
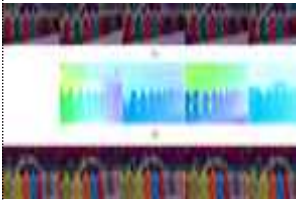


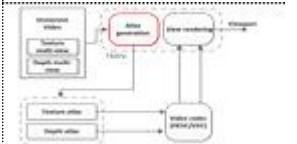


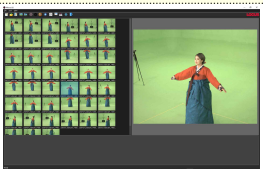

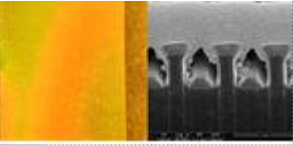







첨부1 정부 홀로그램 R&D 사업 성과 현황




1 홀로그램 기술개발

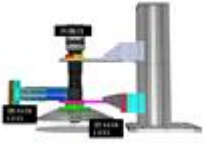


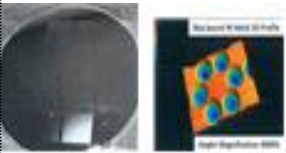
(총괄) 플렌옵틱 기반 홀로그램 핵심기술개발 1 (세부1) 중대형 공간용 초고해상도 비정형 플렌옵틱 동영상 저작/재생 플랫폼 기술 개발 (2020-2023년, 한국전자통신연구원(김도형))								
주요 기술개발 내용(*대표성과)	상용화 예상 시기	달성수준	국내최고 수준	세계최고 수준 (보유국, 기업/기관명)	해당기술 카테고리 선택			
					시각화 기술 (중장기)	홀로그램 비파괴검사	프린팅을 포함한 HOE 상용화	
 <ul style="list-style-type: none"> ○ 비정형 플렌옵틱 획득 기술 - 공동연구기관(EBS), 국립국악원과 부채춤, 강강수월래 등 시범 콘텐츠 제작 	24~ 25년	4K, 60fps, 이중 광학계	FHD	4K, 동종 광학계 (미국, 구글)	○			
 <ul style="list-style-type: none"> ○ 비정형 플렌옵틱 저작 기술 - 플랫폼 SDK, Nuke 플러그인 지원 - 유니티 런타임 플러그인 및 Web RTC 지원 	24~ 25년	다중 요소 영상 유지, 다중 객체 지원	단일 영상	다중 요소영상 비유지 (독일, 프라운호퍼)	○			
 <ul style="list-style-type: none"> ○ 비정형 플렌옵틱 가시화 기술 - VR HMD 등 임의 입체영상 디스플레이 지원 - Looing Glass Factory, Sony Spatial Reality Display 시연 	24~ 25년	양안 및 운동 시차	양안 시차	N/A	○			






2 (세부2)중대형 공간용 초고해상도 비정형 플렌옵틱 영상 저장/압축/전송 기술 개발(2020-2023년, 한국전자기술연구원(김용환))								
주요 기술개발 내용 (* 핵심기술 및 대표성과)	상용화 예상 시기	달성수준	국내최고 수준	세계최고 수준 (보유국, 기업/기관명)	해당기술 카테고리 선택			
					시각화 기술 (중장기)	홀로그램 비파괴검사	프린팅을 포함한 HOE 상용화	
 <ul style="list-style-type: none"> 3D 포인트 클라우드 고속 패치 생성 기술 (ISO/IEC MPEG-I V-PCC (Video-based Point Cloud Compression)) <ul style="list-style-type: none"> ISO/IEC 23090-19 표준 채택 	25년	부호화 시간 30% 절감	-	- (미국, 인터디지 털)	○			
 <ul style="list-style-type: none"> 몰입형(초다시점, 3DoF+) 영상의 고효율 깊이 영상 부/복호화 기술 (ISO/IEC MPEG-I MIV (MPEG Immersive Video)) <ul style="list-style-type: none"> ISO/IEC 23090-12 표준 제안 중 	26년	압축율 10% 향상	-	- (네덜란드, 필립스)	○			
 <ul style="list-style-type: none"> 다시점 비디오 저지연 스트리밍 기술 	26년	전송지연 ≤10msec	≤375ms	≤125ms (미국, CacheFly)	○			
 <ul style="list-style-type: none"> 몰입형(초다시점, 3DoF+) 영상 고속 패치 생성/병합 기술 (ISO/IEC MPEG-I MIV (MPEG Immersive Video)) <ul style="list-style-type: none"> ISO/IEC 23090-23 표준 채택 	26년	복호화 시간 43% 절감	-	33% (미국, Intel)	○			
3 (세부3) 중대형 공간용 초고해상도 비정형 플렌옵틱 동영상 획득 기술 개발(2020-2023년, 주식회사 로커스(이진영))								
주요 기술개발 내용 (* 핵심기술 및 대표성과)	상용화 예상 시기	달성수준	국내최고 수준	세계최고 수준 (보유국, 기업/기관명)	해당기술 카테고리 선택			
					시각화 기술 (중장기)	홀로그램 비파괴검사	프린팅을 포함한 HOE 상용화	
 <ul style="list-style-type: none"> 4K급 비정형 플렌옵틱 획득 시스템 <ul style="list-style-type: none"> * 플렌옵틱 핵심 특허(국제1건, 국내6건) 	24년	1.5min	10min	10min/Fram e (스위스/ Pix4D)	○		○	

