



모바일 이어폰의 신뢰성 및 생산성을 높이기 위한 시험 장치에 관한 연구

A Study on the Test Apparatus for Increasing the Reliability and Productivity of the Mobile Earphones

노재성* · 김완태

서일대학교 정보통신과

Jae-Sung Roh* · Wan-Tae Kim

Department of Telecommunication and Information Engineering Seoil University, Seoul 131-702, Korea

[요 약]

최근 스마트 폰을 포함한 멀티미디어 장치의 국내 생산량이 70억대를 넘을 것으로 예측되었다. 이 장치들의 주요 부품의 하나인 모바일 이어폰은 멀티미디어 장치의 생산량보다 더 많이 생산된다. 이어폰은 낮은 가격의 제품이면서도 품질이 중요하므로 제조사들은 이어폰의 성능 시험에 많은 비용을 사용한다. 본 논문에서는 기존의 모바일 이어폰의 성능시험 비용 및 시간을 단축할 수 있는 통합시험 장치를 제안하였다.

[Abstract]

Recently, it is expected that the domestic production of multimedia devices including smart phones and tablets will be over 7 billion in total. Mobile earphones, one of the main parts in such devices, have been produced more than the production of multimedia devices. Manufacturers cost a lot to test the performance of mobile earphones because the quality of mobile earphones is very important even if their prices are low. This paper has proposed the integrated equipment to reduce the costs and time for the performance test of existing mobile earphones.

Key word : Mobile phone, Earphone, Reliability test, Ear Mic, Multimedia devices.

<http://dx.doi.org/10.12673/jant.2014.18.6.576>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 13 November 2014; **Revised** 1 December 2014
Accepted (Publication) 24 December 2014 (30 December 2014)

***Corresponding Author; Jae-sung Roh**

Tel: +82-2-490-7206

E-mail: jsroh@seoil.ac.kr

I. 서론

모바일 이어폰은 멀티미디어 장치의 주변장치로서 모바일 멀티미디어 장치로부터 재생되는 음원 신호를 사용자의 귀를 통해 직접 들을 수 있도록 변환해 주는 장치를 말한다. 모바일 이어폰은 전 세계적으로 사용되고 국내 생산을 중심으로 중국, 베트남, 캄보디아등 다양한 국가에서 생산되고 있다. 현재 전 세계 이동통신 가입자 수는 2014년 11월 기준으로 70억명 정도로 예상되고 있으며, 모바일 이어폰의 생산 및 사용 숫자는 70억개 이상일 것으로 예상된다. 따라서 모바일 이어폰의 생산 과정 중 신뢰성 검증을 위한 절차가 매우 중요하며, 신뢰성 검증의 위한 방법과 절차의 개선이 필요하다.

본 논문에서 제안하는 시스템 구조는 모바일 이어폰의 신뢰성 검증을 위해 이원화 되어 있는 절차를 하나의 장치로 통합하여 검증하므로 모바일 이어폰의 신뢰도를 높이고 생산성을 향상시킬 수 있다.

II. 모바일 이어폰의 구성 및 신뢰성 검증방법

모바일 이어폰은 그림 1과 같이 리시버, 마이크, 리모트컨트롤, 스토퍼로 구성된다. 모바일 이어폰의 성능시험은 다음과 같다.

모바일 이어폰의 리시버는 멀티미디어 장치로부터 재생되는 음원 신호를 사용자의 귀에 직접 연결 하는 장치이며, 리시버의 감도와 임피던스 그리고 주파수 응답을 측정하여 기준 값과의 비교 정도에 따라 성능을 평가한다.

모바일 이어폰의 마이크 검사는 입력되는 음성신호에 대한 감도와 임피던스 그리고 전압을 측정하여 기준 값 비교함으로써 성능을 평가한다.

모바일 이어폰의 리모트컨트롤을 구성하는 3가지 버튼은 음원의 크기를 조절하는 사운드 up • down key, 음원 재생에 대한 컨트롤을 수행하는 play • stop key 그리고 모바일 폰의 경우 통화 연결 및 종료를 위한 send • end key 이며, 3가지 버튼에 대하여 kye 선택 시 전기적인 신호를 측정하여 기준 값과 비교 정도에 따라 성능을 평가한다.

