

연구개발계획요구서(RFP)

과제명 : 혼합현실을 위한 다초점 스마트 글라스 기술 개발

1. 개요

가. 기술의 개념 및 정의

- 최근 스마트 글라스는 의료분야, 항공정비, 엔터테인먼트, 교육 등 산업 전반에 걸쳐 차세대 기술로 주목받고 있으나 아직 실용적인 측면에서 장시간 착용 시 불편함, 시각피로, 두통 또는 어지러움 등 생리적인 문제점(Human Factor)들을 드러내고 있음.
- 최근 이에 대한 기술적 대안으로 사용자의 시력에 맞추어 스마트 글라스에 표시되는 가상정보의 깊이를 조절하고, 응시점 밖 정보의 초점을 흐리는 등 사용자 친화적인 시력보정 디스플레이 기술들이 제안되고 있음.
- 이에 본 연구에서는 그림 1에 나타낸 바와 같이 기본 투과형 스마트 글라스에 다초점 정보표시 기능과 시력보정 기능을 부가함으로써, 전술한 생리적인 문제점들을 극복하고자함.
- 스마트 글라스 광학 시스템 기술: 마이크로 디스플레이와 광학 구성부품을 포함하는 스마트 글라스 (플라스틱) 시스템의 설계 및 제작 기술 (해외참여기관 수행)
- 다초점 디스플레이 기술: 다초점 증강현실 정보가 실시간으로 사용자 응시점에 초점이 맺히도록 스마트 글라스에 표시하는 광학계와 영상신호 처리 기술
- 안구운동 기반 수렴각 추정: 안구운동을 관찰하여, 실시간으로 사용자의 응시점을 추출하는 초소형 안구추적 센서 기술
- 자가 시력 보정: 사용자가 스스로 스마트 글라스의 평균 굴절력을 조절함으로써 시력을 보정하는 광학계 기술

