

# 가혹 조건을 고려한 무선이어폰 배터리 유지 시간 측정 방법에 관한 연구

한문환<sup>1</sup>, 정인호<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>한국공학대학교 정보통신공학과, <sup>2</sup>한국공학대학교 전자공학과

## A Study on the Measurement Method of Battery Holding Time for Wireless Earphones Considering Stress Conditions

Munhwan Han<sup>1</sup>, Inho Jeong<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Information and Communication Engineering, Tech University of Korea

<sup>2</sup>Dept. of Electronic Engineering, Tech University of Korea

**요약** 4차산업 시대를 맞이하여 융복합 기술의 적용이 확대되고 있고 특히 스마트폰을 비롯한 모바일 산업 분야에서의 제품 혁신이 두드러지고 있다. 최근 출시되는 제품들에서는 유선 단자의 사용을 줄이고 무선 기술의 적용이 보편화 되어 음향기기에 있어서는 무선이어폰 사용이 눈에 띄게 증가하였다. 무선이어폰은 현재 다양한 가격대와 기능을 보유한 제품들이 시장에 출시되어 있고 소비자들 또한 많이 사용하게 되면서 제품 품질에 대한 이슈가 제기되고 있다. 이를 반영하듯 2020년 국내 한 소비자단체에서는 재생 시간의 경우 제품의 표시와 실제 측정 시간 간의 차이가 있고 측정 방법에 따라 그 결과가 달라질 수 있어 표준화된 측정 방법이 필요하다고 발표하였다. 또한 한국소비자원에서는 2021년 소비자 설문조사를 통해 선호도가 높은 블루투스 이어폰 제품을 대상으로 품질 비교시험을 진행하였고 표시 위반 사항과 조치내용을 정부 관계기관에 통보하였다. 본 논문은 이러한 배경에서 출발하였으며 무선이어폰 재생 시간 측정 표준 개발에 필요한 주요 항목인 가혹 조건에서의 배터리 유지 시간 측정 방법에 관한 연구 결과를 소개하고 있다. 본 논문에서 제안하고 있는 측정법은 국가표준인 한국산업표준(KS)으로 제정 추진코자 한다.

**Abstract** The application of convergence technology is expanding in the era of 4th industrial revolution, and product innovation in the mobile technologies industry, including that of smartphones, is remarkable particularly. Specifically, the wired terminals' use has been reduced in the recent products of this industry, and wireless technology has become more common in the same. So, wireless earphones with various price ranges and functions are available in the market currently, and consumers are also using them a lot. However, there have been rising concerns about the wireless earphones' quality. For example, a Korean consumer group announced in 2020 that there was a difference between the playback time of a displayed product and its measured value, and this difference might vary depending on the measurement method. So, a standard measurement of a wireless earphone's particular characteristic is needed. In addition, the Korea Consumer Agency conducted a quality comparison on the highly preferred Bluetooth earphones through a consumer survey in 2021 and notified the relevant government agencies of label violations and the various measures taken to prevent them. This research is set in the same background as the above quality comparison and measures the wireless earphones' battery holding time by considering the stresses. Particularly, this research is key in developing a wireless earphone's playback time measurement standard. In effect, the measurement method proposed in this research is intended to be established and promoted as a Korean Industrial Standard (KS).

**Keywords** : Wireless Earphone, Battery, Holding Time, Measurement Method, Standard

\*Corresponding Author : Inho Jeong(Tech University of Korea)

email: ihjeong@tukorea.ac.kr

Received February 18, 2022

Revised March 17, 2022

Accepted April 1, 2022

Published April 30, 2022

## 1. 서론

국내 소비자들이 많이 사용하고 있는 좌우 독립형 무선이어폰은 좌우 이어폰이 전원 또는 신호선으로 연결되지 않은 형태의 블루투스(Bluetooth) 무선이어폰이다. 배터리로 작동하는 좌우 독립형(True Wireless Stereo) 무선이어폰의 특성상 재생 시간은 제품의 사용성에 크게 영향을 미치므로 소비자들이 제품을 선택할 때 고려하는 중요한 성능 중 하나이다. 그러나 제조사별로 재생 시간을 측정하는 방법이 상이하여 소비자들이 제품의 성능을 정확히 비교하기 어렵고 브랜드 인지도에 따라 제품을 구매하는 경향이 높다[1].

