



KAIST전기 및 전자공학과의 HUB



KAIST DEPARTMENT OF  
ELECTRICAL ENGINEERING  
NEWSLETTER

**E1 /** 세계로 뻗어  
나가는 EE인  
연구성과 원효섭 윤태훈 한진호 학생  
연구성과 고영환, 우신애 학생  
연구성과 이지훈 학생

**E2 /** 특집 기사  
CA 제도  
신세대 Display

**E3 /** 학과 소식  
학부 동정  
전자과 워크샵

**E4 /** Yu Wing Tai 교수님  
웰컴 이노베이션 Award

**KAIST**

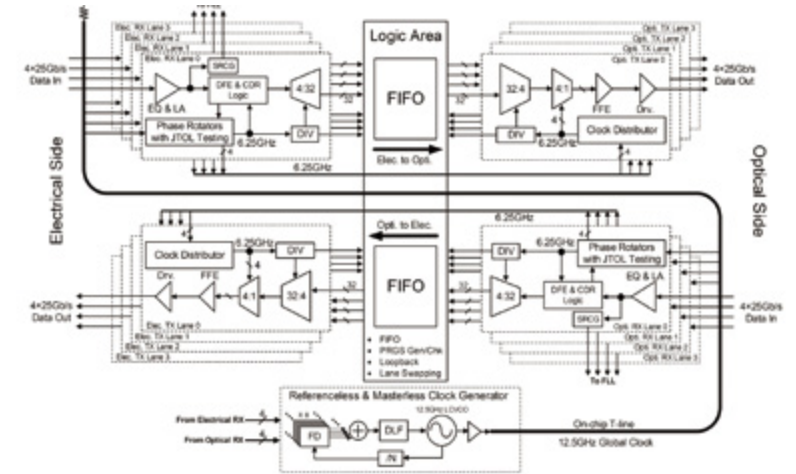
원효섭, 윤태훈, 한진호 박사 연구성과 소개

# 초저전력 100Gbps 급 차세대 초고속 송수신기(트랜시버) 집적회로(IC) 구현

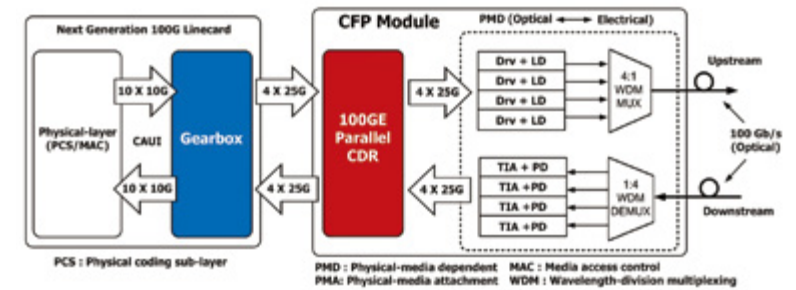
기자 나윤혁 / yoonhyuk94@kaist.ac.kr

기자 조선영 / sun90015@kaist.ac.kr

Top Schematic



100GE CDR in CFP Module



Being developed by major chip vendors

우리가 사용하는 모든 전자 장비는 회로와 칩에 기반으로. 칩에서 발생하는 신호와 정보를 회로를 통해 다른 칩으로 전송하면 그 칩은 신호를 받아서 우리가 원하는 정보를 출력한다.

일반적으로 신호의 송신을 담당하는 송신기와 수신을 담당하는 수신기 있는데 이를 붙여 놓으면 커플링 문제 때문에 통신이 힘들어진다. 이러한 문제를 해결하기 위해 원효섭, 윤태훈, 한진호 박사는 이전과는 다른 방식으로 칩 디자인을 설계하여 제 14회 대한민국 반도체 설계대전에서 대통령상을 수상하였다. 이번 EE Newsletter 겨울호에서는 이러한 방식으로 초저전력 100Gbps 급 차세대 송수신기를 소개하고자 한다.

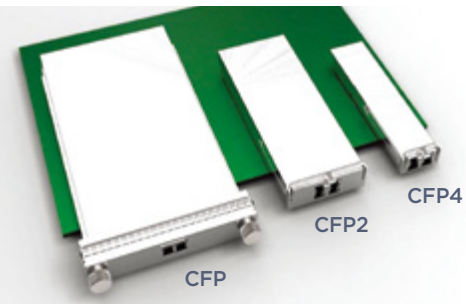
1920년대까지만 해도 신호를 받는 수신기와 주는 송신기는 항상 분리시켜왔다. 이유는 수신기와 송신기를 같이 붙여놓으면 두 채널 간의 커플링(coupling) 문제가 발생해서 원활하게 정보 전송이 되지 않았기 때문이다. 1920년대 이후 수신기와 송신기를 합친 트랜시버(transmitter와 receiver의 합성어-transceiver, 즉 송수신기를 개발하기 시작했는데 한 개의 송수신기가 최대 25Gbps의 전송속도를 넘지 못하며 여전히 커플링 문제가 발생하였다.

이번에 구현한 초저전력 트랜시버 IC는 100Gbps급의 차세대 이더넷 표준규격IEEE 802.3ba을 충족하면서도 소비전력을 1W 이하로 낮춘 것이 특징이다. 통신용 장비에 들어가는 핵심 반도체인 이 IC는 소비전력이 현재 세계 최고기술로 여겨지는 해외 제품 대비 3분의 1수준이며, 기존의 제품들이 구현하지 못한 '자동 Testing 기능' 등 업계가 원하는 여러 다양한 기능들을 구현하고 있다.

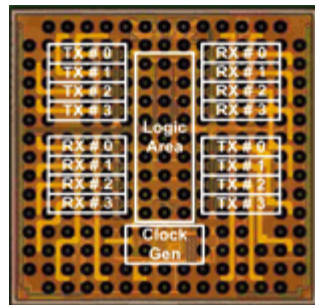
현대에서 사용하는 송수신기의 국제 표준은 Parallel 25Gbps이다. 파동의 성질(Wave Property)에 의하면 통신에 사용되는 신호의 파장이 회로의 Dimension보다 작아지면 신호가 칩 안에서 밖으로 흘러나오지 못하므로 한 칩의 최대 전송 속도는 25Gbps이다. 25Gbps 이상의 데이터 전송률을 가지려면 여러 개의 송수신기를 붙여 놓아야 하지만 여기서 송수신기 간의 상호 작용이 발생하기 때문에 커플링(Coupling)과 잡음(Noise) 문제가 발생한다.

이를 극복하는 방법으로 연구팀은 기존의 아날로그 방식을 사용하지 않고 100% 디지털 구조를 사용하여 회로를 구현했다. 기존의 아날로그 회로는 저항, 축전기, Op-Amp 등을 이용하여 노이즈에 민감했기 때문에 송신기와 수신기를 붙여 놓은 상황에서는 매우 불리하다. 반면 디지털 구조만을 이용하여 Binary Scheme, 트랜지스터(Transistor)와 로직 게이트(Logic Gate)를 이용하면 노이즈 문제를 해결할 수 있고 더 쉽게 디자인할 수 있다. 이에 연구팀은 4개의 수신기와 4개의 송신기 총 8개 소자로 회로를 구성하였다. 연구팀은 벤처기업인 테라스퀘어와 협력해 유럽의 광통신학회에서 제품을 시연하고 통신장비업체인 시스코에서 테스트를 완료했다. 또한, 저전력을 위한 6개의 특허기술을 미국에 출원하고, 배치설계권 설정을 등록하는 등 상용화 준비를 마치고 내년 부터 세계 최대 파운드리 업체인 TSMC에서 위탁 생산을 시작할 예정이다.

이번에 구현한 초저전력 트랜시버 IC 100 Gbps 급의 차세대 이더넷 표준규격IEEE802.3ba을 충족하면서도 소비전력을 1W 이하로 낮춘 것이 특징이다. 통신용 장비에 들어가는 핵심 반도체인 이 IC는 소비전력이 현재 세계 최고기술로 여겨지는 해외 제품 대비 3분의 1수준이며, 기존 제품들이 구현하지 못한 '자동 Testing 기능' 등 업계가 원하는 여러 다양한 기능들을 구현하고 있다. 현대에서 사용하는 송수신기의 국제 표준은 Parallel 25Gbps이다.

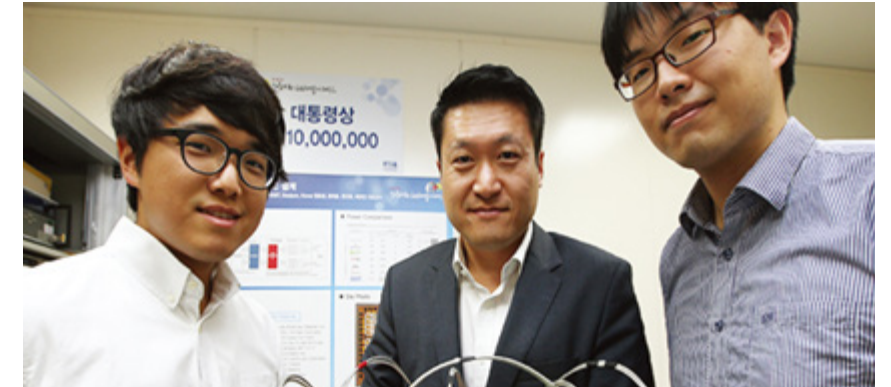


CFP Module Size



Chip Photo

파동의 성질(Wave Property)에 의하면 통신에 사용되는 신호의 파장이 회로의 Dimension보다 작아지면 신호가 칩 안에서 밖으로 흘러나오지 못하므로 한 칩의 최대 전송 속도는 25Gbps이다. 25Gbps 이상의 데이터 전송률을 가지려면 여러 개의 송수신기를 붙여 놓아야 하지만 여기서 송수신기 간의 상호 작용이 발생하기 때문에 커플링(Coupling)과 잡음(Noise) 문제가 발생한다.



