

『4단계 BK21사업』 미래인재 양성사업(과학기술 분야)

교육연구팀 자체평가보고서

접수번호	-							
사업 분야	응용과학	신청분야	전기전자	단위	전국	구분	교육연구팀	
학술연구분야 분류코드	구분	관련분야		관련분야		관련분야		
		중분류	소분류	중분류	소분류	중분류	소분류	
	분류명	전자/정보통신공학	정보통신	전자/정보통신공학	전자공학	전자/정보통신공학	기타전자/정보통신공학	
	비중(%)	40		30		30		
교육연구 팀명	국문) 초연결 인간경험 기반 웰니스 융합기술 인재양성팀							
	영문) Wellness Care Fusion Technology Based on Hyper-Connected Human Experiences							
교육연구 팀장	소 속		광운대학교 대학원 전자융합공학과					
	직 위		교 수					
	성명	국문	이 종 철	전화		02-940-5203		
				팩스		02-940-5107		
		영문	Jong-Chul Lee	이동전화		[REDACTED]		
				E-mail		jclee@kw.ac.kr		
연차별 총 사업비 (백만원)	구분	1차년도 (2019~21.2)	2차년도 (21.3~22.2)					
	국고지원금	121,960	219,528					
총 사업기간		2020.9.1.-2027.8.31.(84개월)						
자체평가 대상기간		2020.9.1.-2021.8.31.(12개월)						
본인은 관련 규정에 따라, 『4단계 BK21』 사업 관련 법령, 귀 재단과의 협약에 따라 다음과 같이 자체평가보고서 및 자체평가결과보고서를 제출합니다. 2021년 9월 17 일								
작성자	교육연구팀장				이 종 철 (인)			
확인자	광운대학교 산학협력단장				박 철 환 (인)			

〈자체평가 보고서 요약문〉

중심어	초연결 인간경험	웰니스 융합센서	인체친화형 소자
	인공지능	HCI	유연 소자
	저전력 무선통신	빅데이터	WaaS 플랫폼
교육연구팀의 비전과 목표 달성정도	- 초연결 웰니스 플랫폼 분야에서 전문연구능력 및 실무능력을 갖추고 과학적 사고력과 응용력을 겸비한 국제적 전문가 양성을 목표로 미래가치를 창출하고 신산업시대 인재양성에 부합하는 교육을 실시하였음. - 웰니스 센서 연구팀, 초연결 무선 기술 연구팀, WaaS 플랫폼 개발 연구팀, 3개의 특성화 팀을 구성하여 팀 별 세부목표 달성을 위한 체계적 운영을 통하여 학술 및 연구력 향상 등 시너지 효과를 극대화 하였음. - 코로나19로 인하여 학술활동에 어려움이 있음에도 불구하고 국제학술대회 초청강연, workshop chair 등 다양한 국제적 학술활동을 하였으며, 해외 연구기관의 전문가들을 초청하여 온라인 국제 워크샵을 진행하는 등 국제화에 힘씀.		
교육역량 영역 성과	2021학년도 1학기 대학혁신사업과 연계 - 수요자 중심 교육과정 개선 : 전공 로드맵 개발 2021학년도 1학기 대학원 교과목 2개 신설 - 5G 시스템 설계(이종철 교수), 바이오전자소자(김정현 교수)		
연구역량 영역 성과	- 논문게재 : 18편 - Analytical Chemistry (IF : 6.987, JCR 10% 이내) 표지논문 - Advanced Materials Technologies (IF : 7.848) 2편 게재 - 특허출원 : 6건, 특허등록 : 9건 - 기술이전 : 2건		
달성 성과 요약	- 신산업 연계 교과목을 신설하고 수요자 중심의 전공 로드맵 개발. - 논문, 특허, 연구비수주, 산학협력부문에서 성과 목표치 달성. - 국제공동연구, 국제학술활동, 국제워크샵 등 국제화 성과 달성.		
미흡한 부분 / 문제점 제시	1차년도 대비 참여학생이 감소(21명->20명)한 점은 앞으로 보완해야할 부분임. 대학원에 진학하는 학생이 줄어드는 시대상황에 대비하여 우수한 연구인력 확보를 위한 전략이 필요함. - 우수한 신진연구인력 확보를 위한 인재풀이 다소 부족하다고 판단됨. 교육연구팀의 적극적인 홍보 활동을 통하여 다양한 인재풀을 확보하고 신진연구인력의 지원 방안을 보다 다각화할 필요가 있음. - 코로나19 상황으로 인하여 장단기 해외연수 등 국제교류가 활발히 진행되지 못한 점은 다소 아쉬움. 2차년도에 실시한 온라인 국제워크샵처럼 능동적인 국제학술활동을 위한 다양한 방안이 필요함.		
차년도 추진계획	- 적극적인 연구팀 홍보를 통한 우수한 연구인력 확보. - 개선된 교육프로그램을 활용하여 우수한 인재양성을 하도록 노력하고, 따라서 전년대비 우수한 연구성과를 도출할 수 있는 선순환 구조를 달성하고자 함. - 코로나19 상황 하에서도 온라인/오프라인을 적절히 활용하여 국제교류를 활성화할 수 있는 다양한 방안을 마련.		

I

교육연구팀의 구성, 비전 및 목표

1. 교육연구팀장의 교육·연구·행정 역량

성명	한글	이종철	영문	Jong-Chul Lee
소속기관	광운대학교 전자정보공과대학 전자융합공학과			

〈표 1〉 교육연구팀장 최근 1년간 연구실적 (2020. 9 ~ 2021.8)

연번	저자	논문제목/저서제목/ book chapter/ 설계작품명	저널명/학술대회명/ 출판사/행사명	권(호), 페이지/ISSN/ISB N (pp. ** - **)	게재·출판 ·행사 연도	DOI 번호 (해당 시)
1	왕양, 권순학, 유복홍, 장소우, <u>이종철</u>	A New Chipless RFID Permittivity Sensor System	<i>IEEE Access</i> (IF 3.367)	9(1), pp. 35027-35033/ 2169-3536	2021.3	10.1109/A CCESS.20 21.306046 7
2	유복홍, <u>이종철</u>	A Dual-Mode Power Divider with Embedded Meta-Materials and Additional Grounded Resistors	<i>IEEE Trans. Microwave Theory Tech.</i> (IF: 3.599)	69(8), pp. 3607-3615 /0018-9480	2021.8	10.1109/T MTT.2021. 3088475

총괄 책임자: 광운대학교 이종철 교수  한양대학교 전자공학 학사 Arizona State Univ. 석사 Texas A&M Univ. 박사 현대전자 광소자개발실 선임연구원 광운대학교 전자융합공학과 교수	주요 경력 광운대학교 화도학술상 3회 수상 (2001, 2015, 2019년) 한국 ITS 학회 학회장 역임 (2017년) 교육부장관 표창 (2018년 8월) 광운대 스마트융합대학원 원장 역임 (2018.02~2019.01) 광운대 공학혁신센터 센터장 역임 (2019.02~2020.01) 광운대 전자정보공과대학 학장 역임 (2018.02~2020.01) IEEE Senior Member
주요 연구 성과 바이오 IT 융합분야 소자 및 모듈 개발 SCI급 국제 저명 학술지 100편 이상 게재 IEEE MTT 등 저명 국제학술대회 다수 전시 및 발표 국내외 특허 20여건, 기술이전 5건 실험실 창업 실적 보유	주요 과제수행 성과 BK21 2단계 사업 팀장: 2007.09 ~ 2013.08 무선 통신 분야 석박사급 전문가 83명 배출 정보통신부 지원 ITRC 광운대 RFIC 센터 과제책임자: 2000.08 ~ 2007.08 RF 분야 석박사급 전문가 264명 배출 산학연 공동연구: LG전자기술원, KIST 등 공동연구 진행을 통한 산업체 기술이전 실적 보유

■ 행정적 역량

- 광운대 전자정보공과대학 학장 역임 (2018 - 2020)
- 광운대 스마트융합대학원 원장 역임 (2018 - 2019)
- 광운대 공학혁신센터 센터장 역임 (2019 - 2020)
- 한국ITS학회 학회장 역임 (2017 - 2017)

■ 교육적 역량

- BK21 2단계 사업 핵심팀장(2007 - 2013)으로 석·박사 고급 인력 83명 배출

- ITRC RFIC 센터장(2000 - 2007)으로 RF 분야 석·박사 전문인력 264명 배출
- 광운대 부임 이후 무선집적회로및시스템 연구실에서 석사 45명, 박사 12명 배출
- 4차 산업혁명 요소 기술 대학원 학과목 신설 (마이크로 및 밀리미터파 회로 설계 등)
- 새로운 교수법(Blended Lecture: 온라인+오프라인) 적극 개발

■ 연구적 역량

- IEEE Senior Member
- 2001년/2015년/2019년 화도학술상 수상
- 정보통신부 장관 표창 수상
- 교육부장관 표창 수상
- SCI급 국제 학술지에 100여편 게재

2. 대학원 학과(부) 소속 전체 교수 및 참여연구진

<표 1-1> 교육연구팀 대학원 학과(부) 전임 교수 현황 (단위: 명, %)

대학원 학과(부)	학기	전체교수 수	참여교수 수	참여비율(%)	비고
전자융합공학과	20년 2학기	14명	6	42.8	
	21년 1학기	14명	6	42.8	

<표 1-2> 최근 1년간(2020.9.1.~2021.8.31.) 교육연구팀 대학원 학과(부) 소속 전임 교수 변동 내역

연번	성명	변동 학기	전출/전입	변동 사유	비고
1					
2					
3					
4					

<표 1-3> 교육연구팀 대학원 학과(부) 대학원생 현황 (단위: 명, %)

대학원 학과(부)	참여 인력 구성	대학원생 수											
		석사			박사			석·박사 통합			계		
		전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)	전체	참여	참여 비율 (%)
전자융합 공학과	20년 2학기	22	15	68	3	3	100	3	3	100	28	21	75
	21년 1학기	13	11	84	4	4	100	5	5	100	22	20	90
참여교수 대 참여학생 비율													

3. 교육연구팀의 비전 및 목표 달성정도

1. 교육연구팀의 비전 및 목표 (교육, 연구, 국제화 등) 대비 실적

교육부문	2021학년도 1학기 대학혁신사업과 연계 - 수요자 중심 교육과정 개선 : 전공 로드맵 개발 2021학년도 1학기 대학원 교과목 2개 신설 - 이종철 교수 : 5G 시스템 설계 - 김정현 교수 : 바이오전자소자
연구부문	• 논문게재 : 18편 - Analytical Chemistry (IF : 6.987, JCR 10% 이내) 표지논문 - Advanced Materials Technologies (IF : 7.848) 2편 게재 • 특허출원 : 6건 • 특허등록 : 9건 • 기술이전 : 2건
국제화	• 국제 온라인 워크숍 개최 (2021. 8. 13. 한-독 심포지움) - 광운대학교 김정현 교수, 유복홍 박사 - 독일 뮌헨공과대학교 (TU Munich) Eckehard Steinbach 교수 (IEEE Fellow) - 독일 Kiel 대학교 전자공학과 Gerhard Schmidt 교수 - 독일 프라운호퍼 HHI 최정환 박사 - 독일 프라운호퍼 IIS 고정욱 박사 • 국제공동연구 및 논문출판 (김정현 교수, IEEE Sensors) • 국제학술대회 초청강연 (김정현 교수, ENGE 2020) • 국제학술대회 의장 (김진영 교수, IEEECS 2020, IEEE ICC 2022 등) • 국제학술지 편집위원 (김정현 교수, Micromachines, Frontier in Electronics)

2. Northwestern University ECE Dept. (벤치마킹 대상) 자료 비교 분석

- Northwestern ECE Dept. 벤치마킹 자료 및 연구팀 1차년도 자료 요약

	항목	NU ECE Dept. (2020년)	H ² WCT교육연구팀 (2019. 9 ~2021년 현재)
교수 1인당 평균연구업적물	저널 출판	7.9	3.0
	특허	1	1.5
	산업체 연구비 수주	> \$500,000	\$5,600
대학원 졸업자 취업	산업체 및 연구소	> 80%	100%
	학교(교수, Post Doc. 등)	5-15%	-
	기타(창업 등)	5%	-
학부 졸업자 진로	대학원 진학	30-35%	약 15%
	취업	55-60%	55-60%

3. 교육연구팀의 비전 및 목표 달성을 위한 애로사항

- 학부생들의 대학원 진학률 및 대학원 신입생 감소
- 코로나19 상황의 지속으로 인한 국내외 학술 활동의 제약

□ 교육역량 대표 우수성과

1세부 웰니스 센서 연구팀

목표

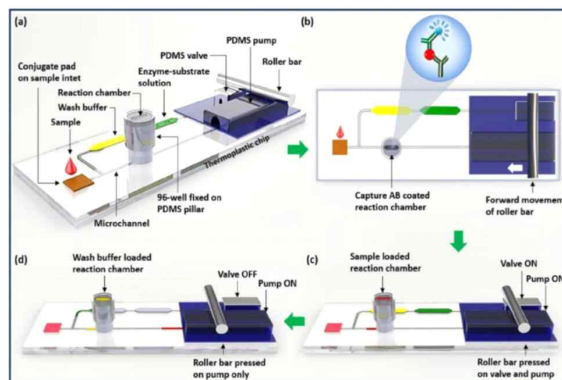
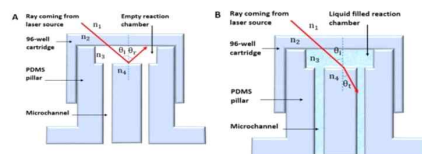
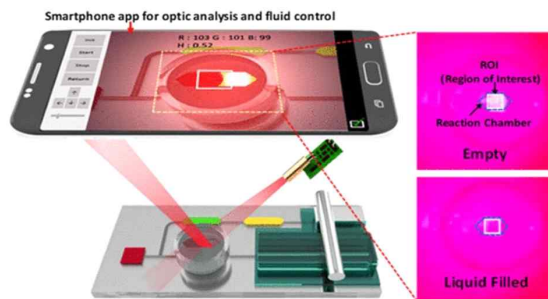
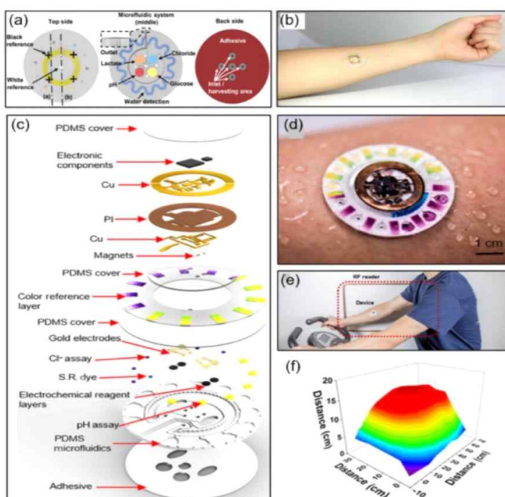
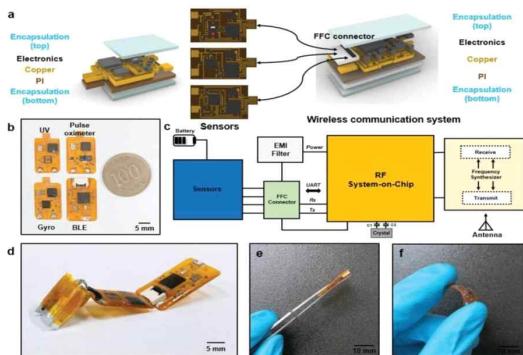
- 신축성 있는 초소형 바이오 센서 기술 연구
- 바이오 센서 데이터 노이즈 저감 기법 및 신뢰도 향상 기법 연구
- 저전력 다기능 바이오 센서 패치 기술 연구
- 다양한 생체 데이터 통합 처리 및 모니터링 시스템 연구

