Journal of the Korean Society of Safety, Vol. 28, No. 1, pp. 24-28, February 2013
Copyright@2013 by The Korean Society of Safety (pISSN 1738-3803) *All right reserved.*

아이폰 4 및 아이폰 3Gs의 소음측정 애플리케이션에 대한 정확도 평가

마혜란 · 박두용†
한성대학교 기계시스템공학과
(2013. 1. 8. 접수 / 2013. 2. 19. 채택)

Evaluation on Accuracy of Noise Measurement Applications for iPhone 4 and iPhone 3Gs

Hye Ran Ma · Doo Yong Park†
Department of Mechanical Systems Engineering, Hansung University
(Received January 8, 2013 / Accepted February 19, 2013)

Abstract : This article evaluates the accuracy of noise measurements for 37 noise measurement applications for iPhone 4 and iPhone 3Gs. Noise levels were measured using simultaneously a precision sound level meter and iPhones installed noise measurement applications at the levels of 70 dB, 80 dB and 90 dB at 1,000 Hz. Measurement errors were estimated by subtracting two measurements between iPhone and sound level meter. It was found that measurement errors of 34 applications(89.2%) were greater than ±2 dB which is the maximum allowable error range for the Type II sound level meter. It was only 4 applications that measurement errors lie within ±2 dB error range. There was no significant differences among measurements with four iPhone 4s. However, there were significant differences between the measurements with iPhone 4 and iPhone 3Gs using the same application. It was due to the different hardware specifications such as microphone. Therefore, noise measurement applications, for example, which has to utilize hardware of the smartphone, should be programmed to identify hardware specifications and to adopt appropriate correction factors upon hardware specifications. In conclusion, it is necessary to check accuracy and validity before using the noise measurement applications for iPhones. Also, it was suggested that it should develop an evaluation guideline or protocol on accuracy testing for the measurement applications using a smartphone.
Key Words : noise, noise measurement, sound measurement, smartphone application, iPhone apps

1. 서 론

최근 스마트폰이 대중화되면서 많은 사람들은 스마트폰을 사용하고 있다. 스마트폰은 단순히 전화나 문자를 주고받기 위한 통신기기라기보다는 다양한 기능이 가능한 휴대용 초미니 컴퓨터라고 할 수 있다. 스마트폰은 마이크와 스피커, 사진기, GPS 등의 하드웨어를 장착하고 있으므로 이들 기능을 이용하면 기능을 매우 넓게 확장하거나 다양하게 응용할 수 있다. 따라서 적절한 소프트웨어만 있으면 스마트폰으로도 일반 컴퓨터가 수행할 수 있는 기능은 대부분 수행할 수 있다. 스마트폰의 응용소프트웨어를 애플리케이션(applications)이라고 하며, 이를 줄여서 보통 앱(app)이라고 한다.

스마트폰은 이미 안전이나 보건분야에 다양하게 응용되고 있다[1-3]. 물질안전보건자료나 독성자료 등을 데이터베이스(DB)화하여 제공하거나 지도 및 사고위험 정보와 GPS를 결합하여 안전운전을 하도록 도와주는 서비스 등이 대표적이다[4]. IT기기의 기술발전 추이로 볼 때 앞으로 안전보건 분야는 물론 모든 분야에 스마트폰의 활용가능성이나 새로운 서비스의 개발 및 보급 가능성은 무궁무진하다고 할 수 있을 것이다.

안전 및 보건분야에서 스마트폰을 활용하는 것은 접근성(accessibility)이라는 측면에서 획기적인 전환점을 마련하는 계기가 될 것으로 전망된다. 스마트폰은 개인이 거의 24시간 휴대하고 있기 때문에 언제, 어디서든 원할 때 사용이 가능하다. 즉 접근성이 매우 높다. 따라서 스마트폰은 개인의 위험에 대한 노출여부를 실시간으로 확인하거나 개인의 노출이력을 추적하기에 적합하다. 이러한 특성으로 인하여 향후 스마트폰은 개인이 스스로 자신의 환경노출정도를 확인하거나 기록하는데 유용한 도구로 활용될 가능성이 높다.