### ◎ 이 연구성과가 있기까지 교수님 연구실만의 특별한 방법이 있으십니까?

일반적으로 송신, 수신을 담당하는 회로에서는 황금 규칙(Golden Rule)이라는 특정한 구조가 성립했다. 회로를 구성하는 각 칩과 소자가 우수하면 그 회로 전체도 우수하다는 것이 일반적인 생각이었다. 하지만 우리는 이와 다른 방법으로 문제에 다가갔다. 각 부분을 우수하게 만들기보다는 회로의 각 부분이 서로와 어떻게 상호 작용하는지를 잘 연구해서 그 상호 작용들을 통해 단점과 문제들을 해결하였다.

### ◎ 이 연구성과가 낸 의미가 무엇이라고 생각하십니까?

아직 트랜시버 면에서는 미국의 대형 IT 업체들이 발달한 기술을 가지고 있어서 25Gbps를 넘는 데이터 전송률을 가진 칩을 개발해도 낮게 평가하는 경향이 있었다. 만약 전송 속도가 높으면 사용 전력이 높아서 비효율적이라는 생각이 일반적이었다. 하지만 이번 연구에서 개발한 새로운 아키텍처의 트랜시버는 독창적 아이디어로 기존의 것들보다 전력 소비가 무려 3분의 1 수준으로 심사를 통과하였다는 의미가 있다고 본다. 또한, 현재까지 모든 장비는 최대 100Gbps의 전송 속도에 맞게 개발되었기 때문에 그 이상의 속도를 가진 트랜시버를 개발하려는 노력이 많지 않았다. 하지만 이번 연구로 100Gbps 이상의 속도를 가진 트랜시버 개발과 관련된 이슈들이 논의 중인 상태이다. 앞으로 400Gbps 또는 그 이상의 전송 속도를 가진 트랜시버도 점차 개발될 것으로 전망된다.



고영환, 원종일, 정은영 학우 연구성과 소개

# 셀룰러 망에서의 악의적인 TCP RETRANSMISSION을 통한 공격과 그 보안

기자 박연주 / pyj7977@kaist.ac.kr

데이터는 3G/4G 셀룰러 망을 통해 패킷(packet)이라 불리는 작은 조각으로 쪼개어져 전송된다. 그리고 이동통신사(이통사)는 망을 지나가는 데이터를 패킷 단위로 과금한다. 박경수, 김용대 교수 연구팀의 고영환, 원종일, 정은영 학우는 TCP Retransmission을 악의적으로 이용하여 셀룰러 데이터 과금 시스템을 조종하는 두 가지 공격을 보이고 그에 대처할 수 있는 저비용 고효율의 보안 시스템을 실제로 구현해 내었다. 과금 정책의 취약점을 발견한 연구는 지난 2월 26일 ACM HotMobile에서 발표되었으며 공격 방향을 제시한 연구는 9월 30일 열린 ACM S3에서 Best Paper을 받는 영광을 안았다. 다가오는 2월 열릴 세계 4대 보안 학회 중 하나인 NDSS에서는 실제 공격 구현 방법과 방어 보안책에 대한 자세한 내용이 발표될 예정이다. 이번 EE Newsletter 겨울호에서는 TCP Retransmission을 이용한 공격에 초점을 맞추어 본 연구를 소개하고자 한다.

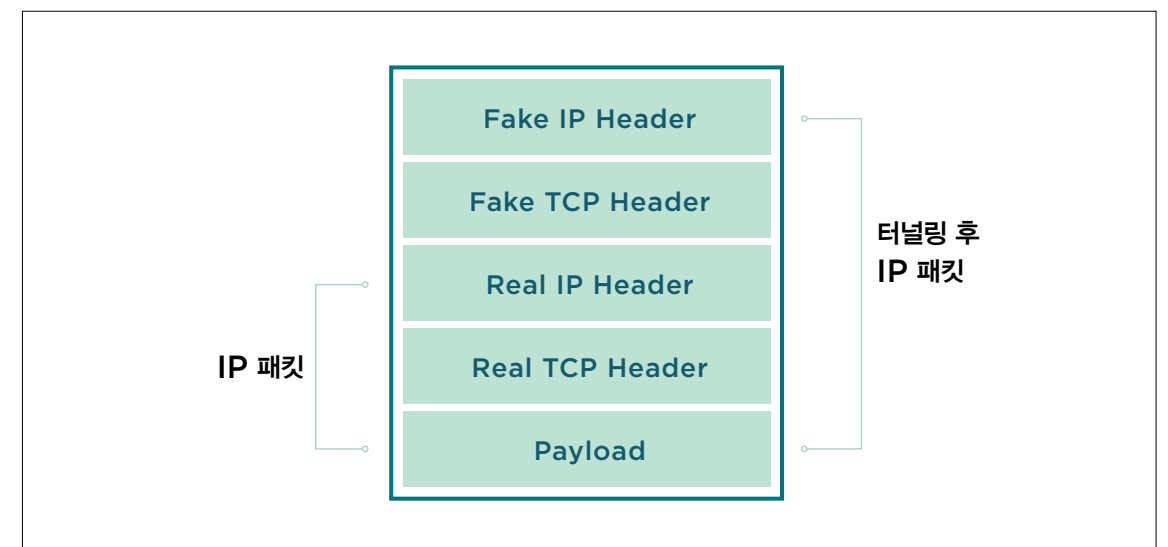
데이터가 전달되는 단위인 패킷 중 이통사에서 과금하는 IP 패킷은 크게 세 부분으로 나눌 수 있다. 네트워크 주소를 나타내는 IP 헤더, 전체 데이터에서 각 패킷이 가진 데이터의 위치Sequence Number를 나타내는 TCP 헤더, 그리고 실제 데이터가 저장되는 Payload가 있다. 이 때 전송 프로토콜인 TCP는 사용자가 불안정한 네트워크 환경에 위치하여 보낸 패킷이 소실되거나 변형된 경우 이미 보낸 패킷을 재전송Retransmission하여 신뢰성 있는 통신을 보장한다. 이통사들은 이 재전송 패킷에 대한 과금 여부를 각자의 정책을 통해 결정하게 되는데 실험 결과 한국을 제외한 대부분의 나라들은 재전송 패킷에 대해서도 과금을 하여 똑같은 데이터에 대해 요금을 부과한다는 취약점을 발견했다. 하지만 더 큰 문제점은 TCP Retransmission을 악의적으로 이용하면 재전송에 대한 과금 정책 여부에 관계없이 공격이 가능하다는 것이다.

내년 2월 24~26일 Ndss에서 발표될 논문 'Gaining Control Of Cellular Traffic Accounting By Spurious TCP Retransmission'에서는 TCP 재전송 패킷을 사용하여 사용자가 폭탄 요금을 맞게 하거나 Usage-Inflation 3G/4G 데이터를 무료로 사용하는 것을 Free-Riding 가능하게 하는 공격을 보인다.

Usage-Inflation은 제 3자가 재전송 패킷을 과금하는 이통사에 가입한 사용자를 대상으로 하는 공격으로서 자신이 보낸 패킷이 사용자에게 제대로 전달되었음에도 불구하고 계속해서 같은 패킷을 재전송하여 추가 과금을 일으킨다. 이 공격의 장점은 재전송된 패킷은 스마트폰의 화면에 나타나지 않고 아래에서 무시되기 때문에 사용자가 공격을 전혀 눈치챌 수 없다는 것이다. 이 공격에는 통신을 완료한 뒤 최대 속도로 Bandwidth로 재전송을 하거나 통신 중간에 재전송 패킷을 섞어 보내는 방법이 있을 수 있다.

그렇다면 공격이 어떻게 이루어질 수 있는지 실제 상황을 통해 알아보겠다. 먼저 타깃으로 삼고자 하는 사용자에게 피싱 문자나 메시지를 보내 실수로 링크를 클릭하면 공격을 실행하는 서버에 접속하도록 한다. 공격 서버는 길어로는 정상적인 데이터그림, 동영상, 음악을 보내 사용자는 아무런 의심을 하지 않지만 백그라운드에서는 재전송 패킷을 지속적으로 보내 결국은 사용자가 폭탄요금을 맞게 된다. 이 공격을 통해 연구진은 실제 환경에서도 약 9분 만에 1Gb 이상의 데이터를 과금시키는 것에 성공하였다.