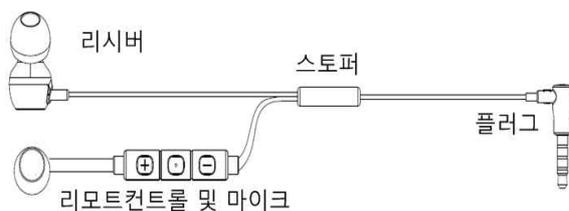


그림 1. 모바일 이어폰의 구성
Fig. 1. Composition of mobile earphone.

모바일 이어폰의 구성요소인 스토퍼와 리모트컨트롤의 성능은 그림 1에서와 같이, 모바일 멀티미디어 장치와 모바일 이어폰을 연결해주는 플러그부터 리시버 까지 물리적으로 연결되며, 모바일 음향장치의 접점 연결을 위해 리모트컨트롤과 스토퍼가 삽입된다. 이들을 삽입하기 위해 납을 이용해 접합하며, 이 접합부에 대한 성능 검증이 필요하다. 이들에 대한 성능 검증을 위해 전기적 신호의 흐름을 이용하여 측정하고 기준 값과의 비교 정도에 따라 성능을 평가한다.

현재 모바일 이어폰의 성능 검사 장치는 낮은 신뢰도와 복잡한 검증절차로 인해 같은 내용의 검사를 여러 번 반복하여 수행되며, 이러한 과정 속에서 다수의 불량 시료 들이 검출 되고 있다. 이로 인해 모바일 이어폰의 생산비용과 시간이 소비되고 있다. 모바일 이어폰의 성능 평가를 위해 발생하는 비용적인 부분과 성능평가에 대한 낮은 신뢰도는 국내 기술력의 가치를 하락시키고 생산 능력의 저하 요인으로서 해결되지 못하는 과제로 남아 있다.

모바일 이어폰의 성능 평가를 위해 사용되는 검사 장치는 주로 해외 제품에 의존하고 있고, 국내 제품의 경우 단일 장치로 다양한 항목에 대한 검사가 불가능하기 때문에 여러 대의 장치를 조합하여 검사를 진행하고 있다. 그에 따른 장치의 이동, 장치의 구매비용 그리고 장치 조합에 따른 사용방법 등에 대한 불편함이 존재 한다. 하지만 본 논문에서 제안하는 모바일 이어폰의 신뢰성 검증을 위한 통합장치는 앞서 설명한 문제들을 개선시키고 성능평가의 신뢰성 및 생산성이 높아질 것으로 예상된다.

III. 모바일 이어폰 검사 시스템 구조

본 논문에서 제안하는 시스템 구조는 모바일 이어폰 성능 검증을 위한 통합 장치로서 이어폰을 구성하고 있는 각 구성요소에 대하여 성능을 검증하기 위한 시스템 구조를 제안한다.

3-1 리모트컨트롤 마이크 검사 시스템 구조

모바일 이어폰의 리모트컨트롤에 삽입되어 있는 마이크의 성능 평가는 마이크의 감도와 전압 그리고 저항값을 측정 한다. 그림 2는 리모트컨트롤 마이크의 성능을 측정하기 위해 제안하는 개념도 이다.

마이크의 신뢰성 측정을 위해 신호 발생기로부터 입력되는 신호에 대하여 감도를 측정해야 하며 감도를 측정하기 위해서는 식 1 을 이용한다.

$$S = 20 \log_{10} \left(\frac{N \times 10^{-3}}{1} \right) \quad (1)$$

식 1 에서 N 은 마이크의 정격으로서 일반적으로 마이크의

정격은 mV/Pa(파스칼) 단위를 사용한다. 따라서 5 mV/Pa의 정격을 가진 마이크의 감도 S 를 계산해 보면 식 2와 같다[1].

$$S = 20 \log_{10} \left(\frac{5 \times 10^{-3}}{1} \right) = -46 [dBV] \quad (2)$$

마이크의 감도를 측정하기 위한 방법은 신호발생기를 이용하여 일정 크기의 톤 신호를 발생 시킨 후 스피커를 이용하여 마이크에 입력 시킨다. 이때 외부로부터 입력되는 불필요 신호를 차단해야 한다. 마이크에 입력된 톤 신호는 신호처리 과정을 통하여 변환 한 후 측정기를 통하여 수신감도를 측정하고 오실로스코프를 이용하여 톤 신호 발생기로부터 입력된 신호와 비교하여 차이 값을 분석한다. 또한 입력되는 톤 신호를 이용하여 전압 값을 동시에 측정한다.

