

## Pair-wise 기법을 활용한 스마트 셋톱박스 Wi-Fi 방향성 테스트의 간소화 방법

이 재철\*, 김 윤\*

### Wi-Fi Directional Test Simplification for Smart Set-Top Box Based on Pair-Wise Testing

Jae-Chul Lee\* , Yoon Kim\*

#### 요 약

근래 각 가정에서 많이 사용되는 Wi-Fi 기술이 적용된 안드로이드 OS 기반의 스마트 셋톱박스는 사용자의 다양한 설치 환경에 관계없이 Wi-Fi를 이용한 서비스에 문제가 없음을 보장해야 한다. Wi-Fi의 무지향성에 대한 방향성 테스트 방법은 표준으로 정해지지 않아 각 개발업체에서는 자체적으로 테스트 방법을 고안하여 테스트를 진행한다. 본 논문에서는 Wi-Fi 기능의 무지향성을 확인하기 위해 업로드와 다운로드의 2개 요소, 무선 라우터를 바라보는 수직 각도의 10개 요소와 수평 각도의 36개 요소를 고려하여 720개의 테스트 케이스를 생성하였다. 현실적으로 비용과 시간문제로 인해 모든 테스트 케이스를 테스트하기에 어려움이 따르므로, ISO/IEC 29119-4의 조합 테스트 기법 중 하나인 Pair-wise 기법으로 테스트 요소를 조합하였다. 또한, Allpairs 도구를 이용하여 Pair-wise 기법이 적용된 테스트 케이스를 얻어냈고 테스트를 진행하였다. 제안하는 방법을 사용하면 기존의 테스트 케이스를 진행하는데 소요되는 시간 대비 48.61%가 단축됨을 확인할 수 있었으며, 간소화된 테스트 케이스의 결과만을 가지고도 문제가 발생하는 부위에 대한 추적이 가능함을 확인할 수 있었다.

▶ Keywords : Wi-Fi 방향성 테스트, 네트워크 처리량 테스트, 페어와이즈 테스트, 셋톱박스

#### Abstract

The most used smart set-top box in home driven by the Android OS and based on Wi-Fi technology has to ensure nothing wrong with the Wi-Fi service regardless of the various user's installation environment. The direction test method about the nondirectional of the Wi-Fi doesn't be determined as the

•제1저자 : 이재철 •교신저자 : 김윤

•투고일 : 2014. 10. 29, 심사일 : 2014. 11. 30, 게재확정일 : 2015. 2. 2.

\* 강원대학교 컴퓨터정보통신공학과(Dept. of Computer and Communications Engineering, Kangwon National University)

※ "2014년도 강원대학교 학술연구조성비로 연구하였음(과제번호-C1010833-01-01)"

standard and each manufacturers devise the their own test methods and conduct the tests. In this paper, we created the 720 test cases considering 2 components of upload & download, the 10 elements of the vertical angle and the 36 elements of the horizontal angle looking at the wireless router in order to verify omni-directional Wi-Fi capability. In reality, from viewpoint in terms of cost and time constraint, it is difficult to test all the test cases. Therefore, we decided to reduce test cases by applying Pair-wise testing technique which is one of combinational testing techniques based on ISO / IEC 29119-4. And we obtained the test cases in which the Pair-wise technique was applied by Allpairs tool which output test cases automatically and conducted the test. It could be confirmed that the proposed technique shortened 48.61% of the time to be spent in progressing the existing test cases and that the trace about the part in which the problem was generated with the result of the simplified test case was possible enough.

▶ Keywords : Wi-Fi directional test, Network throughput test, Pair wise testing, Set top box

## I. 서 론

디지털 방송 전환에 따라 각 가정에 보급되었던 셋톱박스는 본래의 목적인 디지털 방송 수신에 기본 기능과 함께 소비자들의 고효율, 고품질, 다양성의 콘텐츠 요구에 따라 다변화된 방송과 각종 인터넷 서비스의 환경을 각 가정에 제공하고 있다. 국내에 대표적인 사업자인 KT의 IPTV 가입자만 이미 600만을 넘어선 만큼 이미 많은 수의 셋톱박스가 가정에 설치되었고 필요성이 높아진 기기가 되었다(1). 또한, 안드로이드 OS 기반의 스마트 셋톱박스는 디지털 방송 수신뿐만 아니라 무선 Router에 Ethernet 또는 Wi-Fi로 연결되어 인터넷을 통해 다양한 종류의 양방향 멀티미디어 통신 서비스를 이용할 수 있는 가정용 방송 통신 단말기이다(2). 그 중 설치 공간의 제약을 적게 받는 Wi-Fi 기능이 적용된 스마트 셋톱박스(3)는 무선 Router와 함께 사용자의 상황 및 판단에 맞게 설치되므로 설치 위치에 관계없이 무지향적으로 안정적인 Throughput을 낼 수 있어야 한다. Wi-Fi의 무지향성에 대한 방향성 테스트 방법은 표준으로 정해지지 않아 개발업체마다 자체적으로 테스트 방법을 고안하여 테스트를 진행한다.

