

# Lingometer 발화 단어 수 측정 기기



Team. 말뭉치 : 김백호, 김유환, 이중훈

## 1. Introduction

사람의 말수는 행복도와 정신 건강을 보여주는 지표이다.

발화 단어 수는 언어발달을 포함한 언어학 연구에서 중요하게 다루어진다.

하지만 말수를 **사생활 문제 없이, 정확하게, 자동으로** 측정할 수 있는 방법은 존재하지 않는다.

따라서 머신 러닝을 이용해 사용자의 목소리를 문자로 전환하지 않고

음향 분석만으로 개인의 발화 단어 수를 측정하는 기기, **Lingometer**를 제안한다.

“ 신체 건강의 기본 지표를 측정하는 만보계(Pedometer)처럼

언어, 정서에 관한 지표를 전달하는 기기. **Lingometer** ”

## 2. User Research

Lingometer의 수요 및 필요성에 관해 일반 개인 및 전문가를 대상으로 사전 설문과 인터뷰를 진행했다.

### 일반 개인 대상(21명)

- 95%의 응답자가 말수와 기분의 관계에 공감했다.
- 80%의 응답자가 자신의 발화량에 대해 궁금해했으며 관련된 멘탈 피트니스 트래커를 사용할 의향이 있다고 답했다.
- 66%의 응답자가 Lingometer에 대해 보통 이상의 사용 의사를 보였다.

### 전문가 대상

- 정신과 의사(1명) : 기분과 말수 사이에는 분명한 관계가 있으며, 말수 변화는 조울증 등 몇몇 정신 질환의 진단 기준이 될 수 있다.
- 언어 연구자(2명) : 현재의 관련 연구는 녹음 내용을 사람이 전사, 분석하는 방식으로 진행된다. Lingometer가 개발되면 베타 버전이라도 사용하고 싶다.

## 3. Hardware

Lingometer는 사전 설문에서 가장 선호되었던 형태인 목걸이로 제작되었다. 정지 버튼, 디스플레이 버튼과 전원 스위치를 사용해 다음과 같이 조작할 수 있다.

- 정지 버튼을 짧게 누르면 말수 측정을 일시정지/재개할 수 있다.
- 정지 버튼을 길게 누르면 측정된 말수가 0으로 초기화된다.
- 디스플레이 버튼을 짧게 누르면 화면을 켜고 끌 수 있다. 이 때, 사용자가 기기를 측정 상태로 두고 활동하다가 꺼진 화면을 켜는 순간에 스펙트로그램으로 저장된 음성으로부터 단어 수가 계산된다.
- 디스플레이 버튼을 길게 누르면 사용자의 목소리를 학습할 수 있다.
- 전원 스위치를 올리거나 내려 기기 전원을 켜고 끌 수 있다.



[Fig .1] Lingometer Hardware

Hardware Specification	
연산장치	Arduino Nano 33 BLE sense
마이크	내장 MEMS 마이크
디스플레이	OLED(SSD1309)
배터리	3V 2 cell Lithium (CR1632) 140mAh
저장소	32GB SD card
사이즈	7.5 * 3 * 1.8 (cm)

## 4. Software

### Lingometer 소프트웨어 특징

- Lingometer는 아두이노 나노를 이용한 tinyML을 기반으로 작동한다. 자체 메모리가 작고 연산 능력이 약한 소형 기기에 머신 러닝을 적용하기 위해 다음과 같은 프로그램을 디자인하고 모델을 경량화시켰다.