3-2 리시버 검사 시스템 구조

리시버는 멀티미디어 장치로부터 출력되는 음원신호를 사용자귀를 통해 들을 수 있도록 변환해 주는 장치로서 성능 평가는 리시버의 임피던스, 감도, 주파수응답을 측정한다. 임피던스 측정은 리시버의 경우 내부에 진동판 스피커가 있으며, 진동판 스피커의 자석과 코일 등에 따라 저항값이 결정된다. 멀티미디어 장치에서 나오는 출력이 얼마만큼의 저항을 받고 출력할 수 있는지를 나타내는 수치이며, 리시버의 저항값은 16Ω 이 표준적이며 8Ω 이나 32Ω 같은 저항값을 가질 수 있다. 8Ω 은 리시버의 저항이 낮으므로 낮은 출력으로도 높은 소리를 들려주는 저항값이 낮은 스피커를 구성한 이어폰이 좋겠지만, 대부분 저항값이 낮으면 출력에 민감하게 반응하게 되고, 8Ω 과 같은 낮은 임피던스의 리시버를 사용하면 전류가 너무 세게 흘러 백색 잡음을 유발 할 수 있으며, 32Ω 의 저항의 경우 출력의 세기가 작아질 수 있다 [2],[3].

리시버의 감도는 일반적으로 1 mW 의 기준으로 구성되며, 음압레벨로 표기하기도 하는데 대부분 100 dB 근처의 값을 갖도록 구성한다. 또한 주파수 응답은 리시버를 통해 출력될 수 있는 주파수의 범위를 말하며, 20 Hz ~ 20 kHz의 범위를 가질 수 있도록 구성된다. 그림 3은 일반적으로 주파수 응답에 대해서 나타내는 결과 그래프를 보여 주며, 리시버가 가져가져야 할 주파수 범위 A 와 C의 기준 값을 사이에 두고 리시버가 가지는 주파수 응답 특성 B를 측정하여 그래프로 표현 한다[4],[5].



그림 2. MIC 측정을 위한 시스템 구조
Fig. 2. System structure for mic measurement.

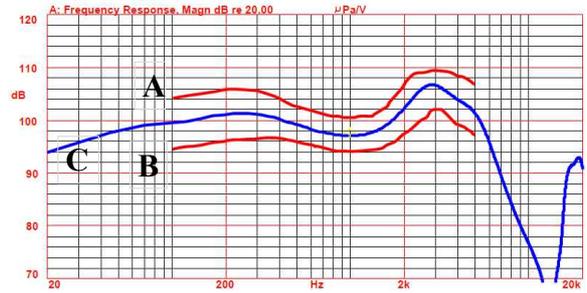


그림 3. 주파수 응답에 대한 그래프
Fig. 3. Graph by frequency response.

그림 4는 리시버 측정을 위한 시스템 구조이다. 리시버의 성능 측정을 위한 시스템 구성은 신호발생기로부터 톤 신호와 sine wave 를 발생시켜 리시버를 통해 출력하게 된다. 출력된 신호를 이용하여 신호변환 과정을 거치고 발생된 신호와의 비교를 위해 오실로스코프를 이용하여 톤 신호의 왜곡 정도와 주파수 범위에 대한 기준을 측정한다. 또한 이와 동시에 신호변환을 통해 임피던스 값 과 감도를 측정한다.

3-3 연결부 접점 검사 시스템 구조

모바일 이어폰은 플러그와 스토퍼 그리고 리모트 컨트롤을 구성하기 위해 각 구성요소의 내부를 soldering 을 통해 연결하는 방식으로 구성되어 있다. 하지만 이 접점부에서의 접촉 불량으로 인해 음향의 잡음, 음 끊김 및 약음이 발생하고 단선이 발생하여 모바일 이어폰의 성능에 많은 영향을 미친다. 하지만 현재 연결부 접점에 대한 성능 평가는 자동화 방식의 구성이 쉽지 않아 대부분 인력을 통해 모바일 이어폰의 연결부를 직접 흔들거나 당겨보는 형태로 성능 검사를 진행하고 있다. 따라서 논문에서는 모바일 이어폰의 연결부 접점 검사를 위해 그림 5 와 같이 제안하였다.

