

Arduino와 개방형 IoT 플랫폼을 이용한 층간소음 유발 가구 판별 시스템

권오인, 김민재, 정태운

Discrimination System of Interlayer Noise-Induced Home
Using Arduino and Open IoT Platform

O-in Kwon, Min-jae Kim, Tae-yun Jung

Department of International Communication Engineering, Hanbat National University

초 록

본 논문은 Arduino와 MATLAB기반의 데이터 분석을 통해 각 가구의 층간소음을 비교, 분석 하여 실제 소음 유발 가구의 판별 시스템을 연구한 내용이다. 최근 스마트홈(Smart Home)의 발전을 통해 모든 가구에 IoT가 포함되어 건물을 설계하도록 하는 추세이다. 이에 따라 본 연구는 아파트 모든 가구에 IoT가 포함되어 설계가 된다는 가정 하에 연구를 진행하였다. 측정은 Arduino의 소리(dB) 측정센서와 진동 감지센서를 이용하여 보다 정밀한 값을 얻도록 설계가 되었고, 데이터의 분석은 MATLAB을 이용하여 이루어졌다. Open IoT platform은 수집된 자료들의 비교분석을 위해 ThingSpeak를 이용하였다. 이를 통해, 각 가구의 데이터를 수집하고, 수집된 데이터를 비교, 분석하여 실제 층간소음을 유발하는 가구를 정확히 판별할 수 있도록 설계하였다. 이는 추후에 층간소음으로 인한 분쟁 발생 시 근거 자료로써 활용 할 수 있다. Arduino는 두개의 Sensor와 WiFi Module로 이루어져 있으며, 개발환경은 Arduino IDE를 사용하였다.

Abstract

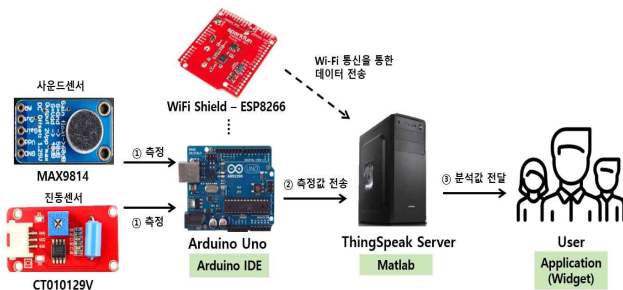
This paper indicates discrimination system of interlayer noise-induced home by comparing and analyzing the interlayer noise of each household through data analysis based on Arduino and MATLAB. Recently, there are lots of quarrel among residents because of the interlayer noise. In addition, trend is that architects design buildings including IoT technology. Therefore, We processed study for more accurate the interlayer noise measurement under the assumption that IoT is included in all household. We collected data using sound and vibration measurement sensors to obtain accurate value. We used MATLAB for data analyzing. Also, we used ThingSpeak that is the open-type IoT platform for compare and analyze data. As a result, we analyzed the collected data and designed it to accurately discriminate households that cause actual interlayer noise. Later, if there is a dispute, user can easily make use of this data with legal data. Arduino consists of two sound modules and Wi-Fi module. The development environment is an Arduino IDE.

서론

최근 몇 년 사이에 층간소음에 대한 관심이 높아지고 있다. 이웃 간 불화로 인한 사고 및 인재(人災)에 대한 심각성이 높아지고 있다. 그 원인에는 층간소음 유발 가구가 스스로 소음을 인지 못하는 사실과 층간소음 측정의 번거로움이 있어 실질적인 문제 해결이 어렵다는 사실에 있다. 즉, 층간소음 측정이 이루어지기까지 소요되는 시간에 비해 소음 유발이 일시적, 한시적이며, 여러 행정절차를 거친 후 통상 1달 이상을 대기하여야 측정이 가능하기에 그냥 체념해버리는 사람들도 발생해버리고 있다.

환경부에 따르면, 2017년 층간소음민원 접수분은 23,000여건임에 반해 실제 측정분은 410건에 그쳤다. 현재 2018년 7월 기준으로 층간소음민원 접수분은 18,000여건임에 반해 실제 측정분은 33건에 불과하다.