1차년도

- 신축성 있는 초소형 바이오 센서 연구
- 건강 상태 분석을 위한 일상생활 중 모니터링 가능한 센서 연구
- 비인지적 상태로 착용 가능한 질병 여부 측정 센서 연구

2차년도

- 대용량 데이터를 장시간 수집할 저에너지 다기능 센서 패치 연구
- 생활 속에서 환경 데이터를 수집할 무배터리 센싱 기술 연구
- 인체에 무해하며 편리한 휴대용 비접촉·비침습식 센싱 기술 연구



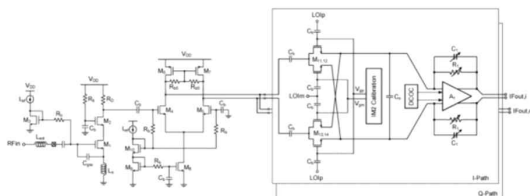
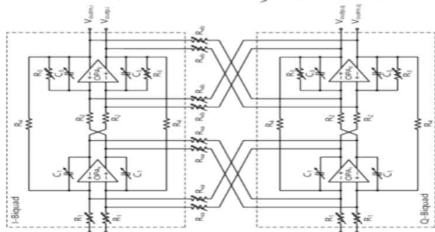
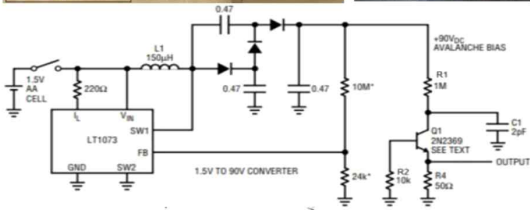
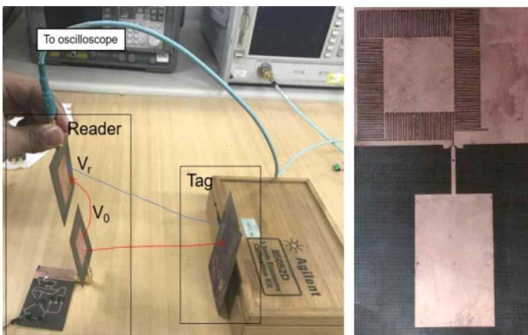
2세부 초연결 무선 기술 연구팀

목표

- 저전력 RF/밀리미터파 무선 통신 송수신기 구조 연구
- 채널 적응형 전파 제어/관리 회로 설계
- 저전력 위상배열 안테나 및 빔포밍 회로 기술 연구
- 무선 초연결을 위한 저전력 집적회로 설계

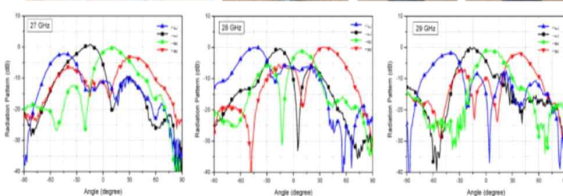
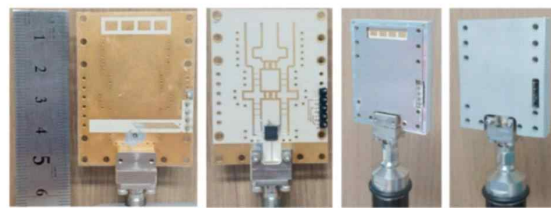
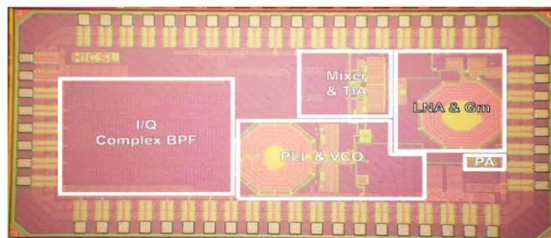
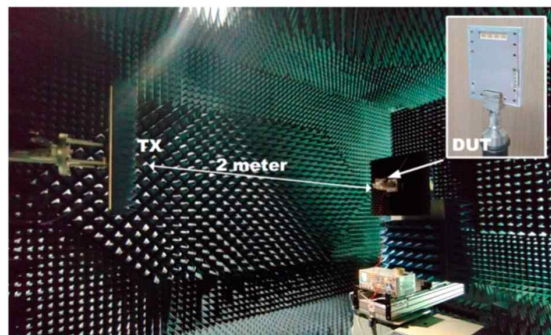
1차년도

- 무선전력전송 기술 비교 및 최적구조 설계
- 웰니스 노드 RF/밀리미터파 무선통신 기술 비교 및 최적 기술 도출
- 웰니스 노드의 무선 전파 환경 모델링



2차년도

- RF 무선전력전송 기술 연구
- 저전력 RF/밀리미터파 무선 통신 송수신기 구조 연구
- RF/밀리미터파 전파 제어/관리 시스템 설계



목표

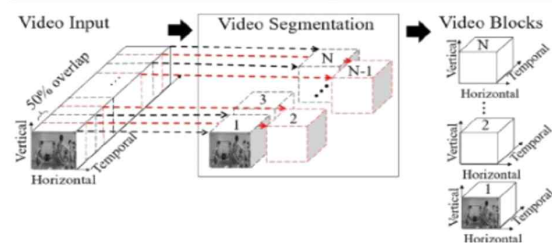
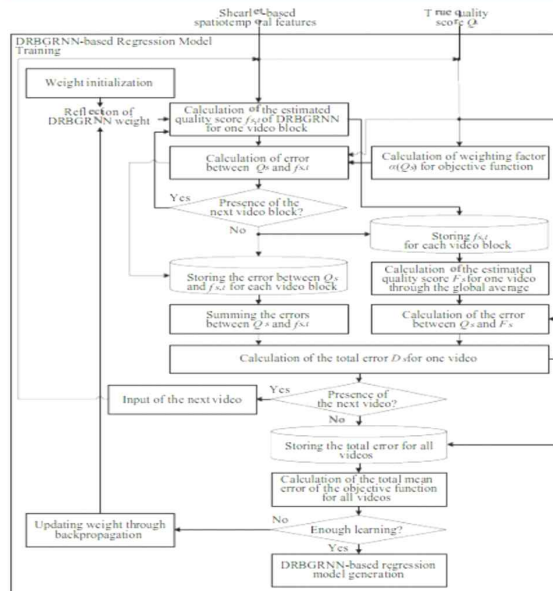
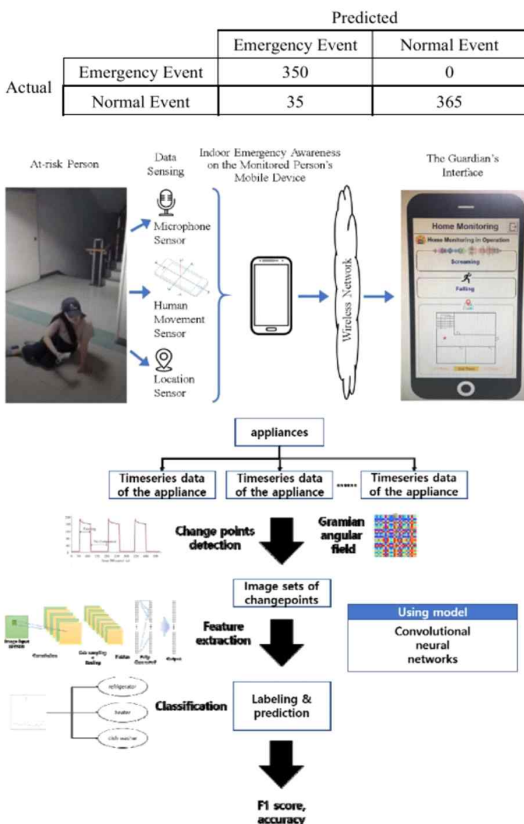
- 생체 및 환경 데이터 기반 건강 상태 이상 징후 감지 기법 연구
- 신체 상태 및 정신건강 상태에 따른 처방 추천 기법 연구
- 적응적 가소성 원리 기반 실내의 환경 분석 및 인간경험 분석기술 개발
- 인간경험 분석을 위한 감정 분석 및 신체 데이터 분석 기술 개발

1차년도

- 신체 및 정신 건강 진단을 위한 생체 및 환경 데이터 분석 기법 연구
- 실시간 건강 상태 확인을 위한 생체 및 환경 데이터 모니터링 기법 연구
- 표면적 인간경험 분석을 위한 단순행동 인식 연구
- 적응적 가소성 원리 기반의 홈환경 모니터링 연구

2차년도

- 생체 및 환경 데이터 기반 건강상태 이상 징후 감지 기법 연구
- 사용자 친화적 접근을 위한 데이터 시각화 기법 연구
- 위치변화에 따른 인간경험 분석을 위한 의도 예측 연구
- 적응적 가소성 원리 기반의 실내환경 모니터링 연구



교육연구팀 교육역량

- H²WCT 교육연구팀의 연구역량 향상을 위해 연구 결과물의 질적 향상을 계획으로 SCI급 국제저널 12편, KCI급 국내저널 5편의 논문 게재

- SCI급 국제저널 JCR 분야별 10% 이내 논문지 *Analytical Chemistry* 게재
 - SCI급 국제저널 JCR 분야별 18% 이내 논문지 *Advanced Materials Technologies* 게재
 - H²WCT 교육연구팀의 연구 인력들이 창의적인 연구를 국내외 전시회 및 경진대회 참여를 통해 초연결 인간 경험 웰니스 융합기술 인재로의 성장
-
- ▶ Stretchable and transparent paper based on PDMS-CNC composite for direct printing, *Advanced Materials Technologies* (IF=7.848) 2021.
 - Polydimethylsiloxane-cellulose nanocrystals (PDMS-CNC) 복합 종이는 높은 투과율을 유지하면서 유연성과 신축성이 모두 높은 복합종이 개발
 - 사물 인터넷과 웨어러블 및 플렉서블 전자 애플리케이션을 위한 전기 부품 및 장치를 제조에 적합한 기술
 - 개발한 복합종이는 인체 친화적 웰니스 융합 센서 개발을 위한 기반으로 응용 가능

 - ▶ Assembly-type wireless communication patch for miniaturized flexible wearable sensors, *Advanced Materials Technologies* (IF=7.848) 2021.
 - 특정 목적과 수요에 따라서 유연한 센서와 결합하여 사용할 수 있는 무선 통신 패치 개발
 - 생체 신호 및 환경 측정을 획득하고 처리하기 위해 유연 장치의 소형화를 위한 장치 및 조립형 개념을 분석하여 센서로부터 획득한 데이터를 전송하는 무선 통신 시스템에 적용
 - 실험 결과 웨어러블 디바이스 솔루션에 적합한 헬스케어, 사물인터넷에서의 초연결 웰니스 무선 시스템에 적용 가능

 - ▶ Smartphone-based fully automated optofluidic device with laser irradiation-induced image whitening, *Analytical Chemistry* (IF=6.987) 2021.
 - Active 96-well hybrid lab-on-a-chip (LOC) device를 사용하여 효소 결합 면역흡착 분석(ELISA)을 실행하는 완전 자동화된 광유체 장치를 개발
 - 스마트폰을 사용하여 반응 챔버의 액체를 감지하기 위해 두 가지 광학 현상이 플랫폼에서 활용하여 성공적인 모니터링 가능
 - 기존의 96-well ELISA 플랫폼을 채택한 완전 자동화된 LOC로서 개발된 플랫폼이 현장 진료 임상 테스트에 적용을 통한 스마트 웰니스 소자에 응용 가능

 - ▶ Fully integrated rapid microfluidic device translated from conventional 96-well ELISA kit, *Scientific Reports* (IF=4.379) 2021.
 - 기존의 96-well kit를 현장 진료 테스트(POCT) 장치로 변환하는 완전히 통합된 능동 미세유체 장치를 구현하여 기존 효소 결합 면역흡착 분석(ELISA)의 성능을 개선
 - ELISA의 최적화된 프로토콜을 지원하기 위해 반응 시간과 시약 부피를 조절하는 미세 유체 시약의 정확한 제어 및 작동을 위해 프로그래밍 가능한 일회용 on-chip pump와 밸브가 장치에 통합
 - ELISA 단계에 대해 이렇게 얻은 검출 한계(LOD)는 기존의 96-well ELISA 플랫폼보다 크게 개선하여 초연결 웰니스 플랫폼으로 개발 가능

 - ▶ A dual-mode power divider with embedded meta-materials and additional grounded resistors, *IEEE Access* (IF=3.599) 2021.
 - 새로운 작동 메커니즘, 컴팩트한 크기, 상당한 설계 자유도, 넓은 작동 대역폭, 임의의 전력 분배 및 두 출력 포트 간의 초광대역 분리를 제공하는 dual-mode power divider (PD) 제공
 - 2개의 저항을 통해 접지된 2개의 CRLH(composite right and left-handed) 전송 라인(TL)만 사용한다는 점에

