

LSTM 기반 ANC를 이용한 외부 소음 저감에 관한 연구

장준영*, 조현준*, 김환웅*, 강승훈*, 김정민**

*충북대학교 정보통신공학부, **KT

junzero99@naver.com, tony121367@gmail.com, hwkim2966@chungbuk.ac.kr, kangseonghun123@gmail.com, cocowin@naver.com

External Noise Reduction with LSTM-Based ANC

Jun-Yeong Jang*, Hyun-Jun Cho*, Hwan-Woong Kim*, Seung-Hun Kang*, Jeong-Min Kim**

*Dept. of Information and Communication Engineering, Chungbuk National University, **KT

요약

본 논문은 선박 내부 소음을 효과적으로 감소시키기 위한 ANC(Active Noise Cancellation) 및 인공지능 (AI) 결합 시스템의 개발과 적용에 관한 연구를 다룬다. 선박 환경에서의 소음은 승원의 스트레스 증가와 불편을 초래하므로, 이를 해결하기 위한 방법을 제안하고자 한다. 외부 소음과 내부 소음 데이터를 수집하고, STFT(Short-Time Fourier Transform) 알고리즘을 통해 소음 데이터를 분석 가능한 형태로 전처리한다. 그 후, LSTM(Long Short-Term Memory) 알고리즘을 사용하여 선박 외부에서 발생한 소음을 입력으로 받아 내부에서 들리는 외부 소음을 예측하고 제어하는 모델을 훈련시킨다. 이후 최적화 과정을 거쳐 예측 소음의 반대 파형을 생성 및 출력을 통해 ANC를 구현한다.

1. 서론

본 논문은 선실 내부에서도 들리는 외부 소음을 효과적으로 감소시키는 데 중점을 두고 있다. 선박 환경에서의 소음은 선원들의 스트레스 증가와 생산성 저하로 이어진다.[1] 전통적인 소음 제어 방법은 흡음재나 차음재 등의 물리적인 수단을 사용하는 것이 일반적이었다. 그러나 이러한 방법은 시간과 비용이 많이 소요되며, 특정 환경에 제한되는 등 한계점이 있다.[2]

또한, 환경에서의 소음은 다양한 원인에 의해 발생하며, 그 중에서도 유동소음, HVAC (Heating, Ventilation, and Air Conditioning) 소음, 엔진 소음은 주요한 소음원으로 간주된다.[3] 이러한 소음은 규칙적이고 주로 저음 주파수 범위에 집중되어 있어, 저음 대역에서 효과적인 Active Noise Cancellation (ANC) 기술을 적용하고자 한다.[4]

따라서, 본 연구는 ANC 와 AI 기술을 결합한 소프

트웨어 기반 접근법을 제안하여 이러한 한계점을 극복하고자 한다.

2. 본론

우선, 외부 소음과 내부 소음 데이터를 마이크로 수집하고, 소음 데이터를 분석 가능한 형태로 변환하여 주파수 및 시간 도메인에서의 소음 특성을 파악하기 위해 STFT(Short-Time Fourier Transform)를 적용하여 주파수-시간 도메인으로 변환한다.

그 다음, 장기 기억을 갖는 특성을 가지며, 시퀀스 데이터 처리에 우수한 성능을 발휘하는 LSTM(Long Short-Term Memory) 알고리즘[6]을 사용하여 선박 외부에서 발생한 소음 데이터를 입력으로 받아 내부에서 들리는 외부 소음을 예측하고 제어하는 모델을 구축한다.

훈련 데이터를 기반으로 소음 예측 모델을 최적화하고, 예측 소음의 반대 파형을 생성하고 출력함으로써

ANC 를 구현한다.



그림 1 - 목표 시스템 구성도

3. 구현

3.1 데이터 수집 및 전처리

실제 항해중인 벌크선의 엔진실에서 발생하는 소음을 녹음하여 연구를 진행했다. 녹음본을 바탕으로 STFT 과정을 수행하여 시간 도메인에서 주파수 도메인으로 변환하였다.