Wi-Fi를 탑재한 스마트 셋톱박스를 무선 Router와 Wi-Fi로 연결시키고 설치된 위치와 각도에 따른 Wi-Fi Throughput을 측정하며, 해당 데이터를 활용하여 제품 설치 각도에 따른 성능 측정을 진행하고 있다. 상용 도구가 전문적이고 테스트 결과 값도 자동으로 출력시켜줌으로 넓은 공간에

차폐공간을 설치하고 상용 도구를 활용하여 측정을 실행하는 것이 가장 좋은 방법이지만, 상용 도구의 비용과 도입 시기를 포함한 여러 가지 기업의 여건으로 인해 네트워크 Throughput을 측정할 수 있는 Open Source 도구 중 여러 OS에 적용할 수 있는 Iperf 라는 도구를 도입했다(4)(5). 때에 따라 테스트 시료의 Wi-Fi Throughput이 전 방위로 고르게 출력되는 지를 측정해야 하는 경우가 발생하기도 하며, 이 때 원하는 데이터를 얻기 위해 시료 한 대당 720개의 테스트 케이스를 수행해야 한다. 하지만 중소기업의 품질 보증 부서에 할당된 시간과 비용, 인력적인 문제로 인해 전체 테스트 케이스를 모두 진행하는 데는 어려움이 따른다. 기존의 경우에는 특별한 근거 없이 생략된 테스트 케이스만이 실행되거나 테스트가 생략되는 경우가 발생했다. 그로 인해 테스트 되지 않은 부분에 대한 리스크를 동반하게 된다. 하지만 이론적으로 그 효용성이 입증되고, 현재 처한 자원적 어려움을 해소하기 위한 전략으로 조합 테스트 기법을 도입하게 되면, 커버해야 할 범위에 비해 상대적으로 적은 양의 테스트로 결함 또는 특성을 찾아낼 수 있다(6)(7). 진행해야 할 테스트 케이스가 줄어들다는 것은 자원적 어려움도 그만큼 감소시킬 수 있다는 의미이므로 ISO/IEC 29114-4의 조합 테스트 기법 중 하나인 Pair-wise 기법을 테스트 케이스 설계에 적용하고, Pair-wise 기법을 기반으로 테스트 케이스를 자동으로 만들어 주는 Allpairs 도구를 이용하여 기존의 테스트 케이스 720개를 370개로 간소화하였고, 문제가 발생하는 조건에 대해 발견이 가능함을 확인하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저, 2장에서는 스마트

셋톱박스에 대해 소개와 Wi-Fi 방향성 테스트의 필요성에 대해 서술하고, 3장에서는 Wi-Fi 방향성 테스트 방법과 Pair-wise 테스트 기법에 대해 기술한다. 4장에서는 간소화된 테스트 케이스를 수행한 결과와 기존의 테스트 케이스를 수행한 결과를 비교하고, 5장에서는 결론 및 앞으로의 연구 과제를 기술한다.

## II. 스마트 셋톱박스과 Wi-Fi 방향성 테스트의 필요성

본격적인 디지털방송시대가 도래하고, 2012년 12월 국내 지상파 방송의 아날로그 방송 송출이 중단됐다. 해외에서도 아날로그 방송들이 중단되고 디지털방송으로 전환되고 있다.

디지털 방송은 기존 아날로그 방식 대비 수신 장애가 개선되고 고화질, 다채널, 고음질, 자막 해설 방송 등의 여러 서비스를 제공할 수 있다. 하지만 디지털 방송용 튜너를 내장한 TV가 아니면 수신할 수 없는 방식이므로 정부에서는 디지털 방송을 수신하여 아날로그 신호를 출력함으로써 아날로그 TV에서 수신할 수 있는 보급형 셋톱박스를 보급하고 있다.

보급형 셋톱박스 이외에 국내 여러 통신사와 해외 방송사들은 저마다 수많은 최신, 고화질의 방송 콘텐츠를 유료로 제공하고 서비스 보호를 위해 여러 종류의 CAS(Conditional Access System)가 적용된 고사양의 셋톱박스를 활용한 방송 서비스를 하고 있다. 셋톱박스는 방송 수신 방식에 따라 크게 위성, 지상파, 케이블 방송 방식으로 구분할 수 있으며 과거에는 방송 수신만 가능한 수신기, 수신한 방송의 녹화, Timeshift, 콘텐츠 소장이 가능한 PVR(Personal Video Recorder) 2가지로 크게 나뉘었다. 하지만 초고속 인터넷의 보급으로 인터넷을 통해 실시간 방송과 VOD(Video On Demand)를 시청할 수 있는 IPTV가 등장하였고 기존 위성, 지상파, 케이블 셋톱박스에 인터넷이 가능한 Hybrid 셋톱박스도 등장하며 점유율을 높이며 다변화하고 있다.

