

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

요 약

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 ANC와 AI 기술을 결합한 소프트웨어 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 ANC를 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.

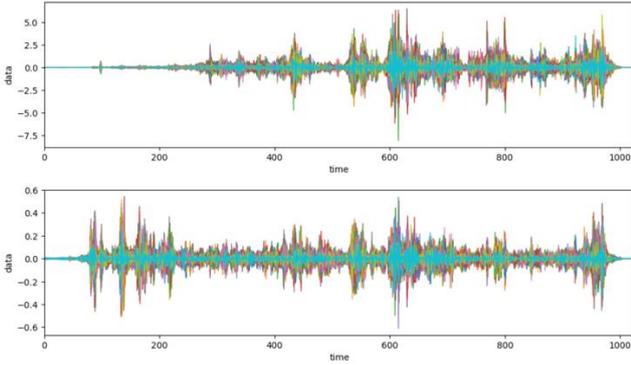


그림 2 - STFT 수행 후 시각화

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.

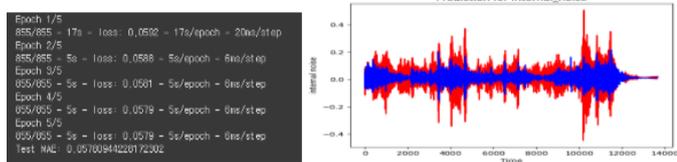


그림 3 - ANC 를 위한 LSTM 모델

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 Practitiners' Approach" 3rd Ed. McGraw Hill
- [2] 박관규, “층간소음 왜 못잡을까” *한국일보*, 2020 년 8 월 1 일, <https://www.hankookilbo.com/News/Read/A2020072720380000234?did=NA>
- [3] 지승현, “선박수중방사소음 규제, 조선 산업 새로운 성장 기회로 봐야” *현대해양*, 2023 년 5 월 11 일 <http://www.hdhy.co.kr/news/articleView.html?idxno=18643>
- [4] Lauren Dragan “What Your Noise-Cancelling Headphones Can and Can’t Do” *nytimes*, 2020 년 5 월 25 일 <https://www.nytimes.com/wirecutter/blog/what-noise-cancelling-headphones-do/>
- [5] 신영하 “STFT 를 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 -