

스마트 워치 노키 KnoT에 관한 연구

강현준, 유현욱, 류예중, 김무철*

중앙대학교

fender2758@cau.ac.kr, yu990410@gmail.com, lionel1265@gmail.com, *kimm.cau@gmail.com

A Study on Smart Watch Knocker, KnoT

Kang Hyon Jun, Yu Hyun Wook, Ryu Ye Jong, Kim Mu Cheol*

ChungAng Univ

요약

IoT 기기들이 기기와 인간 간의 탁월한 소통 방식을 통해 우리의 삶을 둘러싸고 있지만, 인터페이스는 여전히 인간의 일상 생활과는 거리가 있다. 대부분의 현대 IoT 인터페이스는 특정 명령을 위한 음성 인식 및 터치스크린 인터페이스를 지원한다. 이러한 특정 명령들은 제조업체의 기술력에 따라 품질이 달라지며 물리적으로 사용자 맞춤이 어렵다. 본 논문은 사물을 노크하는 스마트 워치 KnoT를 제시한다. KnoT는 각 객체의 고유한 노크소리를 사용하여 IoT 기기와 소통한다. 또한 KnoT는 IoT 환경에서 새로운 인터페이스 아이디어를 제공한다.

I. 서론

사물 인터넷(IoT)은 생산성, 생활 지원, 편의성 등에서 인간의 삶에 이점을 제공한다. 이를 위한 기술은 오랜 세월 동안 발전해 왔으며, 기기와 인간 간의 통신은 놀라운 수준에 도달했다.

IoT 기기는 기기와 사람 간의 뛰어난 소통 방식으로 우리의 삶을 더 깊고 있지만, 인터페이스는 여전히 인간의 삶과는 거리가 멀다. 대부분의 최신 IoT 인터페이스는 특정 명령을 내리기 위한 구두 음성 및 터치스크린 인터페이스를 지원하나, 특정 명령들은 제품 제조업체의 기술력에 따라 품질이 결정되며 사용자 맞춤이 어렵다.

본 논문에서는 사물을 노크하는 스마트 시계 KnoT를 소개한다. KnoT는 다양한 사물의 고유한 음향 시그니처를 활용하여 IoT 환경과 보다 혁신적이고 물리적으로 자연스러운 인터페이스를 제공하는 것을 목표로 한다. 이러한 접근 방식은 기존 방식보다 상호 작용의 범위를 넓힐 뿐만 아니라 스마트 디바이스와 더욱 개인화되고 상황에 맞는 상호 작용을 가능하게 함으로써 사용자 경험을 향상한다.

1.1. 관련 연구

A. Knocker

Knocker는 본 논문의 핵심 아이디어이다[1]. Knocker는 스마트폰으로 사물을 두드려서 식별하고 이를 스마트폰 애플리케이션의 트리거로 사용하는 연구의 이름이다. 해당 연구의 핵심 아이디어는 피크 감지와 음향 속성 분류이다. 본 논문에서는 해당 아이디어를 활용한다.

B. 진폭 스펙트럼

진폭 스펙트럼은 데이터의 주파수 크기를 나타내는 푸리에 변환 데이터이다. 본 논문에서는 Knocker[1]의 아이디어 중 하나인 로그 변환된 데이터 또한 활용한다.

C. MFCC

단기 푸리에 변환(STFT)은 주파수 크기 데이터를 짧은 시간 단위로 변환한다. 이를 통해 시간과 크기 데이터를 양방향 스케일로 분석할 수 있

다. 멜 스펙트로그램은 이를 멜 스케일로 변환하여 데이터를 단순화한다. 멜 주파수 세프스트랄 계수(MFCC)는 데이터를 단순화하는 또 다른 방법으로, 이러한 데이터를 사람의 귀에 효과적인 가청 주파수로 특징화 한다. 본 논문에서는 특징 추출을 위해 MFCC를 사용한다.