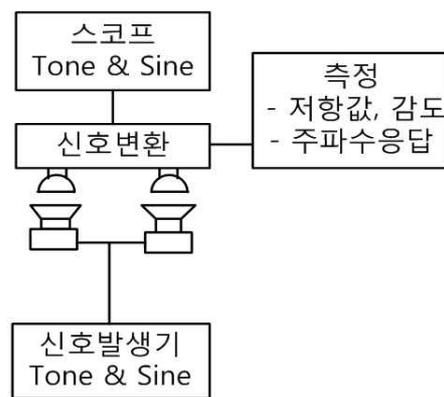


그림 4. 리시버 측정을 위한 시스템 구조
Fig. 4. System structure for receiver measurement.

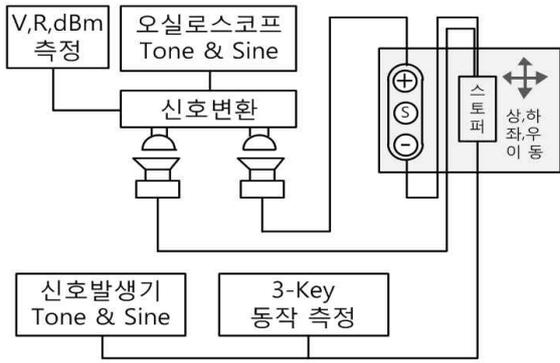


그림 5. 연결부 측정을 위한 시스템 구조
 Fig. 5. System structure for coupling device measurement.

모바일 이어폰의 연결부 접점 검사는 그림 5 와 같이 일정 크기의 톤 신호와 sine wave를 발생시켜 리시버로 출력함과 동시에 리모트 컨트롤 마이크로 동일한 톤 신호를 입력한다. 그리고 스토퍼와 리모트 컨트롤을 검사 지점에 고정하여 상, 하, 좌, 우로 이동시키며 입력되는 톤 신호와 sine wave를 기준으로 출력되는 톤 신호와 sine wave를 비교하여 잡음, 음 끊김 및 약음과 단선등에 대한 성능 검증을 수행한다.

3-4 제안하는 모바일 이어폰 검사 시스템

모바일 이어폰의 성능평가에 대한 신뢰성 및 생산성 향상을 위한 검사 장치는 현재 이원화 되어 있는 검사 과정을 하나로 통합하여 검사과정에서 소요되는 시간을 단축 하고 성능평가에 대한 신뢰성을 향상시키기 위해 그림 6 과 같이 제안한다.

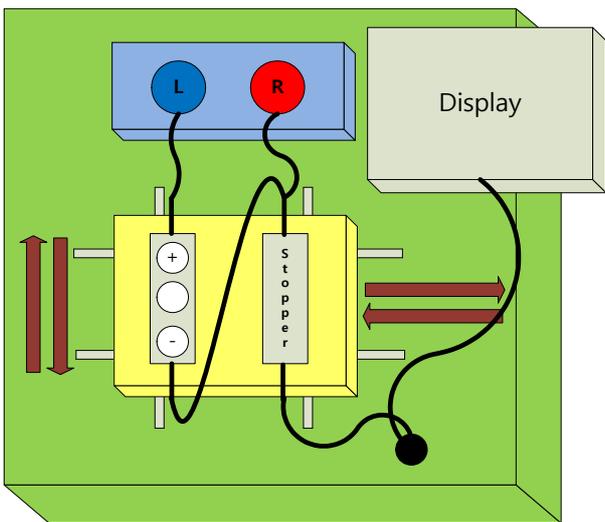


그림 6. 모바일 이어폰 측정 시스템 제안
 Fig. 6. Proposal of mobile earphone measurement system.

논문에서는 3-1 ~ 3-3 에서 제안한 각 항목의 시스템 구조를 하나로 통합하여 각각 이원화 되어 있는 성능평가 과정을 통합된 시스템으로 측정할 수 있도록 제안한다. 모바일 이어폰을 검사 장치에 삽입하면 모바일 이어폰의 마이크, 리시버, 스토퍼 및 리모트컨트롤의 접점에 대한 성능평가를 동시에 하게 되고 시험에 대한 결과는 그림 6 에서의 display를 통해 결과를 확인하게 된다.

제안하는 시스템의 결과 확인을 위한 graphic user interface(GUI) 는 그림 7 과 같이 구성한다. 그림 7 의 GUI 구성은 측정하고자 하는 각 항목의 기준 값을 설정하고, 시스템에 이어폰을 장착한 후 측정을 시작한다. 시작과 동시에 톤 신호와 sine wave를 이용하여 측정되는 항목들은 mobile ear phone monitoring을 통해 그래프와 동시에 측정값과 기준 값이 동시에 그려짐으로서 결과를 확인 한다. 기타 검증에 필요한 값들은 기준 값과 측정값의 연산을 통해 측정 값이 성능평가를 위한 오차 범위 내에 포함될 경우 test pass 를 표시한다. 측정값이 오차 범위를 벗어날 경우 test fail 을 표시하게 된다.