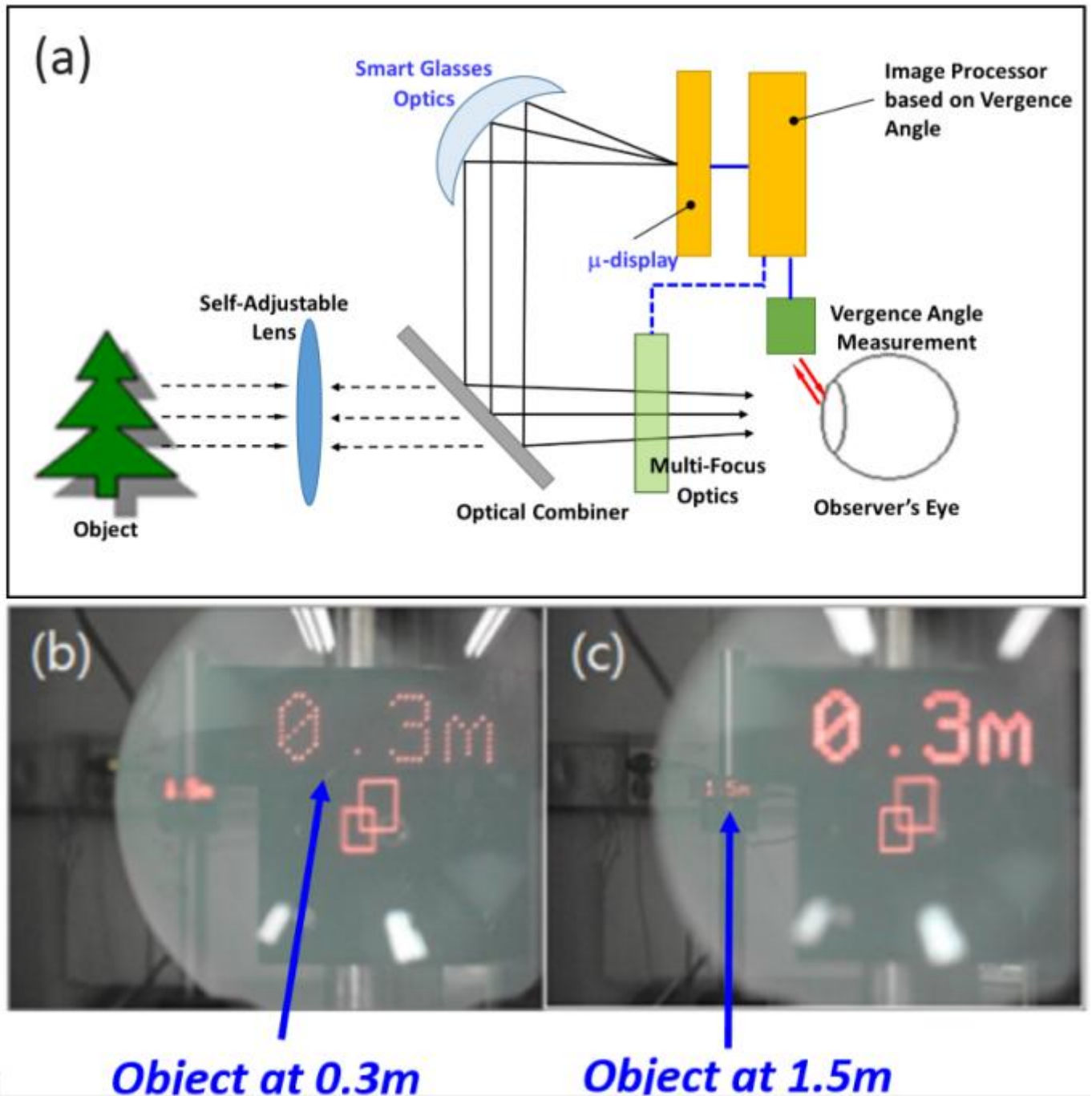


그림 1. (a) 개발대상 투과형 스마트 글라스의 기본 구현 원리, (b) 다초점 디스플레이 기술을 적용하여 관찰자 앞 0.3 m에 초점을 맞춘 가상정보 영상, © 1.5 m에 초점을 맞춘 가상정보 영상

나. 기술의 중요성/필요성 및 시급성

○ 기술의 중요성/필요성

- 기존의 스마트 글라스는 정해진 깊이에만 가상 정보를 표시하여 바깥의

물체를 응시하고 있는 사용자로 하여금 불필요한 깊이 탐색을 하게 할 뿐 아니라 장시간 착용 시 피로감을 유발시키는 원인이 되기도 함.

- 사용자가 전투, 재난 구조, 대테러 작전 등 응시점이 급격하게 변하는 환경에 즉각적으로 대응하기 위해서는 실시간으로 가상 정보가 사용자의 응시점에 초점이 맺히게 하는 가상정보 표시 기술이 필요하게 됨.
- 이들 가상정보 표시 방식 중 다초점 스마트 글라스는 전장정보의 가시화, 개인전투체계 전방향 전시기, 항공기, 차량 등 무기체계 정비, 전투 시뮬레이션, 무인체계 원격 조정 등에 적용이 용이하여 다양한 군수분야에서 활용성이 매우 높을 것으로 기대됨.

○ 기술개발의 시급성

- 국방기술품질원에서 발표한 국방과학기술 조사서(제 4권 I 2013. 12.)에 따르면, 미래병사의 지휘정보통신성능 향상, 정밀표적탐지를 통한 치명성 증대, 피아식별 및 정밀 개인 위치확인을 위한 웨어러블 정보처리체계에 관한 기술 조사에서 최고기술보유국은 미국으로 2013년 기준 전체 최고 기술의 51%를 보유하고 있는 반면, 국내의 기술수준은 미국의 40% 정도 인 것으로 나타났음. 2016년 현재 국내기술 수준은 65% 로 여전히 미국 과 기술수준 차이가 큰 것으로 조사되어 관련 기술의 개발이 시급하다는 것을 알 수 있음.

