

## AI\_ANC에 관한 연구

강지호\*, 문성호\*, 이종수\*, 김정민\*\*

\*연암공과대학교 스마트소프트웨어학과, \*\*KT

[ghok1027@naver.com](mailto:ghok1027@naver.com), [phantom2691@naver.com](mailto:phantom2691@naver.com), [yun472700@naver.com](mailto:yun472700@naver.com), [cocowin@naver.com](mailto:cocowin@naver.com)

## A Study on ANC Technology Using AI

Ji-Ho Kang\*, Seong-Ho Mun\*, Jong-Soo Lee\*, Joung-Min Kim\*\*

\*Dept. of Smart Software, Yonam Institute of Technology, \*\*KT

### 요약

충간 소음으로 인한 갈등, 직장에서 발생하는 소음으로 인한 청력 감소 등 소음으로 인한 많은 문제들이 최근 들어 많이 대두되고 있다. 소음을 없애기 위해서는 물리적인 방법도 있지만 ANC 기술을 이용하여 소음을 없애는 방법도 있다. ANC란 기존 소음과 반대 위상인 파장을 출력해 상쇄간섭을 일으켜 소음을 줄여주는 기술이다. AI\_ANC 기술은 기존에 ANC 기술의 한계점(Feedback, Time Gap)을 극복하기 위해 Feed forward 방식과 AI를 접목시켜 능동적으로 소음을 감소시킨다. 이기술은 충간 소음, 공장 소음 더 나아가 다양한 이동수단까지 범용적으로 활용성이 뛰어나다.

### 목차

#### 제 1 장 서 론

1. ANC 등장 배경
  - 1) 충간 소음 현황
  - 2) 주요 소음원
2. 소음이 인체에 미치는 영향
  - 1) 소음으로 인한 건강영향
  - 2) 소음의 생리적 영향
  - 3) 난청으로 인한 건강영향

#### 제 2 장 관련 조사

1. 기존의 ANC 제품의 한계
  - 1) Feedback 방식
  - 2) Time Gap
  - 3) 가격

#### 제 3 장 이론적 배경

1. ANC 원리
  - 1) 상쇄간섭
  - 2) ANC 정의
2. 딥러닝의 종류
  - 1) CNN vs RNN
  - 2) LSTM

#### 제 4 장 연구 과제

1. 인공지능을 활용한 AI\_ANC 스피커
  - 1) Feed forward ANC 스피커
  - 2) 생활 소음 예측 모델 개발

#### 제 5 장 구현

1. 이론적 성능 평가
  - 1) 이론적 성능 평가 개념
  - 2) 이론적 성능 평가 결과
2. 실험 결과

#### 제 6 장 결론

## 제 1 장 서론

### 1. ANC 등장 배경

#### 1) 충간 소음 현황

충간소음 민원은 매년 증가하고 있다. 충간소음 민원이 지속적으로 증가하는 원인으로 생활환경의 질 향상을 들을 수 있을 것이다. 충간소음은 공동주택 형태를 가지는 생활환경 패턴으로 삶의 질이 높은 아파트 형태에서 일어날 수 있는 사회적 구조인 것이다. 아울러 개인적 삶의 질을 추구하기 위해서 자신만의 사적인 영역에 소음이 침투하는 것을 허락하지 않는 개인주의적 성향이 강해지는 것 또한 충간소음 민원증가에 원인이라 볼 수 있을 것이다. [1]

#### 2) 주요 소음원

거주 실내 환경에서 피해가 되는 소음원은 외부에서 발생되는 소음과 공동주택 내부에서 발생되는 소음원으로 분류할 수 있다. 가장 주된 소음원은 외부에서 발생되는 항공기 소음, 철도 소음, 도로(자동차) 소음 등 이동 발생원인 교통 소음이다. 공동주택과 사무실 실내 내부에서 발생되는 소음원으로는 바닥충격 소음, 세대간 공기전달음, 급, 배수 설비 소음, 가전기기 소음과 사무실 공조 소음 등이 있다. 내부 발생 소음으로는 바닥 충격음, 외부 발생 소음으로는 건설 소음에 대한 민원제기 및 환경 분쟁 조정 신청이 가장 많다.

