

음향 IoT 디바이스를 위한 음향이벤트 탐지 알고리즘 구현

김영현, 송민환, 이상신
한국전자기술연구원

e-mail:ssyyfhappy@keti.re.kr, mhsong@keti.re.kr, sslee@keti.re.kr

Implementation of Acoustic Event Detection Algorithm for Acoustic IoT Devices

Young-Hyun Kim, Min-Hwan Song, Sang-Shin Lee
Korea Electronics Technology Institute

요약

본 논문에서는 조난자 발생 등 긴급한 상황에서 음향을 통해 상황을 인식하기 위한 음향기반 IoT 디바이스 기술 중 음향이벤트 탐지 알고리즘을 제시한다. 실외환경에 음향디바이스가 주변의 음향 이벤트를 수집하여 서버로 전송함으로써 음향데이터를 분석할 수 있도록 하기 위한 알고리즘이며 16kS/s의 음향데이터를 512개의 프레임단위로 연산하여 이벤트를 탐지한다. 해당 알고리즘은 STM32F4 MCU에 포팅하여 기능을 검증하였다

1. 서론

IoT기술이 발전함에 따라 많은 분야에서 IoT를 활용한 기술들과 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 특히 최근에는 기술의 발전으로 인해 음향을 이용함으로써 사고를 예방하는 등 음향기반 시스템에 대한 개발도 많이 이루어지고 있다. 하지만 긴급한 상황에 활용하기 위한 음향 IoT 디바이스 기술과 드론을 통해 음향디바이스를 투하하여 음향을 통해 현장의 상황을 인식하기 위한 기술은 없는 상황이다.

본 논문에서는 조난자 발생 등 긴급한 상황에서 음향을 통해 상황을 인식하기 위한 음향기반 IoT 디바이스 기술 중 음향이벤트 탐지 알고리즘에 대해 다룬다. 긴급상황에서 상황을 인식하기 위한 기능을 수행하기 위해서 음향 디바이스는 드론을 통해 투하된다. 실외환경에 투하된 음향디바이스는 주변의 음향을 수집하여 서버로 전송하며 서버에서는 AI 기술을 활용하여 음향데이터를 분석하며 이를 통해 디바이스가 전송한 음향이 구조를 필요로 하는 상황인지를 인식하게 된다. 이러한 실외환경에서 동작하는 음향디바이스는 음향데이터를 전송함에 있어 통신

상의 제약으로 인해 전송할 수 있는 데이터에 한계가 있으며 이에따라 음향이벤트를 탐지하여 해당 구간만 전송하는 기능이 필요하게 된다. 본 논문에서는 이러한 조난상황 등 긴급상황에서 음향을 통해 현장상황을 수집하여 분석할 수 있도록 전송하는 음향수집 IoT 디바이스를 위한 음향탐지 알고리즘을 STM32 기반의 MCU에 적용하여 구현하고 테스트한 내용을 제시한다.

본 논문에서는 조난자가 발생한 상황에서 조난자를 빠르게 구조하기 위해 조난지역에 드론을 통해 음향 센서가 탑재되어있는 디바이스를 투하하여 음향을 수집하고 전송하는 환경에서의 디바이스를 위한 알고리즘을 개발하였다. 실외환경에 배포된 디바이스는 통신의 제약으로 인해 모든 음향을 전송할 수 없기 때문에 음향이벤트를 감지하고 해당 구간만 전송하는 기능이 필요하다.

2. 본론

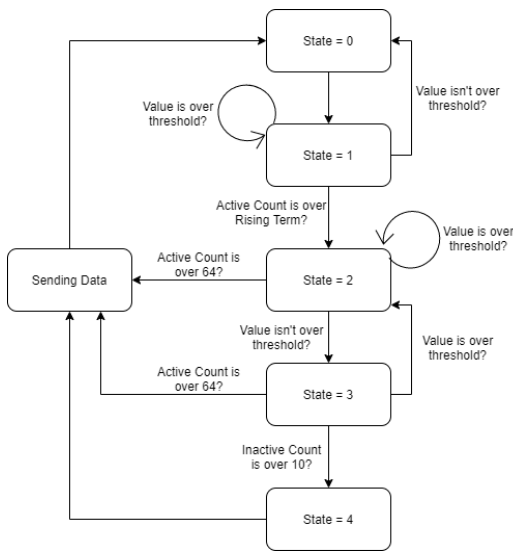
음향을 활용한 기술 적용 사례로는 교통사고 발생 시 사고음을 활용한 교통사고 자동감지 음향인식 시스템[1] 및 음향신호 처리 기반의 터널 교통사고 자동검지 시스템이 있다[2]. 또한 공장 내의 소리 측

정만으로 기계 내부 부품의 이상 확인이 가능한 ‘기기사운드 닥터’ 등의 사례와[3], 해외사례로서 오스트리아에서 터널에서 발생하는 사고 음향을 가지고 돌발상황을 감지하는 터널 음향 분석 기술을 개발사례가 있다.[4] 하지만 이러한 기술 및 연구결과들은 본 논문에서 다루려는 긴급한 상황에 배포하기 위한 음향 IoT 디바이스 기술과는 차이가 있다.