다. 연구개발 최종 목표

- 민·군수용 : 사용자 친화적인 시력보정 다초점 스마트 글라스 기술 개발로 다음과 같은 요소기술들로 구성됨.
- 스마트 글라스 광학 시스템 기술: 마이크로 디스플레이와 광학 구성부품을 포함하는 스마트 글라스 (플라스틱) 시스템의 설계 및 제작 기술 (해외기관 수행)
- 다초점 디스플레이 기술: 가상정보의 깊이를 실시간으로 측정한 사용자의 응시점에 일치시키기 위한 광학계와 영상신호처리 기술
- 안구운동 기반 수렴각 추정: 실시간으로 안구운동을 관찰하여, 사용자의 응시점을 추출하는 초소형 안구추적 센서 기술
- 자가 시력보정: 사용자가 스스로 스마트 글라스의 평균 굴절력을 조절하게 하는 광학계

항 목	목 표 성 능
가상 정보 깊이 표시 범위 ¹⁾	0.3 m ~ 2.0 m
양안 수렴 측정거리	0.3 m ~ 1.5 m
시력조절능력	-5 ~ +2 Diopter
가상정보 표시 해상도	Full HD ($\geq 1920 \times 1080$; 1080p)

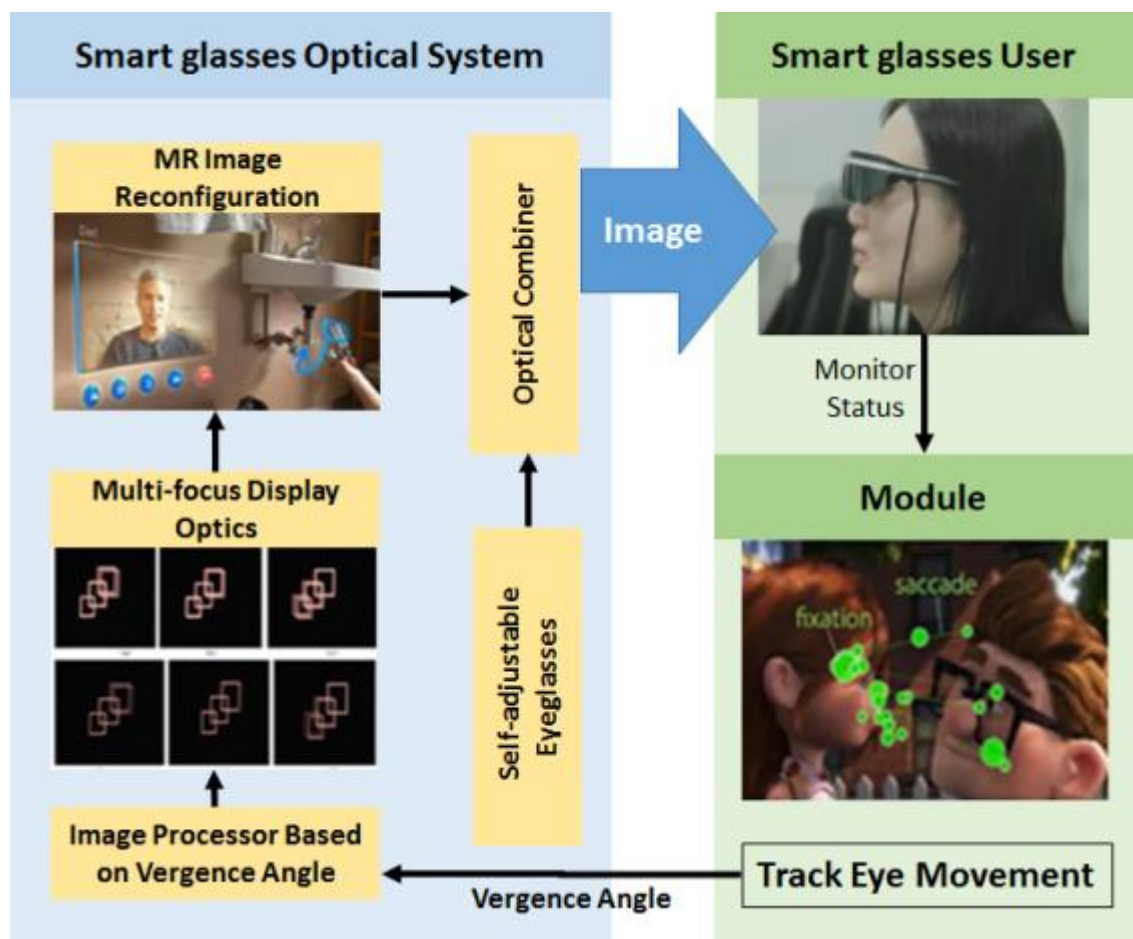


그림 2. 다초점 증강현실을 위한 다초점 스마트 글라스를 위한 핵심 요소 기술

1) 세계적으로도 시력교정과 가상정보의 초점조절 기능을 함께 갖는 스마트 글라스는 개발된 바 없음.

2. 국내외 기술현황 및 전망

가. 국내 기술동향 및 전망

- 국내의 경우, 양안식 투과형(See-Through type) 스마트 글라스의 영상표시 광학모듈 기반 기술은 매우 초기 단계에 있으며, 그린광학에서 양안식 투과형 스마트 글라스를 개발하고 있지만, 아직 상용화 단계에 이르지 못하고 있음.
- 차폐형(See-Closed type) 스마트 글라스의 안경형 모니터 기반 기술은 국내의 삼성을 비롯한 몇몇 기업에서 개발한 바가 있고 단순하게 가상현실을 체험하는 목적으로 시제품을 선보였으나, 휴먼팩터 측면에서 아직 개선의 여지가 많음.

나. 국외 기술동향 및 전망