2020년과 2021년 (사)소비자시민모임과 한국소비자원에서는 각각 시중에서 판매하는 무선이어폰 제품들을 대상으로 품질 시험·평가를 시행하였고, 소음 감소 능력(외부 소음 차단 능력), 지연 시간(디바이스에서 전송된 신호가 소리로 변환되는 데 걸리는 시간), 음압감도(동일 소리에 대한 소리의 크기) 등에 제품별 차이가 있었으며, 특히 재생 시간의 경우 측정 방법 및 사용조건에 따라 차이가 있어 표준화된 시험 방법 및 품질 기준 마련이 필요하다고 발표하였다[1,2].

(사)소비자시민모임에서는 무선이어폰 구매 경험이 있는 소비자 500명 대상 설문조사를 통해 나타난 브랜드 선호도, 온라인상에서의 브랜드 판매순위, 제품의 가격대를 고려하여 총 17개 제품을 선정하여, 재생 시간 측정 시험을 진행하였다. 그 결과, 17개 중 7개 제품만이 표시 사항과 측정 재생 시간이 일치하고 나머지 10개 제품의 경우 표시사항보다 측정 시간이 적은 것으로 나타났다.

Brand name	JBL	B&O	Apple	ABKO	Sony	Samsung	Sudio	XIAOMI	QCY
Product	TUNE 120TWS	Beop: Play E8 2.0	Air Pods Pro	BEAT ONIC E30	WF-1000X M3	Galaxy buds (SM-R170)	TOLV	Redmi Airdots (TWSEJ04LS)	T5
Play Time	Displayed	4h	4h	4h 30m	5h	6h	7h	4h	5h
	Measured	4h	4h	4h 30m	5h	6h	7h	3h 51m	4h 9m
	Error	=	=	=	=	=	=	-9m	-51m
Brand name	Britz	Mgtec	IRIVER	Lyper tek	LG	Pen ton	Archon	Blue com	
Product	Acoustic TWS	IRON V60	IBE-H7	TEVI	TONE+ Free (HBS-PFL7)	TSX Dia pot	Free buds X Open	Decibel BCS-T90	
Play Time	Displayed	8h	12h	8h	10h	6h	8h	9h	10h
	Measured	6h 40m	10h 23m	6h 16m	8h 4m	3h 43m	4h 30m	5h 23m	6h 19m
	Error	-1h 20m	-1h 37m	-1h 44m	-1h 56m	-2h 17m	-3h 30m	-3h 37m	-3h 41m

Fig. 1. Test results of wireless earphone playback time compared to the product labeling  
(Source: Consumers Korea, 2020)

한국소비자원에서는 소비자 선호도가 높은 블루투스 이어폰 10개 제품을 대상으로 무선이어폰 품질 관련 시험 항목들에 대한 측정 평가를 하였다. 그 결과 특히 연속 재생 시간에서는 배터리가 완전히 충전된 상태에서 일정한 크기의 소리를 연속으로 재생할 수 있는 시간을 확인한 결과, 제품별로 최대 2.5배(3시간 53분 ~ 9시간 32분) 차이가 있었다고 발표하였다.

Brand	Model Name	Test result [hours:minutes] (continuous playback time)
Samsung	Galaxy Buds Pro	7:18
Xiomi	Redmi Airdot	3:53
Mgtec	IRON V70	9:32
Apple	AirPods Pro	5:16
PSEVentures	PENTON FLEX	5:24
AKG	N400	4:49
Britz	HERAPOP TWS	6:02
JBL	CLUB PRO+ TWS	7:39
LG	Tone+ HBS-TFN7	5:57
QCY	HT01	7:15

Fig. 2. Test results of bluetooth earphone continuous playback time  
(Source: Korea Consumer Agency, 2021)

이처럼 무선이어폰 품질에 대한 정보는 부족하여 소비자는 브랜드 인지도에 따라 제품을 구매하는 경향이 높고, 제조사는 품질 평가를 위한 측정 방법에 대한 표준이 부재하여 제품마다 다른 기준으로 소비자에게 정보를 전달하고 있다.

따라서 제조사들이 소비자에게 제품의 재생 시간 성능에 대해 다른 제품과 정확하게 비교할 수 있는 정보를 제공하여 소비자들의 합리적 선택을 보장하고, 제품별 공정한 경쟁이 이루어질 수 있도록 표준화된 측정법 도입이 필요한 시점이다.