서 기존 Wilkinson PD에 비해 간단한 구조로 설계 가능

- 현대 RF 시스템 개발의 진보로 인해 작동 전력이 크게 향상에 따른 많은 감쇠 요소에 유용한 초연결 무선 기술로 웰니스 융합기술에 응용
- ▶ A CMOS RF receiver with improved resilience to OFDM-induced second-order intermodulation distortion for MedRadio biomedical devices and sensors, *Sensors* (IF=3.576) 2021.
 - UHF대역 OFDM의 신호가 MedRadio RF 수신기의 출력 저하를 시킬 수 있는 문제를 제기하고 출력 저하 문제를 해결
 - 실험 결과 OOB OFDM 차단기로 인한 IM2 왜곡에 대한 MedRadio RF 수신기의 선택성 성능을 개선
 - MedRadio 및 UHF 대역의 가혹한 무선 환경에서 생체 의료 장치의 초연결 무선 기술의 견고성을 향상
- ▶ A 28-GHz switched-beam antenna with integrated butler matrix and switch for 5G applications, *Sensors* (IF=3.576) 2021.
 - 5세대(5G) 무선 애플리케이션을 위한 28GHz 버틀러 매트릭스 기반 스위치 빔 안테나를 제시
 - 28GHz 대역 빔포밍 안테나 기술을 상용화된 스위치를 활용하여 설계 접근성을 높이며 우수한 성능과 집적도를 보여줌
 - 초연결 인간경험 웰니스 융합 기술 개발 응용을 위한 5세대 무선 통신 기술 연구에 응용
- ▶ Near-field communication in biomedical applications, *Sensors* (IF=3.576) 2021.
 - 근거리 무선 통신 기술의 바이오메디컬 분야에서의 응용, 센서와의 결합을 통해 현재 사용되고 있는 방법과 비전 연구
 - 기존 센서와 새로운 센서(온도, 압력, 전기 생리학, 혈류, 땀 등)를 NFC 기술과 결합하여 얻을 수 있는 이점 제시
 - 일상생활에 간단하게 적용되는 NFC 기술이 센서와 결합하여 현대인에게 비전과 사용자 중심의 웰니스 서비스 기획 제공
- ▶ A new chipless RFID permittivity sensor system, *IEEE Access* (IF=3.367) 2020.
 - 기존 RFID 시스템의 핵심 부품인 chip을 사용하지 않고 유사한 기능을 무선 RF 방식으로 처음 제시
 - 본 연구를 통해 향상된 RFID(Radio Frequency Identification) 유전율 센서 시스템 설계
 - 개인 맞춤형 인간 경험 기반 웰니스 서비스 제공을 세계화하기 위한 ICT 융합 센서 개발에 적용 가능
- ▶ Near-field communication in biomedical applications, *Sensors* (IF=3.576) 2021.
 - 근거리 무선 통신 기술의 바이오메디컬 분야에서의 응용, 센서와의 결합을 통해 현재 사용되고 있는 방법과 비전 연구
 - 기존 센서와 새로운 센서(온도, 압력, 전기 생리학, 혈류, 땀 등)를 NFC 기술과 결합하여 얻을 수 있는 이점 제시
 - 일상생활에 간단하게 적용되는 NFC 기술이 센서와 결합하여 현대인에게 비전과 사용자 중심의 웰니스 서비스 기획 제공
- ▶ Wireless, accumulation dosimeters monitor pulsed and non-pulsed germicidal lamps, *IEEE Sensors Journal* (IF=3.076) 2021.
 - 주요 결과는 AMD의 샘플링 간격이 측정 정확도를 제한하지 않음
 - Wireless transponder 구현으로 플링 간격을 UVGI 노출의 강도와 기간에 맞게 조정하도록 설계된 광 적응형 샘플링 방식을 지원

- 기존 센서에서 채택한 시간 기반 샘플링 방식과 비교하여 광 적응 방식은 UVGI가 낮거나 없는 기간 동안 전류 소비를 최소화하여 배터리 수명을 자동으로 최적화하여 웰니스 소자 고도화
- ▶ Deep learning based successive interference cancellation scheme in nonorthogonal multiple access downlink network, *Energies* (IF=3) 2020.
- 본 논문은 NOMA(nonorthogonal multiple access) 환경에서 딥러닝 기반 연속 간섭 제거(successive interference cancellation, SIC) 방안 제시
 - CNN 기반 단일 기지국과 NOMA를 이용하는 다중 사용자 환경에서 SIC 를 효율적으로 개선
 - CNN 기반 SIC 방법을 통해 기존 SIC 손상을 성공적으로 완화하고 우수한 탐지 성능을 달성하여 초연결 기반 무선 통신 기술 고도화에 응용 가능
- ▶ Deep neural network-based indoor emergency awareness using contextual information from sound, human activity, and indoor position on mobile device, *IEEE Trans. Consumer Electronics* (IF=2.739) 2020.
- 스마트폰에서 소리, 사람의 활동, 실내 위치 등 세 가지 유형의 상황 정보가 연계적으로 사용자의 비상 상황 인식에 처음 구현 및 제시
 - 신체/정신 건강 상태에 따른 경고 알림 시스템 개발에 응용 가능
 - 고도화된 초연결 ICT 기술 기반 always connected 웰니스 플랫폼 개발에 휴먼 컴퓨터 상호 작용 시스템의 기반으로 적용 가능
- ▶ No-reference quality assessment of dynamic sports videos based on a spatiotemporal motion model, *ETRI Journal* (IF=1.094) 2021.
- 3차원 셰어렛변환 기반의 시공간 특징을 무참조 개인 맞춤형 비디오 자동 분류에 처음 제시한 논문으로 상황 모니터링 시스템에서 자율적 인공지능을 통한 비디오 화질개선에 기여
 - 제안한 방법이 기존의 기준 없는 영상 품질 평가 방법보다 시공간적 움직임 정보를 더 효과적으로 추출하고 더 높은 정확도로 영상 품질 예측 가능
 - 초연결 인간 중심 증강 현실 시스템으로 웰니스 서비스 제공에 적용 가능
- ▶ Classification method of multi-state appliances in non-intrusive load monitoring environment based on Gramian angular field, *The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication* (IF=0.64) 2021.
- GAF(Gramian angular field) 기반 1차원 시계열 데이터를 2차원 행렬로 변환시키는 데이터 전처리 기법과, CNN 알고리즘을 활용하여 총 전력 사용량 데이터로부터 개별 가전기기의 전력 사용량을 예측하는 시스템을 제안
 - 시뮬레이션 결과, 이중 상태(on/off)를 가지는 가전기기의 전력 사용량 예측에 있어서 높은 정확도를 보임
 - 초연결 무선 기술 연구 중 무선 전력 전송 부분에서 전력 관리 및 제어 시스템에 응용 가능
- ▶ Prediction technique of energy consumption based on reinforcement learning in microgrids, *The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication* (IF=0.64) 2021.
- 기존 단기 에너지 사용량 예측 기술에 활용되는 지도학습 알고리즘의 한계를 개선하기 위해 강화학습 기반 단기 에너지 사용량 예측 모델을 제시
 - 시뮬레이션 결과, 이상점의 특징을 가지는 데이터를 제외하고 실제 단기 에너지 사용량값과 유사한 결과값을 보임
 - 초연결 웰니스 플랫폼 서비스에서 인공지능과 의료 시스템 분야에서 고도화된 웰니스 센서에 접목 가능

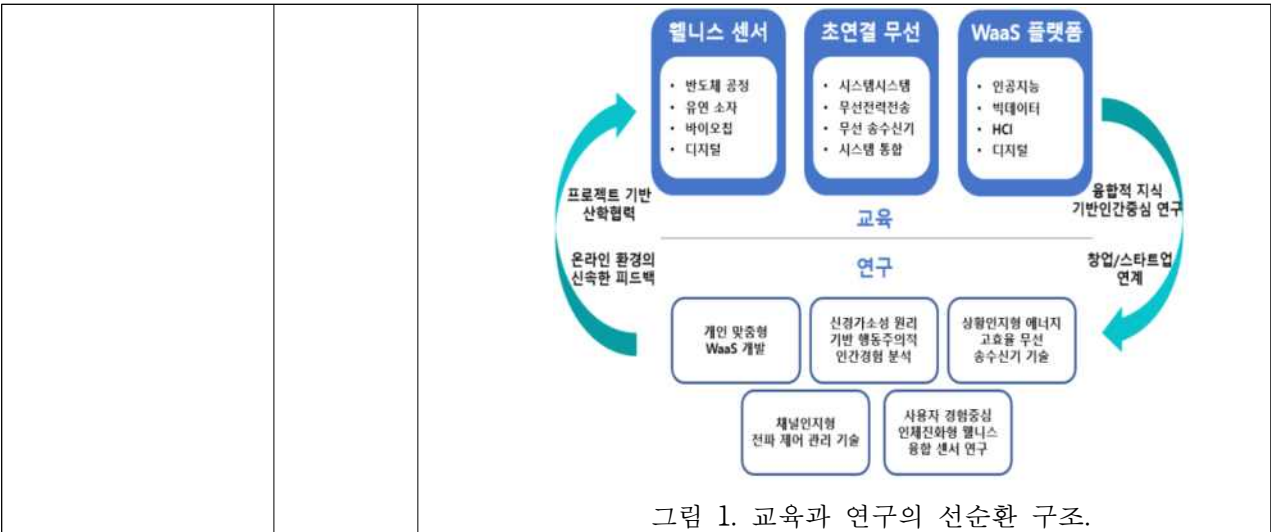
- ▶ Non-intrusive load monitoring method based on long-short term memory to classify power usage of appliances, *The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication* (IF=0.64) 2021.
 - 전체 전력으로부터 개별적인 IoT 기기의 전력을 찾아내는 기법 연구로 LSTM 모델을 통해 개별적인 IoT 기기의 상태를 예측하는 모델을 제안
 - 높은 예측 정확도를 통해 에너지 관리 시스템에 적용 가능성 제시
 - 통합형 웰니스 센서의 웨어러블 소자, 바이오칩, 임베디드 센서, 웰니스 소자 구현에서의 에너지 관리 시스템에서 저전력 센서 최적화 설계에 응용
- ▶ Game-theory modeling of multicolor LED-based VLC systems under smart interference, *IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences* (IF=0.33) 2021.
 - 가시광 통신 네트워크에서 발생하는 간섭 현상을 Stackelberg 게임이론 기반 간섭 문제를 공식화하고 채널 할당의 최적화 방안 제시
 - 제한하는 최적화 알고리즘은 Lagrangian dual decomposition와 non-linear fractional programming을 통해 최적점을 얻을 수 있는 안정성 확보
 - 초연결 무선 송수신기 설계에 있어 무선 전력 전송 효율 개선을 위한 초연결 통신 시스템 설계에 응용

1. 교육과정 구성 및 운영

1.1 교육과정 구성 및 운영 현황과 계획

(가) 교육연구팀의 교육과정 운영 현황

세부 내용	달성도	실적 요약
교육과정 향상을 위한 해외 저명학자 및 전문가 초빙을 통한 워크숍 개최	100%	• 해외 저명학자 및 연구원 비대면 워크숍 강사로 초빙 • 기간: 2021년 8월 13일 10~17시 - 독일 뮌헨공과대학교 (TU Munich) Eckehard Steinbach 교수 (IEEE Fellow) - 독일 Kiel 대학교 전자공학과 Gerhard Schmidt 교수 - 독일 프라운호퍼 HHI 최정환 박사 - 독일 프라운호퍼 IIS 고정욱 박사
교과과정 개선	100%	• 초연결 인간경험 기반 웰니스 융합기술 인력양성 및 4차 산업혁명 기술 분야 반영을 위한 핵심 교과목 신설 운영 - 2개 교과목 신설: 바이오전자소자, 5G시스템 설계 • 실습 및 프로젝트 수행이 포함된 교과목 운영 - 초연결 인간중심 증강현실 시스템 교과목: ‘메타버스 적용 및 위험상황 식별을 위한 인공지능 기반의 계층적 양방향 순환 신경망을 이용한 뇌파신호의 자극 흥분도 식별’에 관한 프로젝트 진행
교육과 연구의 선순환 구조 구축 및 진행	100%	



연구역량의 교육적 활용		- 연구실 간 분기별 공동세미나 개최 및 연구결과 공유 2020년 4분기: 세부 연구팀별 개발 내용 체계도 설명 및 개발 마일스톤 공유 <table border="1"> <tr> <td>1세부 헬니스 센서 연구팀</td><td> 김정현 교수 ○ 신축성있는 초소형 바이오 센서 기술 연구 ○ 바이오 센서 데이터 노이즈 저감 기법 및 신뢰도 향상 기법 연구 </td><td> 심준섭 교수 ○ 저전력 다기능 바이오 센서 패치 기술 연구 ○ 다양한 생체 데이터 통합 처리 및 모니터링 시스템 연구 </td></tr> <tr> <td>2세부 초연결 무선 기술 연구팀</td><td> 이종철 교수 ○ 저전력 RF/일리미터파 무선 통신 송수신기 구조 연구 ○ 채널 적응형 전파 제어/관리 회로 설계 </td><td> 신현철 교수 ○ 저전력 위상배열 안테나 및 빔포밍 회로 기술 연구 ○ 무선 초연결을 위한 저전력 집적회로 설계 </td></tr> <tr> <td>3세부 WaaS 플랫폼 연구팀</td><td> 김진영 교수 ○ 생체 및 환경 데이터 기반 건강 상태 이상 징후 감지 기법 연구 ○ 신체 상태 및 정신건강 상태에 따른 처방 추천 기법 연구 </td><td> 김형국 교수 ○ 적응적 가소성 원리 기반 실내외 환경 분석 및 인간경험 분석 기술 개발 ○ 인간경험 분석을 위한 감정 분석 및 신체 데이터 분석 기술 개발 </td></tr> </table> 초연결 인간경험 헬니스 융합기술 개발 및 인재양성	1세부 헬니스 센서 연구팀	김정현 교수 ○ 신축성있는 초소형 바이오 센서 기술 연구 ○ 바이오 센서 데이터 노이즈 저감 기법 및 신뢰도 향상 기법 연구	심준섭 교수 ○ 저전력 다기능 바이오 센서 패치 기술 연구 ○ 다양한 생체 데이터 통합 처리 및 모니터링 시스템 연구	2세부 초연결 무선 기술 연구팀	이종철 교수 ○ 저전력 RF/일리미터파 무선 통신 송수신기 구조 연구 ○ 채널 적응형 전파 제어/관리 회로 설계	신현철 교수 ○ 저전력 위상배열 안테나 및 빔포밍 회로 기술 연구 ○ 무선 초연결을 위한 저전력 집적회로 설계	3세부 WaaS 플랫폼 연구팀	김진영 교수 ○ 생체 및 환경 데이터 기반 건강 상태 이상 징후 감지 기법 연구 ○ 신체 상태 및 정신건강 상태에 따른 처방 추천 기법 연구	김형국 교수 ○ 적응적 가소성 원리 기반 실내외 환경 분석 및 인간경험 분석 기술 개발 ○ 인간경험 분석을 위한 감정 분석 및 신체 데이터 분석 기술 개발
1세부 헬니스 센서 연구팀	김정현 교수 ○ 신축성있는 초소형 바이오 센서 기술 연구 ○ 바이오 센서 데이터 노이즈 저감 기법 및 신뢰도 향상 기법 연구	심준섭 교수 ○ 저전력 다기능 바이오 센서 패치 기술 연구 ○ 다양한 생체 데이터 통합 처리 및 모니터링 시스템 연구									
2세부 초연결 무선 기술 연구팀	이종철 교수 ○ 저전력 RF/일리미터파 무선 통신 송수신기 구조 연구 ○ 채널 적응형 전파 제어/관리 회로 설계	신현철 교수 ○ 저전력 위상배열 안테나 및 빔포밍 회로 기술 연구 ○ 무선 초연결을 위한 저전력 집적회로 설계									
3세부 WaaS 플랫폼 연구팀	김진영 교수 ○ 생체 및 환경 데이터 기반 건강 상태 이상 징후 감지 기법 연구 ○ 신체 상태 및 정신건강 상태에 따른 처방 추천 기법 연구	김형국 교수 ○ 적응적 가소성 원리 기반 실내외 환경 분석 및 인간경험 분석 기술 개발 ○ 인간경험 분석을 위한 감정 분석 및 신체 데이터 분석 기술 개발									
		그림 2. 세부 연구팀별 참여 교수진 및 개발내용 체계도. 2021년 1분기: 이종철 교수 연구팀의 ‘기존 RFID 시스템의 핵심 부품인 chip을 사용하지 않는 새로운 RFID 유전율 센서 시스템’ 기술 소개 및 연구결과 공유 2021년 2분기: 심준섭 교수 연구팀의 ‘스마트폰 자가 진단’ 기술의 연구결과 공유 2021년 3분기: 김형국 교수 연구팀의 ‘스마트폰에서 감지된 소리, 사람의 활동, 실내 위치의 분석을 이용한 비상상황 모니터링 시스템’ 기술 소개 및 적용결과 공유									