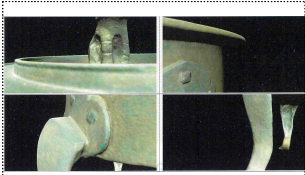
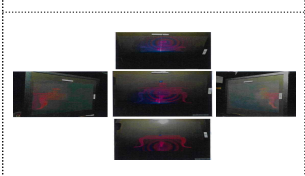
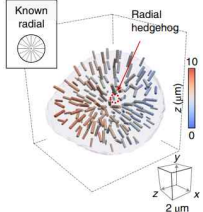
4 HOE 기반 홀로그램 프린팅 소형화 기술 개발(2020-2023년, KETI(김영민))								
주요 기술개발 내용 (* 핵심기술 및 대표성과)	상용화 예상 시기	달성수준	국내최고 수준	세계최고 수준 (보유국, 기업/기관명)	해당기술 카테고리 선택			
					시각화 기술 (중장기)	홀로그램 비파괴검사	프린팅을 포함한 HOE 상용화	
 <ul style="list-style-type: none"> ○ 홀로그램 프린터 소형화 기술 개발 * 홀로그램 프린터 소형화 핵심 기술 국제 논문 게재(SCI 9편, mriF 90이상 논문 4편(Nature Comm., ACS Nano 포함)) * 홀로그램 프린터 소형화 기술 핵심 특허(국제 3건, 국내 17건) 	27년	92L (풀컬러)	2400L (풀컬러)	19522L (리투아니아)	○			
 <ul style="list-style-type: none"> ○ 경사구조 나노마이크로 구조체 제작 기술 개발 * RGB 60mm² x 60mm² 제작 	30년	60mm ² x 60mm ²	-	20mm ² x 20mm ² (스웨덴)	○			
6 (세부1) 3차원 정보 기반 홀로그램 프린팅 콘텐츠 제작을 위한 홀로그램 저작도구 기술 개발 (2020-2023년, KETI(홍성희))								
주요 기술개발 내용 (* 핵심기술 및 대표성과)	상용화 예상 시기	달성수준	국내최고 수준	세계최고 수준 (보유국, 기업/기관명)	해당기술 카테고리 선택			
					시각화 기술 (중장기)	홀로그램 비파괴검사	프린팅을 포함한 HOE 상용화	
 <ul style="list-style-type: none"> ○ 홀로그램 프린팅 저작도구 개발 * 홀로그램 프린팅 저작도구 핵심 특허 (출원27건, 등록4건) * 홀로그램 생성 기술 관련 SCI 논문 4편 * 홀로그램 프린팅 저작도구 시제품 	28년	(제품)	-	-	○			
 <ul style="list-style-type: none"> ○ 홀로그램 프린팅 결과물 제작(CG/실사기반) * 홀로그램 전시회(홍대 상상마당, 홀로그램 작가들) * MBC '너를 만났다' 제공 * 국내 표준화 1건(TTA), 국제 표준화: 3건(MPEG) 	28년	(제품)	-	얼티 메이트 (프랑스)	○			