## 2. 측정 조건

### 2.1 용어와 정의

측정에 필요한 다음의 용어와 정의를 적용한다. 또한 KS C IEC 60050-801(국제전기기술용어-제801장: 음향 및 전기음향)과 KS C IEC 62542 (전기 전자 제품 및

시스템에 대한 환경 표준화-용어집)을 함께 참조한다.

- 좌우 독립형 무선이어폰 (TWS, True Wireless Stereo) 좌우 이어폰이 전원 또는 신호선으로 연결되지 않은 형태의 블루투스 무선이어폰. 배터리가 좌우 무선이어폰 본체에 각각 내장되어 있으며, 충전 크레이들(cradle)이 별도로 있음
- ANC (능동 소음 제어, Active Noise Control) 이어폰에 별도로 부착되어 있는 마이크에서 주변 소음을 확인하고, 상쇄 간섭 회로가 그 소음을 제거 또는 약화시키는 방법
- PNC (수동 소음 제어, Passive Noise Control) 외부로부터 고막으로 소음이 전달되는 경로에 흡음재 또는 차음재를 적용하여 소음을 저감하는 방법
- 페어링 (pairing) 무선이어폰을 재생기와 블루투스 방식으로 연결하기 위하여 기기 간 식별 정보를 송신하고 등록하는 것
- 능동 소음 제어 레벨 (Active Noise Control Level) 능동 소음 제어가 활성화된 상태의 SPL(ANC - ON SPL) 과 능동 소음 제어 기능이 비활성화된 상태의 SPL(ANC - OFF SPL) 차이. 측정값의 단위는 dB.
- HATS (헤드 앤 토르소 시뮬레이터) 평균적인 성인의 머리 및 몸통 부분에 대한 시뮬레이터로 몸통 부분은 머리끝에서 허리까지 전체적으로 연장되며, 수음특성 및 음향 회절을 모의하기 위해 설계됨
- ATF (음향시험장치, Acoustic Test Fixture) 성인의 평균적인 머리 치수와 비슷한 장치, ATF는 귀 덮개형 청각 보호구의 삽입손실을 측정하기 위하여 사용하며, SPL 측정을 위한 마이크로폰을 포함함
- dBfs (데시벨 풀 스케일, decibells relative to full scale) 디지털 오디오 신호에 관련되어 적용되는 데시벨(dB) 단위
- 블루투스(Bluetooth) 오디오 코덱 블루투스 오디오 기기에서 블루투스 대역폭 범위 내로 오디오 디지털 신호를 전송하기 위해 부호화/복호화하는 기능을 말하며, 압축 수준 및 재생기와 이어폰 간 연결에 따라서 aptX, AAC, SBC, SSC, LDAC 등의 코덱이 사용됨
- SPL : 음압 레벨(Sound Pressure Level)
- UUT : 시험용 제품 (Unit Under Test)
- AAC : 고음질부호화(Advanced Audio Coding)

## 2.2 측정 장비

### • 모의귀

제조사는 무선이어폰의 음향 특성을 결정하기 위해 사용한 모의 귀를 명시한다. 이때 모의 귀는 KS C IEC 60268-7, 4절에서 나열한 이어폰과 귀의 공간적 관계 유형을 만족해야 한다. 적절한 모의 귀를 구비한 KS I ISO 4869-3, 5.1의 ATF 또는 인공 머리, HATS를 사용해야 하며, 측정 결과와 함께 사용한 모의 귀 제품을 보고서에 명시해야 한다. 실제 청음 조건과 유사한 조건을 위해 ATF나 HATS는 귀 부분을 사용해야 하며, 제조사는 KS C IEC 60959나 청음 관련 표준에서 제시한 모델을 사용해야 한다. 이때 모델은 모의 귀를 필수 항목으로 구성해야 한다[3,4]. 모의 귀의 단단함은 측정 보고서에 기술되어야 한다[5]. 모의 귀 껍터 시뮬레이터는 KS C IEC 60268-7, 부속서 A에서 나열한 정보를 참조한다. 그 외의 모의 귀 측정 장비를 사용한다면, 제조사는 장비의 물리적인 파라미터, 형상, 귀의 크기, 재질 등을 표기해야 한다.

### • 커플러

모의 귀를 사용하기 어려운 경우, 제조사는 무선이어폰의 음향 측정을 위해 커플러를 명시한다. 이때 커플러는 KS C IEC 60318-4, 4절에서 명시한 구조를 만족해야 한다. 외이도 삽입 깊이에 따라서 주파수 별 SPL 차이가 많이 발생하므로, 모의 귀 장비와 측정 결과가 유사하도록 삽입 깊이를 설정해야 한다[6]. 시험이 종료될 때까지 동일한 삽입 깊이를 유지하고, 보고서에 명시해야 한다.