2007년 구글이 안드로이드 OS를 공개하고 안드로이드 OS를 탑재한 여러 전자기기들이 속속들이 등장하였다. 2011년 안드로이드 2.3(진저브레드) OS가 공개되며 셋톱박스 시장에도 안드로이드 OS가 탑재된 스마트 셋톱박스가 출시되기 시작했다. 안드로이드 OS가 탑재된 셋톱박스는 본연의 디지털 튜너를 이용한 방송 수신 기능 이외에도 안드로이드 마켓이나 개발사가 제공하는 여러 어플리케이션을 제공받을 수 있다. 대표적으로 SNS, 게임, 화상통화, 미디어 공유, 인터넷

방송 사업자로부터 직접적인 방송 수신, 스마트폰과의 콘텐츠 공유 등의 기능이 있다. 이러한 여러 기능들은 대부분 인터넷을 활용한 것이며 셋톱박스는 인터넷 기능을 필수적으로 내장하기 시작했다. 인터넷을 연결할 때 유선 네트워크 인터페이스를 사용하는 셋톱박스가 대부분이었으나 최근 들어 Wi-Fi의 속도가 증가하고 무선 Router의 보급으로 인해 케이블 연결로부터 자유롭고 공간의 제약이 적은 Wi-Fi 기술을 적용한 스마트 셋톱박스가 출시되고 있다.

스마트 셋톱박스는 주로 거실의 TV 또는 여러 디스플레이 기기와 연결되기 위해 해당 기기의 근처에 VCR(Video Cassette Recorder), DVD player 같은 설치 형태로 설치된다. 하지만 근래에는 훨씬 다양한 설치 형태로 개발, 출시되고 있으며 주먹크기의 소형 경량 셋톱박스, USB 메모리 스틱 보다 약간 큰 HDMI dongle 형태의 셋톱박스가 개발되고 있다[8]. 이렇게 셋톱박스의 형태가 다변화 되면서 설치 형태도 다변화 되고 있다. 이런 다변화된 설치 형태에서 인터넷을 위한 LAN 케이블은 자유로운 설치 형태에 걸림돌이 되므로 Wi-Fi를 이용한 제품이 인기를 끌고 있다.

가정의 무선 Router는 사용자 각각의택내에 들어오는 DSL(Digital Subscriber Line) 회선, FTTH(Fiber To The Home) 회선 등의 위치에 따라 또는 가정의 구조와 전원 인접성, 인테리어적 요소 등 여러 상황에 따라 사용자의 각자 판단에 따라 설치된다. 사용자의 각 환경과 상황에 따라 설치 형태가 다양해지므로 스마트 셋톱박스와 무선 Router가 마주보는 각도 또한 다양해진다. 어떠한 각도로 마주보게 설치되었는지 방송을 비롯하여 인터넷, Wi-Fi를 이용한 관련 서비스를 제공하기 위해서 무지향적으로 안정적인 성능을 낼 수 있어야 한다[9]. 따라서 스마트 셋톱박스가 무지향적으로 안정적인 속도를 낼 수 있는지 확인하기 위해 수평각도 변경으로 360도, 수직 각도 변경으로 0~90도로 제품을 회전시키며 무선 라우터를 바라보는 각도를 변경시키고 각 조건 별로 Wi-Fi의 Throughput을 측정한다.

## III. Wi-Fi 방향성 테스트 방법과 Pair-wise 테스트 기법

통신 환경이 좋지 않으면 Wi-Fi의 Throughput이 저하된다는 사실[10]에 기인하여 제품이 무선 Router를 바라보는 각도를 여러 케이스로 만들어 각 케이스마다 Wi-Fi의 Throughput이 어느 정도인지를 측정한다. 테스트 빈도와 비용 문제로 외부의 전문 차폐 시설을 갖춘 시험소에서 진행하