1.2 과학기술·산업·사회 문제 해결과 관련된 교육 프로그램 현황과 구성 및 운영 계획

세부 내용	달성도	실적 요약
4차 산업혁명 교과목 개발	100%	- 기술 트렌드에 맞는 신설 교과목 개설 - 바이오전자소자, 5G시스템 설계
실무 중심의 교육 프로그램 운영	100%	- 문제해결 능력을 강화 및 현장적응력 제고를 위해 실기 중심의 교과목 운영 - 초연결 인간중심 증강현실 시스템: 외부자극에 의한 뇌파신호로부터 사람의 감정을 분류하는 실험 및 적용결과 분석
산업체 멘토와 팀을 이루어 교육프로그램 참여	100%	Covid-19 확진자의 급증으로 인해 창업 교육 및 지원프로그램, 산학협력 교육프로그램, 아이디어 경진대회는 개최되지 못했으나 삼성전자, LG, Inspur 소속 산업체 멘토들과의 My캡스톤 디자인 지원프로그램 참여
팀티칭 및 공동 연구를 위한 기업과의 산학협력	100%	- 삼성전자와 무선통신모듈 관련 공동연구 (김정현 교수) - 코스맥스(주)와의 무선제어 약물전달마스크 관련 공동연구 (김정현 교수) (주)웨이브피아와의 공동 연구 (연구비 38,500,000원)를 통해 고출력 증폭기 시스템(GaN High Power Amplifier System)에 들어가는 고출력용 웨이브가이드 전력합성기/분배기를 개발하기로 함 (과제명: RF Divider & Combiner 설계 및 개발)
산업체 맞춤형 지적재산권 도출	100 %	- 특허출원 6건 및 등록 9건 - 데이터 서비스 기업인 주식회사 휴플에 빅데이터 기반 위험 예측 장치 및 방법을 기술이전 (김진영 교수)

2. 인력양성 계획 및 지원 방안

2.1 최근 1년간 대학원생 인력 확보 및 배출 실적

<표 2-1> 교육연구팀 소속 학과(부) 참여대학원생 확보 및 배출 실적

(단위: 명)

대학원생 확보 및 배출 실적					
실적		석사	박사	석·박사 통합	계
확보 (재학생)	2020년 2학기	5	1	0	6
	2021년 1학기	6	4	2	12
	계	11	5	2	18
배출 (졸업생)	2020년 2학기	5	0		5
	2021년 1학기	0	2		2
	계	5	2		7

2.2 교육연구팀의 우수 대학원생 확보 및 지원 계획

세부 내용	달성도	실적 요약
바이오-IT 융합 분야의 경쟁력 홍보	100%	심준섭 교수 연구팀의 ‘스마트폰 자가 건강진단’ 기술 개발 (이데일리 2021년 5월 10일 보도자료 참고)
학과 홍보	100%	연 2회 (2021년 2월, 2021년 7월)의 대학원 진학 설명회를 통한 대학원 진학 장려
학부 프로그램 연계 활성화	100%	- 지도교수 상담을 통해 수업연한이 단축 가능한 학·석사 연계과정 홍보 - 학·석사연계 프로그램 활성화를 위한 ‘인공지능과 의료’ 교과목 개설 (2020년 2학기과 2021년 2학기 개설) - 매학기 KW-VIP 교과목 ‘인공지능과 가상현실의 융합 기본원리 이해 및 적용’ 개설 - 참빛설계 교과목 ‘생체신호 감지형 메타버스를 이용한 가상현실 게임’ 개설 4학년 캡스톤 1과 캡스톤 2 교과목 수강생들에게 연구프로젝트 보조 인력 참여 기회 제공 (2020년 2학기, 2021년 1학기과 2학기 총 3회) 4학년 ‘My캡스톤 디자인’ 작품전시회를 통해 대학원 연구실에서 인턴십 수행 (2020년, 2021년 총 2회): 감정별 영상 객체 기록을 위한 라이프로그 클래스, 감정 분석과 사운드 이벤트 검출을 사용한 위험상황 모니터링 시스템 등의 프로젝트 진행 4학년 KWIX 작품전시회 참여를 통해 대학원 연구실에서 인턴십의 수행을 희망하는 학부생에게 연구 참여 기회 부여 (2020년, 2021년 총 2회)
	100%	융합교육 교과목 개설 및 신설

융합인재 육성 교육 프로그램 운영		- ‘RF 직접회로설계 1’ 교과목 개설 (2020년 2학기) - ‘고급 신호검출 1’ 교과목 개설 (2020년 2학기) - ‘인공지능과의료’ 교과목 개설 (2020년 2학기) - ‘웨어러블소자개론’ 교과목 개설 (2020년 2학기) - ‘바이오전자소자’ 교과목 신설 (2021년 1학기) - ‘멀티미디어시스템’ 교과목 개설 (2021년 1학기) - ‘5G시스템 설계’ 교과목 신설 (2021년 1학기) - ‘초연결 인간중심 증강현실 시스템’ 교과목 신설 (2021년 2학기) - ‘디지털 의료기기’ 교과목 개설 (2021년 2학기)
신입대학원생에 대한 다양한 장학혜택 지원	100%	• H²WCT 교육연구팀의 다양한 연구개발 과제들로부터 인건비 지원을 통한 인건비 지원
대학원생 학술활동 지원	100%	• 대학원생의 연구 결과물을 국내 및 국제 학술대회에서 논문 발표 기회 부여 • 국내 및 국제학술대회로부터 검증된 연구 결과물에 대한 국내 및 국제적으로 저명한 학술지 논문 투고 및 학술지 게재에 필요한 연구 활동 지원
대학원생들의 국제 교류 활성화 지원	100%	• 독일 대학 및 연구소의 학자 및 연구자를 초청하여 국제학술 워크숍 1회 (2021년 8월 13일) 개최

2.3 참여대학원생의 취(창)업의 질적 우수성

<표 2-2> 2020.2월 졸업한 교육연구팀 소속 학과(부) 참여대학원생 취(창)업률 실적

구 분		졸업 및 취(창)업현황 (단위: 명, %)						취창업률 (D/C)×100
		졸업자 (G)	비취업자(B)			취(창)업대상자 (C=G-B)	취(창)업자 (D)	
			진학자		입대자			
			국내	국외				
2021년 2월 졸업자	석사	5	1	0		4	3	67
	박사	2 (8월)				2	1	

□ 취업의 질적 우수성

- 국내 대학원 진학
 - 유■■■ (2021.2 석사학위 취득), 충남대학교 전자공학과 박사과정 진학
- 국내 대기업
 - 송■■■ (2021.2 석사학위 취득), 삼성전자 취업
 - 신■■■ (2021.2 석사학위 취득), 현대 모비스 취업
 - 홍■■■ (2021.2 석사학위 취득), LG 에너지솔루션 취업

- 기타
 - 장 (Zhang) (2021.8 박사학위 취득), 본 교육연구 팀의 2차년도 박사후 연구생으로 1년간 근무하게 되었음
 - 권 (Quan) (2021.8 박사학위 취득) 중국 국적 조선족. 국내에서 구직 중
 - 이 (2021.2 석사학위 취득) Univ. of Texas at Austin, UCLA, Purdue Univ. 등 미국 우수대학 박사과정 입학을 준비 중

3. 참여대학원생 연구실적의 우수성

① 참여대학원생 저명학술지 논문의 우수성

- H²WCT 교육연구팀의 “연구역량 향상 목표 계획” 에서 정량적 목표를 달성하기 위해 연간 평균 실적 수치를 5% 이상 상향을 목표로 하고 있음
 - H²WCT 교육연구팀의 연구역량 향상을 위해 연구 결과물의 질적 향상을 계획으로 SCI급 국제저널 8편, KCI급 국내 논문 5편 게재
 - SCI급 국제저널 JCR 분야별 10% 이내 논문지 *Analytical Chemistry* 게재
 - SCI급 국제저널 JCR 분야별 18% 이내 논문지 *Advanced Materials Technologies* 게재
 - H²WCT 교육연구팀의 연구 인력들이 창의적인 연구를 통해 연구의 질적 향상 보임
- ▶ Assembly-type wireless communication patch for miniaturized flexible wearable sensors, *Advanced Materials Technologies* (IF=7.848) 2021.
- 특정 목적과 수요에 따라서 유연한 센서와 결합하여 사용할 수 있는 무선 통신 패치 개발
 - 생체 신호 및 환경 측정을 획득하고 처리하기 위해 유연 장치의 소형화를 위한 장치 및 조립형 개념을 분석하여 센서로부터 획득한 데이터를 전송하는 무선 통신 시스템에 적용
 - 실험 결과 웨어러블 디바이스 솔루션에 적합한 헬스케어, 사물인터넷에서의 초연결 웰니스 무선 시스템에 적용 가능
- ▶ Smartphone-based fully automated optofluidic device with laser irradiation-induced image whitening, *Analytical Chemistry* (IF=6.987) 2021.
- Active 96-well hybrid lab-on-a-chip (LOC) device를 사용하여 효소 결합 면역흡착 분석(ELISA)을 실행하는 완전 자동화된 광유체 장치를 개발
 - 스마트폰을 사용하여 반응 챔버의 액체를 감지하기 위해 두 가지 광학 현상이 플랫폼에서 활용하여 성공적인 모니터링 가능
 - 기존의 96-well ELISA 플랫폼을 채택한 완전 자동화된 LOC로서 개발된 플랫폼이 현장 진료 임상 테스트에 적용을 통한 스마트 웰니스 소자에 응용 가능
- ▶ Fully integrated rapid microfluidic device translated from conventional 96-well ELISA kit, *Scientific Reports* (IF=4.379) 2021.
- 기존의 96-well kit를 현장 진료 테스트(POCT) 장치로 변환하는 완전히 통합된 능동 미세유체 장치를 구현하여 기존 효소 결합 면역흡착 분석(ELISA)의 성능을 개선
 - ELISA의 최적화된 프로토콜을 지원하기 위해 반응 시간과 시약 부피를 조절하는 미세 유체 시약의 정확한 제어 및 작동을 위해 프로그래밍 가능한 일회용 on-chip pump와 밸브가 장치에 통합
 - ELISA 단계에 대해 이렇게 얻은 검출 한계(LOD)는 기존의 96-well ELISA 플랫폼보다 크게 개선하여 초연결