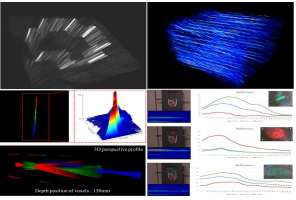
7 (세부2)고효율성 고투명성 대화면 HOE 스크린 기술 개발(2022-2025년, (주)홀로랩 (신동학))								
주요 기술개발 내용 (* 핵심기술 및 대표성과)		상용화 예상 시기	달성수준	국내최고 수준	세계최고 수준 (보유국, 기업/기관명)	해당기술 카테고리 선택		
						시각화 기술 (증장기)	홀로그램 비파괴검사	프린팅을 포함한 HOE 상용화
 <ul style="list-style-type: none"> 250um 크기의 마이크로 호겔 기반 컬러 디지털 HOE 스크린 제작 광학 시스템 및 장비화 (세계최초 스크린 전용 HOE 프린터) * 홀로그램 호겔 스크린 마스터 핵심 특허 (국제 5건, 국내 3건) 		26년	1. 마이크로 호겔 크기 250um	1. 마이크로 호겔 크기 500um (KETI)	1. 마이크로 호겔 크기 250um (일본, NICT)	○		○
			2. 투명도 85%	2. 투명도 70%	2. 투명도 40% (일본, NICT)			
 <ul style="list-style-type: none"> 87"급 대화면 컬러 디지털 HOE 스크린 고속 공간 다중 복제 시스템 개발 (세계 최대 급) * 홀로그램 복제 핵심 특허(국제 1건, 국내 5건) 		30년	기록 속도 < 20min/m2	-	기록 속도 390min/m2 (리투아니아)			○
 <ul style="list-style-type: none"> 87"급 대화면 광고용 롤러블 HOE 투명 스크린 디스플레이 프로토타입 개발 (세계 최초 고투명 디스플레이) * 롤러블 홀로그램 투명 스크린 핵심 특허(국제 3건, 국내 3건) 		30년	1. HOE 스크린 크기 87인치		30인치 (일본,NICT)	○		

8 (세부3) 딥러닝 기반의 5G 서비스 실시간 홀로그램 획득 및 전처리 기술 개발 (2020-2023년, KETI(홍지수))								
주요 기술개발 내용 (* 핵심기술 및 대표성과)	상용화 예상 시기	달성수준	국내최고 수준	세계최고 수준 (보유국, 기업/기관명)	해당기술 카테고리 선택			
					시각화 기술 (중장기)	홀로그램 비파괴검사	프린팅을 포함한 HOE 상용화	
 <ul style="list-style-type: none"> ○ 홀로그램 5G기반 실시간 스트리밍 기술 (세계최초) * 홀로그램 실시간 생성 핵심 특허(국제3건, 국내6건) * 홀로그램 생성 기술 관련 SCI 논문 3편 * 세계 최초의 5G 실시간 홀로그램 스트리밍 시제품 	30년	(홀로그램 생성속도) ≥44 FPS	30	24 (미국)	○			
 <ul style="list-style-type: none"> ○ 포토리얼리스틱 실사 물체의 홀로그램 프린팅 기술 (세계최초) * 실사 홀로그램 프린팅 핵심 특허(국제3건, 국내3건) * 실사 물체 홀로그램 정보 취득 시제품 	30년	(입력시점 영상개수) ≤25개	-	-	○			
10 (총괄)홀로그래피 기반 측정/검사 핵심 기술개발, (세부1) 홀로그램 기반 비접촉 비파괴형 제품 내외부 변형/결함 검출 기술 개발(2020-2023년, 구일엔지니어링 (이재열 상무))								
주요 기술개발 내용 (* 핵심기술 및 대표성과)	상용화 예상 시기	달성수준	국내최고 수준	세계최고 수준 (보유국, 기업/기관명)	해당기술 카테고리 선택			
					시각화 기술 (중장기)	홀로그램 비파괴검사	프린팅을 포함한 HOE 상용화	
DHM 광학모듈	○ 깊이 측정 정확도	24년	4nm	-	≤350nm	○		
	○ 깊이 측정 반복 정확도	24년	3nm	-	-	○		
	○ 깊이 측정 해상도	24년	21.5nm	-	-	○		
11 (세부2) 홀로그램 기반의 위상 검출용 디지털 홀로그래피 메트롤로지 기술 개발(2020-2023년, 한국전자통신연구원(임용준))								
주요 기술개발 내용 : 디지털 홀로그래피를 이용한 위상 검출 및 고속 3차원 형상 계측 기술	상용화 예상 시기	달성수준	국내최고 수준	세계최고 수준 (보유국, 기업/기관명)	해당기술 카테고리 선택			
					시각화 기술 (중장기)	홀로그램 비파괴검사	프린팅을 포함한 HOE 상용화	
 <ul style="list-style-type: none"> ○ 최대 측정 분해능 500 nm급의 초정밀 디지털 홀로그램 획득 기술 	28년	≤500 nm <광학적 분해능>	500	100 (스위스 Lyncée)		○		