기에 어려움이 따라 사옥에서 확보할 수 있는 최대 공간과 Wi-Fi 시설이 없는 장소를 찾아 지하 강당에서 시험을 진행하였다. 지하 강당에서 시험에 확보할 수 있는 시험 공간은 15m x 15m의 공간이었으며, 해당 공간에 Wi-Fi analyzer를 사용하여 2.4Ghz 대역의 다른 무선 신호가 없음을 확인하고 진행하였다. 테스트 시료가 지원하는 무선 방식이 802.11n이기에 Wi-Fi 방식으로 최근 가장 많이 쓰이는 802.11n 방식(11)(12)을 사용한다. 'Throughput' 즉 처리량을 테스트하기 위해서는 가장 많은 데이터를 처리하게끔 부하를 주어야 하며, 암호화로 인해 테스트 시료와 그에 매칭되는 무선 Router에서 발생하는 손실을 줄이고자 40M bandwidth를 사용하고 암호화는 적용하지 않았다. 제품과 무선 Router는 바닥에 설치되는 경우보다 어딘가에 올려놓고 사용하는 경우가 많다고 생각되어 1m 높이의 사무용 서랍 겹책꽂이에 두 기기 사이의 거리가 10m가 되도록 설치했다. 제품의 바닥 면이 지면과 수평이고 무선 Router의 바닥 면이 지면과 수평인 상태를 수직 각도 0도 기준으로 삼고 제품의 전면 부와 무선 Router의 전면부가 일직선인 각도를 수평각도 0도 기준으로 삼았다. Throughput의 측정은 Iperf라는 Open source 도구를 활용하였으며, 테스트 측정 요소를 바탕으로 Upload 측정 시 수직 각도 변경이 0도 일 때 수평 회전 각도를 0도에서 Throughput을 측정한 다음 수평 회전 각도를 10도로 변경하여 Throughput을 측정한다. 그 다음 수

평 회전 각도를 20, 30, ..., 350도 까지 수평각도 별로 측정한 이후 수직 각도를 10도로 변경하여 수평 회전각도 0, 10, 20, ..., 350도까지 측정한다. 같은 방식으로 수직 각도 변경 90도까지 측정한다. 표 1은 전체 테스트 케이스를 보여준다.

Iperf는 TCP와 UDP 데이터를 전송하고 그것의 처리량을 측정하는 네트워크 Throughput 측정 도구이다(13). Download, Upload에 따라 Iperf를 Server로 구동할 것인지, Client로 구동할 것인지를 결정하고 사용법에 맞게 진행한다.

Iperf의 주요 명령어와 설정은 아래에 기술했다. 자세한 사용 방법은 위키피디아 - Iperf 페이지 [14]에서 확인할 수 있다.

- Iperf 주요 명령어
  - s : Server 실행, -c : Client 실행, -w : 윈도우 패킷 사이즈, -f : 표시 단위, -t : 측정 시간, -i : 측정 주기
- Iperf Server 설정
 

```
iperf -s -w 300k -f m
```

(서버로 실행 / 윈도우 패킷 사이즈 300k / 단위 표시는 M)
- Iperf Client 설정
 

```
iperf -c(server의 ip) -w 300k -f m -t 30 -i 1
```

(클라이언트로 실행 / 패킷을 보낼 Server의 IP / 윈도우 패킷 사이즈 300k / 단위 표시는 M / 30초간 측정 / 1초 단위로 측정)

표 1. 전체 테스트 케이스  
Table 1. The whole test cases

No.	Mode	수직	수평	결과
1	Upload	0	0	-
2	Upload	0	10	-
3	Upload	0	20	-
4	Upload	0	30	-
5	Upload	0	40	-
중략				
269	Upload	70	160	-
270	Upload	70	170	-
271	Upload	70	180	-
272	Upload	70	190	-
273	Upload	70	200	-
중략				
716	Download	90	310	-
717	Download	90	320	-
718	Download	90	330	-
719	Download	90	340	-
720	Download	90	350	-

테스트를 하고자 하는 안드로이드 OS 기반의 스마트 셋톱 박스에 안드로이드 OS용 Iperf를 구글 플레이 앱 스토어 또는 .apk 형식의 파일을 이용하여 설치하고, 테스트용 PC에도 윈도우용 Iperf를 설치한다. 아래 그림과 같이 구성을 하고 PC기반으로 했던 것과 동일한 방법으로 테스트를 진행한다.



그림 1. Upload throughput 측정 시 구성  
Fig. 1. Upload throughput test diagram

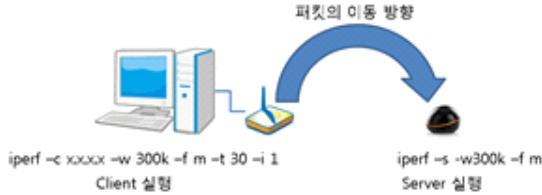


그림 2. Download throughput 측정 시 구성  
Fig. 2. Download throughput test diagram

그림 1과 같이 Upload Throughput 측정 시에는 PC를 Server로 실행시키고, 측정 시료를 Client로 실행시켜 측정 시료가 PC(Server)로 보내는 패킷의 Throughput을 결과 시트에 기입한다. Download Throughput 측정 시에는 측정 시료를 Server로 실행시키고, PC를 Client로 실행시켜 측정 시료가 PC (Client)로 부터 받는 패킷의 Throughput을 결과 시트에 기입한다(그림 2).

