



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

석사학위논문

일부 스마트폰 소음측정 어플에 대한
정확도 평가

2012년



한성대학교 대학원

기계시스템공학과

산업위생공학전공

마혜란

석사학위논문
지도교수 박두용

일부 스마트폰 소음측정 어플에 대한 정확도 평가

Evaluation on Accuracy and Validity of
Noise Measurement Apps for iPhone

2011년 12월 일

한성대학교 대학원

기계시스템공학과

산업위생공학전공

마 혜 란

석사학위논문
지도교수 박두용

일부 스마트폰 소음측정 어플에 대한 정확도 평가

Evaluation on Accuracy and Validity of
Noise Measurement Apps for iPhone

위 논문을 공학 석사학위 논문으로 제출함

2011년 12월 일

한성대학교 대학원

기계시스템공학과

산업위생공학전공

마 해 란

마혜란의 공학 석사학위논문을 인준함

2011년 12월 일

심사위원장 최 재 봉 인

심 사 위 원 김 치 년 인

심 사 위 원 박 두 용 인

국 문 초 록

일부 스마트폰 소음측정 어플에 대한 정확도 평가

한성대학교 대학원

기계시스템공학과

산업위생공학전공

마 혜 란

본 연구는 소음측정 어플을 이용하여 아이폰을 작업현장에서의 소음계의 대용이나 간이측정용으로 사용이 가능한지 여부를 탐색하기 위하여, 아이폰용 소음측정 어플 37개에 대하여 측정의 정확도를 평가하였다. 평가방법은 실험실에서 일정한 소리를 발생시킨 상태에서 소음측정 어플을 작동시킨 아이폰과 정밀소음계로 소음수준을 측정하여 비교하였다.

소음측정 실험은 주파수 범위 100~8000Hz에서 70, 80 및 90dB의 3가지 수준에서 실시하였다. 소음은 각 주파수별 순음의 mp3파일을 컴퓨터와 스피커를 통해 발생시켰다.

본 연구의 결과는 다음과 같다.

1. 1000Hz의 순음, 90dB 수준에서 아이폰4는 37개의 어플 중 정밀소음계의 오차범위인 $\pm 1\text{dB}$ 의 정확도를 보이는 어플은 4개(10.8%)였고, 보통소음계의 오차범위인 $\pm 2\text{dB}$ 의 정확도를 보인 어플은 6개(16.2%)인 것으로 나타났다. 같은 조건에서 아이폰3Gs는 $\pm 1\text{dB}$ 의 정확도를 보이는 어플은 2개(5.4%), $\pm 2\text{dB}$ 의 정확도를 보인 어플은 8개(21.6%)였다.

2. 소음측정 어플 중에서 아이폰4용과 아이폰3Gs용으로 구분한 어플은 없었고, 모두 아이폰4와 아이폰3Gs의 공용이었다. 따라서 어플이 자체적으로 아

이폰3Gs인지 아이폰4인지를 인식하지 않으면 아이폰4와 아이폰3Gs에서 측정
한 소음수준은 하드웨어 구성요소(예: 마이크폰)의 성능에 따라 달라질 것이
다. 실제로 동일한 어플을 작동시킨 두 가지 아이폰을 가지고 동시에 소음측
정을 할 경우, 거의 모든 어플에서 아이폰4의 측정값이 높게 나타났다. 그러나
일부 어플은 두 아이폰에서 측정한 값이 거의 같았다.

3. UE SPL 소음측정어플은 100~8000Hz까지 비교적 정확하게 A 특성치
보정을 하는 것으로 나타났다. 그러나 A 특성치 보정을 평가한 4개의 어플 중
3개는 100~8000Hz까지 거의 A 특성치 보정을 하지 않는 것으로 나타났다.

5. 여러 대의 아이폰4 기기에서 동일한 어플로 동시에 측정했을 때 기기간
차이는 거의 없는 것으로 나타났다. 기기간 표준편차는 0.5 dB이하였다.

6. 소음측정 어플의 가격과 정확도에는 특별한 상관관계를 보이지 않았다.

【주요어】 스마트폰, 아이폰, 소음측정, 어플



목 차

제 1 장 서론	1
제 1 절 연구 배경 및 목적	1
제 2 장 대상선정 및 연구방법	3
제 1 절 스마트폰 및 어플의 선정	3
1. 스마트폰	3
2. 소음측정 어플	3
제 2 절 실험 방법	6
1. 실험장소	6
2. 소리의 발생	6
3. 비교 기준값(Reference Value)	7
4. 정확도 평가의 기준범위	7
5. 정확도 평가 실험방법	8
6. 주파수별 정확도 평가	8
7. 아이폰 기기간 변이 평가	8
제 3 장 연구결과 및 고찰	9
제 1 절 정확도 평가결과	9
1. 아이폰4	9
2. 아이폰3Gs	16
제 2 절 아이폰4와 아이폰3Gs에서의 정확도 비교	21
1. 아이폰4와 아이폰3Gs에서의 정확도 차이	21
2. 각 소음수준에서 아이폰4와 아이폰3Gs에서의 차이	22

제 3 절 주파수별 소음측정의 정확도	31
1. 평가 대상 어플 및 스마트폰	31
2. 평가 대상 주파수	31
3. 평가 결과	32
제 4 절 아이폰4 기기간의 변이에 대한 평가	44
제 5 절 어플의 가격과 정확도와의 관계	45
제 4 장 결론	48
 【참고문헌】	 50
 【부 록】	 51
국내 APP STORE에서 검색한 62개 어플 목록	51
아이폰4 vs. 아이폰3GS 사양비교	54
ABSTRACT	58



【 표 목 차 】

[표 1] 실험 대상 어플	5
[표 2] 측정에 사용한 소음계 종류와 구분	8
[표 3] 아이폰4와 정밀소음계와의 소음측정치 차이별 어플의 수(%)	9
[표 4] 아이폰4에서 어플을 이용한 측정값과 측정오차(절대값)	11
[표 5] 아이폰4에서 어플을 이용한 측정값의 소음수준별 오차의 변이 (평균 순)	14
[표 6] 아이폰4에서 어플을 이용한 측정값의 소음수준별 오차의 변이 (변이 순)	15
[표 7] 아이폰3Gs와 정밀소음계와의 소음측정치 차이별 어플의 수(%)	17
[표 8] 아이폰3Gs에서 어플을 이용한 측정값과 측정오차(절대값)	18
[표 9] 아이폰3Gs에서 어플을 이용한 측정값의 소음수준별 오차변이 (평균 순)	19
[표 10] 아이폰3Gs에서 어플을 이용한 측정값의 소음수준별 오차변이 (변이 순)	20
[표 11] 70,80,90dB의 소음수준에서 동일한 어플로 아이폰3Gs와 아이폰4에서 측정한 오차의 평균과 표준편차의 비교	22
[표 12] 아이폰3Gs와 아이폰4에서의 측정값 비교(90dB, 1000Hz)	25
[표 13] 아이폰3Gs와 아이폰4에서의 측정값 비교(80dB, 1000Hz)	27
[표 14] 아이폰3Gs와 아이폰4에서의 측정값 비교(70dB, 1000Hz)	29
[표 15] 아이폰4 기기와 정밀소음계 측정값(dBA)	45
[표 16] 가격별로 측정오차가 ± 1 dB이내의 정확도를 보인 어플 수	47
[표 17] 가격별로 측정오차가 ± 2 dB이내의 정확도를 보인 어플 수	47

【 그림 목 차 】

<그림 1> 아이폰3Gs와 아이폰4에서의 측정값 비교(90dB, 1000Hz)	26
<그림 2> 아이폰3Gs와 아이폰4에서의 측정값 비교(80dB, 1000Hz)	28
<그림 3> 아이폰3Gs와 아이폰4에서의 측정값 비교(70dB, 1000Hz)	30
<그림 4> UE SPL의 주파수별 dBA 측정결과 (측정기기:아이폰4, 음압수준: 70dB)	33
<그림 5> UE SPL의 주파수별 dBA 측정결과 (측정기기:아이폰4, 음압수준: 80dB)	33
<그림 6> UE SPL의 주파수별 dBA 측정결과 (측정기기:아이폰4, 음압수준: 90dB)	34
<그림 7> UE SPL의 주파수별 dBA 측정결과 (측정기기:아이폰4, 음압수준: 100dB)	34
<그림 8> SPLnFFT Noise Meter의 주파수별 dBA 측정결과 (측정기기:아이폰4, 음압수준: 70dB)	36
<그림 9> SPLnFFT Noise Meter의 주파수별 dBA 측정결과 (측정기기:아이폰4, 음압수준: 80dB)	36
<그림 10> SPLnFFT Noise Meter의 주파수별 dBA 측정결과 (측정기기:아이폰4, 음압수준: 90dB)	37
<그림 11> SPLnFFT Noise Meter의 주파수별 dBA 측정결과 (측정기기:아이폰4, 음압수준: 100dB)	37
<그림 12> Noise Sniffer의 주파수별 dBA 측정결과 (측정기기:아이폰4, 음압수준: 70dB)	39
<그림 13> Noise Sniffer의 주파수별 dBA 측정결과 (측정기기:아이폰4, 음압수준: 80dB)	39
<그림 14> Noise Sniffer의 주파수별 dBA 측정결과 (측정기기:아이폰4, 음압수준: 90dB)	40
<그림 15> Noise Sniffer의 주파수별 dBA 측정결과 (측정기기:아이폰4, 음압수준: 100dB)	40

<그림 16> dB Volume Meter의 주파수별 dBA 측정결과 (측정기기:아이폰4, 음압수준: 70dB)	42
<그림 17> dB Volume Meter의 주파수별 dBA 측정결과 (측정기기:아이폰4, 음압수준: 80dB)	42
<그림 18> dB Volume Meter의 주파수별 dBA 측정결과 (측정기기:아이폰4, 음압수준: 90dB)	43
<그림 19> dB Volume Meter의 주파수별 dBA 측정결과 (측정기기:아이폰4, 음압수준: 100dB)	43
<그림 20> 어플 가격과 아이폰4에서의 오차의 크기간 관계 (실험음압수준: 70, 80 및 90dB)	46
<그림 21> 어플 가격과 아이폰3Gs에서의 오차의 크기간 관계 (실험음압수준: 70, 80 및 90dB)	46



제1장 서 론

제1절 연구 배경 및 목적

IT 기술의 발달로 우리나라 국민 대다수가 휴대폰 또는 스마트폰을 보유하고 있다. 우리나라 휴대폰 시장은 2009년 11월말 아이폰의 국내 출시와 더불어 스마트폰이 폭발적인 증가세를 보여왔다¹⁾. 2010년에 스마트폰 사용자는 일천만 명에 육박하였고, 2011년에는 2천만명에 이르렀다고 한다.²⁾ 스마트폰의 등장은 단순히 전화 및 문자를 주고받는 전화의 기능에서 개인용 컴퓨터에 준하는 기기로서의 전환을 의미하며, 그 핵심은 소프트웨어에 해당하는 어플(app)이라고 할 수 있다.

한편 직업병이나 근로자의 건강 유해요인의 예방을 목적으로 하는 산업위생학의 기본적인 방법론은 작업환경 중에 유해요인이 확인되면 이것을 정량적으로 또는 정성적으로 측정·평가하는 것으로부터 시작한다. 그 동안 작업환경측정은 특수한 장비를 이용해야 했기 때문에 일반적으로 전문가나 전문기관에 의해 이루어져 왔다. 전문가나 전문기관에 의한 작업환경의 측정과 평가는 정확도나 신뢰도 측면에서 장점이 있지만, 필요한 때에 곧바로 측정을 할 수 없다는 단점이 있다. 특히 전문가나 전문기관의 측정서비스는 이러한 서비스를 받기 어려운 소규모 영세사업장이나 유해요인의 농도나 강도가 시간에 따라 변이가 심한 사업장의 경우에 치명적인 약점으로 작용한다.

소규모 사업장은 물론 대기업에서도 작업환경측정은 측정이 필요할 때 즉시 측정하는 것이 가장 바람직하다. 그러나 보통 측정을 하기 위해서는 고가의 측정장비가 요구되므로 사업장에서 자체적으로 측정을 한다는 것은 현실적으로 매우 어렵다.

최근 스마트폰은 이러한 제한점을 극복할 수 있는 가능성을 보여주고 있

1) 양일영, 이수영, 「이용 동기에 기반한 스마트폰 초기 이용자 유형에 관한 탐색적 연구」, 『한국어론학보』, 55권 1호, 2011년 2월, P4

2) 강희중, '스마트폰 경쟁' 내년이 승부처,

http://www.dt.co.kr/contents.html?article_no=2010122902010431742006, 디지털타임스, 2010,

다. 스마트폰에서 대거 선보이고 있는 여러 가지 소음측정 어플이 그러한 예에 해당된다. 소음측정 관련 어플은 스마트폰만 있으면 누구든지 언제 어디서나 간단하게 소음수준을 측정할 수 있게 해 준다. 현재는 작업환경 측정과 관련된 스마트폰의 어플이 소음측정에 국한되어 있지만 현재의 기술발전 속도로 볼 때 작업환경측정을 위한 어플과 부속품 개발은 먼 미래의 이야기만은 아닐 것이다.

현재 스마트폰용 소음측정 관련 어플이 실제로 얼마나 정확한지에 대해서는 연구된 바가 없다. 만약 스마트폰을 이용한 소음측정결과가 실제 소음수준과 일치하지 않는다면 스마트폰에 의한 측정은 도움보다는 혼란을 초래하거나 현실을 왜곡할 수도 있다.

본 연구는 최근 다양한 소음관련 어플이 출시되어 있는 아이폰용 어플을 대상으로 그 정확도를 평가하고 그 평가결과를 바탕으로 향후 스마트폰용 소음측정 어플을 사용할 때 주의점과 어플을 개발할 때 고려해야 할 사항을 고찰하였다.



HANSUNG
UNIVERSITY

제2장 대상선정 및 연구방법

제1절 스마트폰 및 어플의 선정

1. 스마트폰

본 연구에서는 측정에 사용할 스마트폰으로 아이폰을 선정하였다. 본 연구에서 사용한 아이폰의 주모델은 아이폰4였으며 일부 실험에서는 비교를 위하여 아이폰3Gs를 대상으로도 실험을 수행하였다. 아이폰4를 주 연구대상으로 한 것은 연구를 수행할 당시 아이폰4가 출시되고 있었기 때문이다. 본 연구에서 아이폰3Gs를 병행하여 실험한 이유는 첫째, 연구를 수행할 당시 아이폰3Gs도 널리 사용되고 있었기 때문이며, 둘째는 동일한 어플을 사용할 때 아이폰4와 아이폰3Gs에서 성능에 차이가 있는지 검증하기 위해서였다.

스마트폰 중에서 아이폰만을 연구대상으로 선정한 이유는 다음과 같다. 첫째, 아이폰의 경우 단일기종으로 모델만 같다면 마이크 및 내부 칩이 동일하다. 따라서 같은 모델에서는 하드웨어의 성능이 동일하기 때문에 이를 대상으로 개발한 어플(소프트웨어)에서 동일한 성능을 낼 수 있을 것이다. 반면 안드로이드폰은 운영체제는 같지만 스마트폰의 종류에 따라 마이크나 내부 회로도 등 하드웨어 성능에 차이가 있기 때문에 동일한 어플(소프트웨어)이라고 하더라도 같은 결과를 내기 어려울 것이다. 따라서 일단 스마트폰의 운영체제와 하드웨어가 동일한 아이폰을 연구대상으로 선정하였다. 둘째, 아이폰용으로 개발된 소음측정 어플의 종류가 많아 연구대상으로 선정하기에 적합했기 때문이다.

한편 본 실험에서 아이폰4와 아이폰3Gs의 운영체제는 모두 IOS4.3이었다.

2. 소음측정 어플

아이폰용 소음측정 어플을 찾기 위해 국내 온라인 스토어인 app store

에서 소음측정 관련 검색어로 검색을 하였다. 관련 검색어로는 noise meter, spl, noise, sound meter 및 decibel 등을 사용하였다. 검색 결과 총 62개의 소음측정 어플을 찾을 수 있었다(20011년 8월 13일 기준. 62개 어플 목록은 부록에 수록하였음).

검색에서 나타난 소음측정 어플 중에서 측정결과인 소음수준이 숫자로 나타나 평가하기에 적합한 36개 어플과 지시형태인 아날로그 형태로 나타나지만 비교적 측정결과가 안정적이고 명확하게 나타나 소음수준을 읽기에 적합하다고 판단된 1개 어플을 선정하여 총 37개를 연구대상으로 하였다. 연구에 사용한 37개의 어플 목록은 [표 1]과 같다.

연구대상 소음어플을 가격별로 구분해 보면 무료가 12개, \$0.99이 17개, \$1.99이 4개, \$2.99이 1개, \$6.99이 1개, \$9.99이 1개 그리고 \$19.99이 1개였다.



[표 1] 실험 대상 어플

일련 번호	어플 이름	개발사(자)	가격
1	160dB Sound Level Meter	HMB-TEC Holger Bluemler	1.99
2	Advanced dB/SPL Meter	2011 Darren Gates	0.99
3	Advanced Decibel Meter	2011 Darren Gates	0.99
4	Analyzer	DSP Mobile UG(haftungsb.)	9.99
5	Audio Kit	2011 Sinusoid Pty Ltd	6.99
6	Audio Tool	Performance Audio LLC, 2010	1.99
7	Audio Tools	Andrew Smith	19.99
8	dB	2009 Faber Acoustical,LLC	0.99
9	dB Level	2011 Tundem Media Group	0.99
10	dB Meter	2009 Darren Gates	0.99
11	dB Sound Measurements	2010 Darren Gates	0.99
12	dB Volume Meter	2010 Darren Gates	0.99
13	dBMeter Pro	2010 Matthias Schorer	2.99
14	Decibel	2008 Tomas Matuschek	0.99
15	Decibel Deluxe	GPI	0.99
16	Decibel Meter	Future Apps	1.99
17	Decibel Pro	Gp Imports Inc, Software Development	0.99
18	Decibel Ultra	2011 Patrick Schaefer	무료
19	Decibel Volume Meter	2009 Darren Gates	0.99
20	Decibelite	2010. Feeler Systemz Inc.	무료
21	Decibels	2010 David Bannach	무료
22	Digital Sound Meter FREE	Patrick Giudicelli	무료
23	How Loud Is It	2010 Darren Gates	0.99
24	HowLoud	2009 Ventio Technologies Inc.	0.99
25	iNoiseMeter for iPhone	eternalis-software	0.99
26	JL Audio Tools	Andrew Smith	무료
27	MetalMed dB	Action!Srl	무료
28	Noise Meter	2009 Jason & Elsa Inc.	0.99
29	Noise Meter Free Edition	2010 Fabien LEFEBVRE	무료
30	Noise Patrol	2009 after10studios	무료
31	Noise Sniffer	MMMOOO by Shanghai Jibiao Info Tech Co., Ltd	무료
32	Professional Volume Tester	2010 Darren Gates	0.99
33	Sound Level	Jamoke Innovations LLC	무료
34	SPLnFFT Noise Meter	2010 Fabien LEFEBVRE	1.99
35	TooLoud?	J.Conway2010	무료
36	UE SPL	2009 Logitech, Inc.	무료
37	Volume Meter	Darren Gates	0.99

* 21번만 어플만 소음결과 표현형태가 아날로그 타입이었고, 나머지는 모두 숫자로 나타남.