	- 위상 검출 알고리즘 기반의 3차원 형상 복원에서 측정 대상 시료를 광학적으로 분해할 수 있는 최소 크기				tec))			
	<ul style="list-style-type: none"> 광역 고정밀 위상 계측 기술 측정영역의 감소 없이 해상도를 증대 할 수 있는 위상 계측 기술 	28년	$\geq 10 \text{ mm}^2$ <측정 영역>	2	1 (독일 프라운호퍼)		○	
12 (세부3)홀로그래프 복원 및 측정검사용 저작 모듈 기술 개발(2020-2023년, 한국광기술원(윤선규))								
주요 기술개발 내용 (* 핵심기술 및 대표성과)	상용화 예상 시기	달성수준	국내최고 수준	세계최고 수준 (보유국, 기업/기관명)	해당기술 카테고리 선택			
					시각화 기술 (중장기)	홀로그래프 비파괴검사	프린팅을 포함한 HOE 상용화	
 <ul style="list-style-type: none"> LED 3-광원을 이용한 심도 50 μm 비접촉 비파괴 3차원 단차 측정 홀로그래프 현미경 * 홀로그래프 000 핵심 특허(국제5건, 국내9건) 	26년	$\leq 61\mu\text{m}$	$\leq 50 \mu\text{m}$	$\leq 50 \mu\text{m}$ (대한민국, 토모큐브)		○		
13 (세부4) 플렌옵틱 현미경 영상획득 및 검진기술 개발 (2020-2023년, 한국전자통신연구원(이문섭))								
주요 기술개발 내용 (* 핵심기술 및 대표성과)	상용화 예상 시기	달성수준	국내최고 수준	세계최고 수준 (보유국, 기업/기관명)	해당기술 카테고리 선택			
					시각화 기술 (중장기)	홀로그래프 비파괴검사	프린팅을 포함한 HOE 상용화	
 <ul style="list-style-type: none"> 플렌옵틱 현미경 영상획득 기술 * 플렌옵틱 기술 핵심 특허(국제2건, 국내5건) 	24년	$\leq 3\mu\text{m}$	-	3 μm (독일/ Raytrix)		○		
 <ul style="list-style-type: none"> 적층형 다중초점 마이크로렌즈어레이(MLA) 구현 기술 * 마이크로렌즈어레이 기술 핵심 특허(국제2건, 국내2건) 	24년	$\leq 200\mu\text{m}$	-	$\leq 200\mu\text{m}$ (독일/Raytrix)		○		


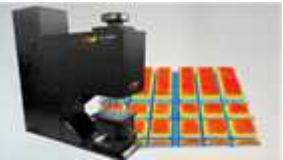


 [공정장비]	 [피부진단]	○ 패키징단계 3D 검사장비	25년	8종	-	(독일/ Raytrix)		○	
		○ 3D 피부상태 영상획득 및 진단 기술	25년	10종	-	(독일/ Raytrix)		○	
14 (총괄) 디지털 홀로그램 윈도우 재현 기술개발 (세부1)광학 시뮬레이션을 이용한 디지털 HOE 홀로그램 생성용 저작도구 기술개발(2020-2023년, KETI(홍지수))									
주요 기술개발 내용 (* 핵심기술 및 대표성과)			상용화 예상 시기	달성수준	국내최고 수준	세계최고 수준 (보유국, 기업/기관명)	해당기술 카테고리 선택		
							시각화 기술 (중장기)	홀로그램 비파괴검사	프린팅을 포함한 HOE 상용화
	○ 복합 기능 기록이 가능한 HOE 프린팅 시스템 (세계최초) * HOE 프린팅 시스템 핵심 특허(국제2건, 국내2건) * HOE 프린팅 및 HOE 응용 시스템 관련 SCI 8건 * 복합 기능 기록 가능한 HOE 프린팅 시스템 시제품		30년	RGB 풀컬러 기록 가능	-	R/G 컬러만 기록 가능 (독일)	○		○
	○ 2인치급 복합 HOE 복제 Roll-to-Roll 시스템 개발 (세계 최고) * 셔터를 이용한 RGB Exposure time 조절 SW 개발 * stage 및 셔터를 이용한 자동화 시스템 개발 * 홀로그램 복합소자 복제 핵심 특허(국내2건)		30년	복제 HOE 크기 ≥ 5cm ² 자동화 복제 가능	-	-	○		○
16 초실감 홀로그램 생성을 위한 실시간 고속 렌더러 기술 개발 (2021-2024년, 서울대학교(정윤찬))									
주요 기술개발 내용 (* 핵심기술 및 대표성과)			상용화 예상 시기	달성수준	국내최고 수준	세계최고 수준 (보유국, 기업/기관명)	해당기술 카테고리 선택		
							시각화 기술 (중장기)	홀로그램 비파괴검사	프린팅을 포함한 HOE 상용화
	○ 3D 홀로그램 생성 속도		30년	8K급, 86.76Hz * 4K 양안 해상도 기준	4K, 30Hz	4K, 30Hz (대한민국, 삼성전자 종합기술 원)	○		