Free-Riding은 재전송 패킷을 과금하지 않는 이통사를 대상으로 한 공격으로서 사용자가 정상 패킷이 재전송 패킷인

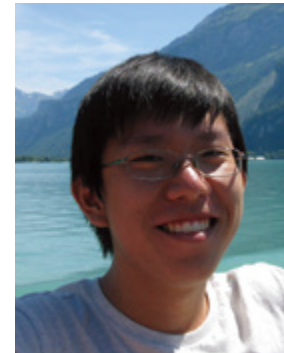


것처럼 속여 무료로 셀룰러 망을 사용한다. 이를 위해 연구진에서는 터널링(Tunneling) 기술을 이용하여 기존 IP 패킷에 같은 Sequence Number를 가진 TCP 헤더를 덧붙여 공격을 실행하였다.

Free-Riding 공격은 다음과 같이 이루어질 수 있다. 먼저 스마트폰에서 일반 콘텐츠 서버(Youtube 등에 다운로드 요청을 보내기 위해 IP 패킷을 생성하면 Vtun Daemon(Vtund)이 사용자와 협력하는 프락시를 도착지로 하는 IP 헤더와 거짓 TCP 헤더를 추가로 붙여 네트워크로 전송한다. 거짓 TCP 헤더는 이전에 보냈던 패킷의 Sequence Number와 같은 값을 가지기 때문에 이통사에서는 이 패킷을 재전송으로 인식하고 과금하지 않게 된다. 이통사를 통과하여 프락시에 도착한 패킷은 거짓 IP와 TCP 헤더를 떼어내 Detunneling 진짜 패킷으로 복구되어 서버에 전달된다. 즉 프락시는 사용자를 대신해 서버와 통신을 하고 사용자와는 재전송 터널링된 패킷으로만 통신하여 결과적으로 재전송 비율만큼 3G/4G 데이터를 공짜로 사용할 수 있게 되는 것이다.

이통사들이 이 Free-Riding 공격을 근본적으로 차단하기 위해서는 재전송 패킷이 정말로 과거에 전송된 패킷과 일치하는지 Payload 검증을 해야 한다. 이를 위해 연구진에서는 Free-Riding 공격을 방어하기 위한 고성능 셀룰러 데이터 과금 시스템인 Abacus를 구현하였다. Abacus는 10Gbps의 초고속 망에서 일반 데스크톱의 성능을 가진 머신으로도 단 하나의 패킷 드롭 없이 모든 공격을 성공적으로 잡아내는 것을 보였다. Abacus 설계에 대한 자세한 내용은 Ndss 학회에서 발표될 예정이다. 본 연구에 대한 상세한 정보는 abacus.kaist.edu 홈페이지에서 확인할 수 있다.

## 고영환 학우 인터뷰



### ◎ 연구 도중 가장 힘든 점은 무엇이었나요?

초기 연구과정에서 여러 나라의 과금 정책을 알아보고 공격을 실행해보기 위해 각국 동료들의 도움을 얻었고 실제로 미국에서 실험을 하였습니다. 그런데 실험을 진행하였던 지역의 네트워크 환경이 좋지 못 해 다소 많은 애로사항이 있었습니다. 각 나라별 이통사의 스마트폰을 구매하기 위해 상점들을 돌아다닌 과정은 즐거운 에피소드로 남았습니다.

### ◎ 하고 싶은 말 한마디 부탁드립니다

본 연구는 제가 2012년 봄학기에 수강했던 대학원 강의에서 수행한 연구 프로젝트로부터 나온 결과입니다. 이 연구 아이디어는 아마 대부분의 사람들이 한 번쯤은 생각해보았을 것입니다. 저는 티브이에 셀룰러 데이터 요금 폭탄 뉴스가 나올 때마다 과연 이통사가 우리의 데이터를 제대로 과금하고 있는지 궁금해했고 만약 그렇지 않다면 과연 그걸 우리가 조종할 수 있을지 방법을 찾아보자는 생각으로 이 연구를 시작하였습니다. 저는 연구가 꼭 엄청난 것을 만들어 내겠다는 목표로 시작해야만 성공하는 것은 아니라고 생각합니다. 본 셀룰러 데이터 과금 연구와 같이 자신이 일상생활에서 관심을 가지고 궁금해했던 아이디어를 연구와 알맞게 접목을 할 수 있다면 어떤 주제라도 충분히 훌륭한 성과를 만들어 낼 수 있다는 말을 드리고 싶습니다.

#### 용어설명

##### Vtun(virtual tunnel) daemon

TCP/IP네트워크상에서 Virtual Tunnel를 만드는 데 사용되는 방법. 그 Tunnel을 만들고 압축하거나 암호화할 수 있게 한다. Vtun은 쉽게 설정하고 변경할 수 있으며 이는 다양한 네트워크 작업(VPN, 모바일 IP 등)에 사용될 수 있다. 이는 완벽히 user-space implementation의 형태를 띠며, 어떤 kernel 부분에 대해서도 수정을 요구하지 않는다.

##### Proxy (프락시)

프락시(서버)는 클라이언트가 자신을 통해서 다른 네트워크 서비스에 간접적으로 접속할 수 있게 해 주는 컴퓨터나 응용 프로그램을 가리킨다. 서버와 클라이언트 사이에서 중계기로서 대리로 통신을 수행하는 기능을 가리켜 '프락시', 그 중계 기능을 하는 것을 '프락시 서버'라고 부른다.

#### 학회 설명

##### NDSS

TCP/IP네트워크상에서 Virtual Tunnel를 만드는 데 사용되는 방법. Network and Distributed System Security (NDSS) Symposium 학회는 1997년에 시작되어 매년으로 21회째를 맞는 저명한 세계 보안 학회다. 21회 NDSS는 2014년 2월 23-26일 미국 캘리포니아 샌디에이고에서 개최될 예정이다.

# A 14GHz Non-Contact Radar System for Long Range Heart Rate Detection



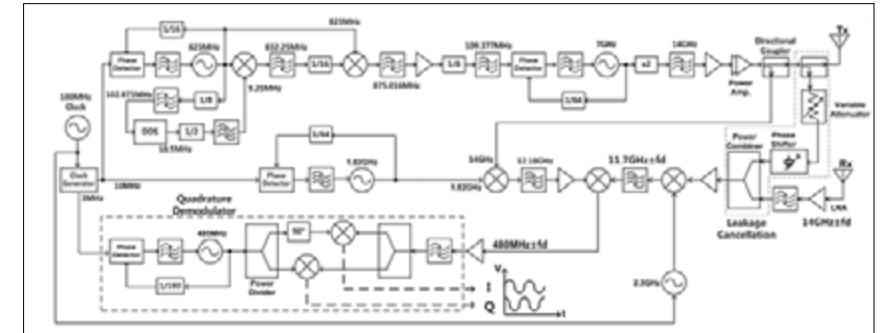
기자 최연주 / wkadldppdy@kaist.ac.kr

기자 조선영 / sun90015@kaist.ac.kr

건강에 대한 관심이 높아지면서 의료 측정기술, 그 중에서도 특히 전자파를 이용하여 호흡 및 심박 수를 측정할 수 있는 레이더 시스템에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 바이오 레이더 시스템은 송신된 신호가 인체에 반사되는 것을 이용한 레이더 시스템이다. 수신 단에서 증폭된 신호와 송신신호의 커플링 신호가 기저대역으로 출력되면, 필터를 이용하여 호흡과 심박신호를 구분해 정확히 측정할 수 있다. 이지훈 박사는 기존의 연구들이 이루지 못했던 원거리 측정과 최소한의 송신 출력이라는 성과를 이루어, 2013년 10월 23일부터 25일까지 중국 난징에서 열린 International Symposium on Antennas and Propagation에서 “Best Student Paper Award”을 수상했다. 이번 EE Newsletter 겨울 호에서는 본 연구를 소개하고자 한다.

본 연구에서는 Ku-Band 대역의 CW Continuous Wave 도플러 레이더를 이용한 호흡 및 심박 수를 측정하는 레이더를 설계하였다. 레이더 시스템은 송신 안테나와 RF Radio Frequency 신호를 송신하고 수신하여 I/Q 신호를 출력하는 Transceiver 단, 변조된 I/Q 신호로부터 원래의 신호를 가려내어 증폭하고 호흡신호와 심박신호로 구분해주는 기저 대역 단, 신호처리 및 데이터를 보여주는 디스플레이 단으로 구분할 수 있다.

그 중 Transceiver의 자세한 구조를 살펴보면 (그림 1)과 같다.



(그림 1) Quadrature Doppler Radar Transceiver 구조

연구를 위해 설계된 레이더 시스템은 측정된 신호의 정확도를 높이기 위해 Arctangent Demod

- Ulation이라는 신호처리 방법을 도입하였다. 이 방법을 이용할 때 Dc Offset이 적을수록 오차를 줄일 수 있는데, 본 연구는 Heterodyne 구조를 사용하고 누설 전력을 줄여줌으로써 Dc Offs
- Et성분을 줄일 수 있었다. 이로 인해 Dc Offset 보상 기술을 복잡하게 이용하지 않고도 Arcta
- Ngent Demodulation 기술을 적용할 수 있었다.