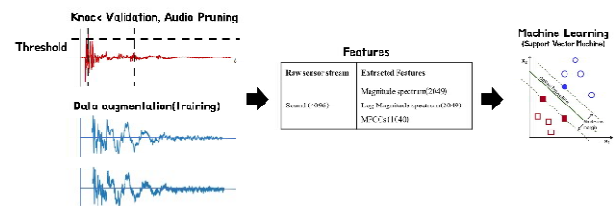
D. SVM

서포트 벡터 머신(SVM)은 머신 러닝의 고전적인 접근 방식에 사용되며, 자원이 적고 간단한 데이터에 대한 고품질 분류로 잘 알려져 있다. 본 논문에서는 스마트 워치에서 얻은 정보를 처리하여 서포트 벡터 머신을 학습한다.

II. 본론

본 장에서는 KnoT의 연구 방법에 대해 설명한다. 스마트 워치에서 노크를 감지하는 방법, 노크 된 물체를 분류하는 방법, IoT 장치와 간단히 통신하는 방법을 설명한다. KnoT 사용자는 분류할 물체를 사용자가 지정하고 용도에 맞는 동작을 사용자 지정할 수 있다.

연구 방법은 크게 세 가지 단계로 나뉜다. 데이터 수집, 데이터 분류, 데이터 사용. 이 세 단계는 스마트 워치와 전용 서버에서 동적으로 진행된다. 이러한 단순한 환경을 위해 세부 사항을 최적화했다.



<그림 1 데이터 수집 및 분류>

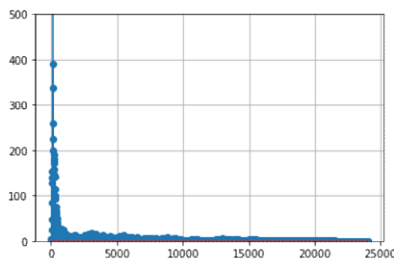
A. 데이터 수집

데이터 수집은 스마트워치 자체에서 진행된다. 노크는 스마트 워치를 손목에 착용한 손으로 수행된다. 노크가 수행될 때 소리, 가속도, 자이로스코프 모션 데이터의 세 가지 데이터를 수집 후 다음 세 단계를 따른다.

- 1) 노크 감지: 노크를 실시간으로 감지하기 위해 소리에 대한 임계값을 찾는 방법을 사용한다. 스마트 워치 마이크의 수신 범위가 짧기 때문에 간단한 방법은 KnoT에 입력된 노크를 감지하는 데에 충분하다.
- 2) 오디오 전정: 시계에서 노크를 감지한 후 노크 감지 데이터 포인트 뒤의 4096개의 데이터가 저장한다. 이 데이터 절단 과정을 오디오 전정이라고 한다. 사운드 버퍼는 48kHz이므로 약 0.85초 길이다. 가속도 및 자이로스코프 데이터도 같은 시간 범위에서 수집한다.
- 3) 노크 통신: 최종적으로 노크는 전용 서버로 전송된다. 노크 훈련 모드에서는 노크할 물체마다 최소 10개의 사운드 샘플이 필요하므로 10개의 노크가 수집된다. 분류 및 적용 모드에서는 1개의 노크를 수집하여 서버로 전송한다.

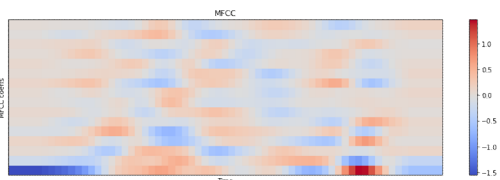
B. 데이터 분류

- 1) 데이터 증강: 실험 단계에서 분류에 적합한 노크 횟수는 객체당 약 30회다. 그러나 실제 적용에서 30번의 노크는 사용자의 관절과 손목에 많은 부담을 준다. 노크 수를 줄이기 위하여 데이터 증강을 통해 필요한 순수 데이터를 줄이는 방식을 사용했다.
- 2) 진폭 스펙트로그램: 진폭 스펙트로그램은 고전적인 푸리에 변환으로 계산했다. 데이터의 절반은 절대값을 사용했으며, 분류 추가 데이터에는 로그 변환된 스케일도 사용했다. 가속도 및 자이로스코프 데이터의 경우, 기록된 진폭 스펙트로그램만 사용했다.