	○ 광시야각 초고화질 홀로그램 해상도	30년	550K x 550K	-	128K x 128K (일본)			○
	○ 실사 물체의 Reflectance 정보 표현 범위	30년	89.68° x 37.25°	-	-			○
17 병리진단을 위한 편광 홀로그램 토모그래피 기술개발(2021-2024년, 한국과학기술원(박용근))								
주요 기술개발 내용 (* 핵심기술 및 대표성과)		상용화 예상 시기	달성수준	국내최고 수준	세계최고 수준 (보유국, 기업/기관명)	해당기술 카테고리 선택		
						시각화 기술 (중장기)	홀로그램 비파괴검사	프린팅을 포함한 HOE 상용화
	3차원 유전율 텐서 측정 원천기술 세계최초 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 유전율 텐서 정보는 빛과 물체의 상호작용을 기술하는 근본적인 물리량. - AR/VR 용 HOE, 메타물질 측정 및 검사, 암진단을 위한 조직내 콜라겐 구조 등 기초원천 연구부터 바이오의학 진단분야 까지 폭 넓은 응용 분야 - 3차원 유전율 텐서를 측정하는 것은 이론 조차 존재 하지 않았던 미개척 분야 - ‘홀로그램 핵심기술개발사업’을 통해 세계 최초로 3차원 유전율 텐서를 측정할 수 있는 이론 정립 및 실험 구현 성공 - 대표 실적: Shin, Seungwoo, et al. "Tomographic measurement of dielectric tensors at optical frequency." <i>Nature Materials</i> 21.3 (2022): 317-324. - 상용화는 2026년 이후 가능할 것으로 예상 - 상용화를 위해 다양한 분야에 대한 적용 및 검증 연구, 영상 품질 개선, 자동화 등 분야 추가 기술개발이 필요 		세계 최초 기술 세계 최고 기술 개발 완료	○	본연구단		○	

18 디지털 홀로그램 재생 색-공간 계측 기술 개발(2021-2024년, 한국광기술원(이광훈))								
주요 기술개발 내용 (* 핵심기술 및 대표성과)	상용화 예상 시기	달성수준	국내최고 수준	세계최고 수준 (보유국, 기업/기관명)	해당기술 카테고리 선택			
					시각화 기술 (중장기)	홀로그램 비파괴검사	프린팅을 포함한 HOE 상용화	
 <ul style="list-style-type: none"> ○ 디지털 홀로그램 재생-색, 질감 계측 기술 	27년	재생공간 : $(W250 \times H250 \times D250)\text{mm}^3$ 재생공간 왜곡도 : $< \pm 0.5^\circ(x, y), < \pm 3 \text{ mm}(z)$ 색도 계측 : $< \pm 0.05$ (@ CIE 1931) 질감 계측능 : $< \pm 8\%$	-	-		○		

