

UML 을 활용한 실시간 온도 변화 감지 기반 자동 공기 순환 스마트 서큘레이터

감세언¹, 윤요한², 오인석¹, 김재호¹, 송동겸¹, 이은서¹

¹국립경국대학교 컴퓨터공학과

²국립경국대학교 사학과

vaccine0201@gmail.com, dygksdl12311@gmail.com, dhdlstjr07@naver.com, kimjaiho12@naver.com,
song7939@gmail.com, eslee@gknu.ac.kr

UML-Based Smart Air Circulator with Automatic Airflow and Real-Time Temperature Sensing

Sae-Un Gam¹, Yo-Han Yun², In-Seok Oh¹, Jae-Ho Kim¹, Dong-Gyeom Song¹, Eun-Ser Lee¹

¹Dept. of Computer Science and Engineering, Gyeongbuk National University

²Dept. of History, Gyeongbuk National University

요 약

본 논문은 적외선 온도 센서와 라즈베리 파이 기반 제어 시스템을 활용해 실내 온도 변화를 실시간으로 감지하고 바람의 세기와 방향을 자동 제어하는 스마트 서큘레이터를 개발하였다. 이는 기존 서큘레이터의 수동 조작 한계를 극복하고, 적외선 온도 센서를 사용하여 낮은 비용으로 정확도를 확보하였다. 또한 사용자의 간단한 조작만으로 공기 순환 효율을 향상시킬 수 있음을 확인하였다. 향후 연구에서는 센서 모듈 및 알고리즘을 고도화하고, 냉난방기기와의 병행 운용 실험을 통해 에너지 효율 향상 효과를 검증할 계획이다.

1. 서론

현대 실내 환경은 수직 온도 차이, 균등하지 못한 복사열뿐만 아니라 증가하는 전자기기에서 발생하는 발열과 같이 다양한 요인으로 공간 내 온도 분포가 균일하지 못하는 경우가 많다. 이러한 환경은 냉난방 기기의 사용에 따른 불필요한 에너지 낭비와 사용자의 열적 쾌적성을 저하시키는 주요 원인이 된다. [1][2]

이러한 문제점을 해결하고자 본 연구에서는 직접 방향이나 세기를 조절해야 하므로 시간에 따라 빠르게 변하는 실내 환경에 능동적으로 대처하기 어렵다는 한계점을 지니고 있는 기존의 공기 순환 장치, 그중 서큘레이터를 온도 변화를 실시간으로 감지하고 바람의 방향을 자동으로 조절하는 스마트 서큘레이터를 개발하고자 하였다.

2. 관련 연구

본 연구와 가장 유사한 선행 기술로는 열화상 카메라를 이용해 실내 최고 온도 지점을 파악하고 해당 방향으로 바람을 보내는 에어서큘레이터가 있다. [3]

이 기술은 온도 변화를 실시간으로 감지하여 자동화한다는 점에서 본 연구와 목표가 같지만, 고가의 열화상 카메라 모듈을 사용하므로 비용 부담이 크고, 획득한 열화상 이미지 분석을 위한 복잡한 알고리즘이 필요하다는 단점이 있다. 본 연구는 저비용 적외선 온도 센서를 스캐닝하는 방식으로 이러한 한계를 극복하고자 하였다.

그리고 소프트웨어 설계를 위해 사용한 UML에 관해 기술한다.

2.1 UML

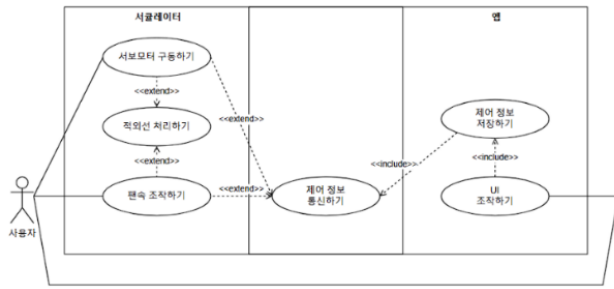
UML(Unified Modeling Language)은 소프트웨어 공약 분야에서 사용되는 표준화된 범용 시각적 모델링 언어이며, 객체지향 시스템의 요구사항을 분석·명세·시각화하며 설계 아이디어와 시스템 구조를 효과적으로 공유하고 이해하는 데 활용된다. [4]

3. 실험 방법 및 실험 결과

3.1 요구사항 분석

본 연구의 해결을 위해 초기 단계에서 아이디어를

구체화하고, 이를 기반으로 시스템의 상호작용을 정의하는 (그림 1)유스케이스 다이어그램을 제작했다.