이러한 문제점을 해결하고자 본 연구에서는 소음측정기를 통해 실내가 조용한 상태의 한 가구에서 일정 시간동안 측정된 소리를 근거로 층간소음을 판단하는 방식에서 벗어나, 아파트 전체에서 상시로 발생하는 각 가구의 소리를 측정한다. 각 가구의 센서에서 측정된 데이터를 비교, 분석하여 층간소음 유발 가구를 판별하기 위해 Open IoT Platform으로 모든 데이터를 받아들인다. 이와 같은 분석을 통해 알려진 층간소음 유발 가구의 호수를 주변 가구와 해당 가구에 알려줌으로써, 소음 유발 가구가 스스로 인지하여 이웃 간의 층간소음 불화를 줄이고자 한다. <그림 1>은 층간소음 유발 가구 판별 시스템 구성도를 나타낸다.



< 그림 1. 층간소음 유발가구 판별 시스템 구성도 >

최근 스마트홈(SmartHome) 기술의 발전을 통해, 현재는 아파트 건축시 모든 가구에 IoT가 부착되어

건설되어지고 있다고 한다. 이에 따라 본 연구는 차후 건설되어지는 스마트홈의 IoT를 통해 운용한다는 것을 가정하여 진행하였다.

본론

I. 층간소음 측정 방식

구분		주간 (06:00~22:00)	야간 (22:00~06:00)
뛰는 소리, 걷는 소리 등 직접 충격 소음	1분등가소음도 (Leq, dB(A))	43	38
	최고소음도 (Lmax, dB(A))	57	52
TV, 라디오, 악기 등 공기전달 소음	5분등가소음도 (Leq, dB(A))	45	40

< 표 1. 층간 소음 법적 기준치 >

층간 소음 법적 기준치<표 1>를 참고하면, 소음의 종류는 크게 직접 충격음과 공기 전달 소음이 있다. 두 가지의 소리를 구별하여 소음 유발 가구를 판별하기 위해 먼저, 사운드센서를 통하여 1분 등가소음도 (Leq, dB(A))의 값을 산출하여 공기 전달 소음을 판별한다. 다음으로, 직접충격소음을 판별하기 위해 진동센서를 활용하여 기준치 이상일 때의 측정된 1분등가소음도를 이용하여 판단한다.

II. Arduino를 통한 소음 측정 방식

II.1. 사운드 센서를 통한 소음 측정 방식

$$P[\text{Pa}] = \frac{\text{Voltage} [\text{mV}]}{\text{Sensitivity} [\text{mV/Pa}]}$$

< 수식 1. 사운드센서 출력(V)를 압력(P)로 변환 >

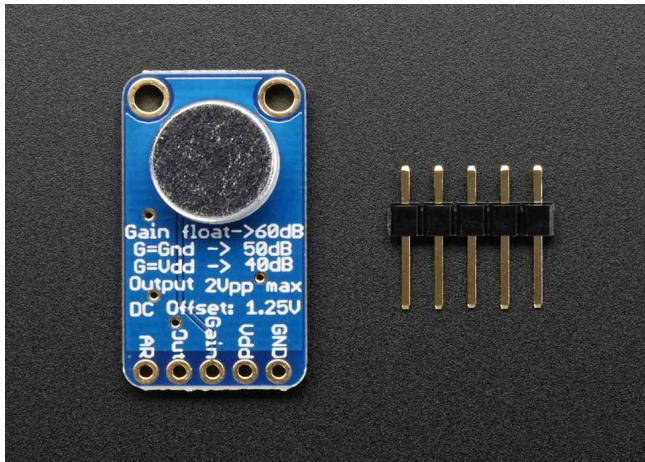
$$L_{eq} = 20 \log_{10} \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \frac{P_a(t)}{P_0} dt \right]$$

- t1부터 t2까지 측정된 음압의 산술평균
- 특성음압 $P_a(t)$ = 측정 값
- 소음 센서의 측정 간격 : 5ms
- 기준음압 $P_0 = 20\mu\text{Pa}$

< 수식 2. 1분 등가소음도(Leq, dB(A)) >

사운드센서를 통해 얻어진 500ms 간격의 소리 출력

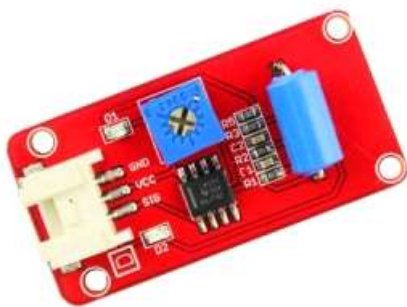
값(V)을 소리의 세기(P)로 변환하기 위해 <수식 1>의 출력(V)을 압력(P)로 변환 하는 식을 이용한다. 변환한 소리의 세기(P)를 통해 <수식 2>의 1분등가소음도 계산식을 이용하여 1분등가소음도(Leq, dB(A))를 산출한다. 이 때, 사운드 센서로 <그림 2>의 MAX9814 모델을 사용하여 본 연구를 진행하였다.