웰니스 플랫폼으로 개발 가능

- ▶ A CMOS RF receiver with improved resilience to OFDM-induced second-order intermodulation distortion for MedRadio biomedical devices and sensors, *Sensors* (IF=3.576) 2021.
 - UHF대역 OFDM의 신호가 MedRadio RF 수신기의 출력 저하를 시킬 수 있는 문제를 제기하고 출력 저하 문제를 해결
 - 실험 결과 OOB OFDM 차단기로 인한 IM2 왜곡에 대한 MedRadio RF 수신기의 선택성 성능을 개선
 - MedRadio 및 UHF 대역의 가혹한 무선 환경에서 생체 의료 장치의 초연결 무선 기술의 견고성을 향상
- ▶ A 28-GHz switched-beam antenna with integrated butler matrix and switch for 5G applications, *Sensors* (IF=3.576) 2021.
 - 5세대(5G) 무선 애플리케이션을 위한 28GHz 버틀러 매트릭스 기반 스위치 빔 안테나를 제시
 - 28GHz 대역 빔포밍 안테나 기술을 상용화된 스위치를 활용하여 설계 접근성을 높이며 우수한 성능과 집적도를 보여줌
 - 초연결 인간 경험 웰니스 융합 기술 개발 응용을 위한 5세대 무선 통신 기술 연구에 응용
- ▶ Near-field communication in biomedical applications, *Sensors* (IF=3.576) 2021.
 - 근거리 무선 통신 기술의 바이오메디컬 분야에서의 응용, 센서와의 결합을 통해 현재 사용되고 있는 방법과 비전 연구
 - 기존 센서와 새로운 센서(온도, 압력, 전기 생리학, 혈류, 땀 등)를 NFC 기술과 결합하여 얻을 수 있는 이점 제시
 - 일상생활에 간단하게 적용되는 NFC 기술이 센서와 결합하여 현대인에게 비전과 사용자 중심의 웰니스 서비스 기획 제공
- ▶ A new chipless RFID permittivity sensor system, *IEEE Access* (IF=3.367) 2020.
 - 기존 RFID 시스템의 핵심 부품인 chip을 사용하지 않고 유사한 기능을 무선 RF 방식으로 처음 제시
 - 본 연구를 통해 향상된 RFID(Radio Frequency Identification) 유전율 센서 시스템 설계
 - 개인 맞춤형 인간 경험 기반 웰니스 서비스 제공을 세계화하기 위한 ICT 융합 센서 개발에 적용 가능
- ▶ Deep learning based successive interference cancellation scheme in nonorthogonal multiple access downlink network, *Energies* (IF=3) 2020.
 - 본 논문은 NOMA(nonorthogonal multiple access) 환경에서 딥러닝 기반 연속 간섭 제거(successive interference cancellation, SIC) 방안 제시
 - CNN 기반 단일 기지국과 NOMA를 이용하는 다중 사용자 환경에서 SIC 를 효율적으로 개선
 - CNN 기반 SIC 방법을 통해 기존 SIC 손상을 성공적으로 완화하고 우수한 탐지 성능을 달성하여 초연결 기반 무선 통신 기술 고도화에 응용 가능
- ▶ No-reference quality assessment of dynamic sports videos based on a spatiotemporal motion model, *ETRI Journal* (IF=1.094) 2021.
 - 3차원 웨어러블 기반의 시공간 특징을 무참조 개인 맞춤형 비디오 자동 분류에 처음 제시한 논문으로 상황 모니터링 시스템에서 자율적 인공지능을 통한 비디오 화질개선에 기여
 - 제한한 방법이 기존의 기준 없는 영상 품질 평가 방법보다 시공간적 움직임 정보를 더 효과적으로 추출하고 더 높은 정확도로 영상 품질 예측 가능

- 초연결 인간 중심 증강 현실 시스템으로 웰니스 서비스 제공에 적용 가능
- ▶ Classification method of multi-state appliances in non-intrusive load monitoring environment based on Gramian angular field, *The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication* (IF=0.64) 2021.
 - GAF(Garmian angular field) 기반 1차원 시계열 데이터를 2차원 행렬로 변환시키는 데이터 전처리 기법과, CNN 알고리즘을 활용하여 총 전력 사용량 데이터로부터 개별 가전기기의 전력 사용량을 예측하는 시스템을 제안
 - 시뮬레이션 결과, 이중 상태(on/off)를 가지는 가전기기의 전력 사용량 예측에 있어서 높은 정확도를 보임
 - 초연결 무선 기술 연구 중 무선 전력 전송 부분에서 전력 관리 및 제어 시스템에 응용 가능
- ▶ Prediction technique of energy consumption based on reinforcement learning in microgrids, *The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication* (IF=0.64) 2021.
 - 기존 단기 에너지 사용량 예측 기술에 활용되는 지도학습 알고리즘의 한계를 개선하기 위해 강화학습 기반 단기 에너지 사용량 예측 모델을 제시
 - 시뮬레이션 결과, 이상점의 특징을 가지는 데이터를 제외하고 실제 단기 에너지 사용량값과 유사한 결과값을 보임
 - 초연결 웰니스 플랫폼 서비스에서 인공지능과 의료 시스템 분야에서 고도화된 웰니스 센서에 접목 가능
- ▶ Non-intrusive load monitoring method based on long-short term memory to classify power usage of appliances, *The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication* (IF=0.64) 2021.
 - 전체 전력으로부터 개별적인 IoT 기기의 전력을 찾아내는 기법 연구로 LSTM 모델을 통해 개별적인 IoT 기기의 상태를 예측하는 모델을 제안
 - 높은 예측 정확도를 통해 에너지 관리 시스템에 적용 가능성 제시
 - 통합형 웰니스 센서의 웨어러블 소자, 바이오칩, 임베디드 센서, 웰니스 소자 구현에서의 에너지 관리 시스템에서 저전력 센서 최적화 설계에 응용
- ▶ Game-theory modeling of multicolor LED-based VLC systems under smart interference, *IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences* (IF=0.33) 2021.
 - 가시광 통신 네트워크에서 발생하는 간섭 현상을 Stackelberg 게임이론 기반 간섭 문제를 공식화하고 채널 할당의 최적화 방안 제시
 - 제안하는 최적화 알고리즘은 Lagrangian dual decomposition와 non-linear fractional programming을 통해 최적점을 얻을 수 있는 안정성 확보
 - 초연결 무선 송수신기 설계에 있어 무선 전력 전송 효율 개선을 위한 초연결 통신 시스템 설계에 응용

② 참여대학원생 학술대회 대표실적의 우수성



그림 3. H²WCT 교육연구팀의 참여대학원생 수상 실적.

- H²WCT 교육연구팀의 “융합형 창의 연구역량 강화 계획”에서 창의적인 연구를 통한 논문 발표 및 학술 활동 진행
- 산업 및 사회적·기술적 문제 해결을 위한 창의적 연구를 통한 연구 결과물의 질적 향상
- Institute of electrical and electronics engineers (IEEE)에서 참여대학원생이 IEEE Gold Paper Award 수상
- Institute of electrical and electronics engineers (IEEE)에서 참여대학원생이 IEEE Bronze Paper Award 수상
- 국내 한국정보기술학회에서 참여대학원생이 2개의 우수논문상 수상
- ▶ 논문 제목: Performance of visible light communication networks under smart interference
 - 수상내역: IEEE Gold Paper Award
 - 소속기관명: 광운대학교 전자융합공학과
 - 본 논문은 가시광 통신(Visible light communication, VLC)에서 지능적 간섭 문제를 해결하기 위해 게임이론 기반 접근법과 Lagrangian dual decomposition과 non-linear fractional programming을 통해 가시광 통신에서의 네트워크 안정화 제안
 - 무선 초연결 웰니스 소자 개발을 위해 통신 간섭 문제 완화를 통한 네트워크 관리 부분에 응용
- ▶ 논문 제목: Energy theft detection based on deep reinforcement learning
 - 수상내역: IEEE Bronze Paper Award
 - 소속기관명: 광운대학교 전자융합공학과
 - 본 논문은 전력 네트워크상에서 발생하는 에너지 절도 현상을 검출하기 위해, 강화학습 기반 검출 시스템을 제안하여 실제 에너지절도가 발생하는 데이터를 활용하여, 본 논문에서 제안한 알고리즘을 적용하였을 때, 90%의 검출 정확도 성능을 보임
 - 저전력 무선 전력 전송 기술에서의 전력 계통 네트워크에서 발생하는 손실 최소화를 위한 기술 개발에 응용
- ▶ 논문 제목: Efficient energy trading based on reinforcement learning

- 수상내역: IEEE Bronze Paper Award
 - 소속기관명: 광운대학교 전자융합공학과
 - 본 논문은 마이크로그리드(Microgrid, MG)에서 MG의 전체 이익을 극대화시키기 위한 방안으로 double Kelly 전략 기반의 강화학습 모델을 제시하여 MG의 이익을 고려한 기존의 방법 대비 거래의 안정성과 수익 부분에 있어 성능 개선
 - 초연결 웰니스 융합 서비스 플랫폼 제공을 위해 스마트그리드 내에서의 사용자 현장 적용을 위한 시스템 개발에 기반으로 응용 가능
- ▶ 논문 제목: 단채널 EEG를 이용한 LSTM 기반의 감정분류
- 수상내역: 우수논문상
 - 주관기관: 한국정보기술학회
 - 소속기관명: 광운대학교 전자융합공학과
 - 단채널 뇌파신호에 인공지능 기반의 장단기 메모리 심층신경망을 적용하여 감정을 분류하고, 장단기 메모리 심층신경망을 단채널 EEG 신호에 적용하여 사람의 감정을 높은 정확도로 식별
 - 생활 속에서 수집되는 바이오 정보를 통해 다분야 융합적 인간 경험 기반 웰니스 케어 서비스 실용성 연구에 적용 가능
- ▶ 논문 제목: 주의집중 메커니즘을 결합한 BGRNN을 이용한 코골이 검출
- 수상내역: 우수논문상
 - 주관기관: 한국정보기술학회
 - 소속기관명: 광운대학교 전자융합공학과
 - 인공지능 기반의 주의집중 청각 기술을 코골이 자동검출에 처음으로 접목하여 정확도가 향상된 인공지능적 인 주의집중 청각 기능을 개발
 - 사용자 라이프 스타일 커스터마이징 가능한 웰니스 플랫폼 개발에 적용 가능
- ▶ 논문 제목: Novel channel estimation scheme for backscatter communication systems
- 주관기관: 2020 Symposium of the Institute of Electronics and Information Engineers(IEIE '20)
 - 소속기관명: 광운대학교 전자융합공학과
 - 본 논문은 RF 후방 산란 통신 환경에서 채널 추정을 위해 머신러닝 기반 채널 추정 기법을 제안
 - RF/ 밀리미터파 전파 제어 및 관리를 통한 초연결 무선 웰니스 기술 개발에 응용 가능
- ▶ 논문 제목: Adaptive modulation scheme based on deep learning
- 주관기관: 2020 Symposium of the Institute of Electronics and Information Engineers(IEIE '20)
 - 소속기관명: 광운대학교 전자융합공학과
 - 본 논문은 적응적 변복조 시스템(Adaptive modulation system) 구현을 위해 deep reinforcement learning 기반 알고리즘을 제안
 - 인공지능 기반의 초연결 기술을 위해 무선 회로-시스템-응용 분야 통합 기술 도출로 확장 가능
- ▶ 논문 제목: Loss energy detection with intermediate monitor meter
- 주관기관: 2020 Symposium of the Institute of Electronics and Information Engineers(IEIE '20)
 - 소속기관명: 광운대학교 전자융합공학과
 - 본 논문은 스마트 미터기에 측정이 불가능한 직접적인 미터기 손상, 결측, 바이패싱을 통한 에너지 손실을 발생시키는 원인을 검출하기 위해 IMM(Intermediate monitoring meter) 기반 전력 네트워크 구조를 제안
 - 웰니스 소자의 전력 관리 및 제어부 고장 시 복원 가능한 시스템 설계 연구에 응용 가능

- ▶ 논문 제목: Fully configurable sample-to-answer microfluidic device translated from conventional 96-well ELISA kit
 - 주관기관: Biosensors conference
 - 소속기관명: 광운대학교 전자융합공학과
 - ELISA 단계에 대해 이렇게 얻은 검출 한계(LOD)는 기존의 96-well ELISA 플랫폼보다 개선
 - 초연결 웰니스 소자의 인체 친화형 웰니스 융합 센서 설계를 위한 기술 연구에 기여

- ▶ 논문 제목: DUET-based separation of multiple user signals for digital drone signage systems
 - 주관기관: 2020 The International Conference on Electronics, Electrical Engineering, Computer Science
 - 소속기관명: 광운대학교 전자융합공학과
 - 본 논문은 두 개의 안테나가 있는 FHSS 신호의에서 원본 신호를 분리하는 DUET(Degenerate Unmixing Estimation) 기반 시나리오를 연구
 - DUET 기술이 드론 기반 디지털 사이니지 인식 신호의 혼합 신호를 분리하기 위한 방안으로 활용 가능

- ▶ 논문 제목: Miniaturized, flexible wireless communication system for wearable sensor
 - 주관기관: 한국센서학회
 - 소속기관명: 광운대학교 전자융합공학과
 - 웨어러블 센서와 결합가능한 소형 플렉서블 무선통신 시스템
 - 외부 센서와 flexible flat cable (FFC)로 결합하여 무선으로 다양한 센서를 활용할 수 있는 유연소재 기반의 소형 무선 통신 시스템 개발

- ▶ 논문 제목: Battery-free wireless pulse oximeter
 - 주관기관: 한국센서학회
 - 소속기관명: 광운대학교 전자융합공학과
 - 무전원 산소포화도 측정기에서 코일 안테나를 이용한 자기유도 무선 전력 전송 방식으로 배터리를 대체한 건강 모니터링 가능한 산소포화도 측정 시스템 개발
 - 사용자 바이오 데이터를 장시간 수집할 저에너지 다기능 센서 연구 개발에 응용

- ▶ 논문 제목: Wireless and miniaturized pootentiostat for cyclic voltammetry
 - 주관기관: 한국반도체학술대회
 - 소속기관명: 광운대학교 전자융합공학과
 - 블루투스 무선 통신을 활용하여, 원격으로 전압전류법을 실행할 수 있는 소형 포텐쇼스탯의 소형화된 크기로 무선 통신 시스템과 3전극 시스템이 결합된 전압 전류법 전용 무선 포텐쇼스탯 개발
 - 초연결 웰니스 서비스 제공을 위해 단거리 통신의 효율 최적화를 위한 무선 통신 시스템 개발

- ▶ 논문 제목: Battery-free sensor system based on wireless power supply
 - 주관기관: 한국반도체학술대회
 - 소속기관명: 광운대학교 전자융합공학과
 - 무선 전력 전송 기반의 무전원 센서 시스템 설계를 위해 안테나를 통한 자기유도 무선 전력 전송 방식을 통해 외부 전원을 대체하고, Wi-fi 통신 방식과 서버를 활용하여 무선 제어 및 원격 데이터 처리가 가능한 무선 센서 시스템 개발
 - 생체 및 환경 데이터의 위치 변화에따른 인간 경험 분석을 위한 의도 예측 연구에 접목하여 웰니스 신체 및 정신 건강 상태 진단 시스템 연구 개발에 응용 가능

- ▶ 논문 제목: A low-cost, wireless, and portable potentiostat for cyclic voltammetry
 - 주관기관: 마이크로나노시스템학회
 - 소속기관명: 광운대학교 전자융합공학과
 - 3전극계 및 무선통신 시스템 기반의 전압전류법을 통해 전기화학적 분석을 위한 저비용, 소형 및 휴대용 포텐쇼스탯을 목표로 블루투스 통신을 사용한 전압전류법의 제어 및 실행이 가능하고, 모바일 어플리케이션을 통한 실시간으로 데이터 축적 및 전기화학적 분석이 가능함.
 - 기존 벤치탑 장비의 단점을 보완하여 저비용, 저전력, 휴대용 소형 포텐쇼스탯 개발을 통해 인체 친화형 웰니스 소자 개발에 응용 가능
- ▶ 논문 제목: Wireless power supplied pulse oximeter based on the inductive coupling
 - 주관기관: 마이크로나노시스템학회
 - 소속기관명: 광운대학교 전자융합공학과
 - 자기유도 무선 전력 전송을 이용한 Wi-fi 통신 방식 기반의 유연한 산소포화도 측정 패치, 소형화 및 경량화를 위해 배터리를 무선전력 전송으로 대체하였고, 유연소재 기반으로 소형화된 크기로 제작함. 또한, Wi-fi 통신을 사용하여 센서에서 측정되는 데이터를 무선으로 서버에 저장 가능
 - 웰니스 소자의 노드 에너지 자율형 채널 적응형 상황 인지형 무선 연결 기술에 응용을 통한 완전 자율형 웰니스 소자의 무선 초연결 기술로 확장 가능