## 용어설명

**Ku-band:** 12-18 GHz의 마이크로웨이브 주파수 대역

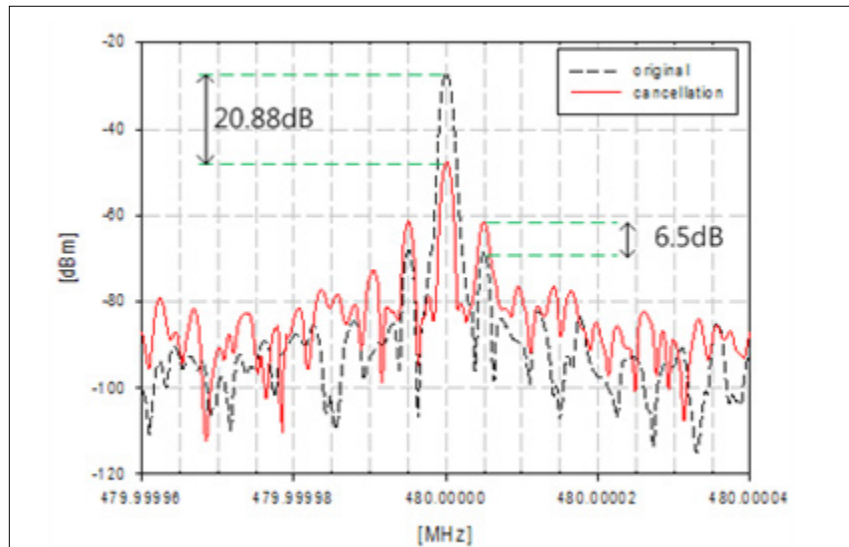
**도플러 레이더:** 도플러 효과를 이용하여 이동하는 물체의 방향과 속도를 측정하는 레이더

**heterodyne 구조:** 입사시키는 두 레이저 빔의 주파수가 다른 구조

**ECG(Electrocardiogram):** 심전도

**HRV(Heart Rate Variability):** 시시각각으로 변화하는 심박 수의 주기적인 변화를 정량화한 것

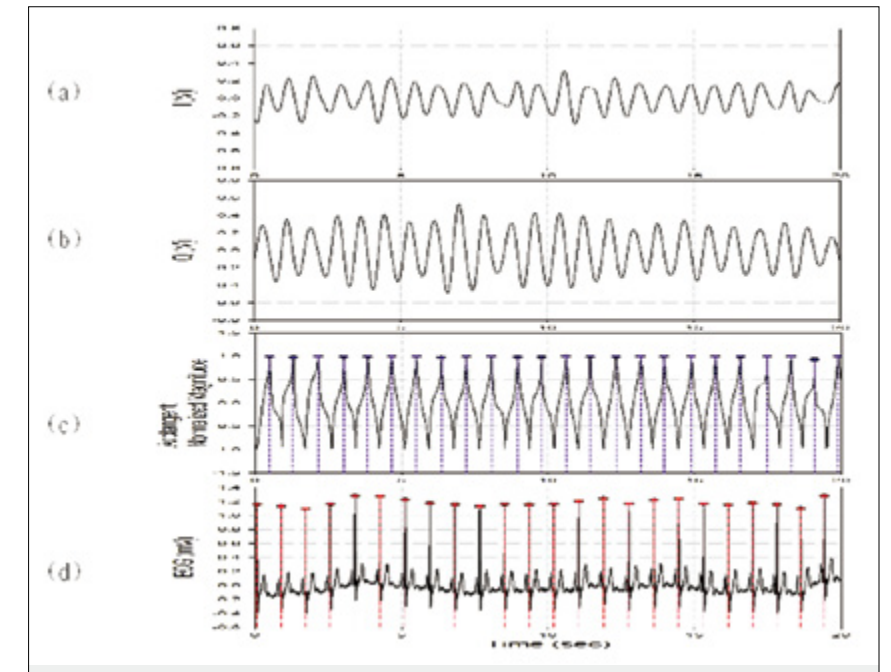
또한 이 연구를 통하여 대부분의 심박 수 검출을 위한 레이더가 근거리에서만 측정이 가능하다는 한계점을 극복하였다. 이는 누설 전력을 줄여준 Leakage Cancellation을 적용하였기 때문이다. Cw 도플러 레이더는 송수신단이 연속적으로 항상 열려있기 때문에 송신안테나에서 수신안테나로 누설되는 전력이 발생하게 된다. 이는 송신 출력의 파워가 낮을 때는 문제가 되지 않지만, 출력 파워가 높아질수록 누설되는 전력은 시스템의  $Snr$  (Signal-To-Noise Ratio) 에 영향을 주게 된다. 따라서 본 연구에서는 원거리에서 감지가 가능하도록 누설 전력의 반대 위상을 갖는 신호를 더해줌으로써 누설 전력으로 인한 수신단의 감도 저하를 최소화시켜 감지 거리를 최대 35미터까지 늘릴 수 있었다. 또한,  $-46\text{Dbm}$   $^{25}\text{Nw}$  의 송신출력으로 2미터 거리에 있는 사람의 호흡과 심박수를  $Psd$  (Power Spectral Density) 를 이용하여 정확히 측정하였다.



(그림 2) Leakage cancellation을 적용 및 적용하지 않았을 때의 최종 IF(Intermediate Frequency) 스펙트럼

(그림 2)를 보면 정확히 480MHz에서 나오는 신호가 바로 누설 전력으로 인한 신호로 누설 전력 상쇄 기법을 적용하면 20.88Db 감소하는 것을 볼 수 있다. 그리고 스피커에 반사되어 입력된  $480\text{MHz} \pm 5\text{Hz}$  신호의 크기는 6.5Db 증가하는 것을 볼 수 있다. 누설 전력으로 인해 포화되었던 수신단의 이득이 증가된 것이다. 즉, 누설 전력 상쇄기법을 적용함으로써 약 27.4Db의 격리도 향상효과를 볼 수 있다.

레이더로 측정함과 동시에 심전도 계측기를 이용하여 Ecg 신호를 측정하고, Hrv 해석 방법을 이용하여 정확도를 검증하였다. 수신된 I/Q 신호를 새로 제안한 Arctangent Demodulation 방법을 이용하여 처리한 신호는 기존에 이용하였던 Q- 채널의 신호보다 본 Ecg 신호에 근접하다는 것을 (그림 3)을 통해 알 수 있다. 즉, Arctangent Demodulation을 이용하면 더욱 정확히 심박수를 검출할 수 있다는 결론을 내릴 수 있다. 앞서 설명한 Leakage Cancellation을 이용하여 35미터까지 감지거리를 높인 상황에서도 Hrv 해석을 통해 살펴보면 노이즈 값은 커졌지만 Ecg 신호와 Arctangent Demodulation 방법을 이용해 처리한 신호가 일치율이 가장 높다는 것을 수치적으로 파악하였다.



(그림 3) 5m 거리에서 측정된 심장 박동 신호의 (a) I-채널의 심박신호 (b) Q-채널의 심박신호 (c) I/Q 채널의 arctangent demodulation된 신호 (d) ECG 신호

본 연구의 심박 수를 측정하는 레이더는 지진 같은 자연재해나 사고로 인해 건물에 매몰되어 있는 사람을 찾는 다거나, 의료분야로의 적용, 또는 피검측자가 인식을 하지 못하는 상태에서의 거짓말 탐지 등 여러 분야로의 적용이 가능하다.

자료 제공에 응해주신 이지훈 박사님께 감사의 말씀을 전합니다.



# 전자과 상담 프로그램 CA제도

기자 김래겸 / applearoma28@kaist.ac.kr

기자 문종훈 / moonjh3202@kaist.ac.kr

학부생이라면 누구나 한 번쯤 들어봤을, 그러나 막상 이용하기에는 거리감이 느껴졌을 CA 제도. 이번 EE Newsletter 겨울호에서는 전자과 CA와의 인터뷰를 통해 CA제도와 가까워지고자 한다.

## ㉠ 간단하게 자기소개 부탁드립니다.

안녕하세요. 저는 전자과 CA를 맡고 있는 권경목입니다. 현재 유경식 교수님 연구실에서 박사 과정 진행 중입니다.

## ㉡ CA가 하는 일은 어떤 것인가요?

CA는 counselor assistant의 줄인 말로, 진로상담실에서 운영되고 있는 제도입니다. 각 과별로 CA들이 있고, 해당 CA는 배정된 학부학생들을 상담하는 일을 합니다. 학업, 친구 문제, 이성 문제, 진로 문제, 군 문제 등 다양한 고민들을 들어주면서 도움을 주는 일을 하고 있습니다.

## ㉢ 전자과 학생들이 CA에게 주로 어떤 내용을 문의하나요?

가장 많은 건 역시 진로 문제입니다. 대학원을 가는 것과 취업을 하는 것에 대한 상담을 하는 경우도 많고 어떤 분야의 어느 연구실이 괜찮은지에 대한 문의도 많습니다. 가끔 유학 관련해서 묻는 친구들도 있습니다. 대학원에 진학 할 경우 연구실 선택은 중요하다고 생각합니다. 그런데 해당 연구실의 자세한 사정이나 연구실 분위기 등은 학부생들이 알기 힘듭니다. 이럴 때 CA를 이용하면 많은 정보를 얻을 수 있습니다. CA 본인이 연구하는 분야가 아니더라도 주변에 학생들이 관심 있어 하는 분야를 연구 중인 경우가 많으니까 분야가 다르더라도 물어보면 도움 받으실 수 있습니다.

## ㉣ CA로 활동하시면서 가장 어려운 점이 있으시다면 어떤 것인가요?

일단 CA 제도의 홍보가 부족해서 학생들이 CA에 대해 잘 알지 못합니다. 또 학생들이 상담 하는 것을 어려워하는 것 같습니다. 그래서 제가 연락을 해도 답장이 잘 오지 않습니다.

