

고에너지효율 HVAC 제어를 위한 환자별 공기연령 모니터링 알고리즘 개발

신상훈*¹ · 백근태*² · 소홍윤*[†]

*한양대학교 융합기계공학과, † 한양대학교 나노과학기술연구소

¹sshoon@hanyang.ac.kr, ²gllsg2062@naver.com, † hyso@hanyang.ac.kr

Development of an age of air monitoring system for high efficiency HVAC control by patients in a Two-Bed hospital ward

Sanghun Shin*¹, Keuntae Baek*², Hongyun So*[†]

* Department of Mechanical Engineering, Hanyang University

† Institute of Nano Science and Technology, Hanyang University

요약

실내의 공기 질은 사람의 건강에 영향을 주는 요소로써 개인의 건강관리가 큰 주목을 받고 있는 지금, 실내의 공기 질을 향상시켜 거주자의 건강을 지킬 수 있는 공기청정형 환기시스템이 각광받고 있다. 대부분의 공기청정형 환기시스템은 실내 환경센서를 활용하여 건물 내 공기 질을 모니터링하고 환기 조건을 조정하지만, 실내 환경센서는 센서 부근의 공기 질만 파악할 수 있을 뿐, 전반적인 공간의 공기 질을 파악할 수 없는 문제가 존재한다. 특히, 환자들이 입원하는 병실의 경우 환자의 원활한 회복을 위해 침대에 누워있는 환자 근처의 공기 질을 확인하는 것이 매우 중요하지만 기존의 환경센서로는 불가능하다. 본 논문은 시뮬레이션 데이터 기반 딥러닝 학습을 통해 병실 내 환자 재실 여부에 따라 실내 공기 질을 효과적으로 관리할 수 있는 환자별 공기연령 모니터링 시스템을 구축하는 방법을 제안하였다. 본 시스템은 추후 다양한 형태의 병실에 적용하여 병원에서 가동하는 환기시스템의 에너지 효율 향상에 기여할 수 있다.

I. 서론

COVID-19 이후 개인의 건강을 효과적으로 관리하는 방법이 매우 큰 주목을 받고 있으며 그중 사물인터넷, 인공지능 등의 최신 기술을 적용하여 사람의 주변 환경을 효과적으로 제어함으로써 건강 관리를 용이하게 하는 방법이 개발되고 있다. 특히, 환경센서 기반 공기 질 계측을 활용한 공기청정형 환기시스템은 센서 인근의 공기 질만 확인이 가능할 뿐, 다른 위치의 공기 질을 파악할 수 없다. 또한, 공기 질을 나타내는 척도 중 실내 공기 연령은 실내 공기의 신선도를 의미하며 외부의 공기가 실내에 들어온 이후 외부로 나갈 때까지 걸리는 시간으로 환산된다. 따라서, 이를 실제 환경에서 정확하게 계측할 수 있는 센서는 아직까지 보고되지 않았으며 대부분 시뮬레이션을 활용하여 결과 값을 획득하므로 실시간 모니터링이 어려운 실정이다. [1-2] 따라서, 실제 환경에서의 실내 공기 질을 실시간으로 계측하여 환기 시스템을 제어하는 것은 매우 어렵다. 특히, 병원과 같이 환자의 건강 관리 및 회복을 위해 환자 주변의 환경 조성이 중요한 공간의 경우 실시간 모니터링 기반 환기 시스템 제어가 어려운 문제로 인해 환기 시스템을 과도하게 활용하더라도 쾌적한 환경을 유지하도록 하지만 에너지 효율이 매우 낮아진다. 본 연구에서는 실내 환기시스템의 에너지 효율을 높이고 실내 공기질을 효과적으로 관리하기 위한 딥러닝 기반 공기 연령 모니터링 시스템을 구현했다.