이상의 테스트링 활동의 시간을 줄이고자 적용한 Pair-wise 기법은 ISO/IEC/IEEE 29119-4 Test Techniques - Combinatorial Test Techniques(15)에 포함되어 있고, 대부분의 결합이 2가지 요소의 상호 작용에 의해 발생한다는 연구 결과를 바탕으로 2개 요소의 모든 조합을 다룸으로써 커버해야 할 기능적 범위에 보다 적은 수의 테스트 케이스를 구성하여 소프트웨어의 결함을 찾을 수 있는 기법이다(16). 적은 인원과 짧은 테스트 기간 등의 한정된 자원을 가지고 테스트를 진행해야 하는 상황에서 전체 테스트 케이스를 모두 다 진행하는 것은 현실적으로 가능하지 않은 경우가 대부분이다. 그런 이유로 테스트를 진행하지 않거나 일부 조합을 누락시켜 진행하는 것은 그에 따른 리스크가 동반된다. 따라서 모든 테스트 요소를 조합한 테스트는 결함을 찾아내고 수행한 테스트에 대해 신뢰성을 얻을 수 있는 방법 중 하나이다(17).

따라서 본 논문에서는 간소화된 테스트 케이스를 얻어내고자 ISO/IEC/IEEE 29119-4 Test Techniques - Combinatorial Test Techniques에 포함된 Pair-wise 기법을 사용하여 2가지 모드, 10개의 수직 각도, 36개의 수평 회전 각도의 테스트 요소의 모든 조합을 가진 테스트 케이스를 작성하기로 했다. 하지만 사람이 수기로 조합하는 데에는 많은 시간이 소요되며 실수가 따를 수 있으므로 Allpairs 라는 도구를 활용하여 자동으로 Pair-wise 조합을 만들었다. 이렇게 테스트 케이스를 간소화하여 주어진 테스트링 시간 안에 Throughput이 저하되는 케이스를 신속하게 파악하고 Throughput이 저하되는 요소에 대한 분석 결과를 개발팀에 전달하여 제품의 품질 수준을 높이는데 기여하고자 한다.

#### IV. 간소화된 테스트 케이스를 수행결과와 기존의 테스트 케이스를 수행결과 비교

Pair-wise 기법은 각 파라미터들을 일일이 기재하고 각 파라미터가 가지는 여러 가지의 값들을 일일이 손으로 조합할 수도 있으나, 파라미터나 각 파라미터가 가지는 값의 개수가 많아지게 되면 실제 개발, 테스트링 환경에서는 조합만 하다가 주어진 시간이 종료될 수도 있다. 테스트 케이스 조합에 드는 시간을 절약하기 위해 여러 전문가들은 파라미터와 각 파라미터가 가지는 여러 가지 값을 나열하면 자동으로 Pair-wise 기법으로 테스트 케이스를 산출할 수 있는 Tool을 개발하고 공개했다. 그 중 Allpairs는 <http://www.satisfice.com/testmethod.shtml>에 공개되어 있으며, 그 사용법이 간편하므로 많은 테스터들이 활용하고 있는 Tool 이다(18).

Allpairs를 이용하여 총 360개의 테스트 케이스를 자동으로 생성하였다. 추후 수집된 결과 값 데이터를 엑셀을 활용해서 방사형 그래프로 도식할 경우 수직 각도 변경의 최초 케이스의 값이 없으면 그래프의 형태가 완성되지 않는다. 그로 인해 약점 부위의 문제점이 발생하지 않는 부위에도 혼돈이 발생할 가능성이 있다. 이러한 문제는 추후 다른 그래프 도식 도구를 이용해 해결할 계획이며, 일단 현재 사용하는 엑셀의 방사형 그래프를 구성하는데 있어서는 수직 각도 변경마다 데이터의 시작이 되는 수평 회전각도 0도의 데이터를 Download 모드일 때 10도, 30도, 50도, 70도, 90도일 때, Upload 모드일 때 0도, 20도, 40도, 60도, 80도 각각 5건씩 총 10건을 추가해 방사형 그래프의 형태를 완성했다.