- 스마트 글라스 기술에 있어서 가장 핵심적인 기술개발은 광학설계 및 제조에 관한 기반 기술이며, 미국, 유럽, 이스라엘 등 선진국들은 전통적으로 군수 광학 제품들에 대한 연구개발 실적과 경험이 많아 관련된 광학개발 및 생산에 관한 기반 기술과 지적재산권들을 이미 확보하고 있음.
- 최근 스마트 글라스 제품은 게임 산업에서 차세대 디스플레이로 부상되고 있고 게임뿐 아니라 의료, 교육, 영화, 군사 등 몰입감이 요구되는 여러 영역으로 확산되는 추세임. 또 스마트폰 및 태ป 등과 같은 새로운 거대 산업과 시장이 창출되면서 S/W와 연계된 생태계가 형성되고 있는 시점이기도 함.
- 미국에서는 대학이 중심이 되어 시력 보정 디스플레이(Vision Correction Display)가 연구하고 있으며, 미국과 중국 등의 대학과 기업에서는 다층 깊이 구현의 투과형 증강현실 기술 및 라이트 필드(Light Field) 기반의 초점 조절 변경 가능 디스플레이 등이 연구되고 있음. 또한 초점 조절과 관련된 피로 현상 등에 대한 연구도 미국 등을 중심으로 진행되고 있으나, 현재 이들 연구들이 개별적이고, 산발적으로 진행되고 있어 향후 통합적이면서 체계적인 연구 개발이 필요함.

3. 연구개발계획

가. 연도별 연구개발 목표

○ 민·군수용

구분	연구개발 목표	연구개발 내용	주요 결과물
응 용 연 구	핵심부품 및 S/W 설계 /제작	• <u>스마트 글라스 시스템 구조 및 마이크로 디스플레이 설계/제작</u> • 다초점 디스플레이 광학계 설계/제작 • 굴절력 보정 렌즈 설계/제작 • 안구/동공 추적용 소형 IR 센서 설계/제작	• 스마트 글라스 설계도 • 수동형 굴절력 보정 렌즈 설계도 • 안구/동공 추적 센서
	핵심 부품 및 S/W 평가 및 보완	• <u>스마트 글라스 수정 및 보완 (마이크로 디스플레이 포함)</u> • 다초점 디스플레이 광학계 평가 및 보완 • 굴절력 보정 렌즈 평가 및 보완 • 안구/동공 추적 알고리즘과 센서 평가 및 보완	• 스마트 글라스 • 다초점 디스플레이 광학계 • 굴절력 보정 렌즈 • 안구/동공 추적 센서