#### <소음의 종류와 소음원>

소음의 종류	소음원
인간의 거동에 의한 소음	가전제품, 악기소리, 초인종 소리, 계단 발자국 소리 등
동력기관에 의한 소음	자동차, 항공기 등의 이동발생원에 의한 교통소음, 공장기계소음
건물설비 소음	엘리베이터나 배관설비에서 나는 소음
건설, 작업 소음	건설 토목공사 소음, 작업장의 작업소음
인간의 집합	학교나 공연장, 고용시설의 군중소음
기타	사이렌소리, 경보소리, 학성기 소리 등

국가건강정보포털(<http://health.cdc.go.kr/>)

### 2. 소음이 인체에 미치는 영향

소음은 익히 잘 알려진 청력손실 외에도 인간의 생리와 심리에 큰 영향을 미치며, 피해의 정도는 상황에 따라 다양하게 나타난다. 인간은 세기가 강한 소음에 노출되면, 심리적으로는 정서불안과 스트레스가 증가하고 생리적으로는 두통, 초조함, 내분비의 교란, 동맥경화, 심장과 위의 장애 등을 야기시킨다. [2]

#### 1) 소음으로 인한 건강영향

직업성(소음성) 난청의 원인. 재해의 발생이나 작업능률의 저하 등 직접적인 각종 피해를 야기. 청각장애 이외에도 심혈관계 질환과 고혈압의 발생에 영향. 스트레스와 정신장애를 급격히 유발시키는 요인으로 작용. 수행행동능력 장애, 수면 장애, 대화 방해 등 건강과 일상생활에 영향. 이와 같은 소음으로 인한 청력장애로 신체적, 정서적, 행동학적, 사회적 기능에 영향.

#### 2) 소음의 생리적 영향

심장 및 순환기계, 내분비계, 신경계 및 소화기계 등에 영향. 호흡, 심박동률, 표피 혈류, 말초혈관의 수축, 피부온도, 땀샘, 위액분비 기능, 위장관 활동, 뇌의 생물전기적 활동 등의 생리적인 효과. 혈중 지질, 혈중 포도당, 코티зол(cortisol), 에피네프린(epinephrine), 노르에피네프린(norepinephrine), 도파민(dopamine), 성장호르몬, 마그네슘(Mg), 칼슘(Ca) 농도 등의 변화와 같은 생화학적인 효과.

#### 3) 난청으로 인한 건강영향

청력의 저하, 난청은 소리의 감지, 언어의 이해 그리고 소리의 방향 근원지 탐지의 어려움 등을 야기하고, 의사소통의 문제는 난청의 정도와 유형에 따라 그 영향이 다 양하지만 난청의 정도가 심하지 않더라도 다음과 같은 일상생활에서의 어려움을 호소한다.

## 제 2 장 관련 조사

### 1. 기존 ANC 제품의 한계

#### <시중의 ANC 제품>

In-Ear	Apple 에어팟 프로
	삼성 갤럭시 버즈 라이브
	SONY WF-1000XM3
Over-Ear	BOSE QC35 II
	SONY WH-1000XM3

#### 1) Feedback 방식

시중의 ANC 제품은 모두 귀에 바로 장착해서 사용자 본인에게만 들리는 소음을 제거하는 Feedback 방식이다. 이는 오랜 시간 착용으로 인한 불편함을 야기할 수 있다. 반면 귀에 착용하지 않는 스피커 형태의 상용 ANC 제품은 없는 것으로 보인다