제2절 실험방법

1. 실험장소

실험장소는 일반실험실로 실험을 진행하는 동안에는 소음이 발생하는 모든 장치의 전원을 껐다. 또한 외부소음으로부터 방해요소를 최소화하기 위해 외부소음이 가장 적은 새벽시간대에 실험을 진행하였다. 실험을 진행하는 동안 배경소음수준은 35dB이하로 실험을 진행한 70~90dB의 소음수준에는 전혀 영향을 주지 않는 수준이었다.

2. 소리의 발생

실험에 사용한 소리는 컴퓨터 파일의 순음을 스피커로 발생시켰다. 순음의 컴퓨터 파일은 인터넷에서 다운을 받았으며, 주파수 특성은 사운드포지어와 같은 소프트웨어로 확인하였으며, 실제 재생되는 소리의 주파수 특성은 정밀소음계로 확인하였다.

1) 주파수 특성

실험에 사용한 소리의 주파수는 모두 7가지로 각각 100, 200, 500, 1000, 2000, 5000 및 8000Hz이었다. 1차 정확도 평가에 주로 사용한 주파수는 1000Hz였으며, 1차 정확도 실험결과에서 정확도가 양호한 어플을 대상으로 주파수별 정확도 실험을 하기 위해 100~8000Hz의 주파수를 사용하였다. 100Hz이하의 소리는 정확히 재생하기도 어려웠고, 배경소음에 영향도 크게 받아 실험은 매우 어려운 반면, 실제 사업장에서 거의 발생하지도 않으며, 건강장해측면에서 그다지 중요하지 않아 산업보건학적인 측면에서는 실험가치가 크지 않아 제외하였다.

2) 소음수준

실험을 실시한 소리의 음압수준은 70, 80 및 90dB이었다. 산업보건학적으로 의미가 있는 소음수준은 대개 80dB이상이다. 그러나 80dB이하라고 하더라도 70dB정도까지는 비교적 정확한 소음수준을 측정하는 것이 필요하

다고 판단되어 어플의 정확도 평가의 최소 소음수준은 70dB로 하였다.

한편 위와 같은 실험조건에서는 90dB을 초과하는 소음수준에서는 실험을 실시하기에 상당한 애로점이 있었다. 현행 산업안전보건법에 의한 소음의 작업환경기준은 8시간을 기준으로 90dB(A)이므로 90dB을 초과하는 경우에는 스마트폰을 이용한 측정결과보다는 정밀소음계를 통한 정확한 소음측정이 바람직하며, 스마트폰은 90dB의 초과여부만 판단하는 스크리닝 목적으로 활용하면 될 것으로 판단하여 스마트폰 어플의 정확도 평가는 90dB까지 실시하였다.

3. 비교 기준값(Reference Value)

스마트폰 어플의 정확도를 비교하기 위해서 스마트폰과 동시에 측정한 정밀소음계(B&K Model #2260 Observer)의 측정치를 기준값으로 하였다. 정밀소음계는 실험전후에 보정(calibration)을 실시하였다.

4. 정확도 평가의 기준범위

KS규격에는 소음계를 정밀소음계, 보통소음계, 간이소음계로 분류하고 있는데, 정밀소음계와 보통소음계의 큰 차이는 측정주파수의 오차 범위로써, 전자가 20~20,000Hz와 ± 1 dB인데 반해 후자는 31.5~8,000Hz와 ± 2 dB 범위이다. 우리나라는 한국공업규격(KS)을 준수하도록 하고 있으며, 국제적으로는 국제 전기규격회의(IEC)의 규정을 준용토록 하고 있다. 소음관련 법규에 정한 소음기준을 측정하기 위해서는 보통소음계 이상을 사용토록 정하고 있다.³⁾

실험에서 사용한 정밀소음계는 KS 규격을 준수하는 소음계를 사용하였다. 측정에서는 오차범위가 ± 1 dB인 정밀소음계 기준과 오차범위가 ± 2 dB인 보통소음계 기준을 [표 2]과 같이 분류하여 사용하고 있다.

3)정이록, 『소음·진동학』, 2005년, pp.68-69

[표 2] 측정에 사용한 소음계 종류와 구분

소음계 종류	구분	오차범위
정밀소음계	Type 1	$\pm 1\text{dB}$
보통소음계	Type 2	$\pm 2\text{dB}$

5. 정확도 평가 실험방법

실험대상 37개의 어플을 대상으로 1000Hz의 순음을 가지고, 각각 70, 80, 90dB의 소음수준에서 1차 정확도를 평가하였다. 같은 지점에 아이폰 3Gs, 아이폰4 및 정밀소음계를 놓고, 해당 어플을 작동시킨 상태에서 각각의 소음측정치와 정밀소음계의 측정치를 3번 반복하여 측정한 그 측정치를 기록하였다.

같은 기기의 3번 반복 측정치가 1dB이상의 차이가 있는 경우에는 재측정을 실시하여 확인을 하였다. 정상적으로 실험이 진행된 모든 측정치에서 각 기기별 반복 측정치는 거의 일정한 수준으로 나타나, 같은 기기의 반복 측정치간 변동은 매우 적었다. 따라서 측정치의 정확도는 3번 반복 측정치의 평균값을 사용하였다.

6. 주파수별 정확도 평가

1차 정확도 평가실험 결과에서 $\pm 1\text{dB}$ 이내의 정확도를 보인 어플과 90dB에서 어느 정도 정확성을 보인 어플 중에서 어플 4개를 대상으로 각각 100, 200, 500, 1000, 2000, 5000 및 8000Hz의 주파수에 대하여 90dB의 소음수준에서 정확도를 평가하였다.

7. 아이폰 기기간 변이 평가

아이폰4의 기기간 변이를 평가하기 위해 4대의 아이폰4에 1차 정확도 평가에서 $\pm 1\text{dB}$ 이내의 정확도를 나타낸 어플을 대상으로 1000Hz의 순음에서 동시에 측정을 실시하여 기기간 변이가 있는지를 측정하였다.

제3장 연구결과 및 고찰

제1절 정확도 평가결과

1. 아이폰4

아이폰4에서 작동시킨 소음측정 어플 37개에 대하여 1차적인 정확도를 평가한 결과는 [표 3]과 같다. 1차 평가는 1000Hz의 순음에서 70, 80 및 90dB의 소음수준에서 실시하였다.

[표 3] 아이폰4와 정밀소음계와의 소음측정치 차이별 어플의 수 (%)

Δ dB (Apps-Ref)	Sound Pressure Level (dB @1000Hz)					
	90		80		70	
5dB 이상	12	(32.4)	10	(27.0)	10	(27.0)
4dB초과, 5dB이하	1	(2.7)	1	(2.7)	3	(8.1)
3dB초과, 4dB이하	5	(13.5)	4	(10.8)	2	(5.4)
2dB초과, 3dB이하	4	(10.8)	5	(13.5)	4	(10.8)
1dB초과, 2dB이하	2	(5.4)	1	(2.7)	2	(5.4)
0dB초과, 1dB이하	3	(8.1)	3	(8.1)	4	(10.8)
-1dB초과, 0dB이하	1	(2.7)	1	(2.7)	0	(0.0)
-2dB초과, -1dB이하	0	(0.0)	1	(2.7)	1	(2.7)
-3dB초과, -2dB이하	1	(2.7)	1	(2.7)	1	(2.7)
-4dB초과, -3dB이하	1	(2.7)	1	(2.7)	0	(0.0)
-5dB초과, -4dB이하	1	(2.7)	0	(0.0)	0	(0.0)
-5dB 이하	6	(16.2)	9	(24.3)	10	(27.0)
Total	37	(100.0)	37	(100.0)	37	(100.0)

아이폰4에서 37개의 어플로 소음수준을 측정한 결과에서 $\pm 1\text{dB}$ 이내의 정확도를 보인 것은 모두 4개로 나타나 10.8%로 나타났다. 즉 10개 중 1개 정도는 정밀소음계에 버금가는 수준인 $\pm 1\text{dB}$ 이내의 정확도를 보였다. 이것은 비록 1000Hz의 순음에서만 얻은 결과에 불과하고 10개 중의 1개에 불과한 결과지만 스마트폰용 어플이 측정목적으로 활용할 수 있을 정확도를 가질 수 있다는 점에서 상당한 의의가 있는 것으로 보인다. 각각의 어플이 작동하는 하드웨어는 동일하므로 어플 간의 정확도 차이는 순수하게 소프트웨어 차이라고 할 수 있다. 따라서 소프트웨어만 잘 만든다면 아이폰은 측정목적에 적합한 정확도를 가지는 소음측정기로 활용할 수 있다는 것을 의미한다. 이와 같은 경향은 70dB과 80dB의 소음수준에서도 비슷하게 나타났다. 한편 보통소음계의 정확도 수준인 $\pm 2\text{dB}$ 이내의 정확도를 보인 어플까지 포함하면 총 6개로 16.2%로 나타났다.

이와 같이 일부 소음측정 어플은 정확도가 꽤 높았지만 대부분의 아이폰용 소음측정 어플은 측정오차가 매우 커서 실제 측정이나 이의 대응으로 사용하기에는 적절하지 않은 것으로 나타났다. 37개 어플 중에서 31개인 83.7%가 보통소음계의 오차범위인 $\pm 2\text{dB}$ 을 초과하는 것으로 나타났고, 18개의 어플(48.6%)은 측정오차가 $\pm 5\text{dB}$ 을 초과하는 것으로 나타났다. 특히 How Loud, MetalMed dB, TooLoud?, Decibel Ultra, dB Level, 160dB Sound Level Meter, iNoiseMeter for Iphone, Audio Tool, Noise Meter Free Edition, Noise Meter, noise patrol, Sound Level, Professional Volume Tester 등의 13개 어플은 70, 80 및 90dB에서의 측정치의 오차 평균이 11dB이상으로 실제소음수준과는 거의 무관한 수치가 나타나 상당수의 어플이 실제 소음을 측정하는 목적으로 만들어졌다고 보기 어려워 사용상 상당한 주의가 필요한 것으로 나타났다.

[표 4]는 아이폰4에서 각각의 소음측정 어플로 90, 80 및 70dB의 음압수준에서 소음을 측정한 결과를 나타낸 것이다. 실험조건에서 가장 정확한 측정결과를 보여준 어플은 dB Sound Measurements이었다. 'dB Sound Measurements'라는 어플은 90, 80 및 70dB에서의 측정결과가 각각 89.7, 79.9 및 70.7dB로 나타나 오차가 각각 -0.3, -0.1 및 +0.7dB에 불과하였다.

[표 4] 아이폰4에서 어플을 이용한 측정값과 측정오차(절대값)

일련 번호	어플명	실험한 소음수준					
		90dB		80dB		70dB	
		측정값	오차	측정값	오차	측정값	오차
1	dB Sound Measurements	89.7	(0.3)	79.9	(0.1)	70.7	(0.7)
2	dBMeter Pro	90.3	(0.3)	78.9	(1.1)	67.7	(2.3)
3	UE SPL	91.0	(1.0)	81.0	(1.0)	72.0	(2.0)
4	decivels	91.0	(1.0)	85.0	(5.0)	71.0	(1.0)
5	SPLnFFT Noise Meter	91.3	(1.3)	80.2	(0.2)	77.5	(7.5)
6	Decibel Deluxe	92.0	(2.0)	80.4	(0.4)	71.0	(1.0)
7	Decibel	92.2	(2.2)	82.0	(2.0)	72.8	(2.8)
8	Noise Sniffer	87.5	(2.5)	77.3	(2.7)	68.4	(1.6)
9	Decibel Volume Meter	92.7	(2.7)	83.5	(3.5)	73.0	(3.0)
10	How Loud Is It	92.8	(2.8)	82.6	(2.6)	74.3	(4.3)
11	Decibel Pro	93.0	(3.0)	83.0	(3.0)	73.0	(3.0)
12	Analyzer	86.8	(3.2)	76.0	(4.0)	64.0	(6.0)
13	Advanced Decibel Meter	93.2	(3.2)	83.2	(3.2)	73.4	(3.4)
14	Db Volume Meter	93.3	(3.3)	83.6	(3.6)	71.0	(1.0)
15	Vol Meter	93.3	(3.3)	82.4	(2.4)	74.3	(4.3)
16	Advanced dB/SPL Meter	93.7	(3.7)	82.4	(2.4)	71.4	(1.4)
17	dB Meter	93.8	(3.8)	83.6	(3.6)	73.3	(3.3)
18	Digital Sound Meter FREE	95.0	(5.0)	82.2	(2.2)	73.0	(3.0)
19	Noise Meter	85.0	(5.0)	61.8	(18.2)	26.0	(44.0)
20	Decibel Ultra	95.8	(5.8)	96.0	(16.0)	96.0	(26.0)
21	dB	96.0	(6.0)	85.8	(5.8)	75.8	(5.8)
22	decivelite	96.0	(6.0)	90.0	(10.0)	80.0	(10.0)
23	TooLoud?	83.0	(7.0)	65.2	(14.8)	53.8	(16.2)
24	Audio Kit	97.0	(7.0)	86.4	(6.4)	77.0	(7.0)
25	iNoiseMeter for Iphone	97.7	(7.7)	58.5	(21.5)	42.6	(27.4)
26	JL Audio Tools	97.9	(7.9)	88.3	(8.3)	77.6	(7.6)
27	Decibel Meter	98.1	(8.1)	87.5	(7.5)	74.9	(4.9)
28	Audio Tools	98.7	(8.7)	88.8	(8.8)	78.5	(8.5)
29	HowLoud	101.0	(11.0)	91.0	(11.0)	81.6	(11.6)
30	noise patrol	102.0	(12.0)	52.6	(27.4)	34.6	(35.4)
31	dB Level	77.8	(12.2)	60.6	(19.4)	52.0	(18.0)
32	MetalMed dB	102.8	(12.8)	91.2	(11.2)	82.2	(12.2)
33	160dB Sound Level Meter	72.3	(17.7)	63.2	(16.8)	53.9	(16.1)
34	Audio Tool	66.6	(23.4)	60.0	(20.0)	54.8	(15.2)
35	Noise Meter Free Edition	114.6	(24.6)	101.0	(21.0)	87.6	(17.6)
36	SoundLevel	64.8	(25.2)	40.0	(40.0)	33.8	(36.2)
37	Professional Volume Tester	32.2	(57.8)	33.5	(46.5)	33.7	(36.3)

이 정도의 오차수준은 정밀소음계의 공식적인 오차수준인 $\pm 1\text{dB}$ 이내의 오차수준으로 현장에서 실무적으로는 사용하는데 전혀 문제가 되지 않는 매우 정확한 수준이라고 할 수 있다. 이러한 결과를 놓고 볼 때 어플만 잘 개발하면 아이폰으로 소음을 측정할 수 있다는 가능성이 상당히 높은 것으로 보인다. 또한 향후 스마트폰이 다양한 작업환경측정에 활용될 가능성도 상당히 높다고 할 수 있다.

‘dBMeter Pro’라는 어플도 90dB의 음압수준에서 90.3dB로 나타나 상당히 정확한 측정결과를 보였으나 80dB수준과 70dB수준에서는 각각 78.9dB과 67.7dB로 각각 -1.1dB 및 -2.3dB의 차이를 보였다. 이와 같이 각기 다른 음압수준에서 비교적 정확도가 좋은 어플이 있는 반면에 각 음압수준별로 정확도에 차이를 보이는 어플도 있었다. 예를 들어 UE SPL이라는 어플의 경우에는 90dB과 80dB에서는 오차가 +1dB이었으나 70dB에서는 +2dB의 오차를 보였으나 decibels라는 어플은 90dB과 70dB에서는 오차가 +1dB로 나타났지만 유독 80dB 수준에서만 오차가 +5dB로 상당히 큰 차이를 보였다. 또한 SPLnFFT Noise Meter라는 어플의 경우 90dB과 80dB 수준에서는 오차가 각각 +1.3dB, +0.2dB이었지만 70dB에서는 +7.5dB로 커져 일관성이 떨어지는 것으로 나타났다.

아이폰을 소음측정에 활용하려면 각각의 측정 대상범위의 소음수준에서 고른 정확도를 가져야 할 것이다. 따라서 아이폰 어플의 종합적인 정확도를 평가하는데 필요한 요소는 각 소음수준에서의 정확도(오차)의 평균과 그 변이 두 가지라고 할 수 있을 것이다. 좋은 어플이란 오차도 적어야 하며, 오차의 변이도 적어야 한다.

일반적인 환경소음의 수준인 70~90dB수준에서 실험한 결과를 바탕으로 아이폰 어플의 정확도를 평가하기 위하여 3단계의 소음수준(70dB, 80dB 및 90dB)에서의 정확도(오차)의 평균과 오차의 변이를 계산한 결과는 [표 5]와 같다. 이 결과에 의하면 dB Sound Measurements라는 어플이 70, 80, 및 90dB에서의 오차평균이 0.4dB로 가장 작아 정확도가 가장 높은 것으로 나타났다. 실제로 dB Sound Measurements라는 어플만이 70~90dB사이에서 모두 정밀소음계(Type 1)의 오차범위인 $\pm 1\text{dB}$ 의 오차범위

이내의 정확도를 보였다. 또한 오차의 표준편차가 0.3dB로 변이도 가장 작은 것으로 나타났다. 이와 같은 결과를 바탕으로 아이폰4에서 가장 우수한 성능을 보인 소음측정 어플은 dB Sound Measurements라고 할 수 있다.

70~90dB사이에서 모두 ± 2 dB의 오차범위 이내의 정확도를 보인 어플은 dB Sound Measurements, Decibel Delux, dBMeter Pro 및 UE SPL 등 4개였다. 이 4개의 어플은 70~90dB의 수준에서 오차의 표준편차(변이)가 0.3~1dB 수준으로 비교적 양호한 결과를 보였다.

90dB의 소음수준에서 양호한 정확도를 보였던 decivels의 경우에는 80dB에서의 측정값이 85dB로 나타나 오차가 5dB로 상당히 크게 나타났으며, 70dB에서는 측정값이 71dB로 다시 오차가 1dB 수준으로 줄어들어 일관성이 낮은 것으로 나타났다. SPLnFFT Noise Meter라는 어플도 90dB수준에서는 측정값이 91.3dB로 오차가 1.3dB로 나타났고 80dB수준에서 측정값은 80.2dB로 오차가 0.2dB에 불과하였으나 70dB 수준에서는 측정값이 77.5dB로 오차가 무려 7.5dB로 매우 크게 나타났다.

이와 같이 각 소음수준에서 측정치의 정확도가 불규칙하게 변하여 일관성이 떨어지는 것은 측정치가 참값보다 일정하게 높거나 낮은 것보다 문제의 심각성이 더욱 크다고 할 수 있다. 그 이유는 각각의 소음수준에서 측정치보다 일정하게 높거나 낮지만 일정한 오차가 발생하고 있다면 정확도를 높이기 위해 간단하게 보정만 하면 되지만 소음수준마다 불규칙한 결과를 보인다면 정확도를 높이기 위하여 프로그램을 수정하거나 보정하기 쉽지 않을 것이기 때문이다.

따라서 프로그램의 수정 또는 발전가능성 측면에서는 각 소음수준에서의 정확도를 평균한 값뿐만 아니라 오차의 표준오차(변이)가 더욱 중요하다고 할 수 있다. 이러한 측면에서 측정한 값의 일관성을 나타내는 오차의 표준편차가 가장 작은 것부터 순서대로 어플을 살펴보면 [표 6]과 같다.