<그림 2 진폭 스펙트로그램>

- 3) MFCC: 오디오 분석에 따르면 시간 축 계수는 스펙트럼 분석에서 매우 효율적이다[2]. 또한 주파수 영역에서 유의미한 특징을 추출하면 환경의 다양성과 안정성에서 의미 있는 결과를 보여준다[3]. MFCC는 이를 위하여 주파수 대역대를 인간과 비슷하게 모방하여 유의미한 주파수 대역대를 분석한다. 본 연구는 16개의 MFCC 블록, 64개의 fft 블록, 홉 길이 64, 윈도우 길이 64의 MFCC를 사용하였다.



<그림 3 MFCC 도표>

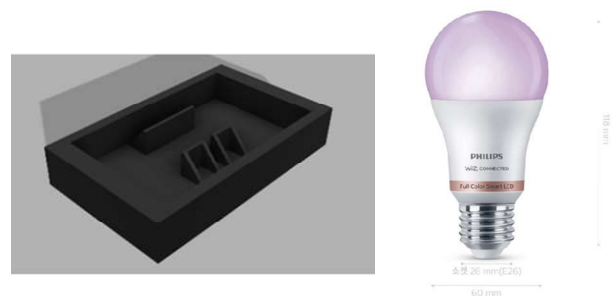
- 4) SVM: 서포트 벡터 머신은 간단한 데이터에 대해 고품질의 분류 성능을 보여준다. 소리 진폭 스펙트로그램, 로그 변환된 소리 진폭 스펙트로그램, MFCC, 로그 변환된 가속도 진폭 스펙트로그램, 로그 변환된 자이로스코프 진폭 스펙트로그램을 이은 데이터가 사용되었다. 간단한 분류를

위해 정규화 강도 파라미터 1.0의 단순 SVM, 선형 커널 SVM이 사용되었다.

C. 실제 적용

본 논문에서는 KnoT의 실제 적용을 위하여 실제 IoT 디바이스와의 연동을 모방하였다. 시계에서 서버로 전송된 데이터는 서버에서 분류된다. 이후 서버에서는 분류된 데이터에 따른 실행을 IoT 디바이스로 보내 디바이스를 작동한다.

실제 적용에는 두 개의 프로토타입 디바이스가 사용되었다. 제시된 디바이스들은 그림 4에 나와 있다. 첫 번째는 비 IoT 조명용 클릭 디바이스이다, 해당 디바이스는 물리적인 클릭을 통하여 비 IoT 조명의 조종에 성공하였다. 두 번째는 필립스 스마트 전구이다, 사전 제작된 필립스 코드를 전구에 전송하여 기능을 활성화하는데 성공하였다.



<그림 4 시제품 디바이스 2종>

III. 결론

본 논문은 IoT 디바이스와 반응하는 스마트 인터페이스인 KnoT(Knock on Things)를 소개했다. 본 장치는 사물을 노크하고 이를 식별하여 IoT 디바이스에서 고유한 명령을 수행한다. 본 논문에서는 조명 스위치와 전구에 국한된 장치를 사용했다. 하지만 필립스 스마트 전구의 실제 적용 사례는 간단하였으며, 이는 본 장치의 간단한 적용을 엿볼 수 있다. 본 연구를 참고한 추후 IoT 디바이스 업체들의 개발을 통하여 스마트 인터페이스의 새로운 지평을 열 수 있을 것이다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2020년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국산업기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임, (P0012724, 2020년 산업전문인력역량강화사업).

참고 문헌

- [1] T. Gong, H. Cho, B. Lee, and S. Lee, "Knocker: Vibroacoustic-based object recognition with smartphones," Proceedings of the ACM on interactive, mobile, wearable and ubiquitous technologies 3.3, (2019), pp.1-21.
- [2] Ashish Jain, Hohn Harris, Speaker identification using MFCC and HMM based techniques, university Of Florida, April 25, 2004
- [3] L. Muda, M. Begam, and I. Elamvazuthi "Voice recognition algorithms using mel frequency cepstral coefficient (MFCC) and dynamic time warping (DTW) techniques." arXiv preprint arXiv:1003.4083. 2010