#### 2) Time Gap

Time gap 이란 예측지연 시간 즉 다음 소리를 예측하는데 발생하는 프로세스 지연 시간이다. 실시간 사용에서는 예측 지연의 시간을 최소화하는 것이 중요한데, Google 의 경우도 날씨를 예측하는데 5 분이라는 Time gap 이 발생한다. 예측 지연 시간을 줄이는 조기 예측 기법 (ESP, Early Start Prediction)과 같은

기법들이 존재한다. 이러한 기법을 이용해 실시간 상호작용에 필요한 시간을 300ms 까지 줄일 수 있지만 음성의 경우 0.1ms 조차도 기준 파장과 역파장의 골, 마루 위치 차이를 만들어 상쇄간섭에 영향을 줄 수 있다. 이런 Time gap 즉 Processing time 을 AI 를 활용해 없애는 것이 목표이다.

### 3) 가격

시중의 Noise Cancelling 제품은 대부분 고가이다. 이점은 사회 각계각층의 많은 사람들이 Noise Cancelling 기능을 느낄 수 없는 가장 큰 이유이며 공공의 이익에도 부합하지 않다.

## 제 3 장 이론적 배경

### 1. ANC 의 원리

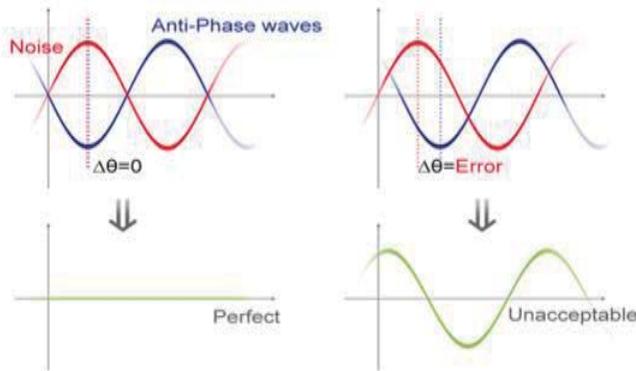
#### 1) 상쇄간섭

위상이 반대인 두 파동이 중첩하여 합성파의 진폭이 0 이 되는 현상. 소멸 간섭이라고도 한다. 동일한 진폭과 진동수를 가진 두 파동이 어느 순간 같은 영역을 통과할 때 나타난다. 두 파동의 위상이  $180^\circ$  어긋나 있을 때 즉 마루와 골이 중첩될 때 두 파동은 완전히 상쇄되어 합성파의 진폭이 0 이 된다.

#### 2) ANC 정의

ANC란 마이크에서 주변의 소리를 받아오고 소리에 대한 파동의 위상을 반대로 반전시킨 후, 소리를 스피커로 쏘아 주변의 소음에 상쇄 간섭을 일으키게 되는 기술이다.

<상쇄간섭을 이용한 ANC>



### 2. 딥 러닝의 종류

#### 1) CNN vs RNN

<인공 신경망 비교>

	CNN	RNN
특징	Convolution layer 와 pooling layer 라는 신경망을 사용한 알고리즘	레이터의 길이가 가변적인 값을 취급하는 신경망

장점	이미지 인식에 높은 성능 보임	자연어(문장)이나 음성 데이터를 취급하는데 높은 성능 보임
----	------------------	----------------------------------

### 2) LSTM

순환신경망의 한 종류인 LSTM 은 Hochreiter 와 Schmidhuber(1997)에 의해 소개되었으며, 최근에 장기 의존성 문제를 가지는 다양한 분야에서 잘 작동하는 것으로 알려져 있어 많이 사용되는 구조이다. LSTM 은 일시적으로 기억해야 할 것(short term memory)과 오랫동안 기억해야 할 것(long term memory)을 가지고 있어 순환신경망을 학습할 때 발생할 수 있는 기울기 소멸 문제를 해결해 줄 수 있기 때문에 대규모의 깊은 신경망에서 더 효율적으로 작업할 수 있게 만들어 준다. [3]