## ㉤ 가장 기억에 남는 학생이 있으신가요?

지난 학기에 유학을 준비하던 학생이 있었습니다. 저도 유학 준비를 했었기 때문에 자주 만나서 많은 도움을 줄 수 있었습니다. GRE랑 토플에 대한 정보도 많이 주고 지원 시기 추천서 받는 법에 대해서도 많이 알려줬습니다. 또, SOP Statement Of Purpose 관련 책을 제본해서 주었습니다.

## ㉥ CA로 활동하시면서 기뻐거나 뿌듯했던 기억이 있으신가요?

지난 학기와 이번 학기 모두 제가 담당하게 된 한 학생의 경우, '전자과인데 중공업을 가는 것이 어떨까? 그리고 중공업의 경우 현장 중심인데 과연 대학원을 가는 것이 의미가 있을까'에 대해 고민했습니다. 마침 친구들 중에 학부 마치고 조선업 현장에 가있는 친구와 대학원을 마치고 중공업 연구소 가있는 친구가 있어서 그 친구들한테 연락을 해서 이것저것 물어보고 알려줬었습니다. 비록 제가 중공업에 대해 잘 알지는 못하지만 친구들을 통해 많은 정보를 전달한 것 같아 뿌듯했습니다.

## ㉦ CA의 입장에서 현재 제도에서 개선되었으면 하는 점이 있으신가요?

우선 홍보가 많이 되어야 할 것 같습니다. 학생들이 알아야 상담을 요청할 수 있기 때문입니다. 그리고 과 차원에서도 성실한 CA를 뽑는 게 중요한 것 같습니다. 신입견이 무서운 것인데, 이번 학기 자신의 담당 CA가 마음에 들지 않아 불신하게 되면 다음 학기에 담당 CA가 바뀌더라도 도움이 되지 않을 것이라는 생각에 상담을 하지 않을 것 같습니다. 마지막으로 학생들이 조금 더 편하게 접근할 수 있도록 학기 초에 했던 피자 간담회 같은 행사를 자주 하는 것도 좋은 방법인 것 같습니다. 아직 진로를 확실하게 정하지 못했다거나 그 외의 다른 고민이 있다면 친한 형과 커피 한 잔 한다는 생각으로 담당 CA에게 연락을 해 보는 건 어떨까요?



특집, 신세대 DISPLAY

# Flexible Display

1

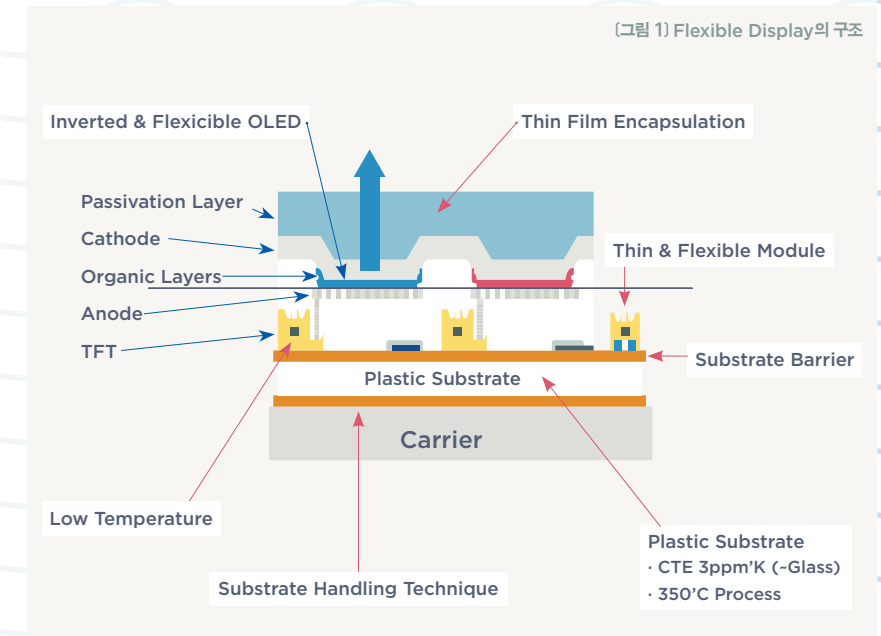
기자 김다솜 / som4@kaist.ac.kr

Flexible Display는 종이와 같이 휘어지거나 말 수 있는 디스플레이로 제3세대 디스플레이 시대를 창출해내고 있는 디스플레이이다. Flexible Display가 상용화되면, 휴대전화기나 여러 전자기기를 휴대하기 편해진다. 이번 EEnexsletter 겨울호는 차세대 디스플레이 세대를 이끌어 나갈 Flexible Display에 대하여 알아보려고 한다.

Flexible Display는 Oled 개발과 유연한 기판의 발전으로 인하여 상용화가 가능해 졌다. Flexible Display는 화면에 빛이 투과되어 투명하다. 이 같은 디스플레이는 투사형과 직시형으로 나뉜다. 프로젝션 방식을 이용하는 투사형 디스플레이는 Hud, Hmd, 홀로그래프 등을 이용하여 구현할 수 있다. 직시형 Display는 우리가 사용하는 디스플레이 모니터와 같이 Lcd, Oled를 통하여 구현할 수 있다. 이외에도 전기변색 Electrochromic, 광 결정 Photonic Crystal, 전기습윤 Electrowetting 을 이용하여 모니터를 구현한다. 전기변색은 산화와 환원에 따라 투과도가 바뀌는 소재를 이용한다. 광 결정은 빛을 제어할 수 있는 한가지의 결정구조이다. 이 결정구조를 이용하면 일정한 주기로 굴절률이 반복되어 특정 파장을 갖는 빛은 전반사될 것이다. 전기습윤은 전압을 가하여 고체물질의 웨팅 성질을 변화시키는 구현방식이다. 고체물질인 기판 위에 소수성 물질로 코팅한 뒤, 색깔을 갖는 오일을 물에 분산시켜 Cell에 넣는다. 전압을 인가하면 Cell 내부의 색깔을 갖는 오일들은 일정한 색깔을 갖게 된다. 즉, 가하는 전압에 따라 색깔을 변화시킬 수 있는 Cell을 만드는 방식이다

[그림 1.]은 AMOLED로 구현한 Flexible Display의 구조를 나타낸다. Flexible Display plastic 기판 위에 TFT와 OLED Cathode를 올린 뒤, 얇은 필름으로 Encapsulation을 하여 제작할 수 있다. AMOLED는 현재 시연된 투명 디스플레이 중 가장 뛰어난 효율과 성능을 보여주고 있어 향후 AMOLED를 이용하여 제작한 디스플레이가 시장을 주도 할 것으로 추측된다. 그러나 AMOLED로 제작된 Flexible Display는 투과도가 약 60% 정도로 낮다.

일반적으로 투과도가 높을수록 사용범위가 넓어지기 때문에 개선할 필요가 있다. 또한, 투명 디스플레이는 주변 환경에 따라 빛의 대조비 변화가 매우 심하다. 일반적으로 AMOLED는 OLED를 꺼서 검은색을 구현할 수 있다. 그러나 투명한 Display는 OLED를 꺼도 검은색을 구현할 수 없고 검은색을 다른 방법으로 표현해야 한다.



**Flexible Display는 상업적으로 가능성이 많다.**

**Flexible display는 향후 휴대용이 가능한 전자 기기에 사용될 것으로 추측된다.**

**투명한 Flexible Display는 증강현실의 발전을 촉진할 것이다.**

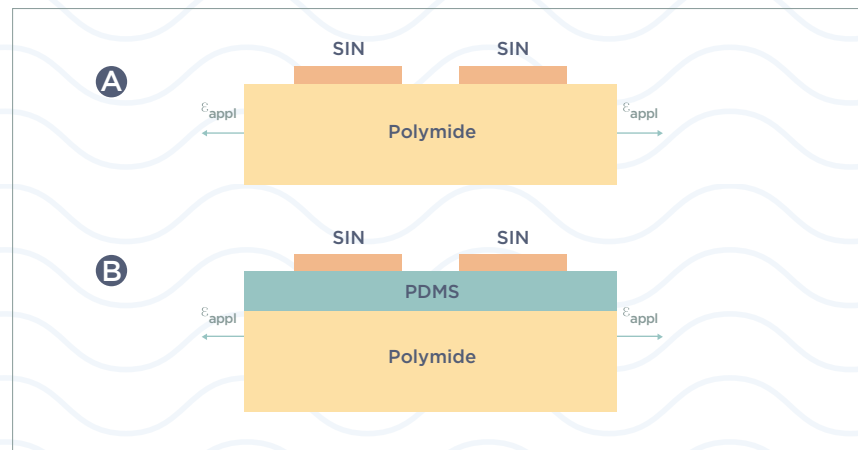
# Stretchable Display

2

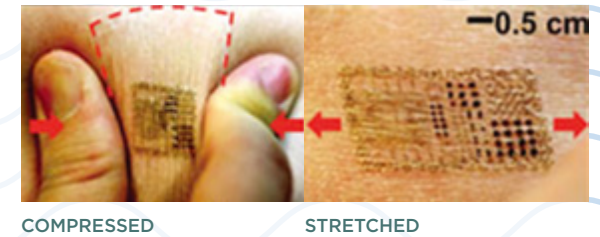
기자 황인수 / hciinsu@kaist.ac.kr

최근에 삼성에서 출시한 갤럭시 리운드는 기존과는 다른 휘어진 모양으로 눈길을 끌었다. 여기에 도입된 기술이 바로 커브드 디스플레이 기술로 디스플레이가 휘어질 수 있다는 사실을 보여준 것이다. 이에 따라 디스플레이가 휘어질 수 있다는 플렉시블 디스플레이 기술에 대한 관심이 높아졌다. 여기서 더 나아가 디스플레이가 늘어나고 모양을 마음대로 바꿀 수 있는 기술이 있다면 어떨까. 이것을 실현해 줄 기술이 바로 스트레처블 디스플레이이다. 아직 초기단계에 불과하지만 점차 활발하게 진행될 것으로 보인다. 이번 EE Newsletter 겨울호에서는 스트레처블 디스플레이에 대해서 알아보려고 한다.