본 논문에서는 일정 기간의 테스트를 통해 경험적으로 적절한 수직 각도 변경 기준과 회전각도 기준을 10도 간격으로 정하여 테스트를 했다. 따라서 측정 Mode 2개 요소, 수직 각도 변경 10개 요소, 수평 회전각도 36개 요소로 테스트 케이스를 720개 생성하여 진행했다. 사내 조건에서 테스트를 위한 공간이 항상 Wi-Fi 제품군의 시험에만 사용되는 것이 아니므로 테스트 관련 물품 설치와 장소 점검이 필요하다. 우선 테스트 시료를 각도 회전을 위한 지그에 고정시키고 회전 제어 지그를 설정하는데 소요되는 시간과 테스트 시료와 Wi-Fi로 연결될 무선 라우터의 설치와 설정에 소요되는 시간, 그리고 테스트 시료에 Throughput 측정 어플리케이션 설치와 설정 시간이 소요된다. PC에도 Throughput 결과 값을 저장하기 위해 log 저장을 위한 작업도 필요하다. 해당 작업은 제품

의 크기 종류, 테스트 장소의 Wi-Fi 검색 결과에 따라 소요 되는 시간이 편차가 클 수 있다. 따라서 사전 준비 시간을 제외하고 상기 기준을 적용한 테스트를 진행했을 경우와 Allpairs 도구를 이용해 만든 테스트 케이스를 가지고 테스트 를 진행했을 경우의 순수한 테스트 시간만을 계산하면 표 2와 같다.

표 2. 테스트 케이스 간소화 효과 분석

Table 2. Comparative effect analysis of simplification

	기존의 방법	Allpairs 도구를 이용한 방법	기존 대비 효과
테스트 케이스의 개수	720개	360개	-
추가된 테스트 케이스 *	-	10개	-
테스트 케이스 진행에 소요된 시간 **	720분	370분	6.17시간 소요 48.61% 단축

\* 추가된 테스트 케이스: Excel로 방사형 그래프 도식을 위해서는 각 수직 각도 별 수평각도 0도 일 때의 데이터가 필요함으로 추가하였음.

\*\* 테스트 케이스 1건당 소요 시간: 1분

- Throughput 측정 시간: 30초

- 각도 조절 시간: 30초

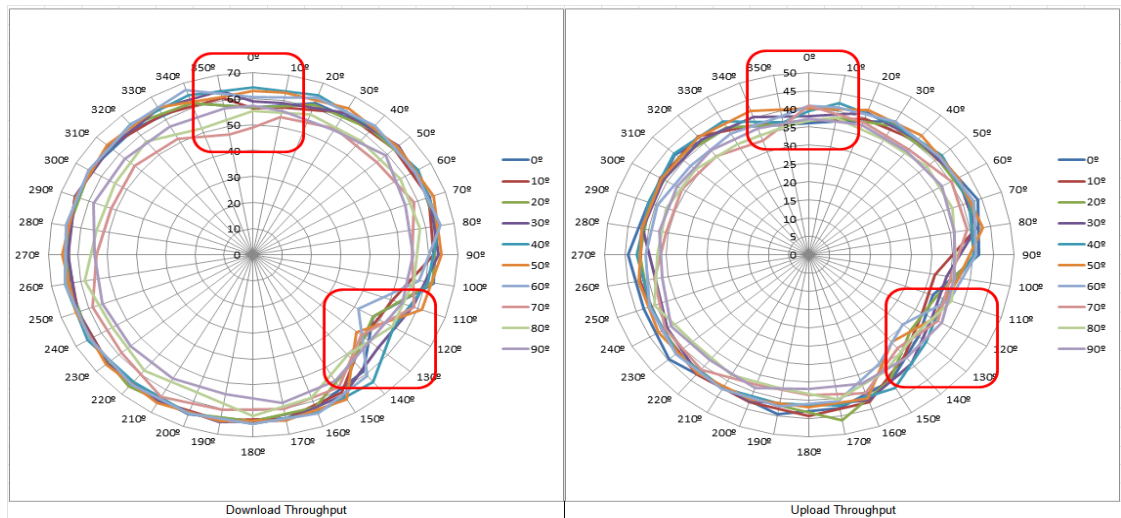


그림 3. 전체 테스트 케이스의 수행 결과 (사각형 표시가 약점 부위를 나타냄)  
Fig. 3. Execution Result of general test cases (square mark stands for weak area)