이러한 가능성을 보여주는 대표적인 사례가 소음측정이라고 할 수 있다. 현재 아이폰이나 안드로이드폰에서 모두 상당히 많은 종류의 소음측정앱이 출시되어 있다. 따라서 스마트폰만 있으면 누구든지 언제 어디서나 간단하게 소음수준을 측정할 수 있게 되었다.

†Corresponding Author: Doo Yong Park, Tel : +82-2-760-4325, E-mail : dooyong@hansung.ac.kr
Department of Mechanical Systems Engineering, Hansung University, 116 Samseongyo-ro, 16-gil, Seongbuk-gu, Seoul 136-792, Korea

그러나 이와 같은 소음측정용 앱을 이용하여 스마트폰으로 측정한 측정결과가 어느 정도 정확한지에 대해서는 밝혀진 바가 없다. 만약 측정결과가 정확하지 않다면 사용자에게 그릇된 정보를 제공함으로써 오히려 문제를 더욱 악화시키는 결과를 초래할 수도 있다. 스마트폰의 측정결과가 과대평가되는 경우 실제로는 안전하지만, 불안전한 것으로 잘못된 정보를 제공함으로써 불필요한 불안감을 심어주거나 안전을 확보하기 위해 시간이나 비용을 낭비하는 결과를 초래할 것이다. 반면 스마트폰의 측정결과가 과소평가되는 경우에는 불안전한 환경을 안전한 것으로 잘못 판단하여 위험을 회피할 기회를 놓치게 될 것이다.

지금까지 스마트폰을 이용한 소음측정 앱은 여러 가지가 선보였지만 이들 앱을 이용한 소음측정결과의 정확도에 대한 평가가 이루어진 적은 없었다. 따라서 본 연구는 스마트폰의 대중화 시대를 열고, 가장 많은 소음측정용 앱이 출시되어 있는 아이폰 4와 3Gs를 대상으로 소음측정용 앱을 이용하여 실용적인 측면에서 소음수준을 측정하고 파악하는 것이 가능한지를 확인하고, 향후 아이폰과 같은 스마트폰용 소음측정용 앱을 개발할 때 필요한 기초자료를 제공하기 위해 실시하였다.

2. 연구방법

2.1. 스마트폰 및 앱

평가대상 스마트폰으로는 실험당시 대표적인 아이폰의 종류였던 아이폰 4와 아이폰 3Gs를 선정하였다. 아이폰4와 아이폰3Gs의 운영체제는 IOS4.3.3이었다.

스마트폰으로 아이폰을 선정한 이유는 다음과 같다. 첫째, 아이폰은 단일기종으로 안드로이드폰에 비해 제품의 종류가 단순하고, 같은 모델의 하드웨어 규격이 일정하기 때문에 실험대상을 제품을 선정하기 용이하며, 무작위로 선정된 제품이 대표성을 가질 수 있기 때문이다. 둘째, 아이폰용 소음측정 앱의 종류가 안드로이드 폰보다 훨씬 많이 출시되어 있었기 때문에 소음측정 앱의 평가대상으로 적합하였다. 셋째, 아이폰용 소음측정 앱은 아이폰 4와 아이폰 3Gs에서 모두 작용되기 때문에 두 모델에서 동일한 소음측정 앱을 동시에 평가할 수 있었다. 따라서 하드웨어 제원(specification)이 다른 두 모델의 아이폰에서 동일한 소음측정용 앱을 이용한 측정결과에 대한 차이를 검증할 수 있었기 때문이다.

소음측정 앱은 앱스토어(app store)에서 noise meter, spl, noise, sound meter 및 decibel이라는 용어로 검색하여 찾았다. 검색 결과 모두 62개 소음측정관련 앱이 검색되었고(2011년 8월 13일 기준), 그 중에서 정량적 평가가 가능한 디지털 타입 36개와 아날로그 타입 1개 등 총 37개의 소음측정 앱을 실험대상으로 선정하였다.

2.2. 실험방법

소음계에 대한 우리나라 산업표준규격은 KS C 1502:2001, 적분 평균 소음계의 규격은 KS C 1505:2001이며[5,6], 국제규격은 각각 IEC 60651:1979 및 IEC 60804:2000이다[7,8]. 이 규격에서 소음계를 시험하기 위한 기준음압수준은 소음계의 절대감도 조정을 목적으로 제조업체가 규정해 놓은 음압수준으로 하도록 되어 있으며, 보통 94 dB이 선호되지만, 만일 계측기의 측정 영역이 이 수준 이내에 있지 않으면 84 dB이나 74 dB을 채택하도록 하고 있다[5].