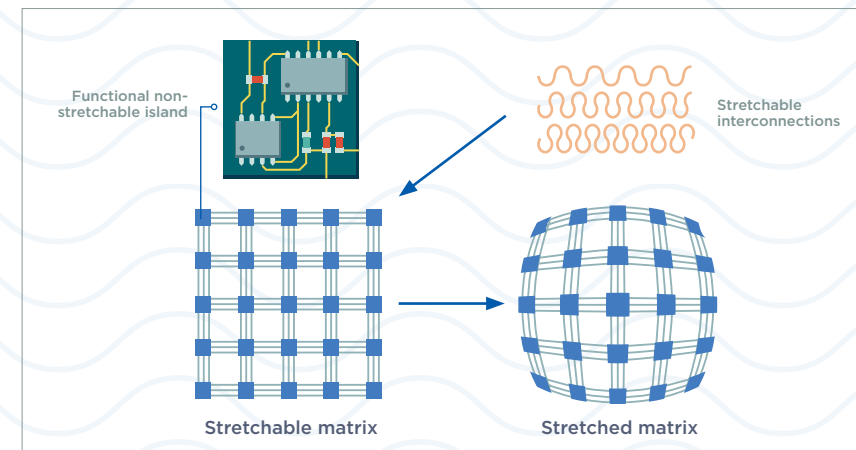
스트레처블 디스플레이를 구현하는 방법으로 현재 여러 가지 방법이 시도되고 있다. 그 중 몇 가지를 소개하고자 한다. 첫 번째는 부드러운 기판을 이용한 방법이다. 뽀뽀한 물질이 휘어지고 말아질 수 있게 하기 위해서는 두께가 매우 얇아야 한다. 하지만 이렇게 얇게 만든다고 해도 휘어지는 각도에는 한계가 생긴다.



그동안 보통 회로는 딱딱한 Polyimide판 위에 제작되었는데 스트레처블을 구현하기 위해 기판으로 Polymer 물질을 딱딱한 Polyimide위에 올려놓게 되면 구부리거나 변형을 가할 때 변형할 수 있는 한계가 훨씬 늘어나게 된다. Polymer물질이 회로를 잡아주는 역할을 하게 되는데 이때 사용되는 얇은 Polymer로 Polydimethylsiloxane (PDMS) 라는 물질을 사용한다. Polyimide 판 만으로는 1%가 변형이 가능하면 PDMS물질을 부착한 후에는 20%가 넘는 변형이 가능하다. 이러한 스트레처블 디스플레이 기술이 가장 이용 가능성이 높은 분야는 인체공학 부분이다. 먼저 어떤 모양이든 가능하므로 인공 유기물질에 이용될 수 있다. 예를 들어 페이스 메이커는 심장에 전기적 자극을 줄 때 몇 군데에 센서를 달아서 주기적으로 신호를 주게 된다. 그런데 센서가 커버하는 부분이 한정적이어서 오작동의 위험이 있다. 하지만 스트레처블 디스플레이를 이용하게 되면 심장 전 부분을 뒤덮어서 훨씬 정밀한 신호를 줄 수 있게 된다. 두 번째 방법은 작은 점들을 연결하는 방식으로 회로를 구현하는 것이다. 일반적인 PCB로는 이용해서는 스트레처블 디스플레이를 구현할 수 없다. 하지만 아래 그림에서 볼 수 있듯이 조그만 PCB를 늘여날 수 있는 Interconnection물질을 이용하여 연결하면 PCB 위에 직접 회로를 제작하여도 스트레처블 디스플레이를 구현할 수 있다. 또한 전도도가 좋은 Cu를 연결 물질로 사용하면 각 PCB 사이에 전기적 연결을 잘 유지할 수 있다.



그리고 Interconnect 부분을 S자로 제작하면 변형 없이 최대한 늘어나는 부분을 크게 할 수 있게 된다. 이 기술을 사용하면 현재의 PCB에 적용 가능한 기술들이 쉽게 바로 적용될 수 있다는 점이 큰 장점이다. 위의 그림에서 볼 수 있듯이 피부에 회로를 부착해서 RFID기술과 접촉하면 영화 속 주인공처럼 회로가 부착된 손만을 이용하여 간단히 결제를 할 수 있다. 그 외에도 에너지 하베스팅, 슈퍼캐패시터, 배터리 등 적용 범위가 매우 넓다. 아직 스트레처블 디스플레이 기술 개발은 걸음마 단계이며 국내 일부 기관 및 해외 일부 대학에서만 기술을 개발하고 있다. 하지만 10년~20년이 지나 미래에는 실현 될 것이라 생각한다. 그리고 그 여파는 매우 클 것이다.



## 학부 동정

기자 양유진 / yyj268@kaist.ac.kr

### 신진우 교수 INFORMS “APS Best Publication Award” 수상

전기 및 전자공학과 신진우 교수가 INFORMS(The Institute for Operations Research and the Management Sciences)에서 ‘Randomized Scheduling Algorithm for Queueing Networks’ 논문으로 APS Best Publication Award를 수상했다.

APS Best Publication Award는 INFORMS community에서 홀수해마다 applied probability분야의 한편의 논문에 대해 수상한다.



### 성단근 교수 연구실 제 5회 아이디어 전자신문 과학기술 & ICT 논문공고 최우수상, 우수상 수상

박사과정 추은미 학우지도교수 : 성단근가 제 5회 아이디어 전자신문 과학기술&ICT 논문공고에서 ‘단말의 에너지 절감을 위한 QoS의 완화 및 엄격한 요구사항에 따른 수면모드 기법 제안’ 논문으로 최우수상을 수상하였고, 박사과정 김태훈, 방인규, 고갑석 학우지도교수 : 성단근가 ‘Emergency alarm을 위한 특별한 프리앰블에 기반한 랜덤 액세스 기법’ 논문으로 우수상을 수상했다.



### 박사과정 이한림, 이지훈, 장형석 학우 제 12회 2013 전파분야 논문 제안 공모대상(대상, 우수상, 장려상) 수상

전기 및 전자공학과 박사과정 학우들이 제 12회 2013 전파분야 논문 제안 공모대상에서 우수한 성적을 거두었다.



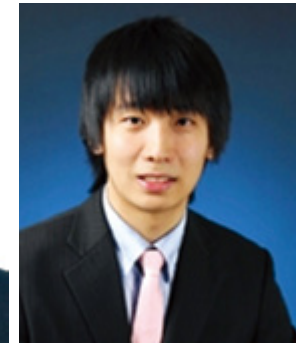
#### 대상

전기 및 전자공학과 이한림  
지도 교수 : 유종원  
논문명 : ‘재구성 스위칭 매트릭스와 위상 및 진폭 에러 보정회로를 포함한 4x4 다중포트 증폭 시스템’



#### 우수상

전기 및 전자공학과 이지훈  
지도 교수 : 박성욱  
논문명 : 원거리에서 측정 가능한 호흡 및 심박수 비 침습 측정을 위한 Ku-Band 고감도 레이더 시스템



#### 장려상

전기 및 전자공학과 장형석  
지도 교수 : 유종원  
논문명 : 시간에 따라 변하는 수신단 부하 임피던스의 실시간 검출을 통한 무선전력전송시스템의 성능 개선

### 박사과정 이지훈(지도교수: 박성욱)학우 2013 ISAP Best student paper award 수상

전기 및 전자공학과 박사과정 이지훈(지도교수: 박성욱)학우가 10월 23~25일 중국 난징에서 개최된 2013 ISAP(International Symposium On Antennas And Propagation 학회)에서 Best student paper award를 수상하였다.

본 논문에서는 Ku-band 대역의 cw 도플러 레이더를 이용한 호흡 및 심박수 감지 시스템을 설계하였다. 기존의 연구들은 근거리에서만 측정이 가능한 한계를 지녔으므로 이를 해결하기 위해 leakage cancellation 기법과 high sensitivity receiver를 이용해 35미터 거리에 있는 사람의 호흡과 심박수를 정확히 측정했다.



### 경종민 교수 대한민국 반도체 설계대전 공로상 수상

2013년 10월 22일에 개최된 제 14회 대한민국 반도체 설계대전에서 국내 최초로 명령축약형 컴퓨팅 RISC 프로세서 '그림돌'을 개발한 경종민 교수가 공로상을 수상했다.