<그림 2. Electret Microphone Amplifier - MAX9814 >

II.2. 진동 측정센서를 통한 직접충격소음 판별 방식

진동측정센서를 사용하여 수차례 실험을 통해 충격소음이 발생했을 때, 500ms 동안 발생한 진동의 횟수를 측정하여 충격소음이라고 판단되는 진동의 기준치를 정한다. 진동의 기준치를 통해 1분 동안의 충격소음 발생 빈도수를 누적하여, 충격 전달 소음의 1분등가소음도가 기준치를 초과했음과 동시에, 충격소음 발생 빈도 기준치를 초과했을 경우 이를 직접충격소음이 발생하였다고 판단한다.



<그림 3. Crowtail- 진동센서 모듈>

이 때, 본 연구에서 사용한 장치는 <그림 3>의 진동센서 모듈을 사용하였다. 또한, 진동센서 모듈은 각 가구의 천장에 부착되어 윗집의 진동을 아랫집에서 측정 한다.

III. Open IoT Platform을 이용한 데이터 수집

층간소음 유발 가구를 판별하기 위해서는 각 가구의 소리 데이터를 비교하여야 한다. 비교를 위한 각 가구의 데이터를 수집하기 위해 Open IoT Platform을 이용하여 본 연구를 진행하였다.

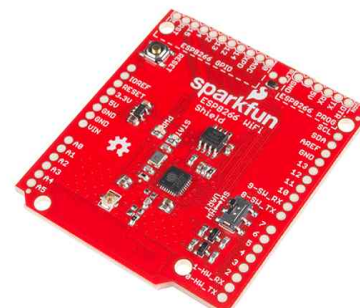


< 그림 4. ThingSpeak - Open IoT Platform >

<그림 4>는 각 가구의 소리 데이터를 하나의 Server로 수집하기 위해 이용한 Open IoT Platform 'Thingspeak'이다. Arduino의 센서를 통해 얻은 데이터를 Platform으로 전송하기 위해 WiFi Shield를 Arduino Board에 부착하여 WiFi 통신을 통해 데이터를 전송하였다.



<그림 5. Arduino Uno(R3) >

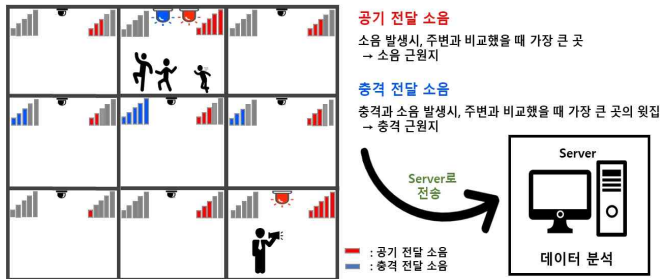


<그림 6. SparkFun WiFi Shield - ESP8266 >

<그림 5>는 본 연구에서 사용한 Arduino Uno (R3) 모델이고, <그림 6>은 WiFi shield - ESP8266 모델이다.

IV. MATLAB을 통한 데이터 분석 및 시각화

IV.1. MATLAB을 통한 데이터 분석



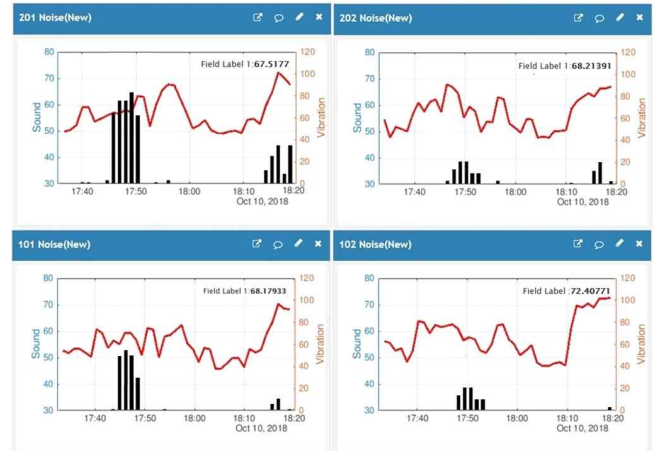
<그림 7. 소리 데이터 분석 과정 >

<그림 7>은 수집된 데이터를 활용하여, 소리 데이터 분석을 통한 층간소음 유발가구를 어떤 방식으로 판별할 지에 관한 그림이다. 본 연구에서는 모든 가구별 근처 자신 포함 인접 가구의 소리 데이터를 이용하여 층간소음 유발 가구를 판단한다.