[표 5] 아이폰4에서 어플을 이용한 측정값의 소음수준별 오차의 변이(평균 순)

일련 번호	어플명	실험한 소음수준			오차의 평균	오차의 표준편차
		90dB	80dB	70dB		
1	dB Sound Measurements	0.3	0.1	0.7	0.4	0.3
2	Decibel Deluxe	2.0	0.4	1.0	1.1	0.8
3	dBMeter Pro	0.3	1.1	2.3	1.2	1.0
4	UE SPL	1.0	1.0	2.0	1.3	0.6
5	Noise Sniffer	2.5	2.7	1.6	2.3	0.6
6	decivels	1.0	5.0	1.0	2.3	2.3
7	Decibel	2.2	2.0	2.8	2.3	0.4
8	Advanced dB/SPL Meter	3.7	2.4	1.4	2.5	1.1
9	Db Volume Meter	3.3	3.6	1.0	2.6	1.4
10	SPLnFFT Noise Meter	1.3	0.2	7.5	3.0	3.9
11	Decibel Pro	3.0	3.0	3.0	3.0	0.0
12	Decibel Volume Meter	2.7	3.5	3.0	3.1	0.4
13	How Loud Is It	2.8	2.6	4.3	3.2	1.0
14	Advanced Decibel Meter	3.2	3.2	3.4	3.3	0.1
15	Vol Meter	3.3	2.4	4.3	3.3	0.9
16	Digital Sound Meter FREE	5.0	2.2	3.0	3.4	1.4
17	dB Meter	3.8	3.6	3.3	3.6	0.2
18	Analyzer	3.2	4.0	6.0	4.4	1.4
19	dB	6.0	5.8	5.8	5.9	0.1
20	Decibel Meter	8.1	7.5	4.9	6.8	1.7
21	Audio Kit	7.0	6.4	7.0	6.8	0.4
22	JL Audio Tools	7.9	8.3	7.6	7.9	0.4
23	Audio Tools	8.7	8.8	8.5	8.6	0.1
24	decivelite	6.0	10.0	10.0	8.7	2.3
25	HowLoud	11.0	11.0	11.6	11.2	0.3
26	MetalMed dB	12.8	11.2	12.2	12.1	0.8
27	TooLoud?	7.0	14.8	16.2	12.7	5.0
28	Decibel Ultra	5.8	16.0	26.0	15.9	10.1
29	dB Level	12.2	19.4	18.0	16.5	3.8
30	160dB Sound Level Meter	17.7	16.8	16.1	16.9	0.8
31	iNoiseMeter for Iphone	7.7	21.5	27.4	18.9	10.1
32	Audio Tool	23.4	20.0	15.2	19.5	4.1
33	Noise Meter Free Edition	24.6	21.0	17.6	21.1	3.5
34	Noise Meter	5.0	18.2	44.0	22.4	19.8
35	noise patrol	12.0	27.4	35.4	24.9	11.9
36	Sound Level	25.2	40.0	36.2	33.8	7.7
37	Professional Volume Tester	57.8	46.5	36.3	46.9	10.8

[표 6] 아이폰4에서 어플을 이용한 측정값의 소음수준별 오차의 변이(변이 순)

일련 번호	어플명	실험한 소음수준			오차의 평균	오차의 표준편차
		90dB	80dB	70dB		
1	Decibel Pro	3.0	3.0	3.0	3.0	0.0
2	dB	6.0	5.8	5.8	5.9	0.1
3	Advanced Decibel Meter	3.2	3.2	3.4	3.3	0.1
4	Audio Tools	8.7	8.8	8.5	8.6	0.1
5	dB Meter	3.8	3.6	3.3	3.6	0.2
6	dB Sound Measurements	0.3	0.1	0.7	0.4	0.3
7	HowLoud	11.0	11.0	11.6	11.2	0.3
8	Audio Kit	7.0	6.4	7.0	6.8	0.4
9	JL Audio Tools	7.9	8.3	7.6	7.9	0.4
10	Decibel Volume Meter	2.7	3.5	3.0	3.1	0.4
11	Decibel	2.2	2.0	2.8	2.3	0.4
12	UE SPL	1.0	1.0	2.0	1.3	0.6
13	Noise Sniffer	2.5	2.7	1.6	2.3	0.6
14	MetalMed dB	12.8	11.2	12.2	12.1	0.8
15	Decibel Deluxe	2.0	0.4	1.0	1.1	0.8
16	160dB Sound Level Meter	17.7	16.8	16.1	16.9	0.8
17	Vol Meter	3.3	2.4	4.3	3.3	0.9
18	How Loud Is It	2.8	2.6	4.3	3.2	1.0
19	dBMeter Pro	0.3	1.1	2.3	1.2	1.0
20	Advanced dB/SPL Meter	3.7	2.4	1.4	2.5	1.1
21	Db Volume Meter	3.3	3.6	1.0	2.6	1.4
22	Digital Sound Meter FREE	5.0	2.2	3.0	3.4	1.4
23	Analyzer	3.2	4.0	6.0	4.4	1.4
24	Decibel Meter	8.1	7.5	4.9	6.8	1.7
25	decivelite	6.0	10.0	10.0	8.7	2.3
26	decivels	1.0	5.0	1.0	2.3	2.3
27	Noise Meter Free Edition	24.6	21.0	17.6	21.1	3.5
28	dB Level	12.2	19.4	18.0	16.5	3.8
29	SPLnFFT Noise Meter	1.3	0.2	7.5	3.0	3.9
30	Audio Tool	23.4	20.0	15.2	19.5	4.1
31	TooLoud?	7.0	14.8	16.2	12.7	5.0
32	SoundLevel	25.2	40.0	36.2	33.8	7.7
33	Decibel Ultra	5.8	16.0	26.0	15.9	10.1
34	iNoiseMeter for Iphone	7.7	21.5	27.4	18.9	10.1
35	Professional Volume Tester	57.8	46.5	36.3	46.9	10.8
36	noise patrol	12.0	27.4	35.4	24.9	11.9
37	Noise Meter	5.0	18.2	44.0	22.4	19.8

오차의 표준편차가 가장 작은 어플은 Decibel Pro로 각각의 소음수준에서 측정한 값의 편이가 0으로 나타나 각기 다른 소음수준에서 매우 일관성 있는 측정결과를 보여주었다. 그러나 측정값은 모두 실제 소음수준보다 약 3dB 과대평가하고 있는 것으로 나타났다. 이 어플은 현재의 측정값에서 약 3dB만 낮게 보정해 준다면 측정값이 정밀소음계와 정확하게 일치할 것으로 보인다.

한편 각 소음수준에서의 측정값에 대한 오차의 표준편차가 0.1dB로 일관성이 매우 우수한 어플은 3개였으며, 표준편차가 0.2dB인 어플이 1개, 0.3dB인 어플이 2개인 것으로 나타났다. 세 가지 소음수준에서의 측정된 측정값의 오차에 대한 표준편차가 1dB이내인 어플은 모두 19개로 실험한 어플의 약 절반에 해당하였다. 이와 같이 각 소음수준에서 측정한 측정결과가 일정하게 높거나 낮지만 일관성이 있는 경우에는 간단하게 프로그램을 수정하여 정확도를 높일 수 있을 것이기 때문에 아이폰을 이용한 소음 측정 가능성이 매우 밝다고 할 수 있다.

2. 아이폰3Gs

아이폰3Gs에서 소음어플을 이용한 측정치와 정밀소음계를 이용한 측정값간의 차이가 $\pm 1\text{dB}$ 이내인 것은 [표 7]에서 보는 바와 같이 90dB수준에서 2개(5.4%)였으며, 80dB수준에서는 3개(8.1%), 70dB수준에서는 5개(13.5%)로 나타났다. 이 차이가 $\pm 2\text{dB}$ 이내인 것은 90dB수준에서는 8개(21.6%), 80dB수준에서는 7개(18.9%), 70dB수준에서는 9개(24.3%)로 나타났다.

아이폰3Gs에서의 결과는 아이폰4와 비슷하게 나타났지만 몇 가지 점에서 다른 특성을 보인다. 우선 [표 8]에서 보는 바와 같이 70, 80 및 90dB의 3가지 음압수준에서의 정확도 평균치는 아이폰4에서보다 아이폰3Gs에서 더 정확한 것이 많은 것으로 나타났다. 뿐만 아니라 70, 80 및 90dB의 3가지 음압수준에서 나타난 오차의 변동도 아이폰3Gs에서 더 낮은 것으로 나타났다. 즉 측정의 일관성도 아이폰4보다 아이폰3Gs에서 더 나은 것으로

로 나타났다.

[표 8]에서 보는 바와 같이 90dB의 음압수준에서 ± 2 dB의 오차범위 이내에 드는 8개의 어플 중에서 6개(75%)가 70dB 및 80dB에서도 ± 2 dB의 오차범위 이내인 것으로 나타났으며, 나머지 2개의 어플도 ± 3 dB 이내로 그 차이가 크지 않았다.

[표 7] 아이폰3Gs와 정밀소음계와의 소음측정치 차이별 어플의 수 (%)

Δ dB (Apps-Ref)	Sound Pressure Level (dB @1000Hz)					
	90		80		70	
5dB 이상	1	(2.7)	1	(2.7)	1	(2.7)
4dB초과, 5dB이하	1	(2.7)	1	(2.7)	1	(2.7)
3dB초과, 4dB이하	1	(2.7)	0	(0.0)	0	(0.0)
2dB초과, 3dB이하	0	(0.0)	1	(2.7)	1	(2.7)
1dB초과, 2dB이하	4	(10.8)	2	(5.4)	2	(5.4)
0dB초과, 1dB이하	1	(2.7)	2	(5.4)	2	(5.4)
-1dB초과, 0dB이하	1	(2.7)	1	(2.7)	3	(8.1)
-2dB초과, -1dB이하	2	(5.4)	2	(5.4)	2	(5.4)
-3dB초과, -2dB이하	2	(5.4)	2	(5.4)	2	(5.4)
-4dB초과, -3dB이하	6	(16.2)	8	(21.6)	5	(13.5)
-5dB초과, -4dB이하	4	(10.8)	2	(5.4)	1	(2.7)
-5dB 이하	14	(37.8)	15	(40.5)	17	(45.9)
Total	37	(100.0)	37	(100.0)	37	(100.0)

[표 8] 아이폰3Gs에서 어플을 이용한 측정값과 측정오차(절대값)

일련 번호	어플명	실험한 소음수준					
		90dB		80dB		70dB	
1	Audio Tools	90.5	(0.5)	80.5	(0.5)	70.9	(0.9)
2	UE SPL	89.2	(0.8)	79.0	(1.0)	69.0	(1.0)
3	Decibel Meter	91.1	(1.1)	81.5	(1.5)	71.1	(1.1)
4	SPLnFFT Noise Meter	91.2	(1.2)	80.5	(0.5)	69.1	(0.9)
5	HowLoud	91.2	(1.2)	82.2	(2.2)	73.0	(3.0)
6	JL Audio Tools	91.5	(1.5)	81.2	(1.2)	71.2	(1.2)
7	Audio Kit	88.0	(2.0)	78.3	(1.7)	68.0	(2.0)
8	dB	88.0	(2.0)	77.8	(2.2)	67.2	(2.8)
9	dB Meter	87.3	(2.7)	76.6	(3.4)	66.4	(3.6)
10	Analyzer	87.0	(3.0)	76.0	(4.0)	63.0	(7.0)
11	dBMeter Pro	87.0	(3.0)	76.8	(3.2)	68.1	(1.9)
12	How Loud Is It	86.9	(3.1)	76.1	(3.9)	66.2	(3.8)
13	Decibel Deluxe	86.8	(3.2)	76.0	(4.0)	66.0	(4.0)
14	dB Sound Measurements	86.6	(3.4)	76.6	(3.4)	66.3	(3.7)
15	decivels	86.0	(4.0)	78.0	(2.0)	69.0	(1.0)
16	Digital Sound Meter FREE	86.0	(4.0)	76.2	(3.8)	67.0	(3.0)
17	Decibel Ultra	94.0	(4.0)	94.0	(14.0)	94.0	(24.0)
18	Vol Meter	85.9	(4.1)	75.2	(4.8)	65.6	(4.4)
19	Advanced Decibel Meter	85.8	(4.2)	74.6	(5.4)	64.8	(5.2)
20	Advanced dB/SPL Meter	85.8	(4.2)	76.4	(3.6)	64.9	(5.1)
21	Decibel	85.4	(4.6)	75.4	(4.6)	66.0	(4.0)
22	MetalMed dB	94.8	(4.8)	85.0	(5.0)	74.4	(4.4)
23	Decibel Volume Meter	84.1	(5.9)	74.2	(5.8)	63.5	(6.5)
24	decivelite	96.0	(6.0)	77.0	(3.0)	70.2	(0.2)
25	Decibel Pro	83.8	(6.2)	72.0	(8.0)	63.0	(7.0)
26	Db Volume Meter	83.2	(6.8)	74.4	(5.6)	64.1	(5.9)
27	Noise Sniffer	80.4	(9.6)	70.6	(9.4)	62.5	(7.5)
28	Noise Meter Free Edition	74.2	(15.8)	67.0	(13.0)	59.4	(10.6)
29	TooLoud?	71.0	(19.0)	58.8	(21.2)	46.2	(23.8)
30	noise patrol	68.6	(21.4)	39.0	(41.0)	24.0	(46.0)
31	160dB Sound Level Meter	64.1	(25.9)	52.2	(27.8)	45.5	(24.5)
32	dB Level	63.2	(26.8)	53.4	(26.6)	47.2	(22.8)
33	Audio Tool	62.2	(27.8)	54.4	(25.6)	52.2	(17.8)
34	Noise Meter	61.4	(28.6)	39.4	(40.6)	21.6	(48.4)
35	iNoiseMeter for Iphone	57.8	(32.2)	42.8	(37.2)	38.1	(31.9)
36	SoundLevel	45.0	(45.0)	35.0	(45.0)	32.0	(38.0)
37	Professional Volume Tester	28.7	(61.3)	28.9	(51.1)	30.4	(39.6)

[표 9] 아이폰3Gs에서 어플을 이용한 측정값의 소음수준별 오차변이(평균 순)

일련 번호	어플명	실험한 소음수준			오차의 평균	오차의 표준편차
		90dB	80dB	70B		
1	Audio Tools	0.5	0.5	0.9	0.6	0.2
2	SPLnFFT Noise Meter	1.2	0.5	0.9	0.9	0.3
3	UE SPL	0.8	1.0	1.0	0.9	0.1
4	Decibel Meter	1.1	1.5	1.1	1.3	0.2
5	JL Audio Tools	1.5	1.2	1.2	1.3	0.2
6	Audio Kit	2.0	1.7	2.0	1.9	0.2
7	HowLoud	1.2	2.2	3.0	2.1	0.9
8	dB	2.0	2.2	2.8	2.3	0.4
9	decivels	4.0	2.0	1.0	2.3	1.5
10	dBMeter Pro	3.0	3.2	1.9	2.7	0.7
11	decivelite	6.0	3.0	0.2	3.1	2.9
12	dB Meter	2.7	3.4	3.6	3.2	0.5
13	dB Sound Measurements	3.4	3.4	3.7	3.5	0.2
14	How Loud Is It	3.1	3.9	3.8	3.6	0.4
15	Digital Sound Meter FREE	4.0	3.8	3.0	3.6	0.5
16	Decibel Deluxe	3.2	4.0	4.0	3.7	0.5
17	Advanced dB/SPL Meter	4.2	3.6	5.1	4.3	0.8
18	Decibel	4.6	4.6	4.0	4.4	0.3
19	Vol Meter	4.1	4.8	4.4	4.4	0.4
20	Analyzer	3.0	4.0	7.0	4.7	2.1
21	MetalMed dB	4.8	5.0	4.4	4.7	0.3
22	Advanced Decibel Meter	4.2	5.4	5.2	4.9	0.7
23	Decibel Volume Meter	5.9	5.8	6.5	6.1	0.4
24	Db Volume Meter	6.8	5.6	5.9	6.1	0.6
25	Decibel Pro	6.2	8.0	7.0	7.1	0.9
26	Noise Sniffer	9.6	9.4	7.5	8.8	1.2
27	Noise Meter Free Edition	15.8	13.0	10.6	13.1	2.6
28	Decibel Ultra	4.0	14.0	24.0	14.0	10.0
29	TooLoud?	19.0	21.2	23.8	21.3	2.4
30	Audio Tool	27.8	25.6	17.8	23.7	5.3
31	dB Level	26.8	26.6	22.8	25.4	2.3
32	160dB Sound Level Meter	25.9	27.8	24.5	26.1	1.7
33	iNoiseMeter for Iphone	32.2	37.2	31.9	33.8	3.0
34	noise patrol	21.4	41.0	46.0	36.1	13.0
35	Noise Meter	28.6	40.6	48.4	39.2	10.0
36	SoundLevel	45.0	45.0	38.0	42.7	4.0
37	Professional Volume Tester	61.3	51.1	39.6	50.7	10.8

[표 10] 아이폰3Gs에서 어플을 이용한 측정값의 소음수준별 오차변이(변이 순)

일련 번호	어플명	실험한 소음수준			오차의 평균	오차의 표준편차
		90dB	80dB	70B		
1	UE SPL	0.8	1.0	1.0	0.9	0.1
2	Audio Kit	2.0	1.7	2.0	1.9	0.2
3	JL Audio Tools	1.5	1.2	1.2	1.3	0.2
4	Audio Tools	0.5	0.5	0.9	0.6	0.2
5	dB Sound Measurements	3.4	3.4	3.7	3.5	0.2
6	Decibel Meter	1.1	1.5	1.1	1.3	0.2
7	MetalMed dB	4.8	5.0	4.4	4.7	0.3
8	SPLnFFT Noise Meter	1.2	0.5	0.9	0.9	0.3
9	Decibel	4.6	4.6	4.0	4.4	0.3
10	Decibel Volume Meter	5.9	5.8	6.5	6.1	0.4
11	Vol Meter	4.1	4.8	4.4	4.4	0.4
12	dB	2.0	2.2	2.8	2.3	0.4
13	How Loud Is It	3.1	3.9	3.8	3.6	0.4
14	Decibel Deluxe	3.2	4.0	4.0	3.7	0.5
15	dB Meter	2.7	3.4	3.6	3.2	0.5
16	Digital Sound Meter FREE	4.0	3.8	3.0	3.6	0.5
17	Db Volume Meter	6.8	5.6	5.9	6.1	0.6
18	Advanced Decibel Meter	4.2	5.4	5.2	4.9	0.7
19	dBMeter Pro	3.0	3.2	1.9	2.7	0.7
20	Advanced dB/SPL Meter	4.2	3.6	5.1	4.3	0.8
21	HowLoud	1.2	2.2	3.0	2.1	0.9
22	Decibel Pro	6.2	8.0	7.0	7.1	0.9
23	Noise Sniffer	9.6	9.4	7.5	8.8	1.2
24	decivels	4.0	2.0	1.0	2.3	1.5
25	160dB Sound Level Meter	25.9	27.8	24.5	26.1	1.7
26	Analyzer	3.0	4.0	7.0	4.7	2.1
27	dB Level	26.8	26.6	22.8	25.4	2.3
28	TooLoud?	19.0	21.2	23.8	21.3	2.4
29	Noise Meter Free Edition	15.8	13.0	10.6	13.1	2.6
30	decivelite	6.0	3.0	0.2	3.1	2.9
31	iNoiseMeter for Iphone	32.2	37.2	31.9	33.8	3.0
32	SoundLevel	45.0	45.0	38.0	42.7	4.0
33	Audio Tool	27.8	25.6	17.8	23.7	5.3
34	Noise Meter	28.6	40.6	48.4	39.2	10.0
35	Decibel Ultra	4.0	14.0	24.0	14.0	10.0
36	Professional Volume Tester	61.3	51.1	39.6	50.7	10.8
37	noise patrol	21.4	41.0	46.0	36.1	13.0

70, 80 및 90dB에서의 측정오차를 평균한 값이 $\pm 2\text{dB}$ 의 오차범위 이내인 것은 [표 9]에서 보는 바와 같이 6개로 아이폰4의 4개보다 많은 것으로 나타났다. 또한 70, 80 및 90dB에서의 측정오차의 표준편차가 1dB이내인 어플은 22개로 아이폰4에서의 19개보다 약간 많았다.