③ 참여대학원생 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

- H²WCT 교육연구팀의 융합형 창의적 연구를 통해 논문에서 창의적인 지적 재산권 확보를 위한 핵심 기술 특허 출원 및 등록 진행
- 참여대학원생 초연결 인간 경험 웰니스 융합기술의 지식재산권 확보를 위해 국내 특허 출원 4건, 특허 등록 4건의 실적 달성
- ▶ 특허명: 주변 후방산란 통신에서의 채널 추정 방법 및 그를 위한 장치
 - 등록번호: 10-2198201
 - 소속기관명: 광운대학교 전자융합공학과
 - 본 특허는 무선전력통신 방법 중 하나인 주변 후방산란 통신 시스템에서 송신기와 수신기 사이의 무선 채널 파라미터를 추정하기 위한 방안 제시
- ▶ 특허명: 광 통신 기반의 고속 전송 장치 및 방법
 - 등록번호: 10-2204877
 - 소속기관명: 광운대학교 전자융합공학과
 - 본 특허는 고속 전송 장치 및 방법에 관한 것으로, 초광대역인 광파장대역을 사용하는 광 통신망 환경에서의 고속 전송 장치 및 방법을 제시한 특허임
- ▶ 특허명: IoL 및 리피터 기반의 고속 전송 장치 및 방법
 - 등록번호: 10-2242355
 - 소속기관명: 광운대학교 전자융합공학과
 - 본 특허는 고속 전송 장치 및 방법에 관한 것으로, 초광대역인 광 파장대역을 사용하는 IoL 및 리피터 기반 고속 전송 장치 및 방법을 제시한 특허임

- ▶ 특허명: 밀리미터파 대역 무선 통신을 위한 스위치 빔포밍 안테나 장치
 - 등록번호: 10-2290591
 - 소속기관명: 광운대학교 전자융합공학과
 - 28GHz 대역 빔포밍 안테나 기술을 상용화된 스위치를 활용하여 설계 접근성을 높이며 우수한 성능과 집적도를 보여줌

- ▶ 특허명: 강화 학습 기반 적응형 변복조를 위한 송신기, 방법 및 시스템
 - 출원번호: 10-0107601
 - 소속기관명: 광운대학교 전자융합공학과
 - 본 특허는 채널의 신호대잡음비 범위와 정해진 비트 에러 확률 제한 조건 내에서 최적의 스펙트럼 효율값을 갖는 채널 경계값을 도출하기 위해 강화학습 기반 적응형 변복조 및 코딩 기법 선택 장치 등의 시스템을 제안한 특허임

- ▶ 특허명: 시공간 맥락 정보를 이용하여 동영상 품질을 측정하는 장치 및 방법
 - 출원번호: 10-2021-0010710
 - 소속기관명: 광운대학교 전자융합공학과
 - 초연결 인간 중심 증강 현실 시스템으로 웰니스 서비스 제공을 위해 시공간 특징을 무참조 개인 맞춤형 비디오 자동 분류에 적용하여 자율적 인공지능을 통한 비디오 화질 개선에 기여

- ▶ 특허명: 전력증폭기 칩의 웨이퍼 레벨 테스트 방법 및 장치
 - 출원번호: 10-2020-0142347
 - 소속기관명: 광운대학교 전자융합공학과
 - 추가적인 RF 장비나 시간 투자 없이 전력증폭기 칩에 대해 웨이퍼 레벨에서 쉽고 빠르게 테스트할 수 있는 방법 및 장치에 관한 특허

- ▶ 특허명: RF 빔포밍 집적회로의 웨이퍼 레벨 테스트 방법 및 장치
 - 출원번호: 10-2020-0147075
 - 소속기관명: 광운대학교 전자융합공학과
 - 빔포밍 집적회로의 웨이퍼레벨 번인 테스트에 있어서 고주파 신호발생기와 같은 고가의 장비가 필요하지 않고, 테스트에 소요되는 시간을 현저히 줄일 수 있으며, 수많은 동작 스테이트들을 자동적으로 테스트할 수 있기 때문에 효율적인 테스트가 가능

4. 신진연구인력 현황 및 실적

채용 신진인력 : 유복흥 (Fu-Xing Liu) 박사 (박사후 과정생)

(1) 신진연구인력 확보계획에 부합하는 우수한 연구 능력(다수의 Q1 SCI 논문 실적 보유)을 소유한 유복흥 박사를 박사후과정생으로 1년 계약함

(2) 신진연구인력의 연구활동 지원 계획에 따라

- 재정적 지원 : 사업규정에 따라 신진연구인력에게 인건비 및 4대 보험을 국고지원금 예산을 통해 지원하고 박사 후 과정의 1인당 월 인건비는 본 사업의 예산과 사업팀의 규모를 고려하여 결정하되 최소 3,000,000원

이상 지급

- 성과급 지원 : SCI 논문 게재에 따른 인센티브 지급
- 국제워크샵에 강사로 연구 성과를 발표함
- 학술활동 지원으로 국내 한국전자과학회 학술대회에서 논문 발표를 지원함
- 연구 공간 및 필요 연구 장비를 지원함으로써 편안하게 연구에 전념할 수 있는 환경을 제공함

(3) 신진연구인력 **활용계획**에 따라

- 참여교수와 유기적인관계 속에 프로젝트에 직간접 참여함
- 참여대학원생들의 연구와 논문 작성에 멘토링을 통해 도움을 줌
- 대학원 수업에 실험 조교로 참여하여 교육 및 학생 지도의 기회와 경험을 쌓도록 함

연구실적

- SCI 논문 발표 2건 :
 - 유복홍, 이종철, “A Dual-Mode Power Divider with Embedded Meta-Materials and Additional Grounded Resistors,” IEEE Trans. Microwave Theory Tech., vol. 69, no. 8, pp. 3607-3615, Aug. 2021.
 - 왕양, 권순학, 유복홍, 장소우, 이종철, “A New Chipless RFID Permittivity Sensor System,” IEEE Access, vol. 9, pp. 35027-35033, March 2021.
- 학술대회 논문발표 2건 :
 - 유복홍, 권순학, 이종철, “Theoretical Study on Artificial Coupled Line,” 한국전자과학회 동계종합학술대회 논문집, vol. 3, no. 1, 2021. 2. 17~20.
 - 유복홍, 권순학, 이종철, “Compact Coupled Line with Zero Phase Difference,” 한국전자과학회 하계종합학술대회 논문집, vol. 9, no. 1, 2021. 8. 18~21.
- 특허 출원 및 등록
 - ① 등록 특허
 - 발명의 명칭: 2대역 전력분배기에서 거짓 대역을 억압하는 복합 L타입 전송라인
출원번호: 10-2020-0025673 (2020. 02. 29)
등록번호: 10-2289944 (2021. 08. 09)
발명인: 이종철, 유복홍
 - 발명의 명칭: 영도 복합 좌측 우측 전송라인들을 갖는 단일 대역 전력 분배기
출원번호 : 10-2019-0178241 (2019. 12. 30)
등록번호 : 10-2237854 (2021. 04. 02)
발명인: 이종철, 유복홍
 - ② 출원 특허
 - 발명의 명칭: 추가적인 접지된 저항을 갖는 비손실 모드 전력 분배기
출원번호 : 10-2021-0108380 (2021. 08. 17)
발명인 : 이종철, 유복홍
 - 발명의 명칭: 추가적인 접지된 저항을 갖는 감쇄된 모드 전력 분배기
출원번호 : 10-2021-0108381 (2021. 08. 17)
발명인 : 이종철, 유복홍

교육실적

Class : 전자융합공학과 대학원 <5G 시스템 설계>

일시 : 2021학년도 1학기

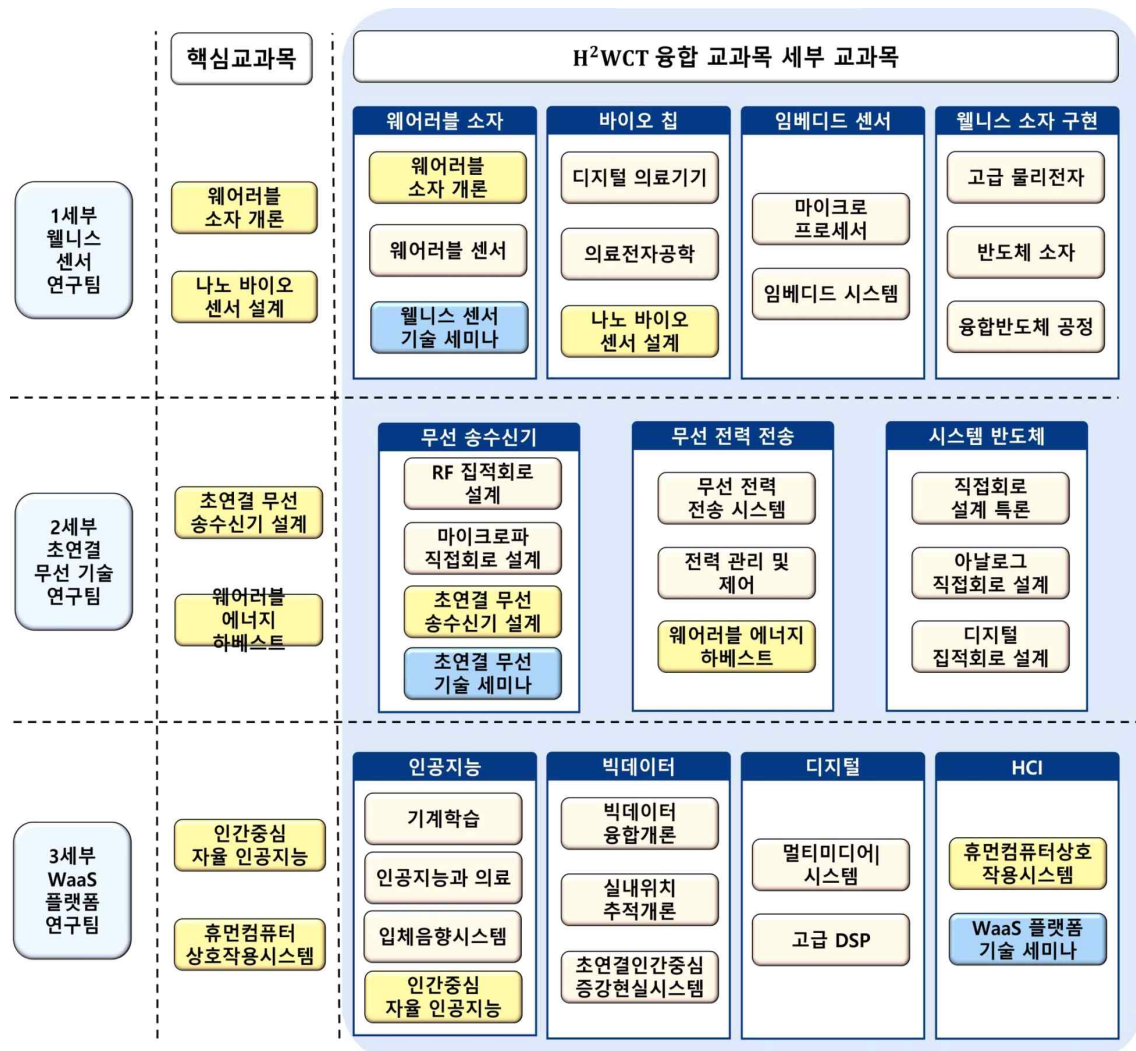
역할 : 설계 조교

향후 추진 계획

1차년도 신진교수 인력으로 채용된 Fu-Xing Liu 박사는 탁월한 연구 역량으로 우수한 SCI 논문 게재, 특허 출원 및 등록, 학술대회 논문 발표, 국제 워크샵 강사, 프로젝트 공동 참여 등 선정 당시 작성된 본 팀의 목표 및 계획을 120 % 달성 해 주었음. 아쉽게 1년 계약을 마치고 중국 회사로 취업해 떠나게 되었지만 그의 헌신적인 노력으로 본 팀의 활동 및 실적에 큰 공헌을 하였음.

2차년도에도 우수한 연구 능력을 보유한 신진 연구 인력을 채용하여 본 팀이 목표하고 계획한 연구 및 연구활동, 그리고 그 밖의 팀 활동에 공헌 할 수 있는 지원과 시스템을 운영코자 함.