### 박사과정 고영환, 우신애 학우(지도교수: 박경수), 박경수 교수, 김용대 교수 ACM S3 2013 Best Paper 수상

전기 및 전자공학과 박사과정 고영환, 우신애 학우(지도교수: 박경수, 박경수 교수, 김용대 교수가 ACM S3 2013 The 5th Annual Wireless of the Students, byt the Students, for the Students Workshop에서 'Impact of Malicious TCP Retransmission on Cellular Traffic Accounting' 논문으로 Best Paper를 수상했다.



### 2013년 2월 졸업생 송현아 석사(지도교수: 이수영) ICONIP 2013 Best Paper 수상

전기 및 전자공학과 졸업생 송현아 석사가 ICONIP 2013 20th International Conference on Neural Information Processing에서 'Hierarchical Representation using NMF' 논문으로 Best Paper Award를 수상했다.



### 배현민 교수 연구팀, 100Gbps 이더넷 집적회로 개발 및 제 14회 대한민국 반도체 설계대전 대통령상 수상

전기 및 전자공학과 배현민 교수 연구팀이 데이터센터 전력 소모를 3분의 1 이하로 줄인 0.75W급 100Gbps 이더넷 집적회로를 개발하는 데 성공했다. 또한 제 14회 대한민국 반도체 설계 대전에서 대통령상을 수상했다.



### 박사과정 이성일 학생(지도교수: 노용만) 2013 global 3D tech forum 우수논문상 수상

전기 및 전자공학과 박사과정 이성일 학생 지도교수: 노용만 이 2013 global 3D tech forum에서 'Investigating the effect of a combined convergence and focal length adjustment on visual comfort in stereoscopic camera applications' 논문으로 우수논문상을 수상했다.

### 석사과정 윤수성 학생(지도교수: 노용만) 2013년도 한국멀티미디어학회 추계학술발표대회 우수논문상 수상

전기 및 전자공학과 석사과정 윤수성 학생 지도교수: 노용만 이 2013년 10월 31일~11월 1일 인제대학교에서 개최한 2013년도 한국멀티미디어 학회 추계학술발표대회에서 '시점 영상 간 일관성을 고려한 예제 기반 인페인팅 방법' 논문으로 우수 논문상을 수상했다.

### 박사과정 김영주 학우(지도교수 : 김이섭) ISOCC 2013 Chip Design Contest 2013 Best Design Award 수상

전기 및 전자공학과 박사과정 김영주 학우(지도교수 : 김이섭)가 11월 18일에 KAIST 반도체 설계 교육센터 주관으로 개최된 ISOCC 2013 Chip Design Contest에서 'A 12 Gb/s 0.92mW/Gb/s Forwarded Clock Receiver with Low Jitter Tracking Bandwidth Variation in 65nm CMOS' 논문으로 Best Design Award를 수상했다.



# 2013 전기 및 전자공학과 학사과정 Workshop



기자 손경준/ princekj@kaist.ac.kr

11월 1일과 2일, 이틀에 걸쳐 전기 및 전자공학과 학사과정 Workshop이 무창포 비체펠리스에서 열렸다. 가을학기에는 두 번째로 진행되는 전기 및 전자공학과의 행사이자 2년만에 다시 열린 행사로 학부생과 교수님들의 많은 참여로 성황리에 마무리 되었다.

아침 10시에 모인 120여명의 학부생과 교수님은 단체 후드티를 입고 서바이벌 장소로 향했다. 점심을 먹고 학생들은 세 팀으로 나뉘어 서바이벌 게임을 하였다. 강의실에서 벗어나 친구들과 서로 흉을 겨누기도 하고 전우애도 느끼는 등 특별한 시간을 가질 수 있었다.



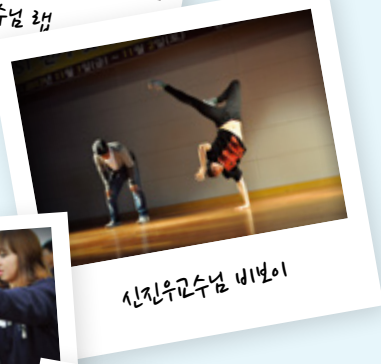
서바이벌



단체후드티



한동수교수님 랩



신진우교수님 비보이



블록쌓기 1



블록쌓기 2



패션쇼 1



패션쇼 2



마무리 단체사진

서바이벌 게임이 종료된 뒤, 숙소로 이동하여 이창희 학과장님의 개회사를 시작으로 본격적인 Workshop이 진행되었다. 그 다음으로는 올해 새로 부임하신 신진우 교수님과 한동수 교수님의 축사가 있었다. '열정과 냉정사이'라는 주제로 두 분의 교수님께서 서로 다른 이야기를 학생들에게 들려주셨다. 강연 후에는 전기 및 전자공학과 과대표단 이하 전자과 과대단과 함께 신진우 교수님은 비보이 공연을, 한동수 교수님은 '안좋은 때 들으면 더 안좋은 노래'를 개사한 랩을 하여 학생들의 폭발적인 반응을 이끌어 내었다.

저녁으로 육회와 같은 맛있는 음식이 가득한 뷔페가 준비되었고 이후에 전자과 과대단이 준비한 레크레이션 시간이 이어졌다. 팀별로 블록을 쌓고 주어진 재료로 패션쇼를 하면서 함께 협동심을 기르고 학생들과 교수님 사이에 친해지는 좋은 계기가 되었다. 특히 색시한 곤충, 한국전통의상, 걸그룹이라는 주제로 진행된 패션쇼에서 교수님들이 적극적으로 참여해 짐작고 무서운 이미지를 벗어나 친숙한 이미지를 보여주셨다. 레크레이션 시간이 끝난 후에는 팀별 시상과 뒤풀이 시간이 계속 되었다.

다음날 아침, 아이패드 미니가 걸려있는 퀴즈 기상미션을 마지막으로 Workshop이 끝났다. 많은 학생들과 교수님들이 참여하여 서로 친해질 수 있었던 Workshop을 기획하고 준비하고 진행한 전자과 과대단에게 큰 박수를 드리며 사진제공에 도움을 주신 전기 및 전자공학과 학사과정 이해일 학우에게 감사의 말씀을 드립니다.

# Professor Tai's Laboratory- Computer Vision and Image Processing



**Professor Yu Wing Tai**

## Professor Yu Wing Tai's Lab At A Glance

### Contact Us

Telephone: 042-350-7423

Location: Rm 206, N1 IT Convergence Building,

KAIST, 373-1 Guseong-dong, Yuseong-gu,

Daejeon, 305-701, South Korea

Email: yuwing@gmail.com

Homepage: yuwing.kaist.ac.kr

기자 **강완주**/ soarhigh@kaist.ac.kr

**Professor Yu Wing Tai's laboratory focuses on researches related to computer vision and image/video processing.**

**Located in Room 206 at the IT Convergence Building (N1), it is where seven students and Professor Tai together research on the ways that Electrical Engineering can better contribute to practical issues. These may range from fundamental ones such as deblurring to more complex one such as RGB-Depth camera and 3D reconstruction.**

## 1. Matting

Matting refers to the problem to segment foreground object from background with fractional boundaries. It has many applications related to image editing. One recent research in the matting problem is to extend conventional techniques to deal with light-field photography, such as the Lytro camera. The light-field photography uses micro-lens array to capture image which allows image to be re-focus after an image is taken. The developing light-field matting technique will be useful in future when light-field photography becomes popular

## 2. RGB-D Camera

Red-Green-Blue-Depth Camera, as its name suggests, combines the usual color information of images and the depth information of the object whose image is taken. It is similar to the technology employed by the Microsoft's Kinect. Professor Tai's laboratory is working to enhance the depth recognition of such devices so that depths of different objects can be analyzed at a finer level.

## 3. 3D Reconstruction

In a close collaboration with Professor In So Kweon, Professor Tai's laboratory is developing a technique to reconstruct a 3-dimensional (3D) model from scanned images.

First, multiple number of images of the same object are taken, each under different lighting. Then, these images are jointly processed to construct a 3D model. The major issue to be overcome is the extent and precision of the reconstructed model which is contingent on the image quality and the camera stability. This is one of the more popular topics around the world. Real life applications include reconstructing cultural/historical heritage sites, monuments, and/or relics.

## 4. Deblurring

Deblurring is also one of the research areas in pursuit at Professor Tai's laboratory. Some images and videos contain undesirable blur due to shaking of camera. Image deblurring is an old problem in computer vision and image processing, and a

difficult one at the same time - a "primary hurdle" for many algorithms and applications.

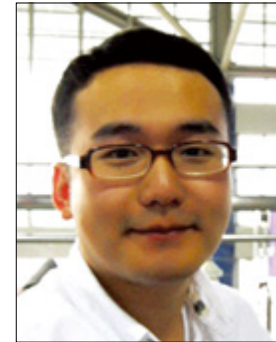
## Laboratory Atmosphere

The unique thing about Professor Tai's laboratory, as he explains it, is the fact that there is no regular mandatory general meeting among the research students or research assistants. Instead, Professor Tai holds a 10 to 15 minute individual meeting with each of his laboratory members every two to three days. This kind of meetings maintains the laboratory ambience intimate. The general setting of the laboratory is also casual enough so that students are free to do whatever they want after having worked very hard before deadlines for submitting papers to a conference. In addition, Professor Tai encourages his students to acquire and nurture an international outlook by advising them to submit to big-impact, internationally renowned and good-valued journals and conferences.