제2절 아이폰4와 아이폰3Gs에서의 정확도 비교

1. 아이폰4와 아이폰3Gs에서의 정확도 차이

아이폰은 기기의 종류에 상관없이 같은 운영체제와 어플을 사용할 수 있다. 즉 속도 등은 차이가 있을 수 있지만 기본적으로 기능적 측면에서의 성능은 같다는 것을 의미한다. 하지만 소음측정과 같은 아이폰의 하드웨어를 사용하는 어플은 아이폰 기기의 하드웨어 성능에 따라 기능이나 성능에 차이가 발생하게 된다.

만약 동일한 어플이 다른 기기에서도 동일한 성능을 내도록 하려면 기기의 사양에 따라 다른 버전의 어플을 만들어 내거나 아니면 어플이 자동적으로 하드웨어가 아이폰3Gs인지 아이폰4인지를 인식한 다음, 그에 맞는 프로그램이 작동하도록 설계되어야 할 것이다.

조사대상의 37개 어플에서 아이폰3Gs용과 아이폰4용의 두 가지 버전으로 출시된 어플은 없었다. 또한 각 어플의 설명서나 안내문에 아이폰3Gs와 아이폰4에서 같은 성능을 낸다거나 또는 성능이 달라진다고 하는 사항이 포함되어 있는 경우도 없었다.

[표 9]에서 보면 70, 80 및 90dB의 음압수준에서의 정확도 평균치가 $\pm 2\text{dB}$ 이내로 정확도가 높고 오차의 변이가 $\pm 0.5\text{dB}$ 이내로 일관성이 높은 어플은 Audio Tools, SPLnFFT Noise Meter, UE SPL, Decibel Meter, JL Audio Tools, 그리고 Audio Kit의 순으로 나타났다. 이 6개의 어플은 아이폰4에서는 70, 80 및 90dB의 음압수준에서의 정확도 평균치가 모두 $+2\text{dB}$ 을 초과하는 것으로 나타났다([표 11]참조).

[표 11] 70,80,90dB의 소음수준에서 동일한 어플로 아이폰3Gs와 아이폰4에서 측정 한 오차의 평균과 표준편차의 비교

일련 번호	어플명	아이폰 3Gs		아이폰4	
		오차의 평균	오차의 표준편차	오차의 평균	오차의 표준편차
1	Audio Tools	0.6	0.2	8.6	0.1
2	SPLnFFT Noise Meter	0.9	0.3	3.0	3.9
3	UE SPL	0.9	0.1	1.3	0.6
4	Decibel Meter	1.3	0.2	6.8	1.7
5	JL Audio Tools	1.3	0.2	7.9	0.4
2	Audio Kit	1.9	0.2	6.8	0.4

이와 같은 결과를 놓고 볼 때 아이폰3Gs에서 높은 정확도를 보인 Audio Tools, SPLnFFT Noise Meter, UE SPL, Decibel Meter, JL Audio Tools, 그리고 Audio Kit는 아이폰3Gs 기기를 바탕으로 제작된 어플일 것으로 추정된다.

2. 각 소음수준에서 아이폰4와 아이폰3Gs에서의 차이

앞에서도 언급한 바와 같이 동일한 어플이 아이폰4와 아이폰3Gs에서 측정 한 값에 차이를 보이는 것은 아이폰4와 아이폰3Gs의 하드웨어 성능차이 때문인 것으로 추측된다. 아이폰3Gs를 대상으로 제작한 어플은 아이폰4에서 오차가 더 커질 수 있을 것이고, 아이폰4를 대상으로 제작한 어플을 아이폰3Gs에서 사용할 경우에도 오차가 더 커질 가능성이 있다. 또한 어플을 제작할 때 어떤 주파수 영역에서 몇 dB정도의 음압수준에서 최적화 되도록 소프트웨어를 설계했는가에 따라서도 어플의 성능이 좌우될 것이다.

[표 12]는 주파수가 1000Hz인 90dB의 음압수준에서 아이폰3Gs와 아이폰4로 측정 한 결과를 비교한 것이다. 아이폰3Gs의 결과를 기준으로 정확도가 가장 높은 순으로 나열하였다. 아이폰3Gs에서는 정확도가 낮은 어플은 대부분 소음수준을 과소평가하고 있다는 것을 알 수 있다.

<그림 1>, <그림 2> 및 <그림 3>에서 볼 수 있듯이 1개의 어플만 제외하고는 모든 어플이 아이폰4에서 측정한 결과가 아이폰3Gs에서 측정한 결과보다 높았다. 이것은 아이폰3Gs에 비해 아이폰4의 하드웨어 성능이 더 우수하기 때문에 나타난 현상으로 보인다.

이러한 경향은 90dB에서뿐만 아니라 70dB 및 80dB에서도 비슷하게 나타났다([표 13 및 14] 참조).

아이폰의 어플은 업그레이드 버전에 따라 버전 번호가 매겨지지만 아이폰 기기에 따른 구분은 없다. 즉 아이폰3Gs에서 작동되는 어플은 아이폰4에서도 동일하게 작동된다. 이러한 경우 순수하게 소프트웨어만으로 구성되어 소프트웨어를 구동하기 위해서만 아이폰 기기의 하드웨어를 사용하는 어플은 아무런 문제가 없을 것이다. 그러나 소음측정 어플처럼 아이폰의 하드웨어(소음측정 어플의 경우 마이크)를 사용해야만 하는 어플은 아이폰 기기의 하드웨어 성능이 달라지면 그 결과값을 별도로 보정해 주지 않으면 당연히 달라지기 마련이다.

아이폰3Gs보다는 아이폰4의 하드웨어 성능이 향상되었을 것이므로 같은 어플을 아이폰3Gs와 아이폰4에서 작동시킬 경우 아이폰4에서 더 민감하거나 높은 출력(output)을 낼 것이다. 아이폰3Gs를 기반으로 제작된 소음측정 어플도 별도의 보정없이 아이폰4에서 작동시킬 경우 아이폰4의 마이크성능이 향상되었다면 같은 음압수준에서 훨씬 더 민감하게 반응할 것이고, 그 결과 출력이 더 높아질 수밖에 없을 것이다. 이것이 아이폰4에서의 측정값이 아이폰3Gs에서의 측정값보다 과대평가된 원인일 것으로 추측된다. 만약 아이폰4 기기를 기반으로 제작된 어플인 경우 이와 반대되는 결과를 초래할 것으로 추측된다. 이러한 점을 확인해 보기 위해 각 어플의 최초 출시시점과 업데이트된 시점을 비교분석해 보고자 했으나 어플의 최초 출시시점에 대한 정보를 찾아볼 수가 없어서 이를 확인하지는 못했다. 그러나 향후 일정 시점이 지나면 일부 어플의 경우 새로 나온 아이폰 기기의 하드웨어 사양에 맞게 프로그램을 수정하여 업데이트할 것이므로 일정 시간이 지난 후, 업데이트된 어플을 가지고 재평가를 해보면 이러한 점은 어느 정도 확인이 가능할 것으로 보인다.

그런데 여기에서 UE SPL은 아이폰3Gs에서는 물론 아이폰4에서도 70, 80, 90dB의 음압수준에서 측정의 정확도가 상당히 높았을 뿐만 아니라 측정오차의 변이도 상당히 작게 나타나 매우 안정적인 것으로 나타났다. UE SPL의 어플도 외형상으로는 아이폰3Gs용과 아이폰4용으로 구분되어 있지 않았다. 따라서 어플이 자체적으로 아이폰3Gs와 아이폰4를 인식하여 프로그램 내부에서 이를 보정해 준 것으로 추정된다. UE SPL이 어떻게 해서 아이폰3Gs와 아이폰4에서 동시에 정확한 측정값을 내는지 정확한 원리 및 방법은 밝혀지지 않았지만 이러한 사례를 볼 때 하드웨어 기기가 바뀌면 이를 스스로 인식하여 그에 맞는 보정을 하도록 프로그램을 설계할 수 있을 것으로 보인다.

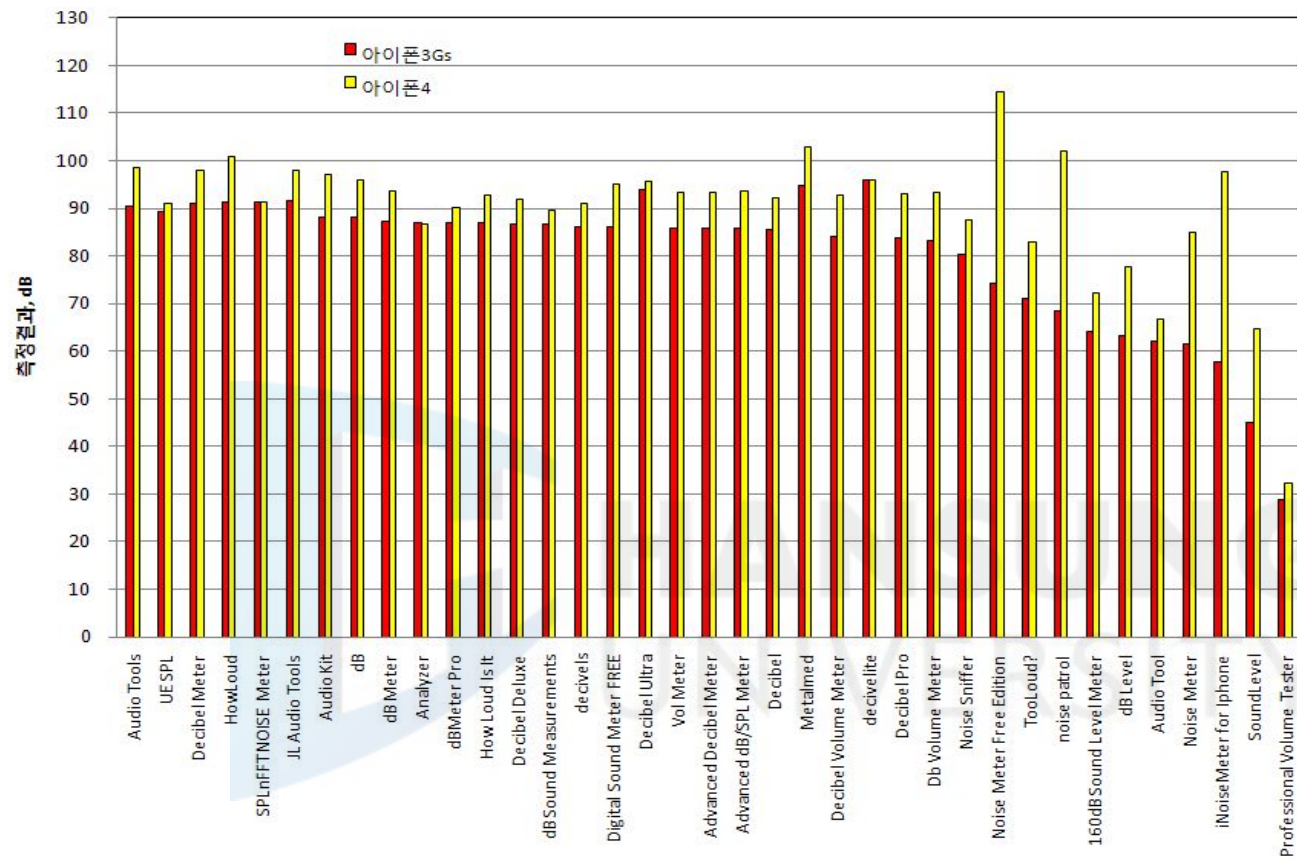
Analyzer는 이러한 사례를 보여준 또 하나의 예라고 할 수 있다. Analyzer라는 어플은 70, 80 및 90dB에서 아이폰3Gs와 아이폰4를 가지고 동시에 측정한 결과를 보면 70dB에서만 1dB의 차이를 보였을 뿐, 80dB과 90dB에서는 측정값이 일치하는 것으로 나타났다. Analyzer라는 어플도 외형상으로는 아이폰3Gs용과 아이폰4용으로 구분되어 있지 않았다.

UE SPL이나 Analyzer라는 어플이 새롭게 출시되는 아이폰 기기에서 어떤 결과를 보일지, 어떤 원리로 하드웨어가 다름에도 측정값을 동일하게 나타나도록 보정하였는지에 대해서는 향후 더 연구가 필요한 부분이라고 판단된다.

한 가지 특이한 경우로 SPLnFFT Noise Meter라는 어플은 90dB과 80dB에서 아이폰3Gs와 아이폰4간에 차이가 0.1dB과 -0.3dB로 나타나 차이가 거의 없었다. 그러나 70dB에서는 아이폰3Gs에서는 69.1dB로 측정값을 보였지만 아이폰4에서는 77.5dB로 나타나, 아이폰4에서 8.4dB이 높게 측정되었다. 이것은 음압이 충분한 높을 경우에는 아이폰3Gs의 마이크 성능이 아이폰4에 비해 떨어지지 않으나 음압이 낮은 경우에는 아이폰3Gs의 마이크 성능이 아이폰4의 마이크 성능보다 떨어지기 때문에 나타난 현상으로 추정해 볼 수 있다.

[표 12] 아이폰3Gs와 아이폰4에서의 측정값 비교(90dB, 1000Hz)

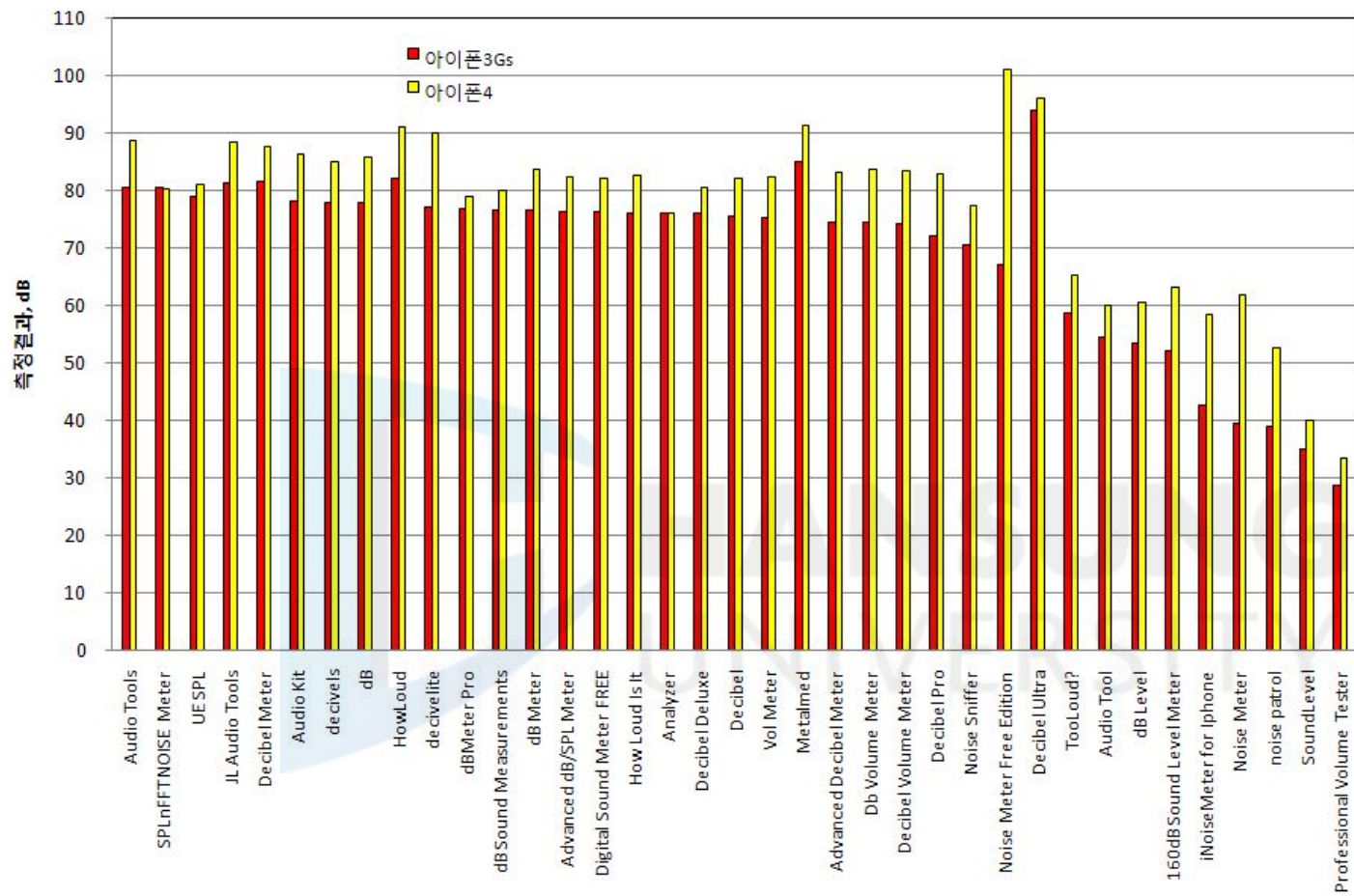
일련 번호	어플명	아이폰3Gs		아이폰4	
		측정값 (A)	오차 (A-90)	측정값 (B)	3Gs와 차이 (A-B)
1	Audio Tools	90.5	(0.5)	98.7	(8.1)
2	UE SPL	89.2	(-0.8)	91.0	(1.8)
3	Decibel Meter	91.1	(1.1)	98.1	(7.0)
4	HowLoud	91.2	(1.2)	101.0	(9.8)
5	SPLnFFT Noise Meter	91.2	(1.2)	91.3	(0.1)
6	JL Audio Tools	91.5	(1.5)	97.9	(6.3)
7	Audio Kit	88.0	(-2.0)	97.0	(9.0)
8	dB	88.0	(-2.0)	96.0	(8.0)
9	dB Meter	87.3	(-2.7)	93.8	(6.4)
10	Analyzer	87.0	(-3.0)	86.8	(-0.2)
11	dBMeter Pro	87.0	(-3.0)	90.3	(3.3)
12	How Loud Is It	86.9	(-3.1)	92.8	(5.9)
13	Decibel Deluxe	86.8	(-3.2)	92.0	(5.2)
14	dB Sound Measurements	86.6	(-3.4)	89.7	(3.2)
15	decivels	86.0	(-4.0)	91.0	(5.0)
16	Digital Sound Meter FREE	86.0	(-4.0)	95.0	(9.0)
17	Decibel Ultra	94.0	(4.0)	95.8	(1.8)
18	Vol Meter	85.9	(-4.1)	93.3	(7.4)
19	Advanced Decibel Meter	85.8	(-4.2)	93.2	(7.4)
20	Advanced dB/SPL Meter	85.8	(-4.2)	93.7	(7.9)
21	Decibel	85.4	(-4.6)	92.2	(6.8)
22	MetalMed dB	94.8	(4.8)	102.8	(8.0)
23	Decibel Volume Meter	84.1	(-5.9)	92.7	(8.5)
24	decivelite	96.0	(6.0)	96.0	(0.0)
25	Decibel Pro	83.8	(-6.2)	93.0	(9.2)
26	Db Volume Meter	83.2	(-6.8)	93.3	(10.1)
27	Noise Sniffer	80.4	(-9.6)	87.5	(7.1)
28	Noise Meter Free Edition	74.2	(-15.8)	114.6	(40.4)
29	TooLoud?	71.0	(-19.0)	83.0	(12.0)
30	noise patrol	68.6	(-21.4)	102.0	(33.4)
31	160dB Sound Level Meter	64.1	(-25.9)	72.3	(8.2)
32	dB Level	63.2	(-26.8)	77.8	(14.6)
33	Audio Tool	62.2	(-27.8)	66.6	(4.4)
34	Noise Meter	61.4	(-28.6)	85.0	(23.6)
35	iNoiseMeter for Iphone	57.8	(-32.2)	97.7	(39.9)
36	SoundLevel	45.0	(-45.0)	64.8	(19.8)
37	Professional Volume Tester	28.7	(-61.3)	32.2	(3.5)



<그림 1> 아이폰3Gs와 아이폰4에서의 측정값 비교(90dB, 1000Hz).