### • 음압 측정계 (Sound pressure level meter)

KS C IEC 60942에 명시된 방법으로 교정한 음압 측정계를 사용하여 SPL을 측정해야 한다.

### • 신호발생기 (Signal generator)

무선이어폰과 페어링하여 소리를 전달하는 신호발생기는 주 배터리 또는 외부 전원으로 동작하고, 블루투스 4.2 이상의 버전을 지원하며, 오디오 코덱 AAC를 지원하는 장비이다. 음량 조절 장치가 포함되어 있다.

### • 라우드 스피커 환경

무선이어폰의 능동 소음 제어(ANC) 기능을 적용하는 경우를 위해 일반 라우드 스피커 사운드 환경을 구성한다. KS C IEC 60268-5, 7절에 명시된 스피커 배치 방법에 따라 모의 귀 앞쪽의 좌측 및 우측에 각각 라우드 스피커를 배치시킨다. 사용한 스피커의 구성에 대한 보고는 KS C IEC 60268-5, 29절에 명시된 항목을 참조한다.

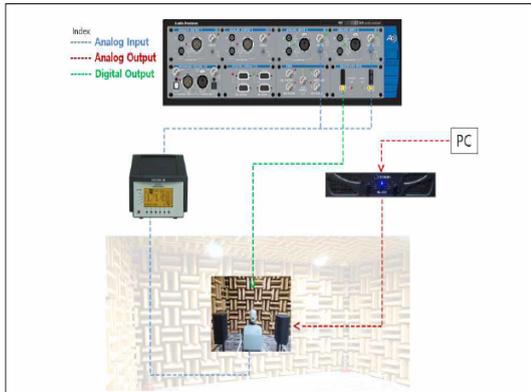


Fig. 3. Measuring equipment block diagram

### 2.3 측정 환경

시험을 위한 환경 조건은 KS C IEC 60268 - 1, 9절을 따른다.

- 주변 온도: 15 °C ~ 35 °C, 가급적이면 20 °C
- 상대 습도: 25 % ~ 75 %
- 기압: 86 kPa ~ 106 kPa

SPL 측정은 KS C IEC 60268-5, 5.2에 명시된 자유장 조건(free-field condition)에서 수행해야 한다. 자유장 조건 외에, 외부 음과 진동의 유입을 관리할 수 있는 시험실 또는 공간에서 측정하는 경우, KS I ISO 3745, 5절에 명시된 기준을 고려해야 한다. 라우드니스 비교는 KS C IEC 60268-7, 7.5에 명시된 비교 조건을 수행해야 한다. 음향 환경에서 측정 기준이 되는 음압 레벨(sound pressure level)은 SPL로 명시한다.

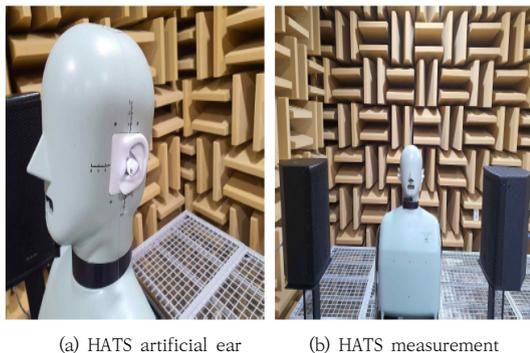


Fig. 4. Measurement environment

### 2.4 적용 대상

좌우 이어폰 간 선 연결 없이 독립적으로 귀에 장착되

는 무선이어폰(좌우 독립형 무선이어폰)에 대한 오디오 재생 시간을 측정하며, 재생 시간은 무선이어폰의 배터리 유지 시간으로 측정된다. 골 진동을 이용하여 음을 전달하는 무선이어폰의 재생 시간, 이어폰과 주 배터리 분리 또는 이어폰과 통신부가 분리되는 무선이어폰의 재생 시간, 무선이어폰에 내장된 마이크를 이용한 통화 시간, 페어링 상태에서 오디오 재생 없이 무선이어폰의 활성화 유지 시간, 기기 간 페어링이 안 된 대기 상태에서 무선 이어폰의 전력 소비 시간은 그 대상에서 제외한다.