구분	연구개발 목표	연구개발 내용	주요 결과물
	다초점 스마트 글라스 원형 평가 및 수정/보완	• 다초점 스마트 글라스 원형 제작 (스마트 글라스와 다초점 디스플레이 광학계 조립체 + 안구추적 센서) • 자가 조절 굴절력 보정 기구 설계/제작 • 다초점 스마트 글라스 원형 성능 평가 및 수정 설계	• 다초점 스마트 글라스 원형 • 자가 조절 굴절력 보정 렌즈 (기구 포함) • 단계 결과보고서 • 논문, 특허
시험개발	다초점 스마트 글라스 시제품 성능 평가 및 보완	• 다초점 스마트 글라스 시제품 제작 (스마트 글라스와 다초점 디스플레이 광학계 조립체 + 안구추적 센서 + 자가 조절 굴절력 보정 렌즈) • 다초점 MR 영상 생성 알고리즘 작성 • 다초점 스마트 글라스 시제품 성능 평가 및 다초점 MR 시연	• 다초점 스마트 글라스 시제품 • 다초점 MR 영상 • 논문, 특허
	다초점 스마트 글라스 환경 및 임상 시험	• 응시점 기반 영상신호 처리 및 다초점 MR 영상 생성 알고리즘 고숙화 • 다초점 스마트 글라스 환경 시험 평가 및 보완 • 시각 피로도 임상 시험과 결과 반영한 다초점 스마트 글라스 보완	• 다초점 스마트 글라스 최종 시제품 • 다초점 MR 영상 생성/보정 알고리즘 • 최종 결과보고서 • 다초점 스마트 글라스 수정 설계도 • 논문, 특허

※ 밑줄 부분은 해외 참여기관과 국내 주관/참여기관이 분담하여 수행

* 연차 구분은 회계연도를 기준으로 설정 및 예산 배분

연구단계	응용연구			시험개발	
연차	1차년도	2차년도	3차년도	1차년도	2차년도
연차별 기간	13개월 (‘17.12~18.12)	12개월 (‘19.1~12)	11개월 (‘20.1~11)	13개월 (‘20.12~21.12)	10개월 (‘22.1~11)
평가	진도평가		진도평가	단계평가	진도평가
예산 지급	▲	▲	▲	▲	▲

* 개발단계(응용연구/시험개발)간 예산 이동 불가

* 재료비, 장비비 등은 사업 초기에 집행하여 활용도 제고

* 응용연구에서 개발된 시제품의 시험개발단계 재활용계획 제출

나. 사업기간 및 연구개발비

- 사업기간 : 5년 (응용: 3년, 시험: 2년)
- 정부지원금 예산 : 40억원 이내(응용 24억, 시험 16억)
- * 국제공동연구 예산은 별도

4. 적용 및 파급효과

가. 적용분야

- 민수 : 개발기술을 통해 눈의피로 현상을 저감하고, 불필요한 시력교정 렌즈나 안경의 부가적 착용을 차단함으로써 다양한 산업현장에서 다양한 소비자를 대상으로 응용이 가능함. 모델링/시뮬레이션/교육/원격경험/엔터테인먼트 등의 응용분야에 수요가 클 것으로 예상됨.

민간 분야		
		
다수인 공동 혼합현실 체험	의료 시청각 교육 / 가상 경험	게임 응용 / 스포츠 시뮬레이션

- 군수 : 가상 혹은 증강 현실 정보를 실제 물체와 동시에 볼 수 있도록 함으로써 사용자의 불필요한 응시점 이동(초점조절)을 제거할 수 있고, 긴박한 상황에서 민첩한 대응이 가능하도록 함. 전장 가시화/모의 전투훈련/정밀기계 정비/개인병사체계 등에 적용되어 효과적인 자료표현 및 정보공유를 위한 기술로서 적용가능.