[표 13] 아이폰3Gs와 아이폰4에서의 측정값 비교(80dB, 1000Hz)

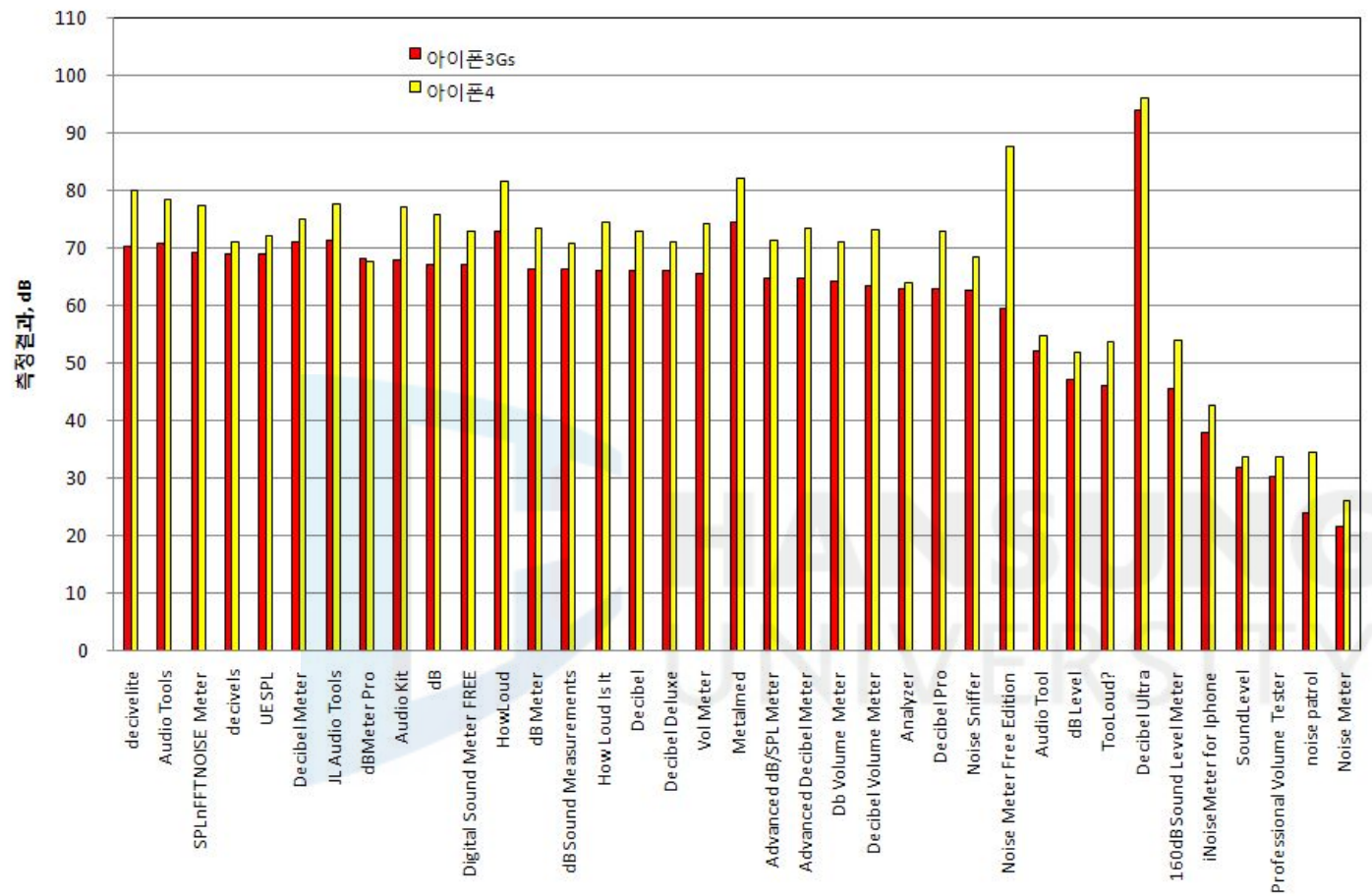
일련 번호	이플명	아이폰3Gs		아이폰4	
		측정값 (A)	오차 (A-90)	측정값 (B)	3Gs와 차이 (A-B)
1	Audio Tools	80.5	(0.5)	88.8	(8.2)
2	SPLnFFT Noise Meter	80.5	(0.5)	80.2	(-0.3)
3	UE SPL	79.0	(-1.0)	81.0	(2.0)
4	JL Audio Tools	81.2	(1.2)	88.3	(7.1)
5	Decibel Meter	81.5	(1.5)	87.5	(5.9)
6	Audio Kit	78.3	(-1.7)	86.4	(8.1)
7	decivels	78.0	(-2.0)	85.0	(7.0)
8	dB	77.8	(-2.2)	85.8	(8.0)
9	HowLoud	82.2	(2.2)	91.0	(8.8)
10	decivelite	77.0	(-3.0)	90.0	(13.0)
11	dBMeter Pro	76.8	(-3.2)	78.9	(2.0)
12	dB Sound Measurements	76.6	(-3.4)	79.9	(3.2)
13	dB Meter	76.6	(-3.4)	83.6	(7.0)
14	Advanced dB/SPL Meter	76.4	(-3.6)	82.4	(6.0)
15	Digital Sound Meter FREE	76.2	(-3.8)	82.2	(6.0)
16	How Loud Is It	76.1	(-3.9)	82.6	(6.4)
17	Analyzer	76.0	(-4.0)	76.0	(0.0)
18	Decibel Deluxe	76.0	(-4.0)	80.4	(4.4)
19	Decibel	75.4	(-4.6)	82.0	(6.6)
20	Vol Meter	75.2	(-4.8)	82.4	(7.2)
21	MetalMed dB	85.0	(5.0)	91.2	(6.2)
22	Advanced Decibel Meter	74.6	(-5.4)	83.2	(8.7)
23	Db Volume Meter	74.4	(-5.6)	83.6	(9.2)
24	Decibel Volume Meter	74.2	(-5.8)	83.5	(9.3)
25	Decibel Pro	72.0	(-8.0)	83.0	(11.0)
26	Noise Sniffer	70.6	(-9.4)	77.3	(6.7)
27	Noise Meter Free Edition	67.0	(-13.0)	101.0	(34.0)
28	Decibel Ultra	94.0	(14.0)	96.0	(2.0)
29	TooLoud?	58.8	(-21.2)	65.2	(6.4)
30	Audio Tool	54.4	(-25.6)	60.0	(5.6)
31	dB Level	53.4	(-26.6)	60.6	(7.2)
32	160dB Sound Level Meter	52.2	(-27.8)	63.2	(11.0)
33	iNoiseMeter for Iphone	42.8	(-37.2)	58.5	(15.7)
34	Noise Meter	39.4	(-40.6)	61.8	(22.4)
35	noise patrol	39.0	(-41.0)	52.6	(13.6)
36	SoundLevel	35.0	(-45.0)	40.0	(5.0)
37	Professional Volume Tester	28.9	(-51.1)	33.5	(4.6)



<그림 2> 아이폰3Gs와 아이폰4에서의 측정값 비교(80dB, 1000Hz).

[표 14] 아이폰3Gs와 아이폰4에서의 측정값 비교(70dB, 1000Hz)

일련 번호	어플명	아이폰3Gs		아이폰4	
		측정값 (A)	오차 (A-90)	측정값 (B)	3Gs와 차이 (A-B)
1	decivelite	70.2	(0.2)	80.0	(9.8)
2	Audio Tools	70.9	(0.9)	78.5	(7.7)
3	SPLnFFT Noise Meter	69.1	(-0.9)	77.5	(8.4)
4	decivels	69.0	(-1.0)	71.0	(2.0)
5	UE SPL	69.0	(-1.0)	72.0	(3.0)
6	Decibel Meter	71.1	(1.1)	74.9	(3.8)
7	JL Audio Tools	71.2	(1.2)	77.6	(6.3)
8	dBMeter Pro	68.1	(-1.9)	67.7	(-0.4)
9	Audio Kit	68.0	(-2.0)	77.0	(9.0)
10	dB	67.2	(-2.8)	75.8	(8.6)
11	Digital Sound Meter FREE	67.0	(-3.0)	73.0	(6.0)
12	HowLoud	73.0	(3.0)	81.6	(8.6)
13	dB Meter	66.4	(-3.6)	73.3	(7.0)
14	dB Sound Measurements	66.3	(-3.7)	70.7	(4.4)
15	How Loud Is It	66.2	(-3.8)	74.3	(8.2)
16	Decibel	66.0	(-4.0)	72.8	(6.8)
17	Decibel Deluxe	66.0	(-4.0)	71.0	(5.0)
18	Vol Meter	65.6	(-4.4)	74.3	(8.7)
19	MetalMed dB	74.4	(4.4)	82.2	(7.8)
20	Advanced dB/SPL Meter	64.9	(-5.1)	71.4	(6.6)
21	Advanced Decibel Meter	64.8	(-5.2)	73.4	(8.6)
22	Db Volume Meter	64.1	(-5.9)	71.0	(6.9)
23	Decibel Volume Meter	63.5	(-6.5)	73.0	(9.5)
24	Analyzer	63.0	(-7.0)	64.0	(1.0)
25	Decibel Pro	63.0	(-7.0)	73.0	(10.0)
26	Noise Sniffer	62.5	(-7.5)	68.4	(5.9)
27	Noise Meter Free Edition	59.4	(-10.6)	87.6	(28.2)
28	Audio Tool	52.2	(-17.8)	54.8	(2.6)
29	dB Level	47.2	(-22.8)	52.0	(4.8)
30	TooLoud?	46.2	(-23.8)	53.8	(7.6)
31	Decibel Ultra	94.0	(24.0)	96.0	(2.0)
32	160dB Sound Level Meter	45.5	(-24.5)	53.9	(8.5)
33	iNoiseMeter for Iphone	38.1	(-31.9)	42.6	(4.5)
34	SoundLevel	32.0	(-38.0)	33.8	(1.8)
35	Professional Volume Tester	30.4	(-39.6)	33.7	(3.3)
36	noise patrol	24.0	(-46.0)	34.6	(10.6)
37	Noise Meter	21.6	(-48.4)	26.0	(4.4)



<그림 3> 아이폰3Gs와 아이폰4에서의 측정값 비교(70dB, 1000Hz).

제3절 주파수별 소음측정의 정확도

사람의 귀는 주파수별로 소리를 감지하는 능력이 다를 뿐만 아니라 소리가 청력장애에 미치는 영향도 다르다. 따라서 같은 강도의 에너지를 가진 소리라고 해도 주파수에 따라서 사람에게 들리는 실제크기의 수준으로 보정이 필요하다. 이렇게 보정한 결과는 A 특성치(A-weighting)라고 하며, dBA 또는 dB(A)라고 표시한다. 산업보건분야뿐만 아니라 일반 환경분야와 음향학에서 소음수준 또는 소리의 크기수준은 모두 A특성으로 보정한 음압수준을 말한다.

산업현장에서 아이폰을 실제 소음측정 목적으로 활용하기 위해서는 이와 같이 주파수별로 사람이 느끼는 감각과 유사하게 보정하는 기능이 있어야 한다. 즉 아이폰의 측정치가 A 특성치로 나타나야 한다. 아이폰의 소음측정 어플이 주파수별로 A 특성치를 보정하여 측정값을 나타내는지 그리고 그 정확도가 어느 정도인지를 검증한 결과는 다음과 같다.

1. 평가 대상 어플 및 스마트폰

37개의 소음어플 중에서 아이폰4 측정값이 1000Hz의 90dB에서 오차범위가 ± 1 dB이내의 정확도를 보인 어플은 dB Sound Measurements, dBMeter Pro, decibels 및 UE SPL로 총 4개였다. 주파수별로 A 특성치 보정이 제대로 이루어지는지 알아보기 위하여 어느 정도 정확도를 가진 어플 중에서 여러 가지 특성별로 어플 4가지를 선정하였다. 선정한 어플은 UE SPL, SPLnFFT Noise Meter, Noise Sniffer, dB Volume Meter 4개였다. 위의 4개 어플을 대상으로 아이폰4에서 주파수별 A 특성치와 C 특성치의 정확도를 평가하였다.

2. 평가 대상 주파수

주파수별로 A 특성치 보정이 제대로 이루어지는지 알아보기 위하여 100, 200, 500, 1000, 2000, 5000 및 8000Hz의 순음을 각각 70, 80, 90 및 100dB의 소리를 재생시킨 상태에서 아이폰4의 소음측정 어플로 dBA와

dBC를 측정하였다. 또한 정확도를 비교하기 위해 정밀소음계(B&K Model #2260 Observer)로도 동시에 dBA와 dBC를 측정하였다.

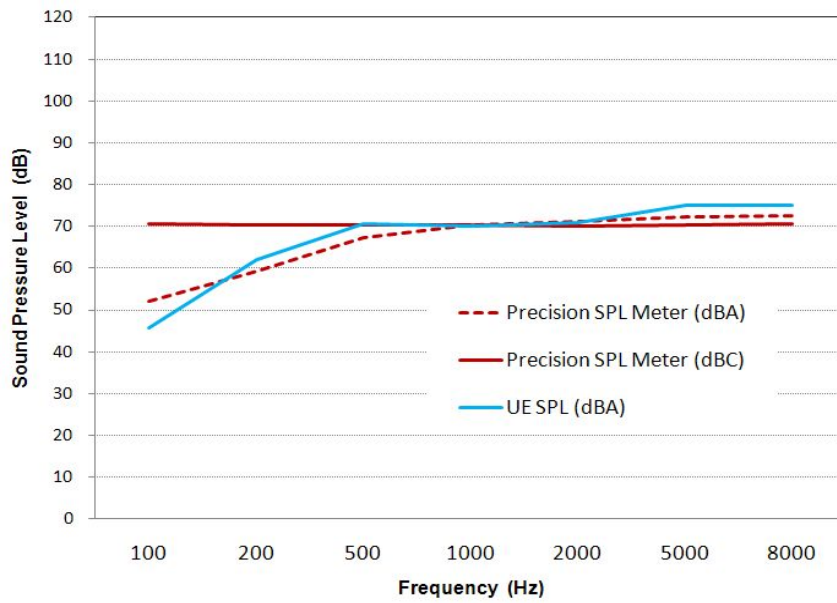
3. 평가결과

1) UE SPL

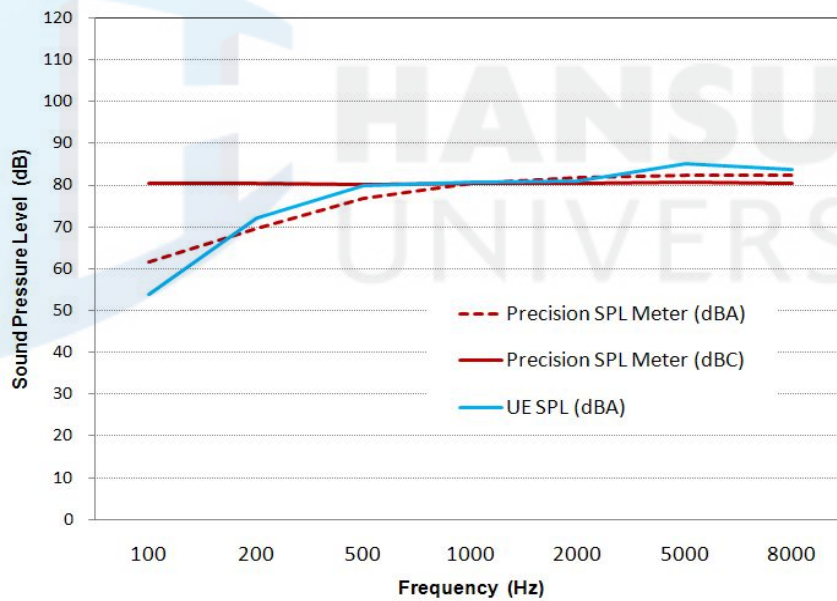
아이폰4는 물론 아이폰3Gs에서도 상당히 정확도가 높았으며, 70, 80 및 90dB의 각기 다른 소음수준에서도 비교적 정확도가 고르게 나타난 UE SPL 어플에 대한 주파수별 측정결과는 <그림 4, 5, 6 및 7>과 같다.

<그림 4>에서 보는 바와 같이 70dB의 음압수준에서 UE SPL의 측정치는 정밀소음계의 A특성 곡선과 유사한 패턴으로 보였다. 그러나 500Hz에서는 A-보정이 이루어지지 않고 C 특성치와 같은 결과로 나타났다. 80dB의 음압수준에서도 500Hz에서는 보정이 일어나지 않았다(<그림 5>). 그러나 90dB의 음압수준에서는 500Hz A-보정이 이루어져 정밀소음계의 A-보정값과 정확하게 일치하는 것으로 나타났다(<그림 6>). 100dB의 음압수준에서는 정밀소음계의 A-보정치보다 낮게 나타났는데, 이것은 500Hz뿐만 아니라 1000, 2000 및 5000Hz의 고주파 영역은 물론 200Hz의 저주파 영역에서도 모두 낮게 나타나 높은 음압수준에서는 아이폰의 마이크(microphone)가 충분하게 반응하지 못하거나, 높은 음압수준에서 마이크의 반응성이 떨어지는 것을 어플 제작시 제대로 반영하지 못한 결과 때문인 것으로 보인다.

