

화학공장 누출사고 대응을 위한 빅데이터-딥러닝 누출원 추적모델

Source Tracking Models on Chemical Leaks for Emergency Response in Chemical Plants Based on Deep Learning of Big Data

김 현 승* · 신 동 일**
Kim, Hyunseung · Shin, Dongil

요 약

화학공장의 누출사고는 초기에 적절히 대응하지 못할 경우 화재·폭발과 같은 2차·3차의 복합재난사고로 확산될 위험성이 매우 높다. 이러한 이유로 누출사고 발생 초기에 누출이 발생한 지점을 신속히 파악하여 현장안전요원에게 알림으로써, 보다 체계적이고 효율적인 초기대응을 가능하게 하여, 사고피해를 완화시킬 수 있는 통합적인 누출사고 대응시스템 구축은 매우 중요하다고 할 수 있다. 본 연구에서는, 통합적인 누출사고 대응시스템 구축을 위한 선행연구로, 딥러닝 기반의 누출원추적 모델 개발을 제안한다. 여수에 위치한 실제 화학공장을 대상으로 누출사고 시나리오에 대한 Computational Fluid Dynamics (CFD) 시뮬레이션을 진행한 뒤, 화학공장 경계면에 배치된 각 센서별 위치에서의 농도, 풍향 그리고 풍속데이터를 추출하고, 센서 좌표를 추가하여 인공신경망을 학습시켰다. 학습된 모델은 40개의 누출후보군에 대해 학습에 사용되지 않은 상황들에서도 75.43%의 정확도로 누출이 일어난 지점을 실시간 예측해냄을 확인하였다. 또한 누출지점 예측이 일치하지 않은 경우도, 예측된 지점이 실제 누출이 일어난 지점과 물리적으로 매우 인접함을 확인함으로써 제안된 모델을 실제 현장에 적용할시 기대되는 효과는 더 클 것으로 판단하였다.

keywords : *chemical accident, chemical release, leak source tracking, deep-learning, machine learning*

1. 서 론

화학공장 누출사고 발생시 누출원의 위치를 실시간으로 추적할 수 있는 여러 방법론들이 제안되어 왔다. 제안된 방법론은 크게 두 가지로 구분된다. 첫 번째는 역벡터 추적에 근거한 방법으로, upwind 벡터와 농도 gradient를 이용해 누출원을 추적하는 벡터를 도출해 이동식 센서를 움직이도록 한다(Ishida, 2004). 두 번째는 이동식 센서에 행위기반 이동 알고리즘을 탑재하는 방법이다. 이동식센서를 이동하는 과정 중 누출물질을 탐지했을 때 누출원에 보다 가까이 갈 수 있는 이동 명령과 누출원을 탐지하지 못했거나, plume에서 이탈했을 때 plume을 찾아가는 탐색 이동 명령으로 구성된다(Hayes, 2002).

2. 본론

여수에 위치한 실제 화학공장을 대상으로 40개의 잠재적 누출후보군을 설정하였으며, 각 누출후보군 별로

* 명지대학교 화학공학과 지능형시스템연구실 연구원 hyunseung223@mju.ac.kr

** 명지대학교 화학공학과 · 재난안전학과 교수 dongil@mju.ac.kr

16개의 바람장을 설정하여 총 640가지 (누출후보군 40개 × 바람장 16개) 누출사고 시나리오를 설정하여 CFD 시뮬레이션을 진행하였다. CFD 해석 결과를 바탕으로, 화학공장 경계면에 센서를 배치할 때 최소의 센서 개수로 모든 사고시나리오를 감지해낼 수 있는 최적 모니터링위치를 선정하였다. 해당 위치에서 누출물질의 농도데이터와 풍향 그리고 풍속 정보를 추출한 뒤 센서 좌표를 더해 DB를 구성하였다. DB는 7:3의 비율로 학습데이터와 테스트데이터로 분할 한 뒤, 학습데이터를 6가지 구조의 인공신경망에 학습시켰으며, 테스트데이터로 예측정확도를 검증하였다.

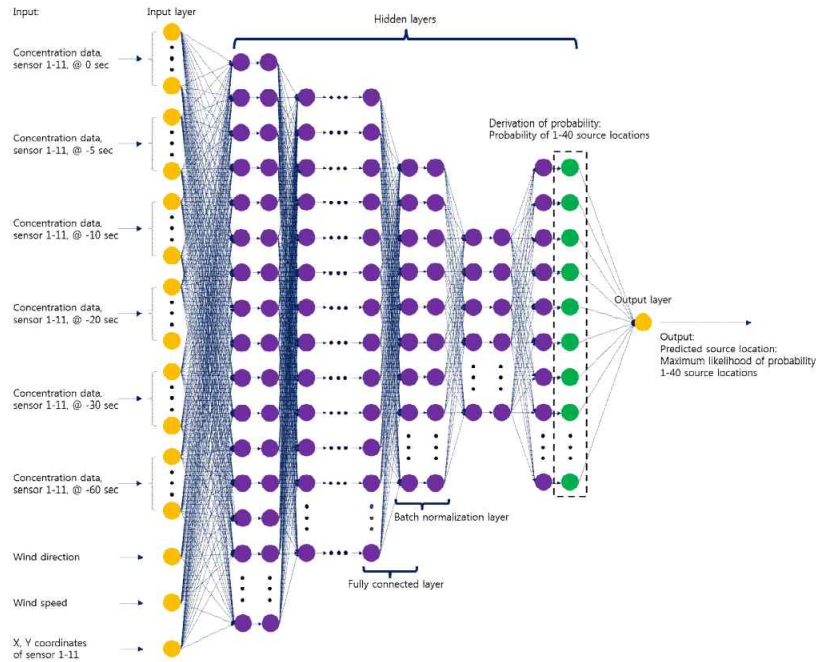


그림 1 누출원추적을 위해 제안된 인공신경망 모델

3. 결론

25개의 은닉층을 갖는 인공신경망 구조를 Adam optimizer를 이용하여 10,000 epoch까지 학습시켰을 때, 테스트데이터에 대한 예측정확도가 75.43%로 나타났다. 또한 누출지점 예측이 정확히 일치하지 않은 경우에도, 예측된 지점이 실제 누출이 일어난 지점과 물리적으로 매우 인접한 경우임을 확인함으로써 제안된 모델을 실제 현장에 적용하는 단계에서 초기대응의 기대효과는 클 것으로 판단하였다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부 플랜트연구개발사업의 연구비지원(14IFIP-B085984-04)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

Ishida, H. (2004) Three-Dimensional Gas-Plume Tracking Using Gas Sensors and Ultrasonic Anemometer, *Proceedings of IEEE*, pp.1175~1178.
 Hayes, A.T. (2002) Distributed Odor Source Localization, *IEEE Sensors Journal*, 2(3), pp. 260-271.