첫 번째로, 공기 전달 소음 발생지를 판별하는 방식에 대해 설명한다. 자신을 포함한 인접 가구의 1분등가소음도 데이터를 비교하여 가장 큰 1분등가소음도 데이터를 가진 가구를 공기 전달 소음 유발지로 판단한다. 두 번째로, 직접충격소음 발생지를 판별하는 방식에 대해 설명한다. 자신을 포함한 인접가구의 1분등가소음도 데이터와 충격발생 빈도수 데이터를 이용한다. 가구에서 빈도수가 직접 충격 소음에 부합하는 정도로 발생한 경우, 해당 가구의 1분등가소음도 데이터를 확인한다. 만약, 직접충격소음에 해당하는 기준치를 초과한 경우, 해당 가구의 윗집을 직접 충격 소음 유발지로 판단한다.

층간소음이란, 타(他) 가구에서 발생한 소리가 자신의 가구에 소음 기준치 이상으로 전파(傳播) 될 경우 성립된다. 상기 층간소음 법령과 판별 방식에 있어서, 근접한 2개 가구 이상이 기준치를 넘겼을 때만 소음 유발지로 판별이 가능하도록 시스템을 설계하였다.

IV.2. MATLAB을 통한 시각화



<그림 8. 수집된 데이터의 시각화 >

<그림 8>은 MATLAB을 통해 수집된 데이터를 시각화한 그림이다. 소리와 빈도수의 데이터는 실제 시간을 기준으로 수집하였다. 좌측 범례를 통해 1분등가소음도의 값을 확인 할 수 있으며, 우측 범례를 통해 충격 소음의 빈도수를 확인 할 수 있다.



<그림 9. 실시간 확인 가능 어플 및 위젯 >

또한, <그림 9>와 같이 휴대폰의 어플 및 위젯을 통해 관리자는 실시간으로 각 호수별 1분등가소음도의 정보와 충격 소음의 빈도수 정보를 확인을 할 수 있으며, 사용자는 실시간으로 층간소음 발생 시 휴대폰의 경보 알람을 통해 공기전달소음 발생지 및 직접 충격소음 발생지가 어느 곳인지 즉시 확인할 수 있다.

결 론

본 논문의 연구는 층간소음의 근본적인 해결이 아닌 층간 소음의 원인을 분석하여, 주변 이웃 사이의 불화를 줄이는 것이 목적이다.

본 시스템은 기존의 소음 측정 방식보다 더욱 정확한 소음 유발 가구 판별이 가능하다. 소음 발생 시, 서버에서 소음 유발 가구를 판별하여 이웃 간 분쟁을 사전에 예방한다. 층간소음으로 인한 이웃 간 분쟁 해소가 가능할 것으로 기대한다. 혹, 분쟁 발생 시 근거 자료로도 활용 가능하다. 또, 상시 측정을 바탕으로 하여, 사용자가 즉각 확인 가능한 시스템을 제공한다.

본 연구는 스마트홈이라는 한정된 건물에서 운용 가능한 시스템이다. 기존 건물에 대한 층간소음 측정 시스템을 위해서는 전원, LAN, 센서설치 동의여부 등의 사안이 고려되어야 한다.

감사의 글

본 논문은 2018년도 산학협력선도대학육성사업단의 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

참고 문헌

- [1] Adafruit, "MAX9814", www.adafruit.com/product/1713
- [2] Devicemart, "진동센서모듈, Arduino Uno R3, ESP8266", www.devicemart.co.kr
- [3] 법제처, "공동주택 층간소음의 범위와 기준에 관한 규칙", 2014년 6월 3일 시행
- [4] MATLAB Simulink, www.mathworks.com
- [5] Thingspeak, www.Thingspeak.com

Researcher

권 오 인



2013년 3월~현재
: 한밭대학교 정보통신공학과

김 민 재



2013년 3월~현재
: 한밭대학교 정보통신공학과

정 태 운



2013년 3월~현재
: 한밭대학교 정보통신공학과

지도교수 염 기 수