2.1 음향 이벤트 탐지 알고리즘 구현

음향 IoT 디바이스에서 음향 탐지를 위하여 음향은 초당 16,000개의 샘플로 수집되며, 음향탐지 알고리즘은 이중 512개의 음향샘플 데이터를 한개의 프레임으로 묶어서 연산을 수행한다.

음향 탐지알고리즘은 512개 샘플인 한 프레임의 에너지를 계산하고 특정 임계값을 초과하는지 확인하여 음향이벤트의 시작과 종료를 탐지하는 state machine을 구동한다. 음향이벤트 탐지를 위한 state machine은 아래의 그림과 같다.



[그림 1] 음향 이벤트 탐지 알고리즘 state machine 동작

위의 알고리즘은 5개의 state로 구성되는데, state 0은 idle 상태, state 1은 음향이벤트 감지가 시작된 상태, state 2는 음향이벤트 감지가 지속되는 상태, state 3은 음향이벤트가 마무리 되는 상태, state 4는 음향이벤트가 종료된 상태이며 음성데이터 전송이 필요한 상태로 구분된다.

state machine의 전체적인 동작은 다음과 같다. 특정값 이상의 음향 신호가 들어오면 state0에서 state1인 감지 시작상태로 전환한다. 10번 이상 연속해서 특정값 이상의 음향이 들어오면 state2인 음

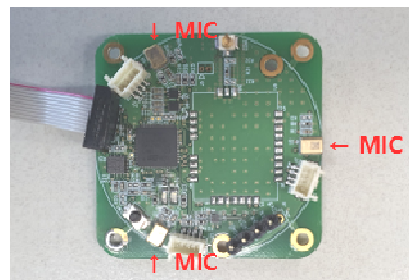
향이벤트 지속 상태로 전환한다. state2의 음향이벤트를 지속적으로 수집하는 상태에서, 더 이상 특정값 이상의 신호가 들어오지 않는 상황이 되면 state3인 음향이벤트 마무리단계로 전환한다. state3에서 특정 값 이상의 신호가 들어오지 않는 상황이 일정 시간 이상 지속이 되면 state4인 음향이벤트 종료상태로 전환한다. state4에서는 음향이벤트 종료에 따라 저장된 음향을 전송하고, 다시 상태를 초기화 시킨다.

2.2 음향 이벤트 탐지 알고리즘 실험 및 테스트

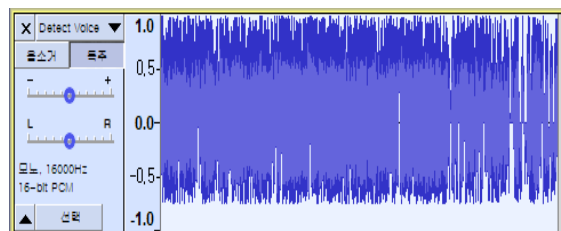
음향 IoT 디바이스를 위한 보드는 그림 2와 같다. 음향 IoT를 위한 프로세서는 STM32F413을 사용한다. 해당 MCU는 프로그램 메모리 1536 KB, SRAM 320 KB를 가지고 있으며, 음향센서 인터페이스를 위한 DFSDM을 6개 가지고 있고, 168MHz로 동작이 가능하다.

음향은 DMA를 통해 DFSDM 에서 음향데이터를 수집하며 DMA ISR이 발생시 마다 데이터를 저장하고 탐지알고리즘을 구동한다.

음향 IoT 디바이스보드에 알고리즘을 포팅하였고, MEMS 마이크를 통해 수집된 음향신호를 분석하여 이벤트 탐지가 되면 해당 음향을 RS-232 인터페이스를 통해 UART 인터페이스로 전송한다. 그림3은 탐지된 음향데이터를 PC 어플리케이션을 통해 확인한 결과이다.



[그림 2] 음향 IoT 디바이스용 보드



[그림 3] 음향 이벤트 탐지 알고리즘의 탐지 결과

3. 결론

본 논문에서는 조난 상황 발생 시 조난자의 구조 신호를 잡아내기 위해 음향 IoT 디바이스를 위한 음향 탐지 알고리즘 구현에 대해 제시하였다. 이를 통해 제한된 통신환경에서 재난환경의 음향상황을 신속하게 수집하기 위한 음향 IoT 디바이스 개발에 활용할 수 있다. 향후 더 향상된 음향 IoT 디바이스를 위해 다채널 음향 데이터 수집 및 저장, 그리고 다중 임무 활용을 위한 다양한 음향이벤트 탐지 알고리즘 적용 기술의 개발이 추가될 예정이다.

Acknowledgement

이 논문은 2020년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임. (No.2020-0-00860, 음향기반 멀티-롤 지원 초소형 재난·안전용 센서 디바이스 및 재난상황 인식 기술 개발)

참고문헌

- [1] 동신대학교 산업협력단 “교차로 교통사고 자동감지를 위한 사고음 DB구축 및 음향인식 시스템 개발”보고서
- [2] 터널 교통사고 예방 시스템 “음향신호 처리 기반의 터널 교통사고 자동검지시스템 개발 최종보고서”
- [3] KT ‘기가사운드 닥터’ <https://blog.kt.com/1479>
- [4] 터널내 음향 관측을 통한 교통사고 알림 시스템 <https://infothek.bmk.gv.at/tunnel-ohren-fuer-noch-mehr-sicherheit/>