본 연구에서는 아이폰의 소음측정 앱으로 1,000 Hz의 70 dB, 80 dB 및 90 dB의 3가지 음압수준에서 정확도를 평가하였다. 정확도는 측정치와 참값의 차가 작은 정도를 말하며[9], 본 실험에서는 아이폰과 같은 지점에서 동시에 측정한 정밀소음계의 측정값을 참값으로 보았다. 측정값은 아이폰 4와 아이폰 3Gs에서 각 소음측정 앱으로 3번씩 측정하여 산출한 평균값으로 하였다. 정확도를 산출하기 위해 측정값과 참값의 차이인 측정오차를 산출하였다[9].

실험에 사용한 소리는 1,000 Hz 컴퓨터와 순음을 스피커(Britz BR- 5100Maesto 5.1CH)로 발생시켰다. 순음 파일은 인터넷에서 다운을 받아 소리편집프로그램(사운드포지)을 이용하여 주파수특성을 확인하였으며, 실제 재생되는 소리의 주파수 특성은 주파수분석기를 부착한 정밀소음계(B&K Model #2260 Observer)로 확인하였다.

아이폰은 소음을 측정하기 위해 스피커로부터 약 1 m 떨어진 지점에 충격음이 전달되지 않도록 스펀지 위 올려놓고, 일반적인 소음측정방법과 동일하게 아이폰 마이크의 방향을 소리의 입사방향에서 약 30°를 유지하여 소음을 측정하였다.

실험을 실시한 음압수준인 70 dB, 80 dB 및 90 dB은 아이폰과 동일한 위치에서 정밀소음계의 측정값을 기준으로 스피커의 음량스위치를 조절하여 맞추었다. 아이폰으로 소음을 측정하는 동안 정밀소음계를 통한 소음수준은 지속적으로 확인하였다. 정밀소음계는 측정 전후에 보정(calibration)하였다.

실험장소는 배경소음이 거의 없는 일반실험실이었으며, 배경소음 및 방해소음에 의한 영향을 최소화하기 위해 새벽시간에 실험을 실시하였다. 소음계의 산업표준규격에는 소음계를 시험할 때 무음향실과 같은 장소에 대한 규격은 따로 명시되어 있지 않다. 이것은 배경소음수준이 시험 소음수준보다 20 dB 이상 낮으면 시험소음 측정값에 미치는 영향이 0.04 dB 이하에 불과하여 실제 측정값에 전혀 영향을 주지 않기 때문이다. 즉 90 dB 수준에서 시험을 할 경우에는 배경소음이 70 dB 이하로만 유지되면 되고, 70 dB 수준에서 시험을 할 경우에는 배경소음이 50dB 이하로만 유지되면 아무런 문제가 없다. 본 실험장소는 일반실험실이었지만 실험을 진행한 새벽시간대의 배경소음은 40 dB 수준으로 최저 시험 소음수준인 70 dB보다 20 dB 이상 낮았기 때문에 배경소음은 측정값에 전혀 영향을 미치지 않았다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 아이폰의 소음측정 정확도

소음측정 앱을 설치한 아이폰 4와 아이폰 3Gs로 1,000 Hz의 70 dB, 80 dB 및 90 dB의 소음을 측정한 결과에 대

한 정확도는 Table 1과 같다. 아이폰 4에서 'dB Sound Measurements'라는 앱은 70 dB, 80 dB 및 90 dB에서 측정오차의 평균이 0.1 dB로 정확도가 매우 높았다. 산업표준규격에서 형식 2의 소음계 허용오차가 ±1 dB이하인 점을 고려하면 이 앱의 정확도는 아주 높은 수준이라고 할 수 있다.[5] 물론 본 연구에서의 시험은 단지 1,000 Hz의 순음만을 대상으로 했으며, 소음수준도 70-90 dB로 한정했기 때문에 공식적인 정밀소음계의 규격과 직접적인 비교는 불가능하지만 위의 결과로부터, 앱을 제대로만 개발한다면 아이폰과 같은 스마트폰을 이용하여 소음을 정확하게 측정할 수 있는 가능성을 확인할 수 있었다. 한편, dBMeter Pro라는 앱의 측정오차 평균은 -1.1 dB, Decibel Delux의 평균오차는 1.1 dB, UE SPL의 평균오차는 1.3 dB로 나타나 아이폰 4에서 측정오차가 ±2 dB 이하인 앱은 총 4개(11 %)인 것으로 나타났다.