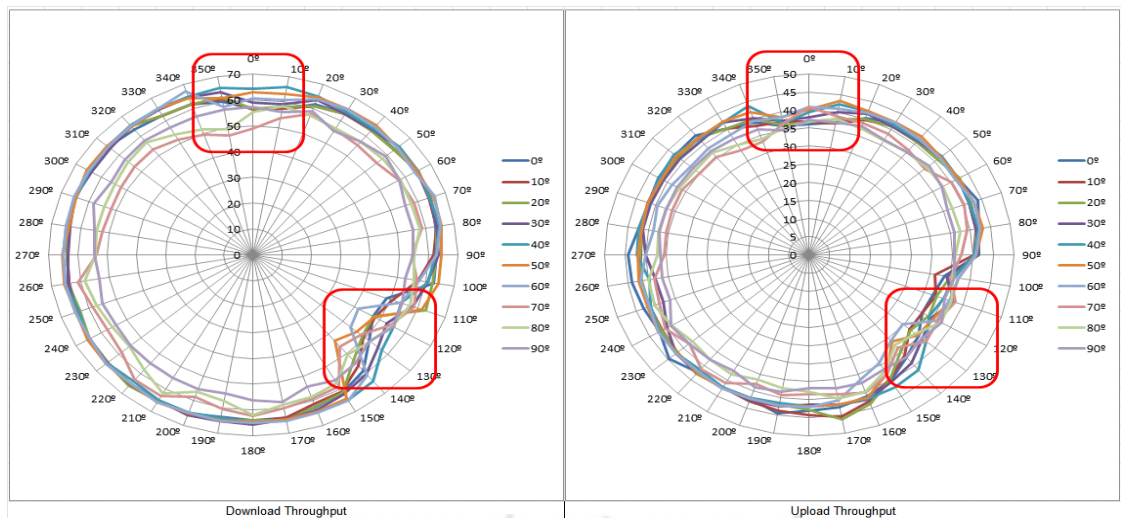


그림 4. 간소화된 테스트 케이스의 수행 결과 (사각형 표시가 약점 부위를 나타냄)  
Fig. 4. Execution result of simplified test cases (square marks stand for weak area)

전체 테스트 케이스의 결과를 방사형 그래프로 도식화한 결과를 그림 3에 표시하였으며, 수직 70, 80, 90의 각도에서 성능이 저하되고, 수평 10도, 130도 근처에서 성능이 저하됨을 확인할 수 있다. Allpairs를 이용해 생성한 테스트 케이스의 결과가 그림 4에 나타나 있으며, 전체 테스트 케이스의 결과를 방사형 그래프로 도식화한 결과를 그림 3에 표시하였으며, 수직 70, 80, 90의 각도에서 성능이 저하되고, 수평 10도, 130도 근처에서 성능이 저하됨을 확인할 수 있다. 시험에 사용한 시료는 주먹보다 작은 외관과 내장형 안테나가 외부로 노출되는 안테나를 대체함으로 인해 문제가 발생할 수 있으며, 유사한 구조물과 회로가 적용된 제품군은 비슷한 유형의 문제가 지속적으로 발생하는 것을 확인하였다. 따라서 Pair-wise 도구인 Allpairs로 얻어낸 테스트 케이스로 Wi-Fi 방향성의 약점 부위를 찾아낼 수 있으며, 테스트에 소요되는 시간이 전체 테스트 케이스를 수행하는 것에 비해 48.61%가 단축됨으로 전체 테스트 케이스 수행하는데 있어 12시간이 소요되던 시간을 6.17시간으로 단축할 수 있다. 이렇게 테스트 시간이 단축됨으로써 테스트를 진행하는 인원이 해당 테스트를 완료하고 장애물 환경이나 암호화된 방식에서의 테스트 또는 실제 사용자 입장에서 발생할 수 있는 다른 테스트를 진행할 수 있고, 또 다른 생산적인 업무를 진행할 수도 있으며 조금이나마 일찍 문제점을 발견함으로써 전체 개발 일정을 앞당길 수 있다. 또한 다수의 시료 또는 여러 번 반복해야 할 경우 전사적 차원에서 절감되는 시간과 비용은 클 것으로 예상된다.

## V. 결론 및 향후 연구 방향

제안하는 방법을 적용한 실험 결과, 테스트 케이스의 단축과 소요 시간 단축의 측면에서 전체 테스트 케이스 720개를 진행하였을 때 소요 시간이 720분이 소요되었으나 Pair-wise 기법을 적용하여 테스트를 진행하게 되면 360개의 테스트 케이스를 가지고 테스트를 진행하며 360분이 소요됨으로 모든 테스트 요소가 테스트 되면서도 테스트에 소요되는 시간은 전체 테스트 케이스를 진행한 것 대비 50%가 단축됨을 확인했다. 추가로 엑셀의 방사형 그래프를 완성하기 위해 진행한 10개 테스트 케이스에 소요되는 10분을 추가하여 370분이 소요되던 기존의 테스트 방법 대비 48.61%가 단축된다. Pair-wise 기법을 활용하면 720분이 소요되던 테스트가 370분으로 단축되었다.