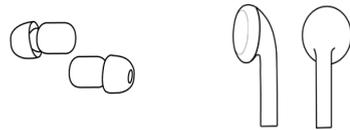


Fig. 5. Wireless earphone type - Inner earbuds (left), In-ear (right)

## 3. 가혹 조건에서의 측정 방법

일반적인 환경에서의 배터리 유지 시간 외 가혹 조건을 고려하는 경우, 최대 음압 레벨(SPL)에서 시험용 제품(UUT)의 배터리 유지 시간을 측정한다.

### 3.1 오디오의 최대 음압 레벨

가청 주파수 대역(20Hz~20kHz)에서 핑크 노이즈를 테스트 신호로 한다. UUT의 음량 조절 장치를 0 dBfs(dBfs를 확인할 수 없는 경우, 최대 값)으로 설정한다. 커플러 또는 모의 귀 내에 장착한 마이크로폰을 이용하여 SPL을 측정한다. UUT 좌우 유닛 각각의 가청 주파수 대역 총합 SPL을 계산한다. (SPL 측정 및 계산할 때 어떤 가중치도 적용하지 않는다.) 제품 사양서에 명시된 주파수 대역(예 20Hz ~20kHz)에 걸쳐 측정된 UUT 좌우 유닛의 SPL을 1/3 옥타브 대역에서 그래프를 사용해서 좌우 이어폰의 자유 음장 비교 주파수 응답으로 나타낸다. 그래프의 눈금은 10개의 주파수에 대해 50 dB를 등간격으로 그린다. 측정 보고서에 그래프를 명시해야 한다. UUT의 좌우 유닛이 신호발생기와 독립적으로 페어링하는지, 한쪽 유닛만 신호발생기와 페어링하고 나머지 유닛이 페어링된 유닛과 연결되는지 특성을 확인한다. 좌우 이어폰의 SPL은 2dB 이내에서 응답의 유사성이 있으면 된다. (KS C IEC 60268-7, 8.6.3.2 참조)

### 3.2 측정 순서

측정을 수행하기 전에 적절한 안정화 상태를 보장하기 위해 측정 순서는 Fig. 6과 같다. 필요에 의해 순서를 변경할 수 있다. 단 변경된 순서에서도 측정 결과가 같아야 한다.

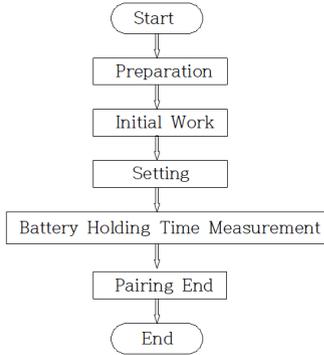


Fig. 6. Recommended measurement sequence

#### ① 준비

##### • UUT 종류

UUT의 종류와 제조사에서 명시한 UUT의 기본 사양을 말하며, 제품 무게, 블루투스 버전, 주파수 대역, 능동 소음 제어 특성 및 종류, UUT의 페어링 조건, 최대 SPL, 배터리 용량, 배터리 충전 시간, 배터리 수명 등이 해당한다.

##### • ANC 기능 적용 여부

UUT의 ANC 기능 장착 여부를 확인하고 측정시에는 ANC 기능의 변경은 허용치 않는다.

##### • 블루투스 오디오 코덱

UUT와 신호발생기 간 블루투스 연결을 위해 지원되는 코덱을 확인하며, 기본 오디오 코덱은 AAC로 지정한다.

##### • 이어폰 장착에 적합한 모의 귀 구성

음향적으로 개방된 무선이어폰이 아닌 경우, UUT를 모의 귀에 장착할 때 UUT가 PNC를 지원하는 경우 소리가 새지 않도록 모의 귓구멍과 UUT 이어팁의 크기를 확인한다. UUT의 소리 중심과 모의 귀 중심을 일치시키고, UUT의 좌우를 모의 귀에 맞게 장착한다. 장착 후 무게 등 외부 요인에 의해 초기에 설정한 소리 중심이 어긋나지 않도록 UUT를 모의 귀에 체결한다. Fig. 7과 같이 제어 장치와 음압 측정계를 모의 귀와 연결하여 SPL을 측정하고 분석할 수 있도록 구성한다.