2 홀로그램 기술개발 사업화 실증

19 상용차용 대화면 다기능 홀로그래픽 HUD 서비스 실증(2022-2025년, (주)홀로랩 (신동학))								
주요 기술개발 내용 (* 핵심기술 및 대표성과)		상용화 예상 시기	달성수준	국내최 고 수준	세계최고 수준 (보유국, 기업/기관명)	해당기술 카테고리 선택		
						시각화 기술 (증장기)	홀로그램 비파괴 검사	프린팅을 포함한 HOE 상용화
	<ul style="list-style-type: none">○ 상용차용 멀티 콘텐츠 서비스가 가능한 15인치급 대화면 홀로그래픽 AM형 HUD 모듈 제작 기술 개발* 세계 최초 멀티 레이어 영상 투영 기술 개발* 목적용 실제 차량에 기술 적용* 홀로그램 HUD 모듈 핵심 특허(국제 2건, 국내 3건)	30년	1. 재현 홀로그램 영상 크기 27.2 inch 2.표현 가능 깊이 평면의 수 2	-	1. 재현 홀로그램 영상 크기 30 inch (스위스/wayray) 2.표현 가능 깊이 평면의 수 1 (스위스/wayray)	○		○
	<ul style="list-style-type: none">○ 상용차용 멀티 콘텐츠 서비스 기능의 홀로그래픽 AM/BM형 HUD 플랫폼 기술 개발* HUD용 PCB 아트웍 설계 및 하드웨어 개발* 인공지능 비서 및 음성인식 적용 멀티 콘텐츠 개발* 홀로그램 HUD 모듈 콘텐츠 핵심 특허(국내 1건)	30년	1. 동시 재현 멀티 서비스 2개	-	1. 동시 재현 멀티 서비스 1개 (스위스/wayray)	○		
	<ul style="list-style-type: none">○ 상용차용 홀로그래픽 BM형 HUD 시스템 프로토타입 개발* BM형 프로토타입 키오스크 적용 (현대자동차 신기술 홍보)	30년	-	-	-	○		
	<ul style="list-style-type: none">○ AM/BM형 HUD 모듈 광학 특성 평가 및 PG 트랙 운용 광학평가 기술 개발* BM형 HUD PG 시나리오 개발 및 안정성 평가 기술 개발* AM형 HUD 안정성 평가 및 실도로 실증 시나리오 개발	25년	-	-	-	○		

20 홀로그램 기반 측정 및 검사 실증(2022-2025년, (주)히스컴퍼니(이대건))								
주요 기술개발 내용 (* 핵심기술 및 대표성과)	상용화 예상 시기	달성수준	국내최고 수준	세계최고 수준 (보유국, 기업/기관명)	해당기술 카테고리 선택			프린팅을 포함한 HOE 상용화
					시각화 기술 (중장기)	홀로그램 비파괴검사		
 <ul style="list-style-type: none"> ○ 비접촉·비파괴검사를 위한 홀로그램 계측 장비 시제품 제작 및 사업화 실증 - 홀로그램 실증 서비스 플랫폼 	25년	-	-	-	-	○	-	-
 <ul style="list-style-type: none"> ○ 홀로그램 형상복원속도 	25년	≥2.52FPS	2.5	2.5 (대한민국)	-	○	-	-
	25년	≥400μm	-	200 (스위스)	-	○	-	-
	25년	≤200nm	-	300 (스위스)	-	○	-	-
	25년	≥5X5mm ²	-	5X5mm ² (스위스)	-	○	-	-
21 홀로그램 기반 문화재 복원 및 가시화 서비스 사업화 실증(2022-2025년, (주)제이케이데이터시스템즈 (윤재근))								
주요 기술개발 내용 (* 핵심기술 및 대표성과)	상용화 예상 시기	달성수준	국내최고 수준	세계최고 수준 (보유국, 기업/기관명)	해당기술 카테고리 선택			프린팅을 포함한 HOE 상용화
					시각화 기술 (중장기)	홀로그램 비파괴검사		
 <ul style="list-style-type: none"> ○ 수평 배열 카메라 기반의 콘텐츠 획득 시스템 개발 ○ 다시점 수평 촬영 및 획득 S/W 개발(FHD급 해상도) ○ 홀로그램 콘텐츠 획득 기반의 트랙레코드 ○ 국내 특허 1건(핵심원천기술 및 시제품) 	22년				○			
 <ul style="list-style-type: none"> ○ 수직 배열 카메라 기반의 콘텐츠 획득 시스템 개발 ○ 다시점 수직 촬영 및 획득 S/W 개발(QHD급 해상도) ○ 홀로그램 콘텐츠 획득 기반의 트랙레코드 ○ 국내 특허 1건(핵심원천기술 및 시제품) 	23년				○			