When asked what compelled him to transfer from the Department of Computer Science to the Department of Electrical Engineering, he said, "Image processing and Computer Vision are largely part of the Department of Electrical Engineering in Korea. Besides, many of my collaborators work in this department, too." Having come from Singapore, a country with much international exposure, he also added, "I encourage my students to study abroad. KAIST is a good place to start, but it is always important to have some international exposure where there may be some differences in culture as well as in academia." Moreover, he stressed the importance of the English language and its role in science and engineering research, "All my lab members speak in English. This is probably one reason why some students may be hesitating to contact me when deciding for a laboratory for their graduate school life. I appreciate the fact that many classes in KAIST are taught in English, but I hope that students will have a more comprehensive teaching environment in English."

**EE-Newsletter would like to thank Professor Yu Wing Tai and all his laboratory members for their response to the interview.**





명정호 학우



한창훈 학우

# 퀄컴 이노베이션 어워드 2013



기자 황동혁 / magic0111@kaist.ac.kr

세계적인 디지털 무선통신 기술을 보유한 회사인 퀄컴에서는 전세계 IT 분야 인재들을 지원한다는 목적으로 매년 석사 및 박사 과정 학생들에게 연구 장학금을 지원하는 퀄컴 이노베이션 어워드를 개최하고 있다. 2010년부터 시작해 올해 4회째를 맞는 이 행사는 올해 카이스트에서 진행되었다. 올해에는 1차 서류심사, 2차 포스터 발표를 통해 창의성, 무선 통신 및 모바일 산업에서의 영향력, 실현 가능성들을 기준으로 장학금 수혜자들을 선정했다고 밝혔다. 선정된 학생들은 향후 1년간 연구를 하면서 퀄

컴 엔지니어와 전문가들이 참여하는 퀄컴 펠로우십 워크숍 (Qualcomm fellowship workshop)에 참가할 수 있는 기회를 얻는다. 이번에 카이스트에서는 석·박사 학생 20명 및 해당 지도교수가 총 10만 달러의 연구 장학금을 받는다. 이번 EE-newsletter 겨울호에서는 퀄컴 이노베이션 어워드를 수상한 카이스트 전기 및 전자 공학과 명정호, 한창훈 학우를 인터뷰 하여 퀄컴 이노베이션 어워드에 대하여 자세히 알아보았다

## ◎ 이 행사에 어떤 계기로 참가하시게 되었나요?

명정호) 제가 연구하는 건물의 포스터를 보고 관심이 생겨 참가하게 되었습니다.

한창훈) 학과에서 공지를 했었고, 지도교수님께서도 저에게 개인적으로 참가를 권해주셨습니다.

## ◎ 연구하신 내용에 대해 간단하게 소개해 주세요.

명) 무선 통신 환경에서 송신기가 단말기로 가는 채널정보를 알고 있으면, 빔 포밍 Beam forming 을 통해 단말기의 데이터 용량을 증가시킬 수 있습니다. 일반적으로 무선 채널 정보는 단말기에서 측정하여 송신기로 전송을 하게 되는데, 현실적으로 무한대의 채널 정보를 보낼 수 없기 때문에 이 채널 정보는 양자화 Quantization 가 됩니다. 따라서 제한적인 비트를 이용하여 전송하게 되고, 우리는 이를 한정된 피드백 Limited feedback 이라고 부릅니다. 이전의 정보이론 관점에서는 각 사용 단말기들

을 독립적으로 취급하였기 때문에, 각 단말기당 동일한 피드백 양으로 채널정보를 전송해왔습니다. 하지만 단말기 사이의 채널 크기가 다르기 때문에 동일한 피드백을 전송하는 단말기가 여러 개 있을 경우 비효율적인 성능을 나타내게 합니다. 그래서 저희는 이번 연구에서 멀티 단말기 상황에 게임이론을 도입하며 채널정보량을 효율적으로 할당하기 위한 기법 제안 및 성능 분석을 하였습니다.

한) 제가 연구한 내용은 Micro electro-mechanical systems MEMS 가변 커패시터 소자입니다. 일반적으로 주파수 가변 특성은 비선형적인 특성을 가지는데 이를 선형적으로 나타내기 위한 회로적인 기법이 많이 연구되어 왔습니다. 하지만 이를 보완하려 하면 회로가 복잡해지고 에너지 및 비용 소모가 커지는 문제가 발생합니다. 그래서 저는 이러한 통신 시스템 내부에 사용되는 커패시터 소자 자체를 개선하여, 외부의 추가적인 보상 회로 없이 선형적인 특성을 구현했습니다.



### ㉔ 연구한 내용의 어떤 부분이 심사위원에게 좋은 평가를 받았다고 생각하시나요?

한) 문제를 해결하는 과정에서 기존의 관점을 새로운 관점으로 해결했다는 점을 좋게 봐주신 것 같습니다.

지금까지는 주파수 가변의 선형성을 위해 보상 회로를 추가하는 방식으로만 연구가 진행되어 왔습니다. 그 이유는 내부에 사용되는 반도체 기반의 커패시터 소자가 고정된 특성을 가지고 있었기 때문입니다. 하지만 MEMS 기술을 이용하여, 통신 시스템에서 원하는 특성의 커패시터 소자를 구현하였고, 이를 통한 근본적인 해결 방안을 제시한 점이 좋은 평가를 받은 이유라고 생각합니다.

### ㉕ 포스터 발표는 어떻게 진행되는지 궁금합니다.

명) 각 발표자들에게 포스터 발표를 위한 공간이 준비되어 있어서, 발표 자료를 붙이고 학생 및 교수님들께 연구 내용에 대해 설명한 후 간단한 질의 응답시간을 가졌습니다. 저는 포스터만 준비해서 조금 아쉬웠지만, 다른 몇몇 분들은 비디오 데모를 통해 사람들의 이목을 끌기도 하였습니다. 사람들에게 정보를 전달하기에 굉장히 유용하고 효율적인 방법이라는 생각이 들었습니다.

한) MEMS 소자에 대해 생소하신 분들이 많을 것으로 생각되어 MEMS 기술에 대해 기본적인 설명을 드렸습니다. 이와 함께 제작된 소자의 실제 구현 동영상을 전시 하였습니다. 그 후 제작된 소자의 핵심 내용에 대해 설명을 드리고 다양한 회로적 관점에서의 질의 응답을 나누었습니다.

### ㉖ 이 행사에 참여함으로써 얻게 된 것이나 스스로 항상 되었다고 느낀 부분이 있으신가요?

명) 그 동안에 참가했던 학회들은 저와 비슷한 무선통신 분야를 연구하는 사람들만 모여 발표를 하는 곳이었기 때문에, 다른 분야의 연구 트렌드를 알기가 쉽지 않았습니다. 하지만 이번 행사는 KAIST 전자과에서 연구 중인 다양한 분야의 연구 결과와 최신 트렌드를 접할 수 있는 자리였기에 알찬 시간을 보냈던 것 같습니다. 더불어 다양한 사람들 비전공자들에게 연구 결과를 설명하는데 어려움을 느꼈지만, 이를 극복하는 과정에서 제 발표 능력도 향상되었다고 생각합니다.

한) 행사에 참여하고 나서 보니 회로를 연구하는 분들이 많이 참가하셨다는 것을 알게 되었습니다. 그 분들과 이야기를 나누면서 현재의 문제점들 중 회로의 개선을 통해 해결이 어려운 부분을 소자적으로 해결 할 수도 있다는 것을 깨달았습니다. 이러한 협력이 이루어 지기 위해서는 서로의 연구에 대해서 충분한 지식을 가지고 있어야 합니다.

### ㉗ 내년에 이 행사에 지원할 카이스트 학우분들에게 어떻게 준비하면 좋겠다는 조언 한 마디씩 부탁드립니다.

명) 행사에 지원하기 위해서는 결과물이 있어야 하니, 우선 자신의 연구를 꾸준히 하여 좋은 결과물을 만드는 것이 가장 중요합니다. 그리고 본인의 연구 방법 및 연구의 중요성을 다른 사람에게 잘 전달할 수 있는 방법을 고민하는 게 좋습니다. 아무리 좋은 연구를 해도 다른 사람들이 이해를 못한다면 아무 의미 없을 테니까요.

한) 기존의 연구를 개선하고 명확한 문제 인식을 통해 근본적인 혁신을 이뤄낼 수 있어야 합니다. 이러한 방향으로 생각의 틀을 열어 놓는다면, 퀵 이노베이션 어워드에서 충분히 좋은 평가를 받을 수 있을 것입니다.





## CONTACT

---

2347, N5, 291 Daehak-ro, (373-1 Guseong-dong)  
Yuseong-gu, Daejeon 305-701,  
Republic of Korea

E-mail [ee\\_newsletter@kaist.ac.kr](mailto:ee_newsletter@kaist.ac.kr)  
Facebook [www.facebook.com/eenewsletter.kaist](https://www.facebook.com/eenewsletter.kaist)  
Homepage [ee.kaist.ac.kr](http://ee.kaist.ac.kr)