한편 약 35%(13개)의 앱은 소음측정 오차가 ±10 dB 이상으로 매우 커서 소음측정용이 아니라 참고용으로도 사용하기 어려운 것으로 나타났다. 그 중 일부는 오차가 30 dB 이상으로 터무니없이 커서 도저히 소음측정 앱이라고 보기 어려운 엉터리 제품도 있는 것으로 나타났다.

Table 1. Noise measurement errors using noise measurement applications for iPhone 4 and iPhone 3Gs at 1,000 Hz

No.	Name of Apps	iPhone 4				iPhone 3Gs			
		Test Noise Level (dB)				Test Noise Level (dB)			
		70	80	90	Mean	70	80	90	Mean
1	Professional Volume Tester	-36.3	-46.5	-57.8	-46.9	-39.6	-51.1	-61.3	-50.7
2	SoundLevel	-36.2	-40.0	-25.2	-33.8	-38.0	-45.0	-45.0	-42.7
3	Noise Meter	-44.0	-18.2	-5.0	-22.4	-48.4	-40.6	-28.6	-39.2
4	Audio Tool	-15.2	-20.0	-23.4	-19.5	-17.8	-25.6	-27.8	-23.7
5	noise patrol	-35.4	-27.4	12.0	-16.9	-46.0	-41.0	-21.4	-36.1
6	160dB Sound Level Meter	-16.1	-16.8	-17.7	-16.9	-24.5	-27.8	-25.9	-26.1
7	dB Level	-18.0	-19.4	-12.2	-16.5	-22.8	-26.6	-26.8	-25.4
8	iNoiseMeter for Iphone	-27.4	-21.5	7.7	-13.7	-31.9	-37.2	-32.2	-33.8
9	TooLoud?	-16.2	-14.8	-7.0	-12.7	-23.8	-21.2	-19.0	-21.3
10	Analyzer	-6.0	-4.0	-3.2	-4.4	-7.0	-4.0	-3.0	-4.7
11	Noise Sniffer	-1.6	-2.7	-2.5	-2.3	-7.5	-9.4	-9.6	-8.8
12	dBMeter Pro	-2.3	-1.1	0.3	-1.1	-1.9	-3.4	-3.0	-2.8
13	dB Sound Measurements	0.7	-0.1	-0.3	0.1	-3.7	-3.4	-3.4	-3.5
14	Decibel Deluxe	1.0	0.4	2.0	1.1	-4.0	-4.0	-3.2	-3.7
15	UE SPL	2.0	1.0	1.0	1.3	-1.0	-1.0	-0.8	-0.9
16	decivels	2.8	2.0	2.2	2.3	-4.0	-4.6	-4.6	-4.4
17	Decibel	1.0	5.0	1.0	2.3	-1.0	-2.0	-4.0	-2.3
18	Advanced dB/SPL Meter	1.4	2.4	3.7	2.5	-5.1	-3.6	-4.2	-4.3
19	Db Volume Meter	1.0	3.6	3.3	2.6	-5.9	-5.6	-6.8	-6.1
20	SPLnFFT Noise Meter	7.5	0.2	1.3	3.0	-0.9	0.5	1.2	0.3
21	Decibel Pro	3.0	3.0	3.0	3.0	-7.0	-8.0	-6.2	-7.1
22	Decibel Volume Meter	3.0	3.5	2.7	3.1	-6.5	-5.8	-5.9	-6.1
23	How Loud Is It	4.3	2.6	2.8	3.2	-3.8	-3.9	-3.1	-3.6
24	Advanced Decibel Meter	3.4	3.2	3.2	3.3	-5.2	-5.4	-4.2	-4.9
25	Vol Meter	4.3	2.4	3.3	3.3	-4.4	-4.8	-4.1	-4.4
26	Digital Sound Meter FREE	3.0	2.2	5.0	3.4	-3.0	-3.8	-4.0	-3.6
27	dB Meter	3.3	3.6	3.8	3.6	-3.6	-3.4	-2.7	-3.2
28	dB	5.8	5.8	6.0	5.9	-2.8	-2.2	-2.0	-2.3
29	Audio Kit	4.9	7.5	8.1	6.8	1.1	1.5	1.1	1.3
30	Decibel Meter	7.0	6.4	7.0	6.8	-2.0	-1.7	-2.0	-1.9
31	JL Audio Tools	7.6	8.3	7.9	7.9	1.2	1.2	1.5	1.3
32	decivelite	8.5	8.8	8.7	8.6	0.9	0.5	0.5	0.6
33	Audio Tools	10.0	10.0	6.0	8.7	0.2	-3.0	6.0	1.1
34	HowLoud	11.6	11.0	11.0	11.2	3.0	2.2	1.2	2.1
35	MetalMed dB	12.2	11.2	12.8	12.1	4.4	5.0	4.8	4.7
36	Decibel Ultra	26.0	16.0	5.8	15.9	24.0	14.0	4.0	14.0
37	Noise Meter Free Edition	17.6	21.2	24.6	21.1	-10.6	-13.0	-15.8	-13.1