## 제 4 장 연구 과제

### 1. 인공지능을 활용한 AI\_ANC 스피커

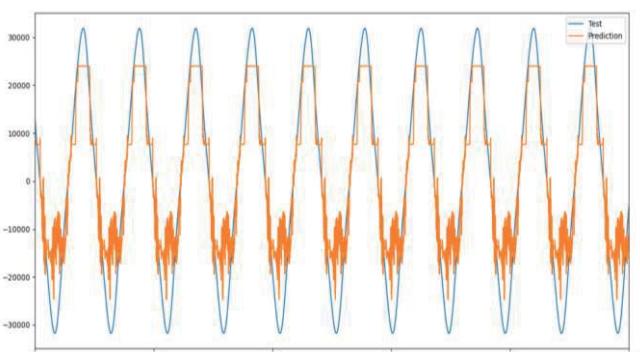
#### 1) Feed forward ANC 스피커

ANC 스피커의 Feed forward 방식은 소음원 근처에서 소음을 능동적으로 제거하여 공공장소, 산업 현장 등에서 불특정 다수를 위한 소음 감소효과를 낼 수 있고 공공의 이익에도 부합하다.

#### 2) 생활 소음 예측 모델 개발

Time Gap 을 줄이기 위해서는 역 위상 파장을 만드는 Processing time 을 획기적으로 줄이거나 들어오는 소음 파장의 다음 파장을 예측하여 미리 역 위상 파장을 만들어 출력하는 방법이 있다. 둘 중 processing time 을 0 으로 줄이는 것은 현실적으로 어려우므로 소음을 예측하는 방법을 사용한다. 소리는 물체의 진동에 의하여 생긴 음파가 공기라는 매질을 통해 전달되는 것이다. 다른 말로 소리도 파동의 한 종류이며 일정 시간 동안 높고 낮음이 전달되는 시계열 데이터이다. 그래서 시계열 예측 알고리즘 LSTM 을 이용해 일정시간 소음을 입력 받은 후 다음에 나올 소음을 예측하여 미리 역 위상 파장을 생성한 후 출력해 Time Gap 을 획기적으로 감소시켜 상쇄간섭을 일으킨다.

<학습된 모델로 만든 예측 파형>



## 제 5 장 구현

### 1. 이론적 성능 평가

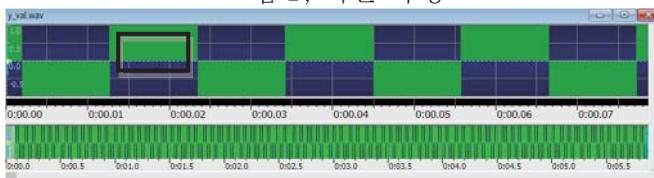
#### 1) 이론적 성능 평가 개념

학습된 모델을 이용해 예측한 파장이 학습한 기준 소음원의 다음 파장과 골과 마루 위치가 동일할 경우, 예측한 파장의 역위상을 기준 소음원의 다음 파장과 합친 합성파의 진폭이 0에 가까워지면 이론적으로 상쇄간섭 효과가 이루어질 것이라고 판단할 수 있다.

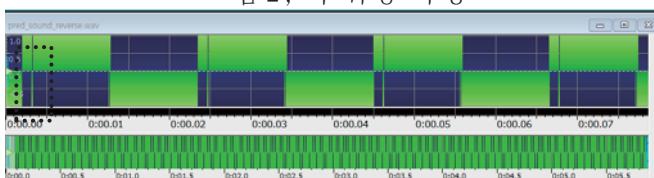
#### 2) 이론적 성능 평가 결과

아래의 첫번째 파형 사진은 기준 소음원의 파형, 두번째 파형 사진은 모델이 예측한 파형의 역 위상, 마지막 파형 사진은 두 파형의 합성 파형이다. <그림 1, 기준 파형>의 검정색 박스와 <그림 3, 합성파형> 파란색 박스를 보면 <그림 3, 합성파형>이 <그림 1, 기준 파형> 보다 진폭이 0이 된 부분이 많은 것을 확인할 수 있으며, 상쇄간섭 효과가 잘 일어났다고 판단할 수 있다. 하지만 <그림 2, 역 위상 파형> 그래프의 점선 박스에 잘못된 예측 값으로 인해 <그림 3, 합성파형> 그래프의 빨간색 박스처럼 보강간섭 효과가 일어난 것을 알 수 있다.