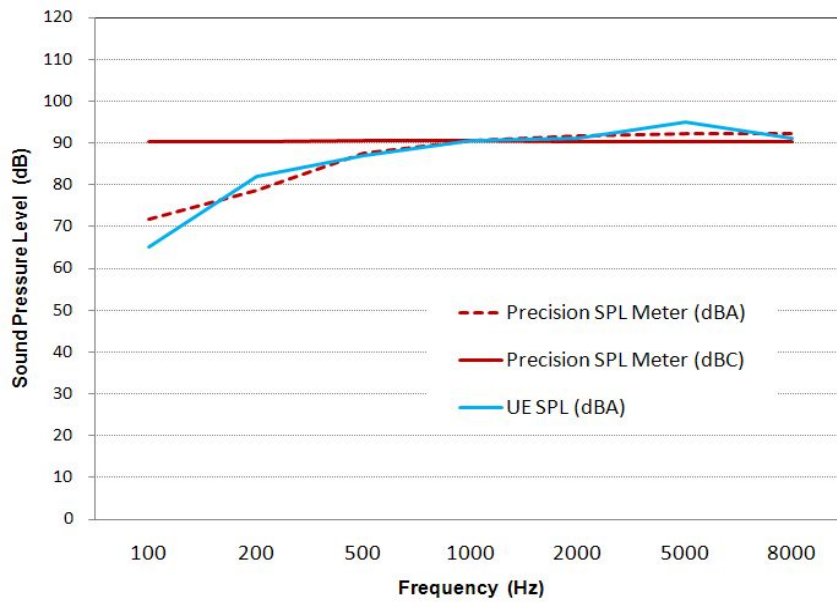
한편 100dB의 음압수준에서 100Hz의 경우에는 <그림 7>에서 보는 바와 같이 정밀소음계로 측정한 A-보정치가 낮아지기는커녕 오히려 더 높아지는 결과가 나타났다. 이것은 소리 재생에 사용한 스피커(Britz사, 모델명 AV-5100 Maestro 5.1CH Speaker)가 100Hz 주파수의 음을 과다하게 재생하였거나 높은 음압수준으로 발생한 100Hz의 음이 실험실내에서 반사되어 잔향음의 효과로 인한 방해작용이 있었기 때문으로 추정된다.



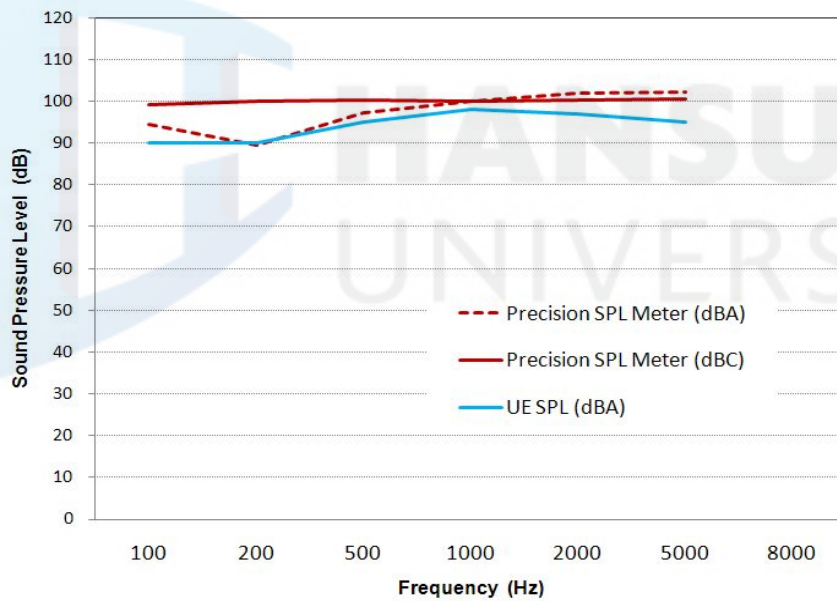
<그림 4> UE SPL의 주파수별 dBA 측정결과
(측정기기: 아이폰4, 음압수준: 70dB).



<그림 5> UE SPL의 주파수별 dBA 측정결과
(측정기기: 아이폰4, 음압수준: 80dB).



<그림 6> UE SPL의 주파수별 dBA 측정결과
(측정기기: 아이폰4, 음압수준: 90dB).



<그림 7> UE SPL의 주파수별 dBA 측정결과
(측정기기: 아이폰4, 음압수준: 100dB).

그러나 전반적으로 70~90dB 사이에서는 A 특성치의 보정이 정밀소음계와 유사하게 나타나 상당히 우수한 것으로 나타났다. 주파수별 보정이 가능했다는 것은 소리의 주파수를 분석했다는 것을 의미하며, 이것은 향후 아이폰과 어플만으로도 주파수분석이 가능하다는 것을 보여주는 것이다.

2) SPLnFFT Noise Meter

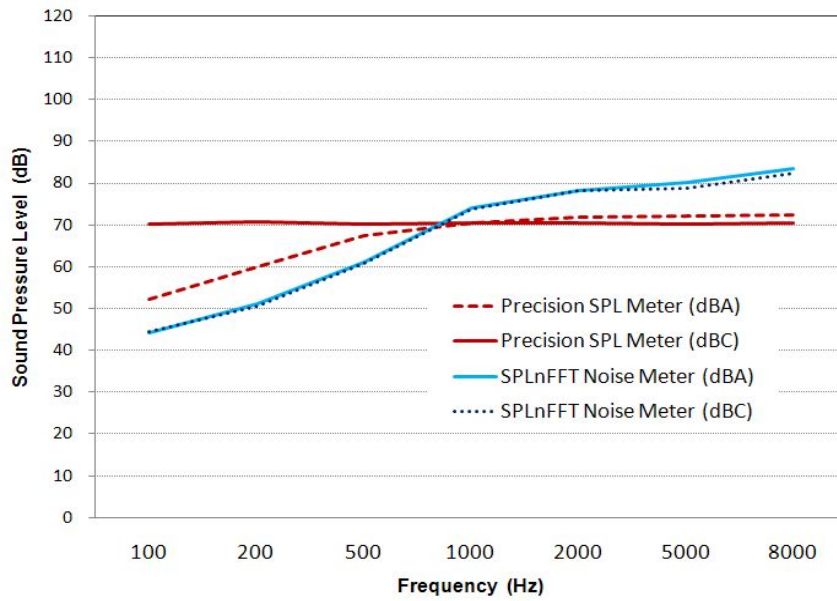
SPLnFFT Noise Meter로 주파수대별 측정결과는 <그림 8, 9, 10 및 11>과 같다. SPLnFFT Noise Meter 어플의 주파수에 A 특성치 측정결과는 다음과 같이 3가지 특징을 보였다.

첫째, A 특성치와 C 특성치가 같은 지점이 1000Hz가 아니라 1000Hz보다 약간 낮았다. 즉 기준점이 1000Hz이어야 하는데 이보다 약간 낮게 설정되었다. 이것은 소리의 주파수를 제대로 분석하였으나 보정회로에서 기준점을 1000Hz보다 낮게 설정하였거나, 기준점은 제대로 설정하였지만 주파수를 분석한 결과가 약간 상향되었기 때문으로 보인다.

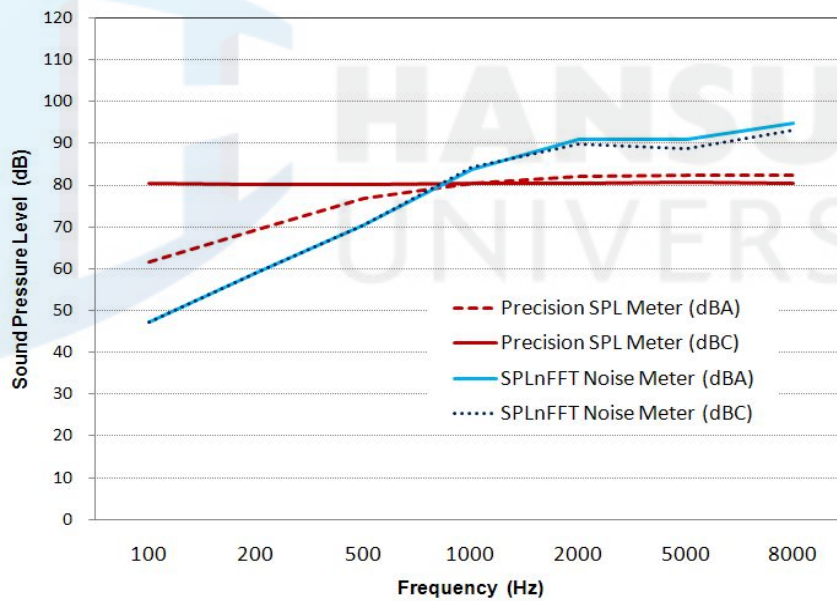
둘째, 기준점이하의 저주파영역(100~1000Hz)에서는 A 특성치가 지나치게 과소평가되었으며, 기준점이상의 고주파영역(1000~8000Hz)에서는 과대평가 되었다. 이것은 프로그램을 제작할 때 보정치를 잘못 넣었거나 증가폭이나 감소폭을 설정하는 계수를 과다하게 설정했기 때문인 것으로 추정된다.

셋째, 어플에서 C 특성치와 A 특성치간에는 차이가 없었으며, 모두 A 특성치 인 것으로 나타났다.

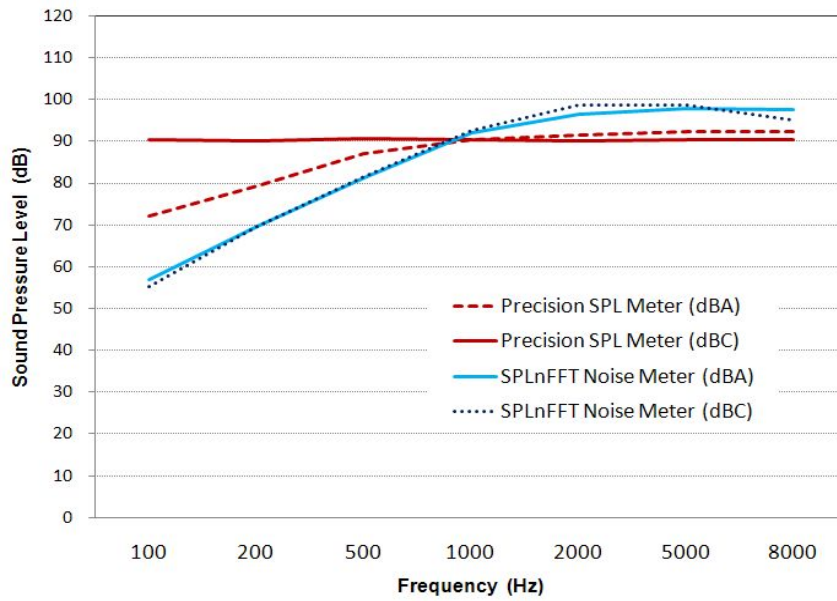
SPLnFFT Noise Meter로 실험을 할 때에도 100dB의 음압수준에서는 200Hz 이상의 주파수에서 아이폰의 측정결과는 전반적으로 과소평가되었으며, 100Hz의 주파수에서는 정밀소음계와 아이폰 모두 과다하게 증가되는 결과가 나타났다. 이것은 UE SPL로 측정할 때와 동일한 현상으로 어플의 문제라기보다는 소리를 재생시키는 장치나 실험실의 문제로 추정된다.



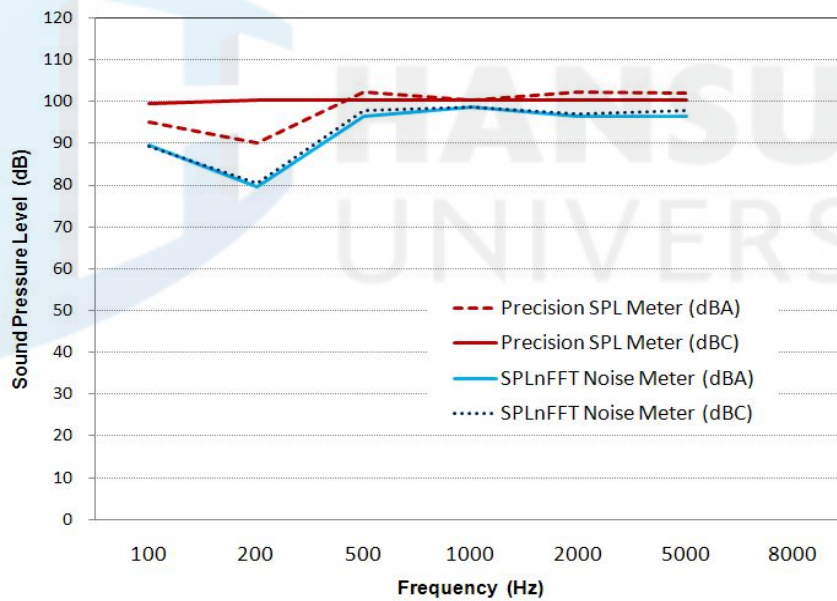
<그림 8> SPLnFFT Noise Meter의 주파수별 dBA 측정결과
(측정기기: 아이폰4, 음압수준: 70dB).



<그림 9> SPLnFFT Noise Meter의 주파수별 dBA 측정결과
(측정기기: 아이폰4, 음압수준: 80dB).



<그림 10> SPLnFFT Noise Meter의 주파수별 dBA 측정결과
(측정기기: 아이폰4, 음압수준: 90dB).



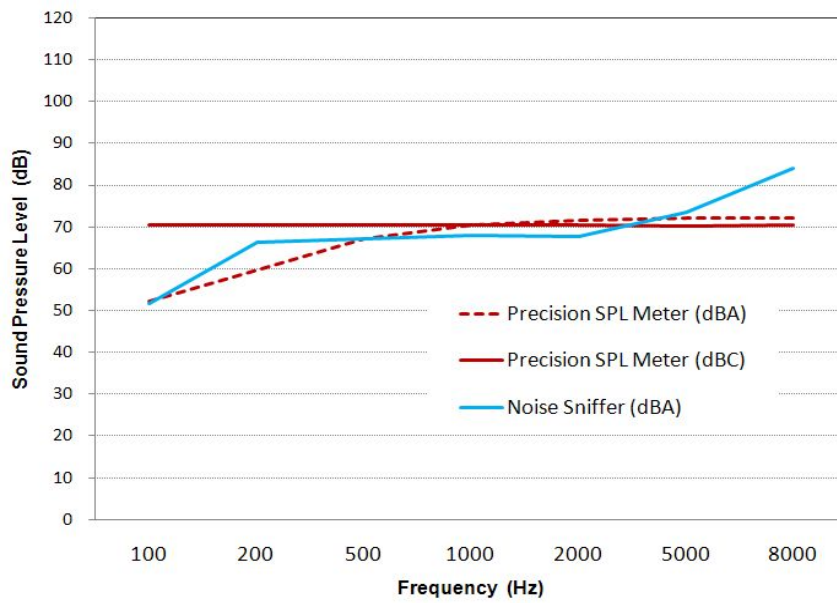
<그림 11> SPLnFFT Noise Meter의 주파수별 dBA 측정결과
(측정기기: 아이폰4, 음압수준: 100dB).

3) Noise Sniffer

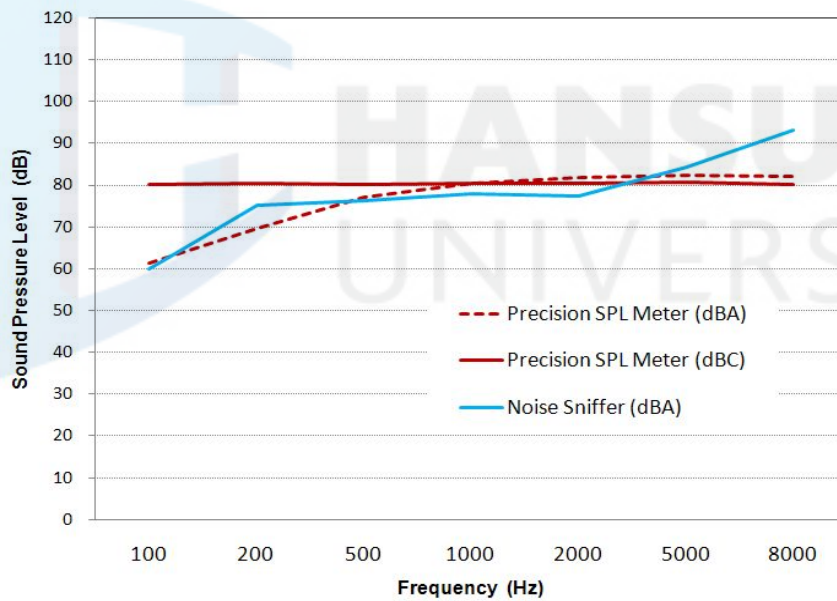
70, 80 및 90dB에서 평균 2.3dB 정도 낮은 측정결과를 보인 Noise Sniffer의 경우 주파수별로 dBA를 측정한 결과는 <그림 12, 13, 14 및 15>와 같다. Noise Sniffer로 측정한 결과를 보면 70~80dB의 수준에서 200Hz부터 2000Hz까지는 주파수별로 A 특성치의 보정은 일어나지 않고 일률적으로 약 2~3dB정도 저평가되는 결과를 보여주고 있다(<그림 12 및 13>). 반면 100Hz에서는 A 특성치 보정이 일어나 정밀소음계의 A 측정치와 동일하게 나타났다. 한편 5000Hz와 8000Hz에서는 A 특성치의 결과가 지나치게 과대평가되는 것으로 나타났다. <그림 14>에서 보는 바와 같이 90dB 수준에서는 2000Hz 이하에서는 전반적으로 A 특성 보정이 충분히 이루어지지 않고 일률적으로 저평가되는 것으로 나타났고, 2000Hz이상에서는 약간 과대평가되는 것으로 나타났다.

100dB 수준에서는 거의 모든 주파수에서 일률적으로 7dB 정도 낮게 나타났으며 이러한 저평가는 100Hz에서 약간 더 크게 나타났다. 다른 어플을 측정할 때와 마찬가지로 정밀소음계에서는 100Hz의 경우의 음압수준이 200Hz의 음압수준보다 약간 더 높게 나타나 실험조건에서의 음발생 상태가 100Hz의 경우 문제가 있음을 알 수 있었다. 그럼에도 불구하고 Noise Sniffer 어플은 100Hz에서 높아지지 않고 그냥 일률적으로 낮은 패턴대로 나타나 어플에 문제가 있는 것으로 보인다.

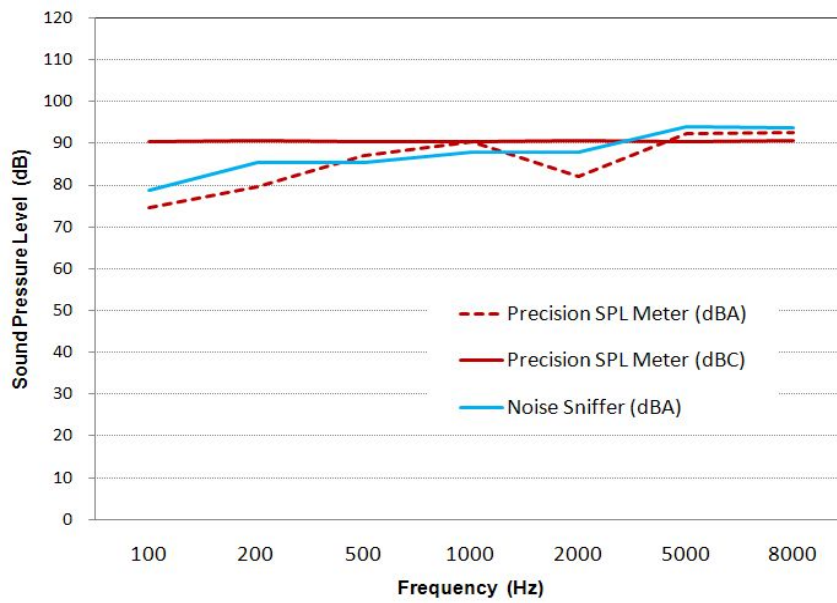
이와 같은 결과를 종합해 볼 때 Noise Sniffer는 단지 기준점을 잘못 잡았거나 보정할 때 계수의 잘못 선택한 문제라기보다는 주파수분석이 정확하게 되지 않은 문제라고 보인다.