소음측정용 또는 대략적인 소음수준을 파악하기 위한 참고용으로 사용하기 위해서는 측정정확도가 ±2 dB 정도는 되어야 한다. 더구나 본 연구에서 사용한 소리는 소리의 기준주파수음인 1,000 Hz이었고, 음압수준도 70-90 dB로 전형적인 소음수준이었으므로 이 정도의 수준과 범위에서는 ±2 dB 이내의 정확도가 나와야 실제 환경이나 공장에서 소음측정용으로 사용이 가능할 것으로 판단된다. 왜냐하면 실제 생활소음이나 산업현장에서의 소음은 주파수 특성이 매우 복잡하며 음압수준의 폭도 훨씬 크기 때문에 그만큼 측정오차도 더 커질 가능성이 있기 때문이다.

3.2. 아이폰 4와 아이폰 3Gs의 비교

동일한 앱을 아이폰 3Gs로 소음을 측정한 결과를 보면 측정오차가 ±2 dB 이하인 앱은 7개(19%)로 아이폰 4에서보다 약 2배 더 많았으며, 오차가 ±1 dB 이하인 앱도 3개로 아이폰 4를 사용할 때보다 1개가 더 많았다. 이것은 실험 당시 아이폰 4가 출시된 지 얼마 되지 않았기 때문에 소음측정 앱의 상당수가 아이폰 3Gs를 기준으로 개발되었기 때문인 것으로 보인다.

아이폰 3Gs에서 측정오차가 ±2 dB 이내의 정확도를 보인 SPLnFFT Noise Meter, Audio Tools, UE SPL, decivelite, Decibel Meter, JL Audio Tools, Audio Kit는 아이폰 4에서의 측정값이 아이폰 3Gs에서보다 2.3 dB에서 8.7 dB 더 높았다. 아이폰 4에서 정확도가 높게 나타난 dB Sound Measurements, dBMeter Pro, Decibel Deluxe, UE SPL도 아이폰 4에서의 측정값이 아이폰 3Gs에서보다 1.7 dB에서 4.9 dB 더 높게 측정되었다. 이와 같이 모든 앱에서 아이폰 4의 측정값이 아이폰 3Gs의 측정값보다 더 높게 나타났다(Fig. 1). 이것은 아이폰 4의 마이크 성능이 아이폰 3 Gs보다 좋아졌기 때문에 나타난 현상으로 추측된다. 향상된 마이크를 사용한 아이폰 4에서는 동일한 수준의 음압에 대해 아이폰 3Gs보다 반응성이 커서 마이크에서 높은 변위의 전기적 신호가 발생될 것이다. 따라서 이와 같은 하드웨어 차이를 보정해 주지 않을 경우 하드웨어의 선능이 업그레이드되면 측정값이 과대평가 될 것이다.