모바일 이어폰은 현재 해외에서 생산되고 있으며, 생산된 모바일 이어폰이 국내로 들어와 모델과 사양에 따라 구분되어 모바일 멀티미디어 장치와 함께, 다시 해외로 수출되거나 국내에서 판매되는 구조를 가지고 있다. 하지만 1 차 해외 생산지에서 성능평가를 했음에도 불구하고 다양한 원인의 불량으로 인해 출고 시기의 지연이 발생된다. 따라서 성능평가에 대한 재검증을 위해 시간과 비용이 많이 소비되고 있다. 그림 8 은 모바일 이어폰의 생산지에서 국내로 입고되기까지의 성능평가 과정이다. 모바일 이어폰의 성능평가는 해외 인력의 성능평가 기술력과 검사장비의 신뢰성 미흡으로 인해 국내에서 2차로 성능을 평가한 후 사용 된다.

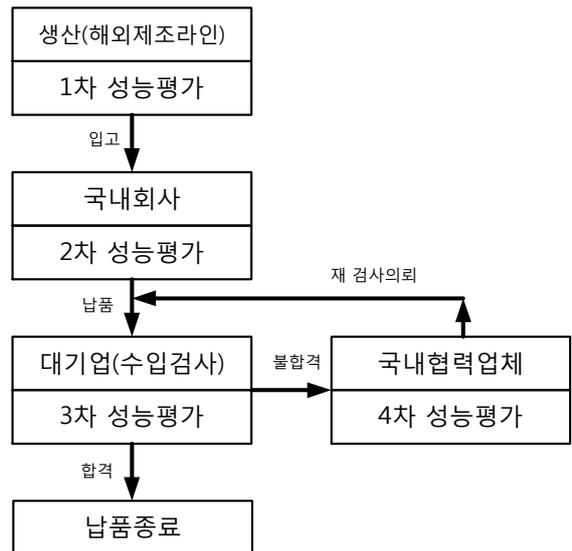


그림 8. 모바일 이어폰 신뢰성 검사 과정
 Fig. 8. Process of mobile earphone reliability test.

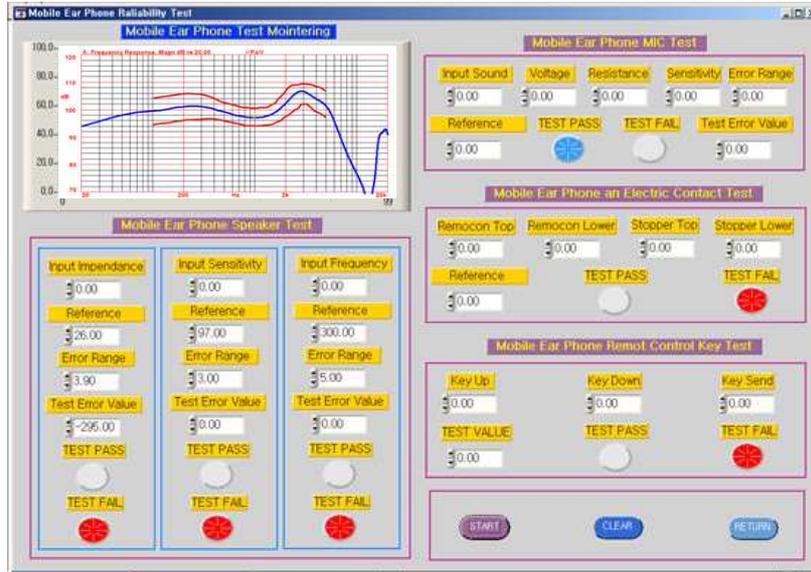


그림 7. 모바일 이어폰 측정 시스템의 GUI
 Fig. 7. GUI of mobile earphone measurement system.

모바일 이어폰의 사용 전 일부 샘플에 대하여 3 차 성능 평가를 수행하여, 성능에 대한 기준을 합격하면 성능 평가 절차가 끝나지만 불합격되면 생산된 모든 모바일 이어폰에 대하여 다시 성능 평가를 수행하게 된다.