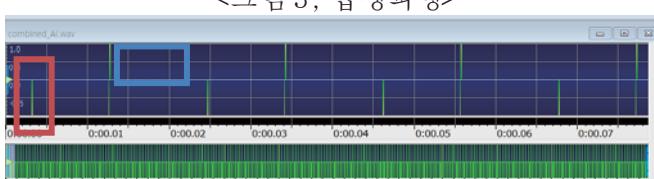
<그림 1, 기준 파형>



<그림 2, 역 위상 파형>



<그림 3, 합성파형>



### 2. 실험 결과

주위 소음을 통제하기 위한 아크릴 케이스 내부에 스피커와 소음측정기를 넣은 후 출력되는 볼륨을 같게 하기 위하여 스테레오 기능을 이용하여 <상쇄간섭 실험> 사진에 보이는 왼쪽 스피커에는 기준의 소음의 파장을 오른쪽 스피커에는 모델이 예측한 역 위상의 파장을 출력한다. <파형 결과>의 3 번째 사진과 같이 상쇄 간섭효과가 일어나

데시벨이 줄어들 것이라 예상했지만 몇몇의 잘못된 예측 값으로 인해 오히려 보강간섭 효과가 일어나 소음의 데시벨이 올라간 것을 알 수 있었다.

<기존의 소음 출력>



<상쇄간섭 실험>



## 제 6 장 결론

본 연구에서는 인공지능 ANC를 통한 생활소음 감소의 가능성을 제시한다. 시계열 예측 모델을 이용한 다음에 들어올 소음의 예측, 역 위상 파장 출력으로 상쇄간섭을 일으켜 ANC 기능을 구현하는 목표로 소음 학습, 모델 튜닝, 실제 테스트 등 다양한 노력을 기울였다. 실제 구현에서 완벽하게 소음을 감소시키진 못했지만 그래프 상으로는 예측한 파형이 학습 이후의 소음의 파형과 비슷해서 도전했던 의미가 있었다. 예측이 빗나간 부분에서 보강간섭 효과가 일어나는 문제를 해결하면 더 좋은 결과가 있을 거라 예상한다. 프로젝트 보완 후 건설현장의 중장비 소음, 가정집의 충간소음 감소 등에 활용되어 건설현장의 원활한 의사소통 및 인명피해 감소, 충간소음으로 인한 불화 방지 더 나아가 지역자치단체와 협력하여 공공의 이익을 위한 사업에도 이용될 수 있다고 예상한다.

## 시사문구

본 논문은 미래창조과학부의 지원을 통해 수행한 한이음 ICT 멘토링 프로젝트의 결과물입니다.

아이디어와 개념을 지원해주신 유창수님께 감사를 표합니다.

## 참고문헌

- [1] 오경근. "한국 사회의 집단거주 형태에 나타나는 충간소음 갈등연구." 국내석사학위논문 서울대학교대학원, 2017. 서울
- [2] 김성철. "소음이 정신적 작업의 과제수행에 미치는 영향의 평가." 국내석사학위논문 건국대학교 대학원, 2010. 서울
- [3] 박혜원. "시계열모형의 예측에서 LSTM 성능에 대한 연구." 국내석사학위논문 계명대학교 대학원, 2019. 대구
- [4] 안덕순. "도로 ANC 도입을 위한 기초 연구 및 최적 운영을 위한 교통소음 예측 모델 개발." 국내박사학위논문 한양대학교 대학원, 2016. 서울