이와 같은 결과로 볼 때 소음측정과 같이 스마트폰의 하드웨어를 이용하는 앱을 개발할 때는 스마트폰의 모델(버전) 또는 하드웨어의 모델을 인식하도록 하고 그에 맞도록 보정하여 측정값을 나타내도록 앱을 설계하거나 앱을 아이폰 3Gs용 또는 아이폰 4용과 같이 각각의 모델 및 버전에 따라 각각의 앱을 다르게 만들어 출시하여야 할 것으로 보인다.

한편 아이폰 4와 아이폰 3Gs의 측정값간의 차이가 가장 작은 앱은 Analyzer였다. Analyzer는 아이폰 4와 아이폰 3 Gs에서의 측정오차가 각각 -4.4 dB과 -4.7 dB로 정확도는 그다지 높지 않았지만 그 차이는 0.3 dB밖에 나지 않았다. 아이폰 4와 아이폰 3Gs에서 모두 비교적 양호한 측정결과를 보인 앱은 UE SPL로 각각의 측정오차가 0.9 dB과 -1.3 dB이었다. 아이폰 4와 아이폰 3Gs의 하드웨어가 다르다는 점을 감안할 때 이러한 앱은 자체적으로 아이폰 4와 아이폰 3Gs를 인식하고 그에 따라 각각에 맞는 보정값이나 변환 프로세스를 적용하여 측정결과를 산출한 것으로 추정된다.

3.3. 아이폰4 기기간의 변이에 대한 평가

아이폰을 소음측정용으로 사용하기 위해서는 측정값이 정확해야 할 뿐만 아니라 기기의 성능도 일정해야 한다. 즉 제품간 변이가 측정의 정확도에 영향을 미치지 않을 만큼 작아야 한다.

제품간 소음측정결과가 일정한지 알아보기 위하여 4대의 아이폰 4를 가지고 동시에 측정한 결과, Table 2와 같다. 제품간 비교는 dB Meter Pro, dB Sound Measurements 및 UE SPL 등 3개의 앱에 대하여 실험을 하였다. 4대의 아이폰 4는 일반인이 개통하여 사용 중인 것을 빌려서 사용하였다.

1,000 Hz의 90 dB에서 실험한 결과, 3개의 앱에서 4대의 아이폰간 변이는 앱의 종류와 상관없이 모두 표준편차가 0.5 dB(RSD 0.6%)로 무시할만한 수준이었다. 국제표준기구(ISO) 및 국내 KS규격에서 형식 2의 소음계 공차

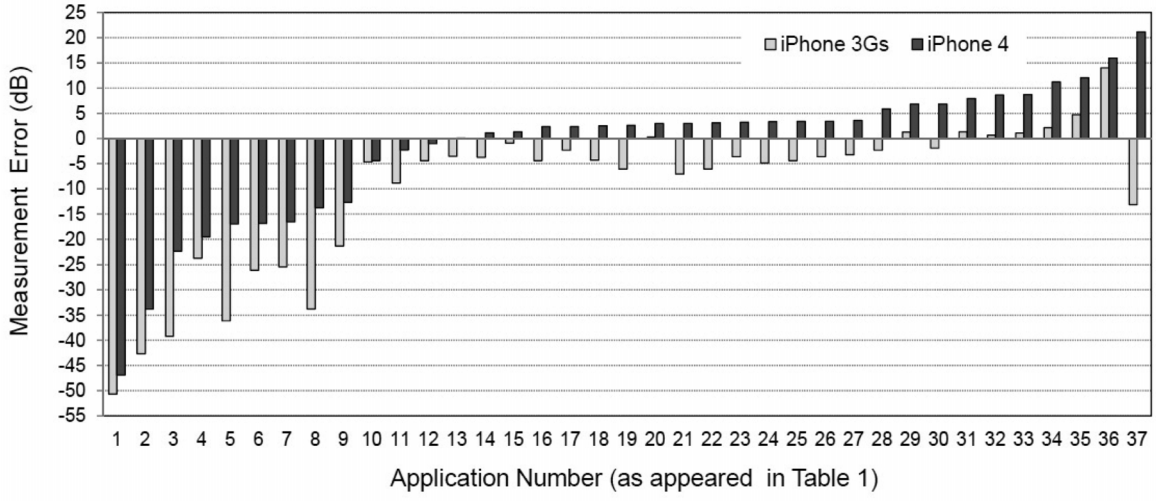

Fig. 1. Comparison of noise measurement errors using noise measurement applications for iPhone 4 and iPhone 3Gs.