테스트의 결과 측면에서 전체 케이스를 수행한 결과와 본론의 Pair-wise 기법을 이용해 간소화한 진행 방법의 결과와

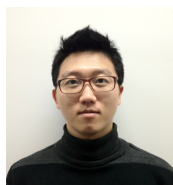
방사형 그래프로 표현했을 때 형태의 유사함을 확인했고, 문제가 있는 부위의 파악이 가능함으로 간소화된 테스트 케이스에서도 문제점의 검출 능력이 있음을 확인했다. 따라서 본 논문에서 제안한 내용을 개발 단계 또는 고객에게 전달될 프로토타입 제품을 테스트할 때 적용할 수 있다. 추후 사용자 환경 상 요구되는 여러 종류의 장애물, 5GHz 대역의 Wi-Fi와 동시 사용 조건, 2.4GHz의 Bluetooth 기능과 동시 사용과 같은 Wi-Fi의 Throughput에 영향을 미칠 수 있는 여러 케이스를 테스트해야 할 것이다. 이에 따라 테스트해야 할 조건과 테스트 케이스가 기하급수적으로 증가할 것으로 예상되지만 본문에서 언급한 Pair-wise 기법을 적용하면 테스트 케이스를 효과적으로 간소화할 수 있다.

## REFERENCES

- [1] KOREA COMMUNICATIONS COMMISSION, "Situation of Broadcasting Market estimation in 2013," pp.280, 2013.
- [2] Eungsup Jun, "An eBook Service System based on VOD Broadcasting Contents of Smart TV," The Korea Society of Computer and Information, Vol. 19, No.12, pp.257, 2014.
- [3] Jeosook Lee, "An Extension of a Versatile Digital STB for Home Networking," Sogang Univ. Master's thesis, pp.23, 2002.
- [4] Chaoyi Duan, "Throughput Evaluations of Netperf and Iperf," Journal of Korean Society For Internet Information, Vol. 9, No.12, pp.109, 2011.
- [5] Daekyun Cho, "Design and Implementation of Quality Measurement Tools in Wireless Data Services," Journal of Korean Society For Internet Information, Vol. 9, No.2, pp.167, 2008.
- [6] Tongsen Wang, "Automated Test Data Generation Based on Matching Combination and Testing Matrix for Pairwise Testing," International Journal of Software Engineering and Its Applications, Vol. 5, No.1, 2011.
- [7] Haeun Beak, "Software Product Line Test Cases Derivation Using Combinatorial Test Design," Journal of The Korean Institute of Information

- scientists and Engineers, Software and application, Vol. 41, No.7, pp.469, 2014.
- [8] Jihwan Jeon, "The Radiation Efficiency Change According to the Slot Antenna Location," Journal of The Korean Institute of Electromagnetic engineering and science, Vol. 25, No.4, pp.381, 2014.
- [9] Jaehyun Jung, "Analysis of IEEE 802.11 Broadcast for Reliable Wi-Fi Broadcast," Journal of The Korean Institute of Communications and Information Sciences, Vol. 36, No.8, pp.954, 2011.
- [10] Seonphil Kim, "Measurement of Wi-Fi Signal Strength Characteristics based on Antenna Direction," Journal of The Korean Institute of Communications and Information Sciences, Vol. 2011, No.6, pp.1106, 2011.
- [11] Kilhyun Jeong, "The Implementation of DDC for the WLAN Receiver," The Korea Society of Computer and Information, Vol. 17, No.2, pp.113, 2012.
- [12] Inwoong Hwang, "A Study on the Mutual Interference between IEEE 802.11ac and IEEE 802.11n Wireless LAN Standards," Korea Univ. Master's thesis, pp.2, 2014.
- [13] Seukbong Moon, "Design and Implementation of Wireless Data Service Quality Measurement System Based on BcN," Gachon Univ. Master's thesis, pp.71, 2011.
- [14] Wikipedia(Iperf), <http://en.wikipedia.org/wiki/Iperf>.
- [15] ISO/IEC/IEEE DIS 29119 - 4 Software and Systems Engineering - Software Testing - Part 4: Test Techniques.
- [16] Wonil Kwon, "Developers Need to Know Practice of Software Testing," the third edition, STA Testing consulting, pp164, 2012.
- [17] Kyungsu Kim, "A Performance Evaluation of Software Testing Methods for Medical Devices," Kangwon Univ. Master's thesis, pp.27, 2013.
- [18] Satisfice, INC., <http://www.satisfice.com/>

## 저 자 소 개



### 이재철

2014: 강원대학교  
컴퓨터정보통신공학과  
(공학석사)

2007~현재: 가온미디어 (주) 대리  
관심분야 : 멀티미디어통신,  
SW테스팅

Email : haare@kangwon.ac.kr



### 김 윤

1993: 고려대학교 전자공학과(공학사)  
1995: 고려대학교 전자공학과  
(공학석사)

2003: 고려대학교 전자공학과  
(공학박사)

1995~1999: LG전자 주임연구원  
2002~2003: (주)달리텍 선임연구원  
2004~현재: 강원대학교  
컴퓨터정보통신공학과  
교수

관심분야 : 영상처리, 영상압축,  
멀티미디어통신

Email : yooni@kangwon.ac.kr