1차 생산지에서 국내로 보내진 모바일 음향 장치에 대하여 국내 성능 평가는 사용자 환경을 고려하여 인력을 이용한 2차 검증을 수행하게 된다. 또한 2 차 검증을 위한 시간과 비용이 많이 소비되고 있다. 본 논문에서 제시하는 성능 평가 장치를 구현하여 사용할 경우 2차 검증을 위한 시간과 비용이 감소될 것으로 예상되며, 장치 사용을 통한 성능 평가에 대한 신뢰성 확보가 이루어질 경우 여러 단계에 걸친 성능 평가 절차가 간단해질 것으로 예상된다.

IV. 결 론

본 논문에서는 모바일 이어폰의 품질을 향상 시킬 수 있는 통합 시험 장치를 제안 하였다. 현재 멀티미디어 기기의 생산량은 70억대 이상일 것으로 예상되며, 모바일 이어폰 또한 70억 개 이상이 생산되고 있다. 모바일 이어폰 생산은 대부분 해외에서 생산된다. 해외 생산지에서의 성능 평가는 기술 인력의 전문성 부족과 검사 장치의 신뢰성 부족으로 인해 국내에서 여러 단계로 성능 평가를 다시 수행하는 과정을 겪게 된다. 여러 단계의 성능평가 과정에서 발생 되는 평가비용과 평가 시간의 소요는 국내 기업들에 있어서 제품 출시 및 생산 비용에 큰 영향을 미치고 있다. 따라서 성능평가의 신뢰도를 높일 수 있는 검사 장치와 이원화 되어 있는 성능 평가 과정의 통합은 무엇보다 필요하다.

본 논문에서는 모바일 이어폰의 리모트컨트롤에 삽입된 마이크의 감도와 임피던스 및 전압을 측정하고, 리시버의 임피던스, 감도, 주파수 응답 그리고 스토퍼와 리모트컨트롤을 연결하기 위한 접점부의 접촉 불량으로 인해 발생하는 문제를 동시에 해결할 수 있는 구조를 제안하였으며, 검사 자가 모바일 이어폰의 검사 결과는 한눈에 알아 볼 수 있는 GUI를 제안 하였다. 제안된 평가 장치를 구현하여 실제 모바일 이어폰 테스트에 적용하면 현재 이원화된 검사 방법으로 인해 발생하는 복잡한 평가 절차와 평가 장치의 낮은 신뢰도로 인해 발생하는 반복적인 성능 평가에 의한 시간 소모를 줄일 수 있으므로 모바일 이어폰의 성능 평가에 대한 신뢰도와 생산성 향상이 이루어진다.

감사의 글

본 논문은 2014년도 서일대학교 학술연구비에 의해 연구되었음.

참고문헌

[1] B. U. Park, T. H. Choi, J. G. Suh and H. Y. Kim, "Microphone acoustic characteristic measurement system implementation using DSP," in *Conferences of Institute of Electronics and Information Engineers*, Hoseo university: Korea, pp. 1171-1174, 2004.
 [2] Y. Suzuki, F. Asano and H. Y. Kim, "An optimum computer-generated pulse signal suitable for the

measurement of very long impulse responses,” *Journal Acoustical Society of America*, Vol. 97, No. 2, pp. 1119-1123, 1995.

- [3] S. G. Lee, B. Y. Cho and N. Y. Yeo, *3G/4G Mobile Telecommunication*, Seoul, Korea; Hongrung Publishing Company, 2008.
- [4] ITU-R Recommendation BS.1534-1, Method for the

subjective assessment of intermediate quality level of coding systems, International Telecommunication Union, Geneva, Switzerland, 2001.

- [5] ITU-R Recommendation BS. 708, Determination of the electro-acoustical properties of studio monitor headphones, International Telecommunication Union, Geneva, Switzerland, 1990.



노재성 (Jae-Sung Roh)

2000년 8월 : 한국항공대학교 정보통신과 (공학박사)

2000년 9월 ~ 현재 : 서일대학교 정보통신과 교수

※관심분야 : 무선 임베디드 시스템 설계, IoT 서비스응용, 모바일 응용 S/W



김완태 (Wan-Tae Kim)

2011년 2월 : 한국항공대학교 정보통신과 (공학박사)

2011년 2월 ~ 현재 : 서일대학교 정보통신과 조교수

※관심분야 : 통신시스템 설계, 차세대 이동통신