### 전체 소프트웨어 흐름

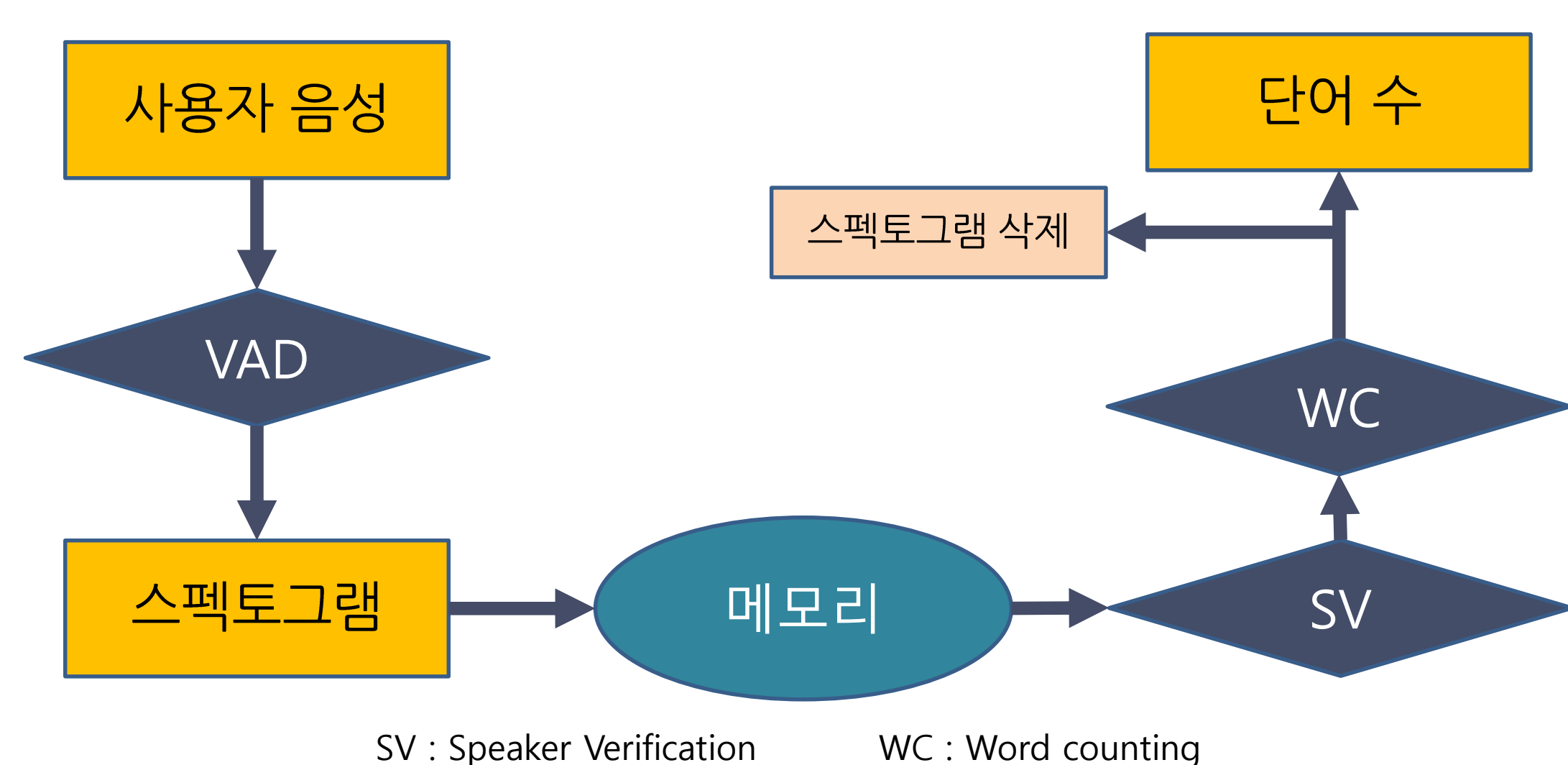
- 음성 신호가 입력되면 신호 크기를 바탕으로 잡음과 목소리를 구분하는 Voice Activity Detection(VAD) 과정을 거친다.
- 목소리로 판단된 소리는 스펙트로그램으로 변환해 특징을 추출한다.
- 스펙트로그램은 메모리에 저장했다가 사용자가 기기 확인을 위해 화면을 켜면 한번에 모델을 통한 연산으로 단어 수를 측정한다.
  - 단일 코어인 아두이노는 머신 러닝 모델이 동작하는 동안 음성을 입력할 수 없다. 이 때문에 위 과정으로 연산 프로그램을 최적화했다.

### Speaker Verification model

- 저장된 스펙트로그램을 모델에 입력해 사용자의 음성이 맞는지 확인한다.
- 등록된 사용자의 음성에서 추출된 특징과 비교하여 유사도를 판단한다. (오차율 8%)
- 경량화 과정(파라미터 300만개 → 17000개) 에서 오차율이 증가하였으나(22%) 사용자의 목소리를 여러 개 저장하는 방식으로 보완했다.

### Word Counting model

- 사용자의 음성으로 확인된 스펙트로그램에서 단어수를 추론한다.
- 언어학적 특성을 고려해 개별 음성 자체의 정확도보다 예측값의 합과 실제 총 발화 단어 수 사이의 유사도를 학습 기준으로 사용했다.
- 경량화를 통해 기기 환경에 최적화시켰다.(파라미터 130만개 → 4903개 )
- 음성인식 모델의 디코더를 제거하고 fine-tuning하는 방식으로 더 정확한 모델을 제작했으나 모델의 연산량이 많아 아직 기기에 적용되지 않았다..



[Fig .2] Lingometer Software

## 5. Conclusion

Lingometer는...

- 자연어 처리나 구문 분석 없이 소리 분석으로 말수를 측정한다.
  - 저전력 소형 하드웨어에서 구동 가능하도록 최적화되어 있다.
- 따라서 다른 웨어러블 기기에 통합될 수 있다.

- 일상에서 사용하는 **personal mental fitness device**.
- 언어학 연구에 **유용한 보조 기기**.