##### • 오디오의 SPL

최대 SPL이 되도록 신호발생기의 음량 조절 장치를 설정한다. 가청 주파수 대역(20Hz~20kHz)에서 핑크 노이즈

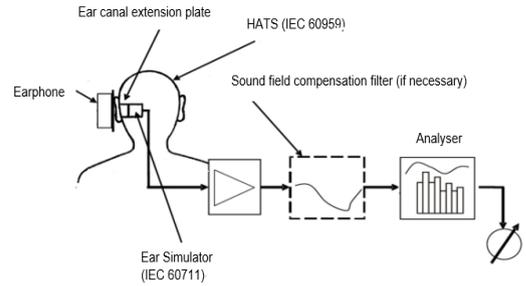


Fig. 7. Construction of the simulated ear, control unit and sound pressure gauge

를 테스트 신호로 한다. 커플러 또는 모의 귀 내에 장착한 마이크로폰을 이용하여 SPL을 측정한다. UUT 좌우 이어폰의 가청 주파수 대역 총합 SPL은 이어폰이 허용할 수 있는 최대가 되도록 신호발생기 음량 조절 장치를 조정한다. 좌우 이어폰 간 SPL 차이가 있는 경우, 좌우 유닛 중 상대적으로 낮은 SPL을 기준으로 정한다[7]. SPL에는 어떤 가중치도 적용하지 않는다. 제품 사양서에 명시된 주파수 대역(예 20Hz~20kHz)에 걸쳐 측정된 UUT 좌우 유닛의 SPL을 1/3 옥타브 대역에서 그래프를 사용해서 좌우 이어폰의 자유 음장 비교 주파수 응답으로 나타낸다. 그래프의 눈금은 10개의 주파수에 대해 50 dB를 등간격으로 그린다. 측정 보고서에 그래프를 명시할 수 있다. UUT의 좌우 유닛 특성을 확인한다. 좌우 이어폰의 SPL은 2 dB 이내에서 응답의 유사성이 있으면 된다. (KS C IEC 60268-7, 8.6.3.2 참조)

##### • 신호발생기 구성

UUT와 거리가 1 m 이내에 있도록 신호발생기를 설치한다. UUT 배터리 유지 시간을 측정을 위해 신호발생기에서 음원을 재생하고, 오디오 정보를 확인한다. 여러 파일 재생 시 이전 파일 종료와 다음 파일 재생 사이에 무음이 없고, 페이드 인(fade-in)/페이드 아웃(fade-out)이 없어야 한다.

##### • 페어링 안정성

UUT와 신호발생기 간 블루투스 연결이 안정적인지 확인한다. UUT와 신호발생기 간 연결 안정성을 위해 주파수를 간섭할 수 있는 구조물이나 다른 주파수 조건(예 다른 기기에서 활성화된 블루투스, Wi-Fi 등)은 측정 환경에서 제외한다.

##### • UUT 소프트웨어 및 펌웨어 정보

측정을 수행하기 전에 소프트웨어와 펌웨어 확인을 수행한다. 제조사의 요청이 있을 경우, 공개된 버전 중 제조사가 지정한 항목으로 업데이트를 한다. 측정 중에는 업

데이트가 수행되지 않도록 업데이트를 비활성화한다.

• 라우드 스피커 구성

UUT의 ANC 기능을 활성화하는 경우, 라우드 스피커 환경을 구성한다. 외부 잡음 환경은 ISO R 1996에 명시한 잡음 비율 곡선(Noise rating curves)을 고려하여 백색 잡음의 SPL을 설정한다. 백색 잡음의 SPL을 1/3 옥타브 대역에서 평균하고, 막대그래프를 사용해서 자유 음장 비교 주파수 응답으로 나타낸다[8]. 모의 귀 위치에서 가청 주파수 대역 총합 SPL은 80 dB(기준 음압 20 mPa, 편차는 ± 3 dB 이내)가 되도록 설정한다.

② 초기작업

사전 준비를 하며 신호발생기와 UUT 간 페어링 연결을 초기화하여 신호발생기와 연결된 기기 정보를 삭제하고 기기 간 연결을 끊는다. UUT가 100 % 충전 상태인지 확인한다. UUT와 페어링된 기기에서 배터리 충전 상태를 확인할 수 있는 경우, 페어링 연결에서 배터리 상태를 확인한다. 이때는 100 % 충전될 때까지 페어링 상태를 유지한다. UUT는 모의 귀 좌우 위치에 맞게 장착되어야 하며, 100 % 배터리 충전 상태를 확인한 후 제조사에서 안내한 방법으로 UUT의 전원을 켜다. UUT와 신호발생기 간 블루투스로 연결한다. 공장 초기화 상태에서 신호발생기와 처음 연결하는 경우 UUT의 페어링 조건, 블루투스 오디오 코덱, 페어링 안정성 및 소프트웨어와 펌웨어 정보를 확인한다.