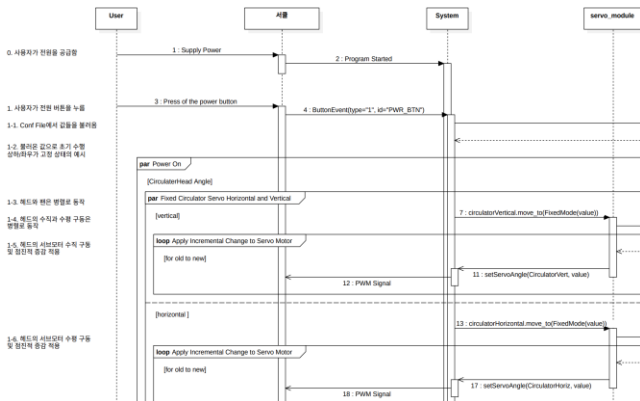


(그림 1) 유스케이스 다이어그램

3.2 설계

요구사항 분석 단계에서 작성된 기능 요구사항과 유스케이스 모델을 바탕으로 시스템의 구체적인 동작 흐름을 설계하였다. 객체 간의 상호작용과 시스템의 동적 흐름을 보다 명확히 정의하기 위해, (그림 2)시퀀스 다이어그램을 제작하였다.

시퀀스 다이어그램은 시스템의 주요 기능이 실행될 때 객체 간의 상호작용 흐름을 시간적인 진행에 맞추어 보여줌으로써, 각 기능의 세부적인 처리 과정을 명확하게 파악할 수 있도록 한다. 이를 통해 구현 과정에서 나타날 수 있는 논리상의 문제를 사전에 방지하고, 시스템의 동작을 일관성 있게 구현할 수 있다.



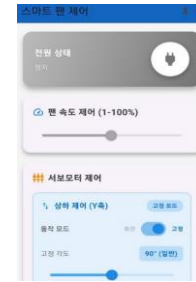
(그림 2) 시퀀스 다이어그램 일부

3.3 구현

본 스마트 서클레이터는 크게 세 가지 모듈로 구성되었으며, 적외선 온도 센서가 탑재된 IR 헤드, 기본적인 송풍을 담당하는 서클레이터 헤드, 그리고 이들을 통합 제어하는 라즈베리 파이 시스템이다.

사용자는 서클레이터 및 (그림 3)앱을 통해 기본 기능을 조작할 수 있다. 앱을 통해 자동화 기능을 활성화하면, IR 헤드는 지정된 범위 내에서 특정 범위의 온도를 측정하며 2 차원 온도 맵을 생성 및 갱신한다. 라즈베리 파이 시스템은 이 온도 맵에서 가장 온도가 높은 지점의 좌표에 따른 회전경로를 계산하고, 서클레이터 헤드를 해당 방향으로 회전시킨다. 이때 IR 헤드는 지속해서 주변 온도를 스캔하고, 서클레이터 헤드는 온도 맵이 갱신될 때마다 방향을 재조정하는

독립적인 구조로 설계하여 시스템의 반응성과 효율성을 높였다.



(그림 3) 서클레이터 통합 제어 앱

4. 결론 및 향후 연구

본 연구를 통해 스스로 일정 범위의 온도를 측정하여 공기를 순환하는 스마트 서클레이터를 개발하였다. 구현된 시스템은 사용자가 앱으로 간단한 설정을 통해 실내환경 변화에 능동적으로 반응하여 공기 순환을 유도한다.

향후 연구로는 기존 적외선 온도 센서에 LiDAR 센서를 결합한 모듈을 사용하여 시스템을 고도화할 계획이다. 기존 시스템의 온도 데이터만으로는 알고리즘을 고도화하는데 한계가 있으며, 온도 맵이 평면적이어서 공간의 입체적 특성을 충분히 반영하기 어렵다는 문제점이 있다. 이러한 점을 극복하기 위해, 적외선 센서의 온도 데이터와 라이다 센서를 통해 얻는 공간 데이터를 융합하면, 더욱 풍부하고 입체적인 실내 환경 정보 수집이 가능하다. 다만 LiDAR 센서의 도입은 비용 상승 요인이 될 수 있으므로, 저비용 라이다 모듈 적용이나 효율 대비 비용 분석을 통해 경제성과 성능 간의 균형을 고려할 예정이다.

수집된 정보를 인공지능과 결합하여, 단순히 온도가 높은 곳을 찾는 것을 넘어 사용자의 위치나 공간의 구조적 특성까지 고려하는 더욱 지능적인 공기 순환을 제공하는 알고리즘을 구현하고자 한다. 또한 본 시스템을 냉난방 기기와 병행 운용하여 에너지 효율 향상과 열적 쾌적성 개선 효과를 검증할 예정이다.

참고문헌

- [1] W. Zhao, S. Lestinen, S. Kilpeläinen, and R. Kosonen, "Comparison of the effects of symmetric and asymmetric heat load on indoor air quality and local thermal discomfort with diffuse ceiling ventilation," *International Journal of Ventilation*, Vol. 21, No. 1, pp. 19-34, 2022
- [2] Su, X., Yuan, Y., Wang, Z., Liu, W., Lan, L., & Lian, Z., "Human thermal comfort in non-uniform thermal environments: A review," *Energy and Built Environment*, Vol. 5, No. 6, pp. 853-862, 2024.
- [3] 김정필, "에어서클레이터 (Air circulator)," *Korea Patent 1020200019384*, Feb. 18, 2020.
- [4] 한정수, 김귀정, "IT Cookbook, 객체 지향 설계와 분석을 위한 UML 기초와 응용," 한빛아카데미, Dec. 1, 2020.