5. 참여교수의 교육역량 대표실적



■ H²WCT 교육연구팀의 연구역량 향상을 위해 광운대학교에서 대학원생 대상 신설 과목 개설

- 향후 실용적 연구역량 강화를 위한 산업 및 사회·기술적 문제 해결을 위한 최신 기술 관련 신설 과목 개설 예정

▶ 교육활동내용: 인공지능과의료 교과목 강의

- 교육활동: 대학원생 대상 강의
- 소속기관명: 광운대학교 전자융합공학과
- 미래형 전자 바이오 시스템에 적용을 위해 웰니스 융합 센서를 위한 통합 플랫폼을 통한 데이터 통합처리, 자율형 제어, 개인 맞춤형 신체 데이터 모니터링 및 신체 이상 징후 경고 알람을 위한 교과목 개설

▶ 교육활동내용: 멀티미디어시스템 교과목 강의

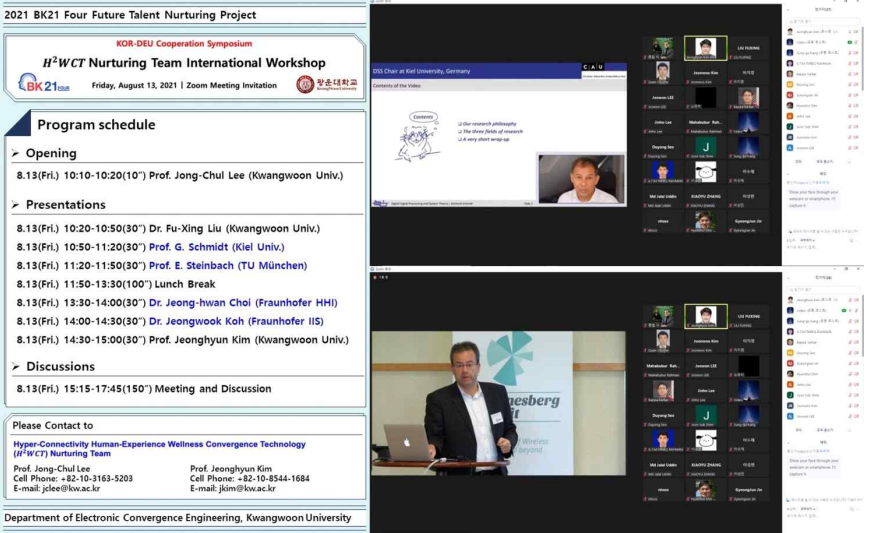
- 교육활동: 대학원생 대상 강의
- 소속기관명: 광운대학교 전자융합공학과
- 사용자 친화적 접근을 위한 데이터 시각화 및 초연결 융합적 인간 경험 기반 웰니스 케어 적용을 위한 멀티 미디어 시스템 교과목 개설

6. 교육의 국제화 전략

① 교육 프로그램의 국제화 현황 및 계획

(1) 교육 프로그램의 국제화 현황

세부 내용	달성도	실적 요약
화상회의를 통한 연구결과 공유와 토의	100%	• 독일 Kiel 대학교 전자공학과 Gerhard Schmidt 교수와 ‘음성신호 분석을 통한 파킨슨병 진단’ 실험결과 공유 및 COVID-19 이후의 방문/협력연구 방향 토의 • 독일 뮌헨공과대학교 (TU Munich) 전자공학과 Eckehard Steinbach 교수와 ‘햅틱신호 인식을 통한 시청각적 모니터링 시스템’ 실험결과 공유 및 COVID-19 이후의 방문/협력연구 방향 토의 • 독일 Berlin 공과대학교 (TU Berlin) 전자 및 컴퓨터 공학과 Thomas Sikora 교수와 ‘시청각 자극에 따른 생체신호 인식을 통한 멀티미디어 콘텐츠 분류 및 검색’에 관한 연구내용 공유 및 COVID-19 이후의 방문/협력연구 방향 토의
공동연구를 통한 국제저널 논문 출판	100%	• 미국 Northwestern University의 John A. Rogers 교수와 국제저널 IEEE Sensors Journal에 Wireless, Accumulation Dosimeters Monitor Pulsed and Non-pulsed Germicidal Lamps 논문 출판
Untact International Workshop 개최	100%	• 기간: 2021년 8월 13일 10~15시 • Workshop을 위한 해외학자 초빙 및 세션별 강의내용 - 독일 뮌헨공과대학교 Eckehard Steinbach 교수(IEEE Fellow): 언택트 시대의 Telepresence와 촉각 인터넷을 위한 차세대 시청각 촉각 정보처리 및 통신 - 독일 Kiel 대학교 전자공학과 Gerhard Schmidt 교수: 의료, 음성 및 오디오, 언더웨어 분야에서의 진보적인 신호처리 및 통신 경향 • Workshop을 위한 해외 한국인 연구자 초빙

		- 독일 프라운호퍼 HHI 최정환 박사: COVID-19로 인한 인터넷 데이터 사용량 증가와 지구 환경을 고려한 IC 및 광 모듈 초저전력 연구 활동 - 독일 프라운호퍼 IIS 고정욱 박사: 8비트, 10비트, 12비트 사이에서 프로그래밍 가능한 분해능을 가진 5MSample/s 전류 스티어링 디지털-아날로그 변환기 • Workshop을 위한 광운대학교 연구팀 연구내용 공유 - 광운대학교 김정현 교수, Fu-Xing Liu 박사
		 2021 BK21 Four Future Talent Nurturing Project KOR-DEU Cooperation Symposium H²WCT Nurturing Team International Workshop Friday, August 13, 2021 Zoom Meeting Invitation Program schedule Opening 8.13(Fri.) 10:10-10:20(10') Prof. Jong-Chul Lee (Kwangwoon Univ.) Presentations 8.13(Fri.) 10:20-10:50(30') Dr. Fu-Xing Liu (Kwangwoon Univ.) 8.13(Fri.) 10:50-11:20(30') Prof. G. Schmidt (Kiel Univ.) 8.13(Fri.) 11:20-11:50(30') Prof. E. Steinbach (TU München) 8.13(Fri.) 11:50-13:30(100') Lunch Break 8.13(Fri.) 13:30-14:00(30') Dr. Jeong-hwan Choi (Fraunhofer HHI) 8.13(Fri.) 14:00-14:30(30') Dr. Jeongwook Koh (Fraunhofer IIS) 8.13(Fri.) 14:30-15:00(30') Prof. Jeonghyun Kim (Kwangwoon Univ.) Discussions 8.13(Fri.) 15:15-17:45(150') Meeting and Discussion Please Contact to Hyper-Connectivity Human-Experience Wellness Convergence Technology (H²WCT) Nurturing Team Prof. Jong-Chul Lee Cell Phone: +82-10-3163-5203 E-mail: jcllee@kw.ac.kr Prof. Jeonghyun Kim Cell Phone: +82-10-8544-1684 E-mail: jkim@kw.ac.kr Department of Electronic Convergence Engineering, Kwangwoon University
해외 대학원생 유치	100%	• 중국 Univ. of Jinan에서 석사학위를 취득한 Mr. Yunjian 군을 박사 과정 학생으로 유치 • 파키스탄 Islamic 대학의 박사과정 연구원 2명 유치

(2) 교육 프로그램의 국제화 계획

세부 내용	계획 요약
공동연구	• 미국 UCSD의 ECE Dept.의 G. M. Rebeiz 교수 Lab과 협력 및 방문 연구 진행 예정 • 미국 Northwestern University의 John A. Rogers 교수와 ‘펄스 및 비펄스 살균 램프 모니터링’에 관한 협력 및 방문 연구 진행 예정 • 독일 Kiel 대학교 Gerhard Schmidt 교수와 ‘음성신호 분석을 통한 파킨슨병 진단’ 및 ‘생체신호를 이용한 신체 및 정서 상태 진단 및 처방’에 관한 협력 및 방문 연구 진행 예정 (기간: 2022년 3월~8월) • 독일 Berlin 공과대학교 (TU Berlin) Thomas Sikora 교수와 ‘시청각 자극에 따른 생체신호 인식을 통한 멀티미디어 콘텐츠 분류 및 검색’에 관한 협력 및 방문 연구 토의 예정
인적교류를 위한	• 기간: 2022년 8월 예정 • 해외학자 및 산업체 초청대상자

해외 저명인사 및 전문가 초청강의	- 스위스 베른 대학교 Torsten Braun 교수 - 독일 Analog Devices 산업체연구소의 Dietmar Ruwisch 박사
해외 연구생 지도 계획	• 독일 Kiel 대학교 방문 및 협력연구 진행 시 Gerhard Schmidt 교수 소속 연구원의 연구방향 및 실험 지도
우수 해외 대학원생 유치 계획	• 중국 Harbin Institute of Technology 대학의 Professor Qun Wu 연구실과의 교류 • 중국 청도이공대학교와의 교류 • 파키스탄 Islamic 대학에서의 지원 학생 프로그램 운영

② 참여대학원생 국제공동연구 현황과 계획

(1) 참여대학원생 국제공동연구 현황

세부 내용	달성도	실적 요약
국제공동연구 참여	-	• 전 세계적인 Covid-19 감염 확진자의 급증으로 인해 대학원생의 국제공동연구 참여 기회가 제공되지 못함

(2) 참여대학원생 국제공동연구 계획

세부 내용	계획 요약
국외 우수대학 및 유관기관과 국제교류	• 국외 대학 및 기관과의 MOU 체결을 통한 지속적 국제교류 확대 • 국외 MOU 대학들과 연구결과 공유 및 비대면 영상회의 확대
국외 대학의 단기 해외방문 계획	• 미국 State University of New York(SUNY), Binghamton (김정현 교수) • 중국 Harbin Institute of Technology (이종철 교수) • 캐나다 University of Western Ontario (김진영 교수)
박사학위 취득예정자의 학위취득 후 해외 우수대학 및 연구소 공동연구 참여 기회 지원	• 국제공동연구 참여 기회 제공을 위한 국외 우수대학과의 지속적인 MOU 체결 • 박사학위 취득 후 국제공동연구 기회 제공 • 정부 해외 연구자 지원사업과 연계를 통한 공동연구 참여자의 재정적 지원

□ 연구역량 대표 우수성과

1. 본 연구팀의 심준섭 교수 연구팀(전자융합공학과)은 ACS(American Chemical Society)에서 발행하는 Analytical Chemistry 저널(JCR Q1 랭킹, Impact Factor: 6.785)의 표지논문으로 선정됨. 레이저를 이용한 스마트폰 기반의 바이오칩 제어 플랫폼 개발에 성공함.

스마트폰을 이용해 바이오칩의 측정 결과를 이미지 처리를 통해 분석하는 기술이 개발됨. 바이오칩을 이용하면 소량의 혈액이나 침, 콧물 등으로 가정이나 식당 등에서 개개인의 건강을 자가진단 할 수 있지만 바이오칩으로 질병 진단을 하기 위해서는 바이오칩의 측정 영역에 다양한 시약을 공급해주고 반응시키는 과정이 필요함. 이를 일반 사용자가 손쉽게 진행하기 위해서는 모든 시약 반응 과정을 정확하게 모니터링하고 제어할 수 있는 자동화된 시스템을 개발함. 연구팀은 측정영역에서 반사되는 레이저의 강도를 스마트폰으로 측정하여 바이오칩의 측정영역에 시약이 채워지고 흘러나가는 과정을 관측함. 또한 측정영역이 공기로 채워져서 반사되는 레이저의 강도가 크면 스마트폰 촬영 이미지가 하얗게 포화되는 백화 현상을 이용해, 색깔 변화 만으로 시약의 이동을 제어하는 바이오칩 구동용 스마트폰 어플을 개발함. 이를 심부전 진단을 위한 혈액 검사에 적용하여 7.81 pg/ml의 높은 민감도로 심부전 진단용 단백질(NT-proBNP)을 검출하였다.



그림 10 레이저를 이용한 스마트폰 기반 바이오칩 제어 플랫폼 개념도

2. 본 연구팀의 김진영 교수 연구팀(전자융합공학과)은 빅 데이터 기반 위험 예측 장치 및 방법을 기술이전 하였음. 등록 특허(빅 데이터 기반 위험 예측 장치 및 방법, 등록번호:10-1785823, 등록일: 2017년 9월)에 대한 기업의 통상실시권을 부여한 기술이전 계약임. 본 특허는 사용자의 보행과 관련된 정보와 외부로부터 수신한 위험 예측 변수 정보 및 사고자의 보행과 관련된 정보에 기초하여 사용자의 위험 지수를 평가하는 기술임. 해당 기업은 빅데이터 관련 사업을 진행 중이며 해당 특허를 기술이전 받아 제품 및 서비스 개발에 활용 가능함.



휴플

사람을 향한 데이터,
여정에 의미만 플랫폼이 되다.

주식회사 휴플은 데이터 서비스 기업으로,
서비스 디자인을 통해 창의적인 데이터 사업을 구축하는 전문가들이 일하는 회사입니다.
휴플은 여행의 소중한 가치가 모든 사람들에게 제공될 수 있도록 관광 향유권을 위해
데이터를 활용한 여행플랫폼 사업을 설계해 나가고 있습니다.

그림 11 데이터 서비스기업 (주)휴플에 빅데이터 기반 위험 예측 장치 및 방법 특허 기술이전함

3. 본 연구팀 김정현 교수 연구팀은 Advanced Materials Technologies (IF 7.848)에 Assembly-Type Wireless Communication Patch for Miniaturized Flexible Wearable Sensors 의 논문을 게재함. 본 논문은 특정 목적과 수요에 따라서 유연한 센서와 결합하여 사용할 수 있는 무선 통신 패치를 개발했다는 점에서 큰 의미가 있음.

건강 상태를 진단하거나 주변 환경을 모니터링하기 위한 웨어러블 기기의 개발이 점차 늘어나고 있는데, 웨어러블 기기를 이용한 지속적인 모니터링에는 적절한 센서, 데이터 처리 시스템, 무선 통신 시스템이 필요함. 본 연구에서는 생체 신호 및 환경 측정을 획득하고 처리하기 위해 유연 장치의 소형화를 위한 장치 및 조립형 개념을 구현함. 무선 통신 시스템의 동작은 마이크로컨트롤러를 이용한 후처리 후 정량적인 정보를 제공하는 맥박산소측정기, UV센서, 자이로스코프, 온도센서를 이용하여 검증함.

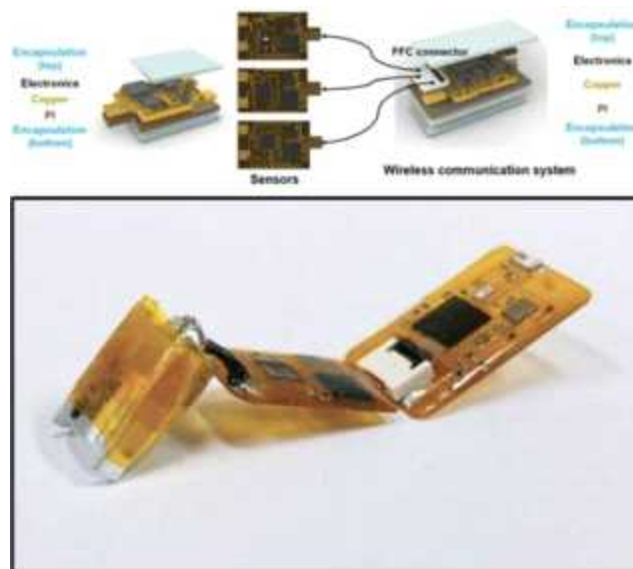


그림 12 개발된 웨어러블 센서용 무선통신 패치

1. 참여교수 연구역량

1.1 연구비 수주 실적

〈표 3-1〉 최근 1년간(2020.9.1.-2021.8.31.) 참여교수 1인당 정부, 산업체, 해외기관 등 연구비 수주 실적

항 목	수주액(천원)		
	3년간(2017.1.1.-2019.12.31.) 실적 (선정평가 보고서 작성내용)	최근 1년간(2020.9.1.-2021.8.31.) 실적	비고
정부 연구비 수주 총 입금액	2,266,816.4	755,022	
산업체(국내) 연구비 수주 총 입금액	135,800	38,500	
해외기관 연구비 수주 총 (환산) 입금액	0	0	
참여교수 수	6	6	
1인당 총 연구비 수주액	400,436.1	132,253.6	

가. 1.2 연구업적물

① 참여교수 연구업적물의 우수성

- 본 연구팀에서 운영하는 초연결 인간경험 기반의 웰니스 융합기술 인재양성팀은 융합형 창의연구 역량 강화, 국제 경쟁력 강화, 실용적 연구역량 강화, 그리고 연구 효율성 향상을 통해 학술 및 연구력 향상 등의 시너지 효과를 극대화 하였음.