③ 설정

배터리 유지 시간 측정을 위해 사전에 준비한 사항을 확인하고 조건에 맞게 UUT를 설정한다. UUT로 전송할 오디오 신호를 신호발생기 구성에서의 내용을 기반으로 설정한다. 라우드 스피커를 구성하고, 라우드 스피커는 배터리 유지 시간 측정이 종료될 때까지의 소음 역할을 수행하고, SPL과 외부 잡음으로 사용한 음원을 변경하지 않는다.

④ 배터리 유지 시간 측정

무선이러폰 오디오 재생 시간 측정이란 무선이러폰의 배터리 유지 시간을 의미한다. 배터리 유지 시간 측정을 위해 신호발생기에서 음원이 UUT로 전달되고, 음압 측정계에서 SPL을 측정한다. 이러폰 좌우 유닛 중 한 곳이 오디오 재생 종료 조건을 충족하면 음원 재생을 중지하고 배터리 유지 시간을 기록한다. 여기서 오디오 재생 종료 조건이란 설정한 최대 SPL을 유지하는 UUT의 최소 하

나의 유닛 전원이 꺼지는 상황 또는 배터리 부족으로 페어링이 끊기는 상황 또는 최대 SPL(기준 음압 20 mPa, 편차는 ± 3 dB 이내) 보다 6 dB 낮아지는 상황을 말한다.

유지 시간은 음압 측정계로 확인하며, 시간을 확인할 수 없는 경우 신호발생기로 재생 시간을 확인한다. 측정 유효 단위는 “시:분:초”로 한다.

⑤ 페어링 종료

오디오 재생 종료 후 UUT와 신호발생기 간 연결된 페어링을 종료한다.

4. 검증 절차

제조사에서 제시한 모델의 오디오 재생 시간과 측정된 시간 간 차이를 확인하고 검증 여부를 고려한다. 신고된 값이 특정 제품 모델과 일치하는지 평가하기 위해, Fig. 8의 검증 절차를 사용해야 한다.

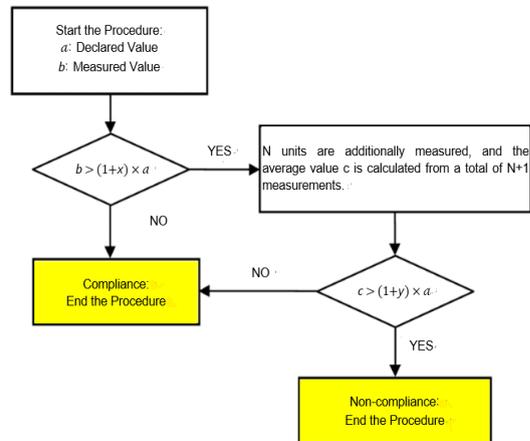


Fig. 8. Verification Procedure Flowchart

검증 절차는 두 단계로 접근한다. 한 개 유닛의 측정 값이 x %로 지정된 값을 초과하지 않아야 한다. 만약 초과한다면, N 개 추가 유닛을 측정하고, N+1개 측정값의 평균을 계산한다. 평균값은 y %로 지정한 값을 초과하지 않아야 한다. 예로 x에 대한 합당한 값은 15 % (0.15), y는 10 % (0.1), N은 3이 될 수 있다.

평균값은 Eq. (1)과 같이 계산해야 한다:

$$T_M = 1/(N+1) \sum_{i=1}^{(N+1)} T_{mi} \quad (1)$$

식(1)에서,  $T_{mi}$  는  $i$  번째 측정된 오디오 재생 시간을 의미하고  $T_M$  은  $N+1$  번 측정된 오디오 재생 시간의 평균을 의미한다.