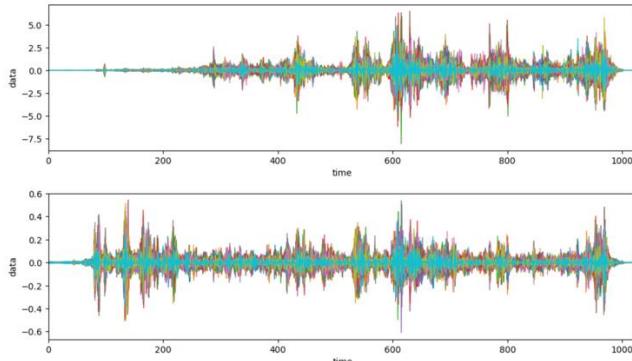


그림 2 - STFT 수행 후 시각화

3.2 데이터 분석 및 특징 추출

특징을 추출하기 위해 MinMax scaler 를 사용했으나 배열의 길이가 늘어나는 오류가 발생하여 MinMax scaler 의 알고리즘만 추출하여 사용했다. 그 결과 진폭의 범위가 -1~1 로 바뀐 것을 확인할 수 있었다. 이후 Outlier(이상치)를 제거하고 평균값으로 대체한 뒤, 데이터의 형태와 성분을 파악하여 LSTM input shape 에 맞게 입력 데이터를 조절하였다.

3.3 LSTM 구현

3 개의 LSTM 계층, 1 개의 완전연결(dense) 계층을 사용하였으며 에포크(epoch) 5, 옵티마이저는 Adam 을 사용하여 모델을 만들었다.

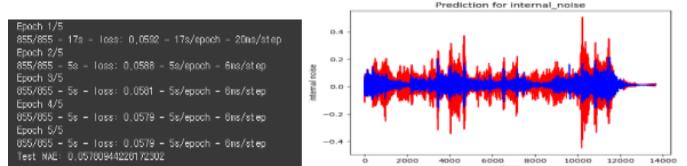


그림 3 - ANC 를 위한 LSTM 모델

3.4 ANC 성능 테스트

LSTM 모델에서 얻은 예측 소음을 역변환하고 녹음 파일을 재생시켜 ANC 동작 여부를 판단했다. 결과적으로 예측 소음의 역위상을 출력했을 때 소음의 크기가 대략 3dB 정도 줄어든다는 것을 확인할 수 있었다.



그림 4 - (좌)역위상을 출력하기 전 소음의 크기, (우)예측한 소음의 역위상을 출력했을 때 소음의 크기

4. 결론

본 연구는 선박 내부에서 발생하는 외부 소음을 감소시키기 위한 ANC 및 AI 결합 시스템을 제안하고 구현하였다. 선원들의 수면 공간에 해당 ANC 시스템을 설치한다면, 선원 복지 향상에 기여할 것이라 기대한다. 연구 결과로는 선실 내부 소음의 제어를 위한 새로운 방법론을 제안하였다. 몇 가지 문제점들이 존재한다. 실제 선박 환경에서의 적용 가능성과 효과를 보장하기 위해서는 선박의 크기, 구조, 다양한 소음 원인을 고려한 현장 실험 및 적용 가능성에 대한 검증이 필요하다. 또한, LSTM 모델의 정확성과 안정성을 높이기 위한 최적화 작업이 계속적으로 진행되어야 한다. 마지막으로, 파장의 특성상 특정 영역에서만 ANC 를 구현할 수 있는 한계점이 존재한다.

이 같은 문제점들을 해결하기 위한 추가적인 연구가 필요하며 해당 연구를 통해 더 많은 응용분야에 대한 적용을 기대한다.

참고문헌

[1] Roger S. Pressman "Software Engineering A Practitioners' Approach" 3rd Ed. McGraw Hill

[2] 박관규, “층간소음 왜 못잡을까” *한국일보*, 2020년

8월 1일,

<https://www.hankookilbo.com/News/Read/A2020072720380000234?did=NA>

[3] 지승현, “선박수중방사소음 규제, 조선 산업 새로운 성장 기회로 봐야” *현대해양*, 2023년 5월 11일

<http://www.hdhy.co.kr/news/articleView.html?idxno=18643>

[4] Lauren Dragan “What Your Noise-Cancelling Headphones Can and Can’t Do” *nytimes*, 2020년 5월 25일

<https://www.nytimes.com/wirecutter/blog/what-noise-cancelling-headphones-do/>

[5] 신영하 “STFT를 사용한 음성 신호 기반의 감별 분류 연구” *한국생산제조학회지* no.5 (2021): 366-371. Doi:10.7735/ksmte.2021.30.5.366

[6] 최승만, “청각장애인을 위한 딥러닝 기반 환경음 분류 및 소음 제거 방법.” 석사학위, 한양대학교 공학대학원, 2022.

- 본 논문은 해양수산부 실무형 해상물류 일자리 지원사업의 지원을 통해 수행한 ICT 멘토링 프로젝트 결과물입니다 -