II. 본론

딥러닝 학습을 진행하기 전에 학습데이터를 획득하기 위하여 2 개의 침대가 있는 병실을 모사하여 유동해석을 위한 geometry 를 구현했다. Fig. 1 은 유동해석을 위한 geometry 의 전개도를 나타낸다. 총 9 개의 inlet 과 2 개의 outlet 으로 이루어져 있으며 9 개의 inlet 중 무작위로 1~3 가지를 선정하여 속도를 무작위로 선정하여 학습용 유동해석 데이터를 획득하였다. Fig. 2 는 구축된

유동해석용 geometry 의 isometric view 를 나타내고 있으며 9 개의 inlet 과 2 개의 outlet, 그리고 2 개의 환자용 침대의 모습을 확인할 수 있다. 딥러닝 학습을 위해 다양한 case 의 dataset 이 필요하므로 시간 단축을 위해 mesh dependency test 를 수행하여 최적의 mesh 개수를 설정하였고 이를 통해 높은 mesh quality 를 획득하였다. 본 연구는 환자의 주변환경에 관심이 있기 때문에 환자가 누워있는 2 개의 침대 위 공간의 공기 연령을 유동해석 결과로 획득하였으며 이를 통해 약 5000 가지 case 의 training dataset 을 구축하였다.

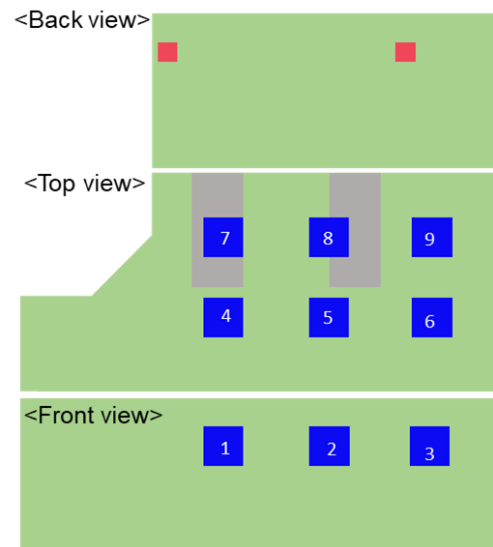


Figure 1. Two-Bed hospital ward 전개도

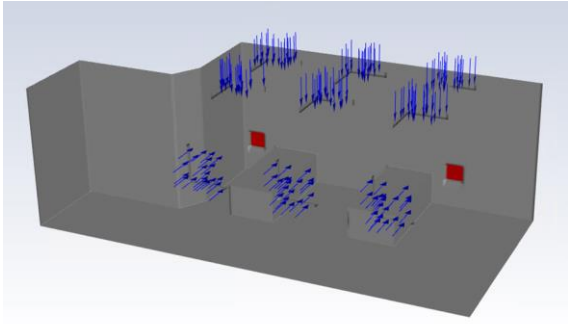


Figure 2. CFD를 수행하기 위해 구축한 geometry 예시

획득된 데이터는 학습을 위해 전처리를 진행하여 데이터 분포의 편향을 방지하였고 다양한 머신러닝 및 딥러닝 모델을 통해 학습하였을 때를 비교하여 간단한 DNN 모델을 활용하였을 때 가장 높은 정확도를 나타내는 것을 확인하였다.

III. 결론

본 연구에서는 실제 환경의 공기 질을 실시간으로 모니터링하기 어려운 문제를 해결하여 공기 질을 효과적으로 관리하고 실내 환기시스템의 에너지효율을 향상시키기 위해 딥러닝 기반 공기연령 모니터링 시스템을 구축하는 방법에 대해 제안하였다. 다양한 유동 조건에서의 유동해석 데이터를 획득하여 딥러닝 알고리즘에 적용함으로써 효과적인 실내 공기 질 예측을 실현하였다. 이는 이후 다양한 병실 및 건물에 공기 질 모니터링 시스템을 확장 적용함으로써 실내 환기시스템의 적절한 운용을 가능하게 하여 전체 에너지 효율 향상에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 한국연구재단의 연구비지원 (RS-2023-00207763)에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- [1] S. Shin, K. Baek, and H. So, "Rapid monitoring of indoor air quality for efficient HVAC systems using fully convolutional network deep learning model," *Build. Environ.*, vol. 234, no. February, p. 110191, Apr. 2023.
- [2] S. Bhattacharyya, K. Dey, A. R. Paul, and R. Biswas, "A novel CFD analysis to minimize the spread of COVID-19 virus in hospital isolation room," *Chaos, Solitons & Fractals*, vol. 139, p. 110294, Oct. 2020.