## 5. 결론

4차산업 시대를 맞이하여 융복합 기술의 적용이 확대 되고 있고 특히 스마트폰을 비롯한 모바일 산업 분야에서의 제품 혁신이 두드러진다. 최근 출시되는 제품들은 유선 단자의 사용을 줄이고 무선 기술의 적용이 보편화 되고 있고, 음향기기의 경우 무선이어폰 사용이 많이 증가하여 현재 다양한 가격대와 기능을 보유한 제품들이 시장에 출시되어 있다. 배터리로 작동하는 좌우 독립형 무선이어폰의 특성상 재생 시간은 제품의 사용성에 크게 영향을 미치므로 소비자들이 제품을 선택할 때 고려하는 중요한 성능 중 하나이다. 그러나 제조사별로 재생 시간을 측정하는 방법이 상이하여 소비자들이 제품의 성능을 정확히 비교하기 어렵다. 이에 제조사들이 소비자에게 제품의 재생 시간 성능에 대해 다른 제품과 정확하게 비교할 수 있는 정보를 제공하여 소비자들의 합리적 선택을 보장하고, 제품별 공정한 경쟁이 이루어질 수 있도록 좌우 독립형 무선이어폰의 재생 시간 측정 방법에 대한 국가표준(KS) 제정이 필요하다.

본 논문에서는 스마트기기와 연결된 좌우 독립형 무선 이어폰의 오디오 재생 시간 측정을 위한 방법 중 일반적인 환경 외 가혹 조건에서의 배터리 유지 시간 측정 방법을 제시하고 있다. 그리고 이를 위해 고려해야 하는 측정 조건 즉 용어와 정의, 측정 장비, 측정 환경 등을 소개하고 있다. 가혹 조건에서의 배터리 유지 시간 측정이란 최대 음압 레벨(SPL)에서 제품(UUT)의 배터리 유지 시간을 의미한다. 또한 본 논문에서는 배터리 유지 시간 측정을 위해 필요한 오디오 재생 종료 조건에 대해서도 정의를 하였다. 이러한 사항은 현재 진행 중인 무선이어폰 오디오 재생 시간 측정 방법 국가표준(KS) 개발에서 고려해야 하는 필수 항목이다.

## References

[1] Consumers Korea, "Different performance standards for wireless earphones... Increasing consumer confusion", Jun 2020, Available from:

<http://www.consumerskorea.org/press/reference?mod=document&uid=895>

- [2] Korea Consumer Agency, "Bluetooth earphones, there is a performance difference in sound and call quality", Aug 2021, Available From: <https://www.kca.go.kr/home/sub.do?menukey=4002&mode=view&no=1003173422>
- [3] ITU - T Recommendation P.57, Artificial ear, Available From: <https://www.itu.int/rec/T-REC-P.57-202106-1/en>
- [4] ITU - T Recommendation P.58, Head and torso simulator for telephonometry, Available From: <https://www.itu.int/rec/T-REC-P.58-202106-1/en>
- [5] KS M ISO 7619-1, Rubber, vulcanized or thermoplastic - Determination of indentation hardness - Part 1: Durometer method(Shore hardness), Available From: <https://standard.go.kr/KSCI/standardIntro/getStandardSearchView.do>
- [6] M. Hiipakka, M. Tikander, and M. Karjalainen, "Modeling the External Ear Acoustics for Insert Headphone Usage," J. Audio Eng. Soc., vol. 58, no. 4, pp. 269-281, Apr 2010. <http://www.aes.org/e-lib/browse.cfm?elib=15253>
- [7] ALBERTI, Peter W. "Noise induced hearing loss". BMJ: British Medical Journal, vol. 304, p. 522, Feb 1992. DOI:<https://doi.org/10.1136/bmj.304.6826.522>
- [8] ISO R 1996 (all part), Acoustics — Description, measurement and assessment of environmental noise, Available From: <https://www.iso.org/standard/59765.html>

한 문 환(Munhwan Han)

[정회원]



- 2009년 8월 : 한국공학대학교 전자공학과 (공학석사)
- 2013년 3월 ~ 현재 : 한국공학대학교 정보통신공학과 박사과정
- 2002년 12월 ~ 현재 : 한국기계전 기전자시험연구원 센터장

<관심분야>

Smart Devices, AR/VR/XR, Interface Standardization (KS, IEC, ITU-T, ISO)

정 인 호(Inho Jeong)

[정회원]



- 1997년 2월 : 한국과학기술원  
전기및전자공학부 (공학석사)
- 2001년 2월 : 한국과학기술원  
전기및전자공학부 (공학박사)
- 2006년 3월 ~ 현재 : 한국공학대  
학교 전자공학과 교수

〈관심분야〉

Smart Devices, 초고주파 전자부품, Interface  
Standardization (KS, IEC, ITU-T, ISO)