Table 2. Inter-instrumental variations with iPhone 4

Name of application	iPhone 4				Mean	SD
	1	2	3	4		
dB Meter Pro	91.9	91.1	92.1	91.4	91.6	0.5
dB Sound Measurements	90.6	90.7	91.5	90.4	90.8	0.5
UE SPL	88.0	88.0	89.0	88.3	88.3	0.5

범위가 ±1 dB임을 감안할 때, 이 정도의 오차는 측정오차는 무시할만한 수준이다. 따라서 아이폰의 제품간 차이로 인한 측정오차는 문제가 되지 않는 것으로 판단된다.

4. 결 론

아이폰과 같은 스마트폰을 생활환경이나 작업환경에서 소음측정용으로 활용할 수 있는지, 그 가능성을 탐색하기 위하여 아이폰 4와 아이폰 3Gs를 대상으로 소음측정용으로 출시된 37개의 앱에 대해 정확도를 평가하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

아이폰 4와 아이폰 3Gs로 소음을 측정한 결과, 일부 앱에서는 측정오차가 정밀소음계의 공차수준인 ±1 dB 이하로 나타났다. 또한 아이폰 4의 경우 제품간 소음측정결과에는 큰 차이를 보이지 않았다. 따라서 아이폰과 같은 스마트폰을 이용하여 생활소음이나 작업환경소음을 측정할 수 있는 가능성이 충분히 있는 것으로 나타났다. 그러나 현재 시중에 출시되어 있는 아이폰용 소음측정 애플의 상당수는 측정오차가 매우 커서 사용상 주의가 요구되는 것으로 나타났다.

스마트폰과 같이 하드웨어를 이용하는 앱은 스마트폰의 기종은 물론 모델에 따라 하드웨어가 바뀌면 그것을 이용하여 측정한 값도 달라지게 마련이므로 앱이 하드웨어를 인식하여 측정값을 보정하도록 설계하거나, 스마트폰의 기종과 모델별로 별도의 앱을 출시해야 하는 것으로 나타났다. 한편 이와 같이 스마트폰의 하드웨어를 이용하는 앱의 경우 자체적으로 또는 제3자에 의해 그 정확도를 평가할 수 있는 시스템이나 규격(protocol)을 개발할 필요가 있다고 판단된다.

감사의 글: 본 연구는 한성대학교 교내연구비의 지원에 의하여 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

References

1) S. Boisvert, “An enterprise look at mHealth”, Journal of Healthcare Risk Management, 32(2) pp. 44~52, 2012.
2) J. S. Choi, B. Yi, J. H. Park, K. Choi, S. W. Park, and P. L. Rhee, “The Use of the Smartphone for Doctors: Empirical Study from Samsung Medical Center”, Healthc Inform Res. Vol. 17, No. 2, pp. 131~138, 2011.
3) J.T. Park, S.M. Chun, K.Y. Kim, “Analysis of Problems and Technological Trends of Applying Smartphone for U-healthcare”, Information and Communications Magazine, 29(10), pp. 45~54, 2012.
4) B. G. Lee, W. Y. Chung, “A smartphone-based driver safety monitoring system using data fusion”, Sensors (Basel), 12 (12), pp. 17536-52, 2012.
5) Korean Agency for Technology and Standards, “Korean Industrial Standard KS C 1502:2001, Sound level meters”, Korean Standards Association.
6) Korean Agency for Technology and Standards, “Korean Industrial Standard KS C 1505:2001, Integrating-averaging sound level meters”, Korean Standards Association.
7) International Electrotechnical Commission, “International Standard IEC 60651:1979. Standard for sound level meters”, IEC.
8) International Electrotechnical Commission, “International Standard IEC 60804:2000. Standard for sound level meters”, IEC.
9) BIPM, IEC, IFCC, ILAC, IUPAC, IUPAP, ISO, OIML, “The international vocabulary of metrology－basic and general concepts and associated terms(VIM)”, 3rd edn. JCGM 200 : 2012. http://www.bipm.org/vim