으로 수집한 데이터에 기반하여 독립적으로 동작하기 때문에 다른 장치와 협업을 하거나 서로 다른 도메인의 데이터를 융합하여 활용하는 매쉬업 서비스를 구현하는 데에 한계를 가질 수밖에 없다. 따라서, 효과적인 스마트 공간 관리를 위해, 단독으로 동작하는 장치들을 통합하여 제어할 필요성이 있다[5].

본 논문에서는 여러 가지 환경을 대표한 스마트 공간을 표현한 시스템을 설계한다. 스마트 공간의 쾌적도 관리를 위해 실시간 온도, 습도, 조도 데이터를 수집하고, LSTM 기반의 예측 모델을 통해 향후 예상되는 상태 정보를 나타냄으로써 사용자가 환경관리 장치들을 통합적으로 제어해 쾌적도를 선제적으로 관리할 수 있도록 해주는 시스템 GUI를 설계한다.

II. 본론

제안하는 스마트 공간 쾌적도 관리를 위한 통합 장치제어 시스템의 목적은 실시간 환경 데이터값을 수집해 이 데이터와 LSTM기반 예측 데이터를 가시화하여 사용자에게 제공하는 데 있다. 이를 통해 사용자는 효과적인 스마트 공간 관리를 위해 온도, 습도, 조도 데이터를 예측함에 따라 주어진 상황에 대한 적절한 판단과 대응을 할 수 있다.

1. 시스템 구조도

그림 1은 스마트 공간 쾌적도 관리를 위한 통합 장치제어 시스템 구조도이다. 그림에서 라즈베리파이(Raspberry Pi)는 실시간 데이터 수집을 하며, 서버는 데이터 송수신을 할 수 있게 해주고, AI 서버에선 데이터를 학습한다. 그리고 GUI에서는 실시간 온도, 습도, 조도 데이터와 LSTM 기반의 예측 모델을 이용한 향후 예상되는 상태 정보를 나타내준다. 다음은

시스템 작동의 순서이다.

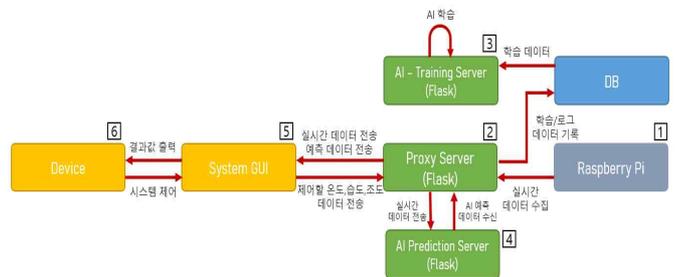


그림 1 시스템 구성과 동작 구조

- ① Raspberry Pi에서 실시간 온도, 습도, 조도 데이터 수집
- ② 서버에서 DB로 학습/로그 데이터 기록
- ③ DB에서 AI 서버에 학습 데이터 전송 및 학습
- ④ LSTM 예측 모델을 통한 예측 데이터 생성 및 서버에 전송
- ⑤ 실시간 데이터 및 예측 데이터를 시스템 GUI에 가시화
- ⑥ Device에 결과값 출력 및 사용자의 시스템 제어

실시간 데이터 수집을 위한 장치로써 라즈베리파이를 사용하였으며 OS는 리눅스를 설치하였다. 온습도 센서인 DHT11 센서와 조도 센서인 CDS 센서를 활용하여 실시간 환경 데이터를 수집하였다. 또한, 실시간 데이터를 라즈베리파이에 전달하기 위해 서버를 통하여 데이터베이스와 연동하였다. 그림 2는 실시간 환경 데이터값을 얻기 위해 라즈베리파이를 도입하고 센서를 장착한 모습을 보여준다.

2. 시스템의 GUI 구성

본 시스템의 사용자 인터페이스(GUI)는 LSTM 예측 모델을 통한 한 시간 단위의 예측 데이터와 실시간 데이터의 가시화 기능, 그리고 사용자가 온도, 습도, 조도의 값을 제어할 수 있는 수동 제어 기능이 구현되어 있다. 또한, 현재 환경의 온도, 습도, 조도 값에 따른 장치제어에 대한 가이

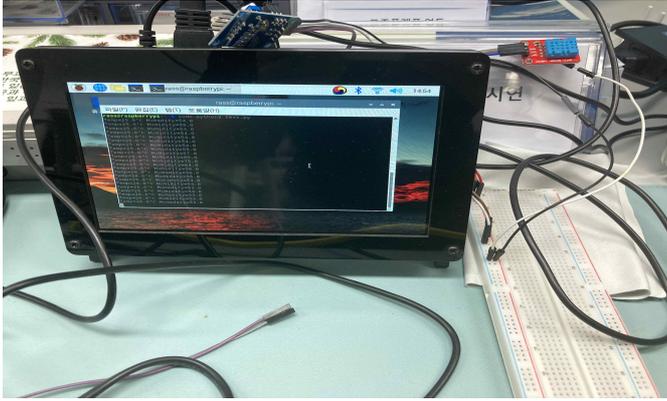


그림 2. 라즈베리파이 기반 실시간 환경데이터 수집 시스템

드라인을 제시한다. 그림 3에 제안하는 통합 장치제어 시스템의 사용자 인터페이스(GUI) 레이아웃을 나타내었다.