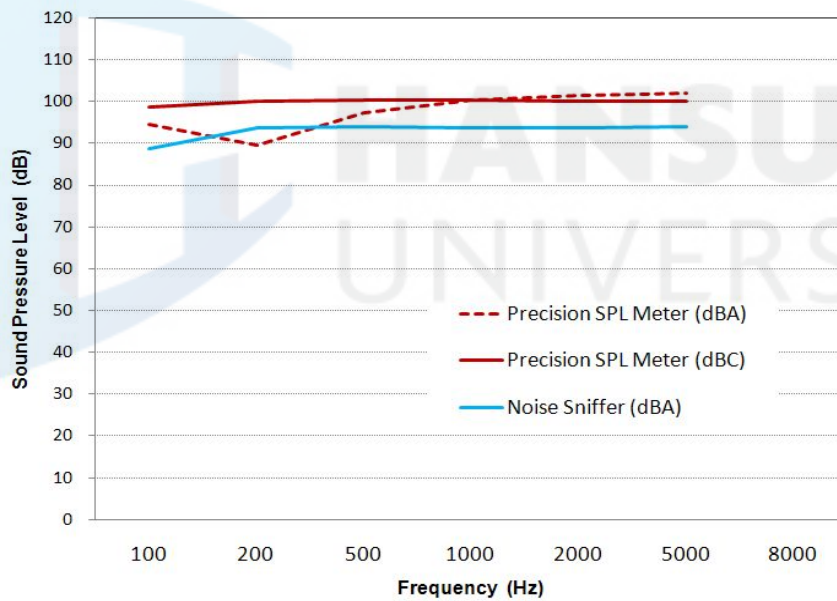
<그림 12> Noise Sniffer의 주파수별 dBA 측정결과
(측정기기: 아이폰4, 음압수준: 70dB).



<그림 13> Noise Sniffer의 주파수별 dBA 측정결과
(측정기기: 아이폰4, 음압수준: 80dB).



<그림 14> Noise Sniffer의 주파수별 dBA 측정결과
(측정기기: 아이폰4, 음압수준: 90dB).



<그림 15> Noise Sniffer의 주파수별 dBA 측정결과
(측정기기: 아이폰4, 음압수준: 100dB).

4) dB Volume Meter

70, 80 및 90dB에서 2~3dB 정도 높은 측정결과를 보인 dB Volume Meter의 경우 주파수별로 dBA를 측정한 결과는 <그림 16, 17, 18 및 19>와 같다.

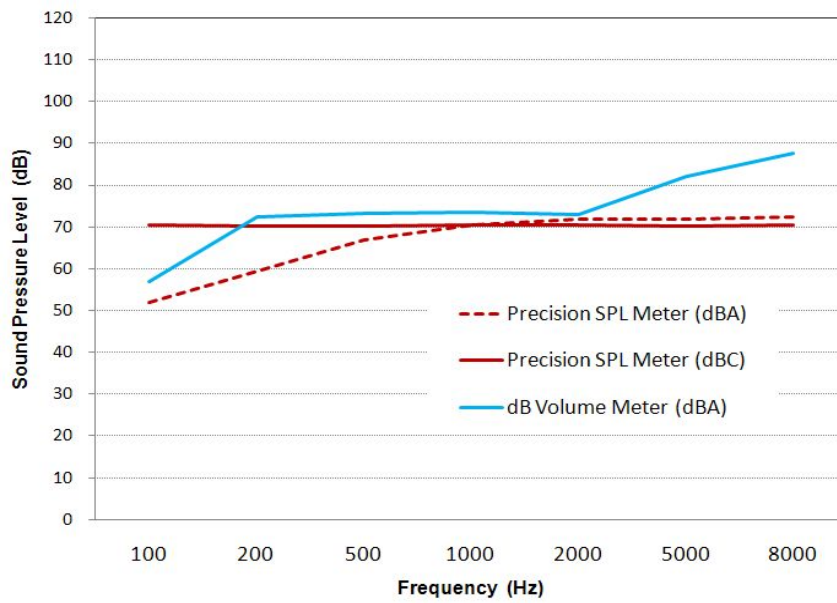
dB Volume Meter로 70dB의 수준에서 주파수별로 측정한 결과를 보면 200~2000Hz까지 일률적으로 약 3dB이 높게 나타난 것을 볼 수 있다. 100Hz의 저주파에서는 A 특성치가 보정되었지만 전체적으로 상향된 만큼 높게 나타났고, 5000Hz와 8000Hz는 지나치게 높게 보정된 것으로 나타났다(<그림 16>).

80dB 수준에서는 200Hz, 1000Hz 및 2000Hz에서 역시 약 3dB정도 높게 나타났지만 500Hz에서는 A 특성치가 보정되어 정밀소음계의 dBA와 같은 결과를 보였다. 100Hz에는 A 특성치가 보정된 것으로 보이나 역시 전체적으로 상향된 만큼 높았고, 5000Hz 및 8000Hz에서는 지나치게 높게 보정되었다(<그림 17>).

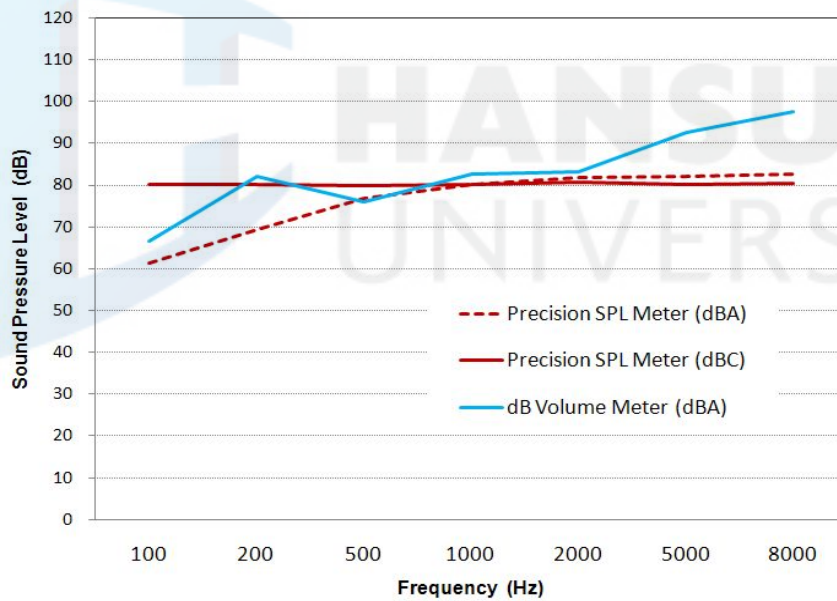
90dB 수준에서도 200~2000Hz까지는 A 특성 보정이 되지 않은 채 일률적 3dB만큼 상향된 결과를 보였다. 100Hz에는 A 특성으로 약간 보정된 듯 보이지만 정밀소음계의 dBA보다는 훨씬 높아 오차가 상당히 큰 10dB 정도로 나타났다. 5000Hz에서는 역시 과대평가된 것으로 나타났다. 그러나 8000Hz에서는 정밀소음계의 dBA와 같은 결과를 보였다. 그렇지만 이것이 8000Hz에서 정상적으로 A 특성이 보정된 결과라기보다는 보정이 되지 않은 채 약 3dB 상향된 결과인 것으로 보인다(<그림 18>).

100dB 수준에서는 거의 전 주파수 영역에서 정밀소음계의 C 특성치와 같은 결과를 보였는데(<그림 19>), 이것이 A 특성 보정회로 또는 프로그램 오류인지 높은 수준의 음압에서 마이크의 성능저하로 나타난 결과인지는 분명하지 않다.

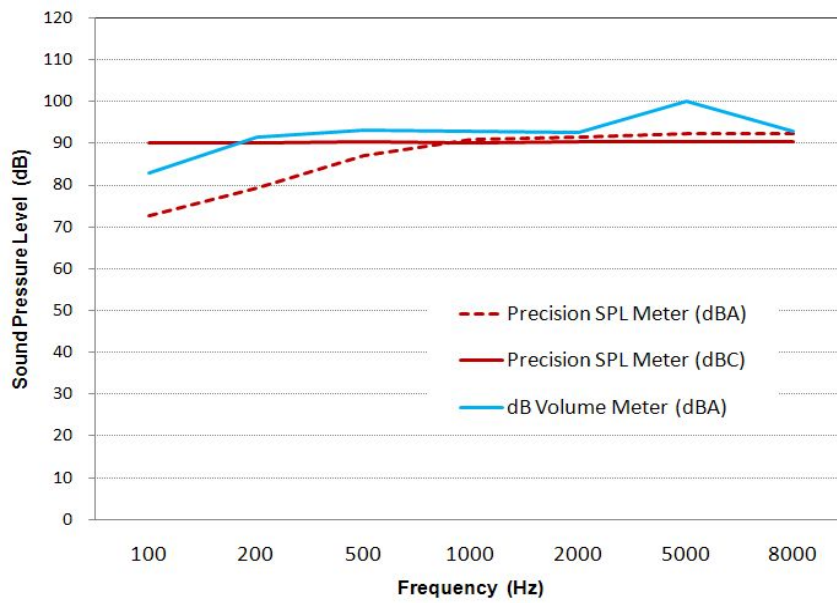
또한 dB Volume Meter의 A 특성으로 보정한 결과의 정확도가 낮은 원인이 주파수 분석에서 기인된 것인지, 각 주파수별 보정하는 가중치를 잘못 산정한 것인지는 확실하지 않다.



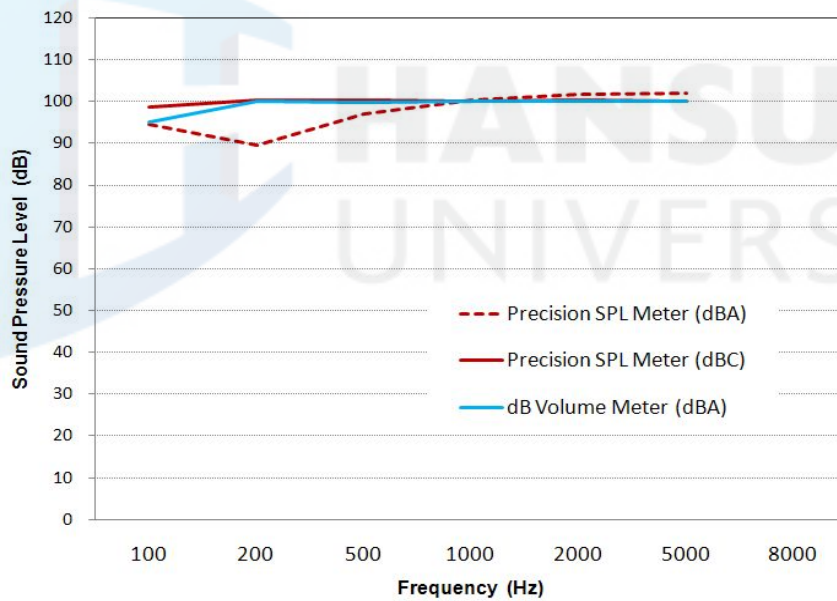
<그림 16> dB Volume Meter의 주파수별 dBA 측정결과
(측정기기: 아이폰4, 음압수준: 70dB).



<그림 17> dB Volume Meter의 주파수별 dBA 측정결과
(측정기기: 아이폰4, 음압수준: 80dB).



<그림 18> dB Volume Meter의 주파수별 dBA 측정결과
(측정기기: 아이폰4, 음압수준: 90dB).



<그림 19> dB Volume Meter의 주파수별 dBA 측정결과
(측정기기: 아이폰4, 음압수준: 100dB).

제4절 아이폰4 기기간의 변이에 대한 평가

아이폰 기기는 기기 유형에 따라 일정한 규격과 성능을 가진 부품을 사용하고 있으므로 기기에 따른 변이는 크지 않을 것이다. 그러나 아이폰이 측정을 위한 도구로 개발된 것이 아니기 때문에 각 부품을 측정에 맞는 규격과 성능을 발휘하도록 품질관리를 하지는 않을 것이기 때문에 소음측정용으로 사용할 때에는 기기간에 차이를 보일 수도 있다.

소음측정 어플로 소음을 측정할 때 동종의 아이폰에서 기기간 차이가 있는지 알아보기 위해 4대의 아이폰4에 같은 어플을 설치하여 동시에 소음수준을 측정해 비교해 보았다. 정확한 음압수준을 측정하고 기준값을 잡기 위해 정밀소음계를 사용하여 소음수준을 동시에 측정하였다.

실험한 어플은 아이폰4에서 90dB의 음압수준을 측정할 때 $\pm 1\text{dB}$ 이내의 정확도를 보인 dB Sound Measurements, dB Meter Pro, decibels(아날로그 타입) 및 UE SPL의 4개였다.

각각의 어플에서 4대의 기기를 동시에 측정한 결과는 [표 15]와 같다. 각 어플로 측정한 값의 아이폰 기기간 차이는 표준편차가 0.5dB이하로 유의미한 차이는 없었다. decibels로 측정한 결과의 표준오차는 0으로 나타났는데 그 이유는 decibels의 측정값은 모두 정수로 나타나 소수점의 숫자가 반영되지 않았기 때문이다.

한편 0.5dB정도의 차이는 기기간 차이 때문에 발생한 것인지 실험 환경에서 각 아이폰이 놓인 위치가 조금씩 다르기 때문에 발생한 것인지 정확하게 분간하기 어렵다. 아마도 기기간 차이와 실험환경적 조건의 차이에서 발생하는 원인이 혼합되어 있을 것으로 추정된다. 어떤 원인으로 발생한 것이든 이 정도의 오차는 실제 사용상 아무런 문제가 없을 것으로 보인다.

[표 15] 아이폰4 기기와 정밀소음계 측정값(dBA)

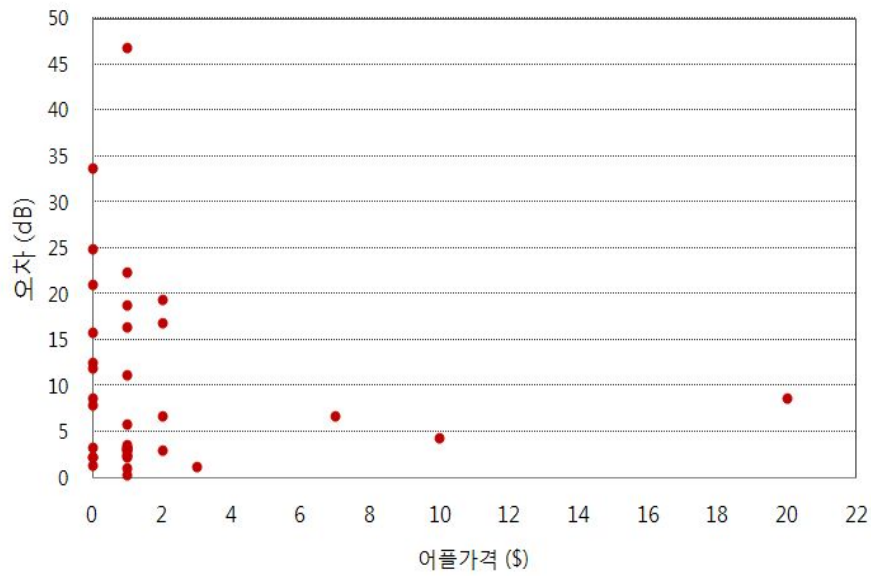
어플명	정밀 소음계	아이폰 4				평균	표준 편차
		기기1	기기2	기기3	기기4		
dB Meter Pro	90.5	91.9	91.1	92.1	91.4	91.6	0.5
dB Sound Measurements	90.0	90.6	90.7	91.5	90.4	90.8	0.5
decibels	90.2	90	90	90	90	90	0
UE SPL	90.1	88.0	88.0	89.0	88.3	88.3	0.5

제5절 어플의 가격과 정확도와의 관계

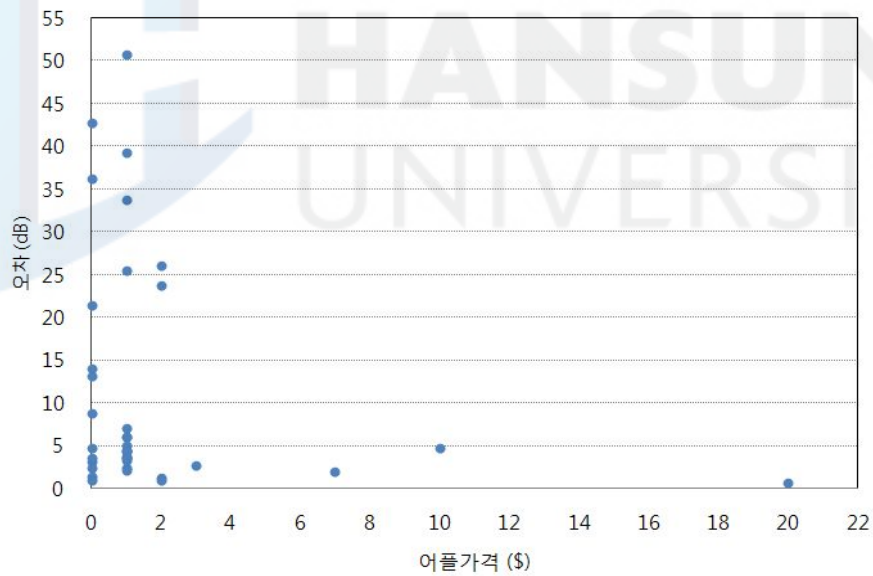
실험에서 사용한 어플의 가격은 무료인 것이 12개, \$0.99이 17개, \$1.99이 4개, \$2.99이 1개, \$6.99이 1개, \$9.99이 1개 그리고 가장 고가의 어플은 \$19.99로 1개가 있었다.

일반적으로 가격의 차이는 물건의 품질의 차이라고 인식된다. 그리고 대부분 가격이 높을수록 물건의 품질이 좋을 것이라고 기대한다. 이러한 일반적인 인식이 소음측정 어플에서도 적용될 수 있기 때문에 지금까지 측정한 값을 정리하여 어플의 가격과 정확도의 상관관계를 살펴 본 결과는 <그림 20> 및 <그림 21>과 같다.

아이폰3Gs나 아이폰4에서 모두 전반적으로 어플가격과 정확도는 특별한 상관관계를 보이지 않았다. 한편 어플의 가격별로 70, 80 및 90dB에서의 평균적인 오차가 $\pm 1\text{dB}$ 이내인 어플과 $\pm 2\text{dB}$ 이내인 어플의 수는 [표 16]과 [표 17]에서 보는 바와 같다. 이 결과에서도 가격과 어플의 정확도와는 특별한 연관관계가 나타나진 않았다. 다만, 상대적으로 고가인 어플의 경우 소음측정이외에 주파수별 소리의 발생이나 백색소음 등을 발생시키는 기능 등 부가기능이나 서비스를 제공하고 있기 때문에 어플의 가격을 순수하게 소음측정의 정확도와 단순비교하는 것은 다소 무리가 있을 수는 있다. 하지만 단순히 가격이 높다고 측정의 정확도가 높아지지 않는다는 것은 확실하다.



<그림 20> 어플 가격과 아이폰4에서의 오차의 크기간 관계
(실험음압 수준: 70, 80 및 90dB).



<그림 21> 어플 가격과 아이폰3Gs에서의 오차의 크기간 관계
(실험음압 수준: 70, 80 및 90dB).