- 본 연구팀이 제안한 연구결과물의 질적 향상 계획

◆ SCI급 국제저널 - JCR 분야별 상위 10% 이내의 최우수 저널 게재 확대

◆ 특허 - 상용화 및 기술이전이 가능한 특허 출원 및 등록 확대

◆ 기술 이전 - 웰니스 기업과의 노하우 및 특허기술 이전 추진

- 당초 계획 대비 실적

◆ SCI급 국제저널

- JCR 분야별 상위 10% 이내의 최우수 저널 게재하였음

- 심준섭 교수 연구팀은 Analytical Chemistry에 Smartphone-based Fully Automated Optofluidic Device with Laser-irradiation-induced Image Whitening 의 논문을 게재함

- 또한 상기 논문은 Analytical Chemistry 저널의 표지논문으로 선정되어 연구결과의 우수성이 입증됨

- Analytical chemistry는 IF 6.987이고 Chemistry, Analytical 분야의 83개 논문중 8위 (상위 9.04%)에

Rank by Journal Impact Factor

Journals within a category are sorted in descending order by Journal Impact Factor (JIF) resulting in the Category Ranking below. A separate rank is shown for each category in which the journal is listed in JCR. Data for the most recent year is presented at the top of the list, with other years shown in reverse chronological order. [Learn more](#)



그림 13 Analytical Chemistry JCR Rank

◆ 특허

- 상용화 및 기술이전이 가능한 특허 출원 및 등록을 확대하였음
- 본 연구팀은 총 8건의 특허를 등록하였고 4건의 특허출원을 달성하였음

◆ 기술 이전 - 웰니스 기업과의 노하우 및 특허기술 이전 추진

- 본 연구팀은 2건의 기술이전을 달성하였음
- 본 연구팀 김진영 교수 연구팀은 빅 데이터 기반 위험 예측 장치 및 방법을 기술이전 하였음. 등록특허(빅 데이터 기반 위험 예측 장치 및 방법, 등록번호:10-1785823, 등록일: 2017년 9월)에 대한 기업의 통상실시권을 부여한 기술이전 계약임. 본 특허는 사용자의 보행과 관련된 정보와 외부로부터 수신한 위험 예측 변수 정보 및 사고자의 보행과 관련된 정보에 기초하여 사용자의 위험 지수를 평가하는 기술임. 해당 기업은 빅데이터 관련 사업을 진행 중이며 해당 특허를 기술이전 받아 제품 및 서비스 개발에 활용 가능함.
- 본 연구팀 심준섭 교수 연구팀은 액체시료분석장치를 기술이전하였음. 등록특허(액체 시료 분석 장치, 등록번호 10-1770796, 등록일: 2017년 8월)에 대한 (주)바이오제네시스에 양도한 기술이전 계약임. 본 특허는 질병진단을 위한 다단계의 시약반응을 프로그램된 순서로 진행될 수 있도록 미세 펌프와 미세 밸브 구조물을 이용해 시약을 순차적으로 이동 및 반응 시키는 바이오칩에 대한 기술임. 해당 기업은 질병 진단 및 헬스케어 사업을 진행 중이며 해당 특허를 기술이전 받아 연구 개발 및 제품화에 활용 가능함.

- 상기 기술한 연구실적을 평가해 볼 때 선정평가 당시 작성된 교육연구단의 “연구 연구역량 향상 계획” 대비 실적을 충분히 달성하였음.

② 교육연구단의 학문적 수월성을 대표하는 연구업적물 (최근 1년(2020.9.1.-2021.8.31.))

연번	대표연구업적물 설명
1	본 연구팀 심준섭 교수 연구팀(전자융합공학과)은 스마트폰에 탑재된 어플로 레이저를 이용해 광학 방식으로 바이오칩을 제어할 수 있는 플랫폼 개발에 성공하였다. 연구 결과는 분석화학 분야에서 JCR상위 10% 이내인 Analytical Chemistry 저널의 표지논문으로 선정되었다. 바이오칩을 이용하면 소량의 혈액이나 침, 콧물 등으로 가정이나 식당 등에서 개인의 건강을 자가진단 할 수 있다. 또한 최근에는 스마트폰을 이용해 바이오칩의 측정 결과를 이미지 처리를 통해 분석하는 기술이 개발되고 있다. 심준섭 교수 연구팀은 바이오칩에서 다양한 시약을 공급해주고 반응시키는 과정을 레이저를 이용해 모니터링하고 제어할 수 있는 자동화된 시스템을 개발하였다. 이를 심부전 진단을 위한 혈액 검사에 적용하여 7.81 pg/ml의 높은 민감도로 심부전 진단용 단백질(NT-proBNP)을 검출하였다.

2	본 연구팀의 김진영 교수 연구팀(전자융합공학과)은 빅 데이터 기반 위험 예측 장치 및 방법을 기술이전 하였음. 등록 특허(빅 데이터 기반 위험 예측 장치 및 방법, 등록번호:10-1785823, 등록일: 2017년 9월)에 대한 기업의 통상실시권을 부여한 기술이전 계약임. 본 특허는 사용자의 보행과 관련된 정보와 외부로부터 수신한 위험 예측 변수 정보 및 사고자의 보행과 관련된 정보에 기초하여 사용자의 위험 지수를 평가하는 기술임. 해당 기업은 빅데이터 관련 사업을 진행 중이며 해당 특허를 기술이전 받아 제품 및 서비스 개발에 활용 가능함.
3	본 연구팀 김정현 교수 연구팀은 Advanced Materials Technologies (IF 7.848)에 Assembly-Type Wireless Communication Patch for Miniaturized Flexible Wearable Sensors 의 논문을 게재함. 본 논문은 특정 목적과 수요에 따라서 유연한 센서와 결합하여 사용할 수 있는 무선 통신 패치를 개발했다는 점에서 큰 의미가 있음. 건강 상태를 진단하거나 주변 환경을 모니터링하기 위한 웨어러블 기기의 개발이 점차 늘어나고 있는데, 웨어러블 기기를 이용한 지속적인 모니터링에는 적절한 센서, 데이터 처리 시스템, 무선 통신 시스템이 필요함. 본 연구에서는 생체 신호 및 환경 측정을 획득하고 처리하기 위해 유연 장치의 소형화를 위한 장치 및 조립형 개념을 구현함. 무선 통신 시스템의 동작은 마이크로컨트롤러를 이용한 후처리 후 정량적인 정보를 제공하는 맥박산소측정기, UV센서, 자이로스코프, 온도센서를 이용하여 검증함.

③ 참여교수 특허, 기술이전, 창업 실적의 우수성

◆ 특허

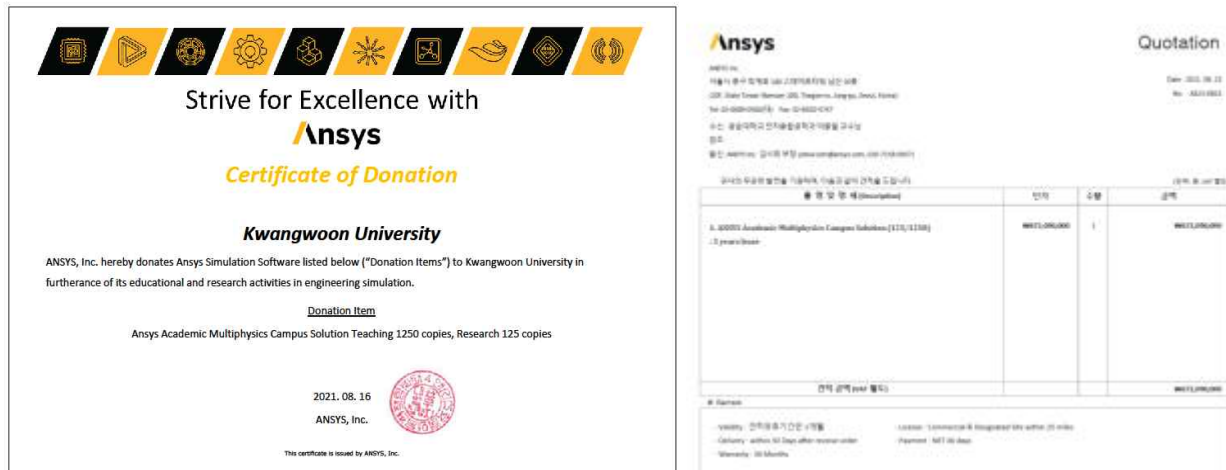
- 상용화 및 기술이전이 가능한 특허 출원 및 등록을 확대하였음
- 본 연구팀은 총 8건의 특허를 등록하였고 4건의 특허출원을 달성하였음

◆ 기술 이전 - 웰니스 기업과의 노하우 및 특허기술 이전 추진

- 본 연구팀은 2건의 기술이전을 달성하였음
- 본 연구팀 김진영 교수 연구팀은 빅 데이터 기반 위험 예측 장치 및 방법을 기술이전 하였음. 등록 특허(빅 데이터 기반 위험 예측 장치 및 방법, 등록번호:10-1785823, 등록일: 2017년 9월)에 대한 기업의 통상실시권을 부여한 기술이전 계약임. 본 특허는 사용자의 보행과 관련된 정보와 외부로부터 수신한 위험 예측 변수 정보 및 사고자의 보행과 관련된 정보에 기초하여 사용자의 위험 지수를 평가하는 기술임. 해당 기업은 빅데이터 관련 사업을 진행 중이며 해당 특허를 기술이전 받아 제품 및 서비스 개발에 활용 가능함.
- 본 연구팀 심준섭 교수 연구팀은 액체시료분석장치를 기술이전하였음. 등록특허(액체 시료 분석 장치, 등록번호 10-1770796, 등록일: 2017년 8월)에 대한 (주)바이오제네시스에 양도한 기술이전 계약임. 본 특허는 질병진단을 위한 다단계의 시약반응을 프로그램된 순서로 진행될 수 있도록 미세 펌프와 미세 밸브 구조물을 이용해 시약을 순차적으로 이동 및 반응 시키는 바이오칩에 대한 기술임. 해당 기업은 질병 진단 및 헬스케어 사업을 진행 중이며 해당 특허를 기술이전 받아 연구 개발 및 제품화에 활용 가능함.

2. 산업·사회에 대한 기여도

- 다중 물리 시뮬레이션 분야 세계적 기업 ANSYS과의 산학교류 및 상호협력:
안테나 시뮬레이션 소프트웨어인 HFSS (약 7억원 상당)를 기증받음.



2. 참여교수의 연구의 국제화 현황

① 국제적 학술활동 참여 실적 및 현황

(1) 국제학회/학술대회 활동

	학술대회명	참여기간	참여역할	참여자
1	The 6 th International Conference on ENGE 2020	2020.11.01~2020.11.04	초청강연	김정현
2	The 7th International Conference on Electronic, Electrical Engineering, Computer Science 2020	2020.01.01~2020.12.31	Workshop Chair	김진영
3	IEEE TENSYP2021	2021.01.01~2021.12.31	TPC Member	김진영
4	IEEE ICC2022	2021.09.01~	OC Chair	김진영

(2) 국제학술지 관련 활동

	학술지명	역할	참여자
1	Micromachines	편집위원	김정현
2	Frontiers in Electronics	편집위원	김정현
3	Nature Electronics	Review	김정현
4	Applied Sciences	Review	김형국

(3) 국제 저술 활동

	저서명	출판사	ISBN	저자
1	Networks and near-field communication: up-close but far away	Elsevier	978-0-12-818914-6	김정현

② 국제 공동연구 실적

〈표 3-6〉 최근 1년간 국제 공동연구 실적

연번	공동연구 참여자		상대국 /소속기관	국제 공동연구 실적	DOI 번호/ISBN 등 관련 인터넷 link 주소
	교육연구팀 참여교수	국외 공동연구자			
1	김정현	John A. Rogers	USA/Northwestern University	국제저널 IEEE Sensors Journal에 Wireless, Accumulation Dosimeters Monitor Pulsed and Non-pulsed Germicidal Lamps 논문 출판	10.1109/JSEN.2021.3091876

③ 외국 대학 및 연구기관과의 연구자 교류 실적 및 계획

당초 계획	교류 실적
국제 공동연구 및 초청세미나	미국 Northwestern University의 John A. Rogers 교수 연구팀과의 공동연구 및 논문 출판
	- 한독 국제워크숍 개최 (온라인) 일시 : 2021.08.13. 독일 뮌헨공과대학교 (TU Munich) Eckehard Steinbach 교수 (IEEE Fellow), Kiel 대학교 전자공학과 Gerhard Schmidt 교수, 프라운호퍼 HHI 최정환 박사, 프라운호퍼 IIS 고정욱 박사를 초청하고, 본 연구팀의 김정현 교수, 유복홍 박사를 연사로 하여 워크숍을 진행하였음.
참여대학원생 단기 방문 연구	코로나19로 인해 미시행
국제공동연구과제 도출	국제공동연구과제 도출을 위한 신현철 교수 UCSD 방문

IV

4단계 BK21 교육연구단(팀) 관련 언론보도 리스트

교육연구단(팀)명	초연결 인간경험 기반 웰니스 융합기술 인재양성팀
교육연구단(팀)장명	이종철

연 번	구 분	언론사명 /수상기관 등	보도일자/ 수상일자 등	제 목/ 수상명 등	관 렸 URL
		주요내용 (200자이내)			
1	성과	이데일리 외 6건	21.05.10	레이저 이용한 바이오칩 제어 스마트폰 개발	https://www.edaily.co.kr/news/read?newsId=03381686629047608&mediaCodeNo=257&OutLnkChk=Y
		Analytical Chemistry 저널(JCR Q1 랭킹, Impact Factor: 6.785)의 표지논문으로 선정됨			