본 시스템의 사용자 인터페이스(GUI)는 2D, 3D, VR 등의 인터랙티브 콘텐츠 개발에 널리 활용되는 유니티(Unity)[6]를 사용하였다. 유니티에서 사용자에게 가시화되는 화면인 씬(Scene)은 씬내 모든 요소와 인터랙션 할 수 있는 클래스인 게임오브젝트들로 구성된다. 구현된 사용자 인터페이스(GUI)는 크게 세 가지의 게임오브젝트로 구성된다.

첫 번째는 실시간 환경 데이터를 가시화하는 게임오브젝트이다.[그림 3(a) 참조] 실시간 온도, 습도, 조도 데이터는 라즈베리파이에서 온습도 센서인 DHT11 센서와 조도 센서인 CDS 센서를 활용하여 데이터를 3분 주기로 수집한 후, 프록시서버(Proxy Server)에 보낸다. 프록시서버는 수신된 데이터를 DB에 저장한다.

AI-Traning서버는 새로운 데이터가 DB에 저장되면, 이를 읽어 모델 학습에 사용한다. 해당 모델은 LSTM 기반의 예측 모델로서, 온도, 습도, 조도를 한 시간 단위로 예측할 수 있으며, 게임오브젝트(a)를 통해 사용자에게 가시화 된다.사용자는 텍스트 게임오브젝트를 통해 1시간부터 12시간까지 한 시간 단위로 미래 예측 시간을 설정할 수 있다. 예를 들어, 사용자가 1시간으로 설정하면, 현재까지 수집된 데이터를 기반으로 1시간 후의 온도, 습도, 조도의 예측 값을 (a)에 나타낸다.

두 번째는 사용자가 수동으로 통합장치를 제어할 수 있는 컨트롤 패널(Control Panel)기능이다[그림 3(b) 참조]. 사용자는 실시간 온도, 습도, 조도값과 LSTM 기반 예측 모델을 통한 향후 예측값을 이용하여 최적 환경 관리를 위한 장치 제어에 활용할 수 있다. 이를 위해 사용자의 입력을 받을 수 있게 해주는 InputField 게임오브젝트를 사용하였다. 예를 들어, 사용자가 InputField 게임오브젝트에 온도, 습도, 조도 값을 입력하고, “조절” 버튼을 누르게 되면, 사용자가 원하는 온도, 습도, 조도의 값을 프록시서버로 보내고, 프록시 서버는 스마트 공간 내 환경 장치들을 개별적으로 제어함으로써 쾌적도를 선제적으로 관리할 수 있다.

세 번째는 현재 환경 상태정보와 사용자가 (b)를 통해 입력한 장치제어 값을 기반으로 최적의 환경 장치제어값을 추천해주는 게임오브젝트이다 [그림 3(c) 참조]. 현재 환경의 상태를 if 문을 이용하여 여러 조건을 나누어 알고리즘을 구성했다.[7] 해당 값에 따라 0.0 ~ 1.0 사이의 값을 5개의 가중치(0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 1.0)로 두었다. 공간의 구성과 특성, 그리고 개인 성향에 따라 쾌적함의 정도가 다를 수 있기 때문에 개인화된 편차를 반영하여 유연한 장치 설정을 가능 하게 했다. 예를 들어, 현재 온도보다 낮은 값의 사용자 온도 제어값이 들어온다면, 온도, 습도, 조도의 차이를 판별하는 알고리즘에 의해 사용자의 성향 별로 쾌속냉방, 저속냉방 등의 가이드가 게임오브젝트에 차별적으로 제시된다.



그림 3 실시간 데이터, 예측 데이터 가시화

III. 결론

본 논문에서는 스마트 공간 쾌적도 관리를 위한 통합 장치제어 시스템을 설계하였다. 본 시스템은 실시간 환경 데이터 가시화 기능, 사용자의 통합 장치 제어 기능, 장치 제어 가이드라인 제시 기능 등을 가지고 있다. 본 통합 장치제어 시스템은 홈, 오피스, 팩토리, 병원, 농장 등의 쾌적한 환경 유지에 활용될 것으로 기대된다. 향후에는 GUI를 3D 모델로 확장시키고, 다양한 현실의 장치와 3D 모델간의 인터랙션을 강화시킨 디지털 트윈으로 확장할 예정이다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2022년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 100%자원을 받아 수행된 연구임. (No. 2022-0-00438, (총괄, 1세부) 지능형 디지털 연합트윈 운용 및 예측 핵심기술 개발)

참 고 문 헌

- [1] 임태훈, 신상욱, “홈 자동화를 위한 지능적인 상황인지 시스템”.한국콘텐츠학회논문지,7(4),pp. 74-82, 2007.
- [2] 김성아, 강태일, 김진영.“영상분석 기술 기반 모듈러 건축 공장제작 공정 모니터링 자동화.” 대한건축학회논문집,37(6), pp. 221-229, 2021.
- [3] 한승의, 이은진, 김홍수.“실내 농장 자동화 모니터링 시스템 설계 및 개발.”한국정보기술학회 종합학술발표논문집, pp. 351-351, 2018.
- [4] 엄미영, 박형연, 원종성, 이강. “BIM 기반 병원설계 검토 자동화 기술의 개발방향 및 우선순위에 관한 연구.” 대한건축학회 논문집. 계획계,29(6), pp. 147-155. 2013.
- [5] 김상훈, 고인영. 사용자 중심의 대화형 IoT 서비스 매쉬업 모델과 엔진.정보과학회논문지,48(5), pp. 584-594.2021.
- [6] Unity, URL: <https://unity.com/>
- [7] 윤석암, 이정일 “스마트 쾌적 알고리즘을 적용한 실내 쾌적 제어에 대한 연구,” 전기전자학회논문지, 19(4), pp. 603-609, 2015.