[표 16] 가격별로 측정오차가 $\pm 1\text{dB}$ 이내의 정확도를 보인 어플 수

가격	실험대상 어플개수	아이폰4			아이폰3GS		
		음압수준(dB)			음압수준(dB)		
		90	80	70	90	80	70
0	12	2	2	1	1	1	3
0.99	17	1	2	3	-	-	-
1.99	4	-	1	-	-	1	1
2.99	1	1	-	-	-	-	-
6.99	1	-	-	-	-	-	-
9.99	1	-	-	-	-	-	-
19.99	1	-	-	-	1	1	1
합계	37	4	5	4	2	3	5

[표 17] 가격별로 측정오차가 $\pm 2\text{dB}$ 이내의 정확도를 보인 어플 수

가격	실험대상 어플개수	아이폰4			아이폰3GS		
		음압수준(dB)			음압수준(dB)		
		90	80	70	90	80	70
0	12	2	1	3	2	3	4
0.99	17	2	3	4	2	-	-
1.99	4	1	1	-	2	2	2
2.99	1	1	1	-	-	-	1
6.99	1	-	-	-	1	1	1
9.99	1	-	-	-	-	-	-
19.99	1	-	-	-	1	1	1
합계	37	6	6	7	8	7	9

제 4 장 결 론

본 연구에서는 아이폰용 소음측정 어플을 대상으로 정확도를 평가하였다. 연구목적은 아이폰용 소음측정 어플을 이용하여 현장에서 간이소음계 정도 수준으로 소음측정이 가능한지 여부와 그 타당성을 알아보기 위한 것이었다. 소음측정 어플을 실험하기 위한 방법은 컴퓨터와 스피커를 이용하여 100~8000Hz의 순음을 발생시켜 각각 70, 80 및 90dB의 수준에서 정밀소음계와 비교하는 실험을 통해 정확도를 평가하는 것이었다.

본 연구의 결과는 다음과 같다.

1. 아이폰4에서 37개의 어플로 소음수준을 측정한 결과에서 $\pm 1\text{dB}$ 이내의 정확도를 보인 것은 모두 4개로 나타나 10.8%로 나타났다. 보통소음계의 정확도 수준인 $\pm 2\text{dB}$ 이내의 정확도를 보인 어플까지 포함하면 총 6개로 16.2%로 나타났다. 37개 어플 중에서 31개인 83.7%가 보통소음계의 오차범위인 $\pm 2\text{dB}$ 을 초과하는 것으로 나타났고, 18개의 어플(48.6%)은 측정오차가 $\pm 5\text{dB}$ 을 초과하는 것으로 나타났다. 13개 어플은 70, 80 및 90dB에서의 측정치의 오차 평균이 11dB이상으로 실제소음수준과는 거의 무관한 수치가 나타나 상당수의 어플이 실제 소음을 측정하는 목적으로 만들어진 것이라고 보기 어려워 사용상 상당한 주의가 필요한 것으로 나타났다.

2. 아이폰3Gs에서 소음어플을 이용한 측정치와 정밀소음계를 이용한 측정값간의 차이가 $\pm 1\text{dB}$ 이내인 것은 90dB수준에서 2개(5.4%)였으며, 80dB수준에서는 3개(8.1%), 70dB수준에서는 5개(13.5%)로 나타났다. 오차가 $\pm 2\text{dB}$ 이내인 것은 90dB수준에서는 8개(21.6%), 80dB수준에서는 7개(18.9%), 70dB수준에서는 9개(24.3%)로 나타났다.

3. 조사대상의 37개 어플에서 아이폰3Gs용과 아이폰4용의 두 가지 버전으로 출시된 어플은 없었다. 또한 각 어플의 설명서나 안내문에 아이폰

3Gs와 아이폰4에서 같은 성능을 낸다거나 또는 성능이 달라진다고 하는 사항이 포함되어 있는 경우도 없었다. 일부 어플은 아이폰3Gs와 아이폰4에서 동일한 측정값을 보였지만 대부분의 어플에서는 측정값이 아이폰3Gs보다 아이폰4에서 더 높게 나타났다. 이것은 아이폰4의 하드웨어 성능이 향상되었기 때문에 나타난 현상으로 보인다.

4. 주파수별 A 특성치 보정에 대한 정확도를 평가한 결과 UE SPL 어플 등 일부는 100~8000Hz까지 비교적 정확하게 A특성 보정을 하는 것으로 나타났다. 그러나 A 특성치 보정을 평가한 4개의 어플 중 3개는 200~2000Hz까지 거의 A 특성치 보정을 하지 않는 것으로 나타났다.

5. 같은 어플로 여러 대의 아이폰 기기에서 동시에 측정할 때의 기기간 변이는 표준편차가 0.5dB이하로 나타나 기기간 차이는 거의 없는 것으로 나타났다.

6. 아이폰3Gs나 아이폰4에서 모두 전반적으로 어플가격과 정확도는 특별한 상관관계를 보이지 않았다.

【참고문헌】

1. 국내문헌

- 아이폰 뽐내기, 『아이폰 4 무작정 따라하기』, 길벗, 2010.
- 정일록, 『소음·진동학』, 신광출판사, 2005.
- 백준봉, 『아이폰의 사회경제적 파급효과 분석』, kt경제연구소.
- 양일영, 이수영, 「이용 동기에 기반한 스마트폰 초기 이용자 유형에 관한 탐색적 연구」, 『한국어론학보』, 55권 1호, 2011.
- 제갈병직, 스마트폰 시장과 모바일OS 동향, Semiconductor Insight, 2010년 5,6월.
- 강희종, '스마트폰 경쟁' 내년이 승부처,
http://www.dt.co.kr/contents.html?article_no=2010122902010431742006,
디지털타임스, 2010.
- 김재천, 아이폰 사용자수가 100만 긍정적 효과는,
<http://www.blog.netster.co.kr/detail.php?number=84877&thread=13r03>,
넷스터미디어, 2010년 9월.

2. 국외문헌

- International Standard IEC 61672-1:2002. Sound level meters - Part 1: Specifications.
- Palo Alto, 2009, Smart phone market shows modest growth in Q3 - But Apple and RIM hit record volumes,
<http://www.canalys.com/newsroom/smart-phone-market-shows-modest-growth-q3>, Publication

【부 록】

국내 APP STORE에서 검색한 62개 어플 목록

	어플이름	카테고리	유형	가격	개발자
1	160dB Sound Level Meter	유틸리티	1	1.99	HolgerBlümmler
2	Advanced dB/SPL Meter	교육	2	0.99	Darren Gates
3	Advanced Decibel Meter	유틸리티	2	0.99	Darren Gates
4	Analyzer	음악	3	9.99	DSP Mobile UG(haftungsbeschraenkt)
5	Audio Kit	음악	3	6.99	Sinusoid Pty Ltd
6	Audio Tool	유틸리티	2	1.99	Performance Audio
7	Audio Tools	음악	3	19.99	Andrew Smith
8	Clinometer+3	유틸리티	1	무료	michael heinz
9	dB	음악	1	0.99	Faber Acoustical,LLC
10	dB Level	유틸리티	1	0.99	michael Horner
11	dB Meter	의학	1	0.99	Darren Gates
12	dB Sound Measurements	라이프스타일	1	0.99	Darren Gates
13	dB Volume Meter	건강및피트니스	1	0.99	Darren Gates
14	dBMeter Pro	유틸리티	1	2.99	Matthias Schorer
15	Decibel	유틸리티	1	0.99	Tomas Matuschek
16	Decibel Deluxe	유틸리티	1	0.99	Paul Abraham jaimovich
17	Decibel Meter	유틸리티	1	1.99	John Stefanopoulos
18	Decibel Meter - Sound Level Meter	유틸리티	1	1.99	Reuben Bijl
19	Decibel Pro	유틸리티	1	0.99	Gp Imports Inc, Software Development
20	Decibel Ultra	유틸리티	1	무료	Patrick Schaefer
21	Decibel Volume Meter	라이프 스타일	1	0.99	Darren Gates
22	Decibelite	유틸리티	1	무료	Feeler Systemz Inc.
23	Decibels	유틸리티	1	무료	David Bannach

24	Digital Sound Meter FREE	유틸리티	2	무료	Patrick Giudicelli
25	Digital Volume Meter	교육	1	0.99	Darren Gates
26	How Loud Is It	엔터테인먼트	1	0.99	Darren Gates
27	HowLoud	유틸리티	1	0.99	Rita Chen
28	iNoiseMeter for iPhone	유틸리티	1	0.99	Gaetan uvin
29	JL Audio Tools	음악	3	무료	Andrew Smith
30	junSPL	유틸리티	1	0.99	Nathan Noel
31	Laughmometer	유틸리티	1	0.99	Max Montgelas
32	Live Meter	엔터테인먼트	1	1.99	Hung-Chih Hung
33	MetalMed dB	유틸리티	1	무료	Action!Srl
34	MetalMed dB PRO	유틸리티	1	0.99	Action!Srl
35	Noise Meter	엔터테인먼트	1	0.99	Hung-Chih Hung
36	Noise Meter Free Edition	엔터테인먼트	1	무료	Favien Lefebvre
37	Noise Patrol	참고	1	무료	after10studios
38	Noise Sniffer	생산성	1	무료	LIN JINLI
39	NoiseLevel	유틸리티	1	0.99	Henning Kabel
40	Noise-O-Meter	유틸리티	1	0.99	Chiang Bros
41	Professional dB(SPL) Meter	유틸리티	1	0.99	Darren Gates
42	Professional Volume Tester	의학	1	0.99	Darren Gates
43	Real SPL Meter	유틸리티	2	0.99	BahnTech
44	Real Tools	유틸리티	2	1.99	BahnTech
45	RTA	음악	3	10.99	Andrew Smith
46	Sound Level Application	엔터테인먼트	1	0.99	Darren Gates
47	Sound Level Meter	유틸리티	1	0.99	CATEATER, LLC
48	Sound Levels	엔터테인먼트	1	0.99	Darren Gates
49	Sound Monitor	유틸리티	1	2.99	Andre Todman
50	SoundLevel	유틸리티	1	무료	Jamoke Innovations LLC
51	SoundLevel Pro	유틸리티	1	1.99	Reuben Bijl
52	SoundMeter	유틸리티	2	19.99	Faver Acoustical,LLC
53	SPL	음악	2	8.99	Andrew Smith
54	SPL Graph	음악	3	9.99	Andrew Smith
55	SPL Meter	음악	2	0.99	Andrew Smith
56	SPL Volume Meter	건강및피트니스	1	0.99	Darren Gates

57	SPLnFFT Noise Meter	유틸리티	3	1.99	Fabien Lefebvre
58	TooLoud Pro	유틸리티	1	0.99	Joseph Conway
59	TooLoud?	유틸리티	1	무료	Joseph Conway
60	UE SPL	엔터테인먼트	2	무료	Logitech Inc.
61	Volume Meter	엔터테인먼트	1	0.99	Darren Gates
62	Volume Tester	교육	1	0.99	Darren Gates



【부 록】

아이폰4 vs. 아이폰3GS 사양비교

출처: 아이폰 공식 홈페이지 (www.apple.com)

항목	iPhone 4	iPhone 3GS
ColorandCapacity2	8GBflashdrive	Black 8GBflashdrive
CellularandWireless	GSM/EDGE (850, 900, 1800, 1900 MHz) CDMA model: CDMA EV-DO Rev. A (800, 1900 MHz) 802.11b/g/n Wi-Fi (802.11n 2.4GHz only) Bluetooth2.1+EDRwirelesstechnology	UMTS/HSDPA(850,1900,2100MHz) GSM/EDGE (850, 900, 1800, 1900 MHz) 802.11b/g Wi-Fi Bluetooth2.1+EDRwirelesstechnology
Location	AssistedGPS Digital compass Wi-Fi Cellular	AssistedGPS Digital compass Wi-Fi Cellular
Display	Retinadisplay 3.5-inch (diagonal) widescreen Multi-Touch display	3.5-inch(diagonal)widescreenMulti-Touchdisp lay 480-by-320-pixel resolution at 163 ppi

	800:1 contrast ratio (typical) 500 cd/m2 max brightness (typical) Fingerprint-resistant oleophobic coating on front and back Supportfordisplayofmultiplelanguagesandcharacterssimultaneously	Fingerprint-resistant oleophobic coating Supportfordisplayofmultiplelanguagesandcharacterssimultaneously
Camera, Photos, and Video	Videorecording, HD(720p) upto 30 frames per second with audio 5-megapixel still camera VGA-quality photos and video at up to 30 frames per second with the front camera Tap to focus video or still images LED flash Photoandvideogeotagging	Videorecording, VGA upto 30 frames per second with audio 3-megapixel still camera Autofocus Tap to focus Photoandvideogeotagging
Power and Battery	Built-in rechargeable lithium-ion battery Charging via USB to computer system or power adapter Talk time: Up to 7 hours on 3G, up to 14 hours on 2G (GSM) Standby time: Up to 300 hours Internet use: Up to 6 hours on 3G, up to 10 hours on Wi-Fi Video playback: Up to 10 hours Audio playback: Up to 40 hours	Built-in rechargeable lithium-ion battery Charging via USB to computer system or power adapter Talk time: Up to 5 hours on 3G, up to 12 hours on 2G Standby time: Up to 300 hours Internet use: Up to 5 hours on 3G, up to 9 hours on Wi-Fi Video playback: Up to 10 hours Audio playback: Up to 30 hours

Audio Playback	Frequency response: 20Hz to 20,000Hz Audio formats supported: AAC (8 to 320 Kbps), Protected AAC (from iTunes Store), HE-AAC, MP3 (8 to 320 Kbps), MP3 VBR, Audible (formats 2, 3, 4, Audible Enhanced Audio, AAX, and AAX+), Apple Lossless, AIFF, and WAV User-configurable maximum volume limit	Frequency response: 20Hz to 20,000Hz Audio formats supported: AAC (8 to 320 Kbps), Protected AAC (from iTunes Store), HE-AAC, MP3 (8 to 320 Kbps), MP3 VBR, Audible (formats 2, 3, 4, Audible Enhanced Audio, AAX, and AAX+), Apple Lossless, AIFF, and WAV User-configurable maximum volume limit
TV and Video	Video output support at up to 720p with Apple Digital AV Adapter or Apple VGA Adapter; 576p and 480p with Apple Component AV Cable; 576i and 480i with Apple Composite AV Cable (cables sold separately) Video format supported: H.264 video up to 720p, 30 frames per second, Main Profile Level 3.1 with AAC-LC audio up to 160 Kbps, 48 kHz, stereo audio in .m4v, .mp4, and .mov file formats; MPEG-4 video up to 2.5 Mbps, 640 by 480 pixels, 30 frames per second, Simple Profile with AAC-LC audio up to 160 Kbps per channel, 48 kHz, stereo audio in .m4v, .mp4, and .mov file formats; Motion JPEG (M-JPEG) up to 35 Mbps, 1280 by 720 pixels, 30 frames per second, audio in ulaw, PCM stereo audio in .avi file format	Video output support at 576p and 480p with Apple Component AV Cable; 576i and 480i with Apple Composite AV Cable (cables sold separately) Video format supported: H.264 video, up to 1.5 Mbps, 640 by 480 pixels, 30 frames per second, Low Complexity version of the H.264 Baseline Profile with AAC-LC audio up to 160 Kbps, 48 kHz, stereo audio in .m4v, .mp4, and .mov file formats; H.264 video, up to 2.5 Mbps, 640 by 480 pixels, 30 frames per second, Baseline Profile up to Level 3.0 with AAC-LC audio up to 160 Kbps per channel, 48 kHz, stereo audio in .m4v, .mp4, and .mov file formats; MPEG-4 video, up to 2.5 Mbps, 640 by 480 pixels, 30 frames per second, Simple Profile with AAC-LC audio up to 160 Kbps, 48 kHz, stereo audio in .m4v, .mp4, and .mov file formats
Headphones	Apple Earphones with Remote and Mic Frequency response: 20Hz to 20,000Hz Impedance: 32 ohms	Apple Earphones with Remote and Mic Frequency response: 20Hz to 20,000Hz Impedance: 32 ohms
Rating for Hearing Aids	iPhone 4 (GSM model)	

	3G network – 850/1900 MHz: M4, T4 2G network – 850 MHz: M3, T3 2G network – 1900 MHz: M3, T35 iPhone 4 (CDMA model) M4, T4	
Mail Attachment Support	Viewable Document Types .jpg, .tiff, .gif (images); .doc and .docx (Microsoft Word); .htm and .html (webpages); .key (Keynote); .numbers (Numbers); .pages (Pages); .pdf (Preview and Adobe Acrobat); .ppt and .pptx (Microsoft PowerPoint); .txt (text); .rtf (rich text format); .vcf (contact information); .xls and .xlsx (Microsoft Excel)	Viewable Document Types .jpg, .tiff, .gif (images); .doc and .docx (Microsoft Word); .htm and .html (webpages); .key (Keynote); .numbers (Numbers); .pages (Pages); .pdf (Preview and Adobe Acrobat); .ppt and .pptx (Microsoft PowerPoint); .txt (text); .rtf (rich text format); .vcf (contact information); .xls and .xlsx (Microsoft Excel)
Sensors	Three-axis gyro Accelerometer Proximity sensor Ambient light sensor	Accelerometer Proximity sensor Ambient light sensor
System Requirements	Apple ID (required for some features) Internet access 6 Syncing with iTunes on a Mac or PC requires:	Apple ID (required for some features) Internet access 4 Syncing with iTunes on a Mac or PC requires:

ABSTRACT

Evaluation on Accuracy and Validity of Noise Measurement Apps for iPhone

Hye Lan Ma

Major in Industrial Hygiene Engineering
Dept. of Mechanical System Engineering
Graduate School, Hansung University

Smart phones are very popular and a number of noise measurement applications are also available. Thus, the smart phone with its noise measurement apps has a high potential to be used for workplace noise monitoring. In this study, accuracy and validity of 37 noise measurement applications for iPhone were evaluated to explore the possibility whether they can be used for the workplace monitoring purposes.

Tests were conducted at 70, 80, 90 dB at 100~8000 Hz. The pure tone sound was generated by computer and speaker with pure tone MP3 files. The sound pressure levels were calibrated with using the precision sound level meter.

The results of this study were as follows.

1. Four apps (10.8%) showed ± 1 dB accuracy and 6 apps (16.2%) showed ± 2 dB accuracy among 37 apps with the iPhone4 at 90 dB for

1000 Hz.

2. Two apps (5.4%) showed ± 1 dB accuracy and 8 apps (21.6%) showed ± 2 dB accuracy among 37 apps with the iPhone3Gs at 90 dB for 1000 Hz.

3. No apps were differentiated by versions for iPhone4 and iPhone3Gs. All apps were commonly used for iPhone4 and iPhone3Gs. Therefore, unless the apps are able to recognize the type of iPhones and to correct the iPhone types, the noise measurements by iPhone4 and iPhone3Gs with even same app will produce different measurement values due to the different performance of hardware components, such as microphone.

4. Some apps, such as UE SPL showed good performance for A-weighting correction along the frequencies for 100~8000 Hz. However, 3 apps among 4 tested apps showed poor performance for A-weighting correction along the frequencies for 200~2000 Hz.

5. Standard deviation for Inter-iPhones variation was 0.5 dB. Thus, virtually there is no significant differences among the iPhone instruments.

6. No correlation between accuracy and cost of apps was found.

【KEYWORD】 smart phone, iPhone, noise measurement, noise app