군사 분야		
		
군사 작전상황도 / 전장 가시화	모의 전투훈련	정밀기계 정비

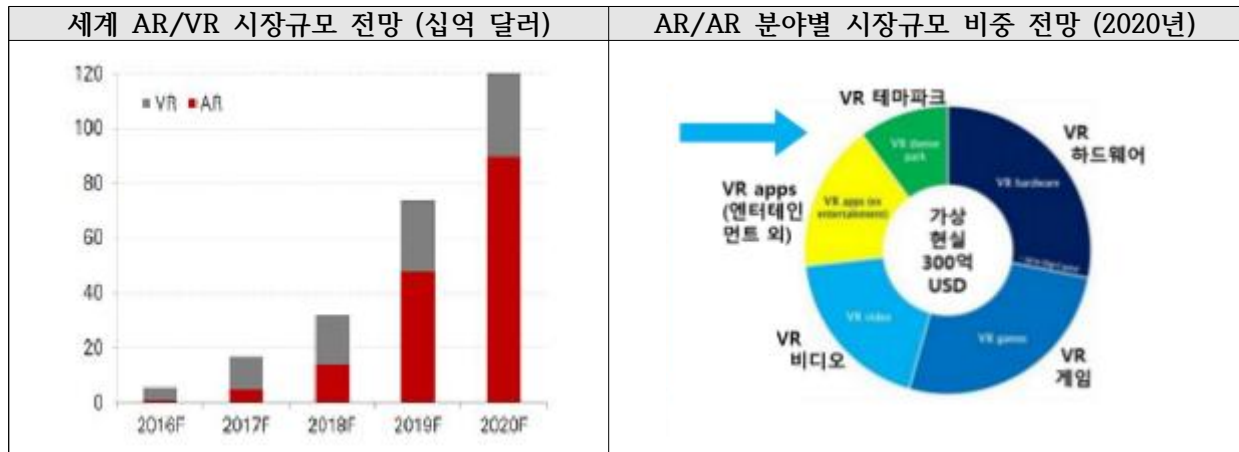
나. 파급효과

○ 기술적 측면

- 세계적 주도 기업들이 투과형 또는 차폐형 스마트 글라스를 개발을 통한 새로운 시장 창출을 추구하고 있음. 현재 투과형 스마트 (구글) 글라스는 대규모 상용화의 가능성을 타진하고 있고 오쿨러스, 삼성 기어 등 차폐형 스마트 글라스(VR 시스템)는 대중에 첫선을 보임으로 향후 다양한 산업 분야에 영향을 미칠 것으로 예상됨. 이와 더불어 마이크로 소프트는 홀로 렌즈라는 이름으로 새로운 개념의 AR 시스템을 발표하였음.
- 그러나 현존하는 스마트 글라스 제품들은 아직은 어지러움, 장시간 착용의 불편함, 불필요한 시선 이동 등 사용에 있어서 많은 제약이 있음. 개발 추진 대상 기술은 이러한 스마트 글라스의 체감품질을 크게 개선하고, 장시간 시청에 대한 안정성을 개선함으로써 스마트 글라스 H/W 기술뿐만 아니라 이와 관련된 MR/AR/VR S/W 기술들이 새로운 지평을 열 수 있을 것으로 기대함.

○ 경제·산업적 측면

- 최근 페이스북의 오쿨러스 인수를 필두로 애플, 마이크로소프트, 구글 등 ICT 기업들이 증강현실에 대한 투자를 늘리고 있음. Statista社는 VR 세계시장은 2014년부터 형성되기 시작하여 2015년에 23억 달러, 2016년에 전년대비 65.2% 성장한 38억 달러에 이르며, 2018년까지 52억 달러를 달할 것으로 전망함. 또 Digi-Capital社는 2020년 가상현실과 증강현실 관련 시장은 약 1,200억 달러이고 이 중 900억 달러는 증강현실을 통해 창출될 것이라고 전망함. 또한 2017년까지는 가상현실이 시장을 주도하지만 일반 소비자를 위한 증강 현실이 부각되면서 2018년부터 증강현실 시장이 가상현실 시장을 앞지를 것으로 예측.
- 현재 가상현실/증강/혼합현실 시장은 H/W로서 디스플레이와 게임 시장이 주류를 이루고 있으나, 2017년 이후 저피로도 스마트 글라스가 콘텐츠와 연계하여 새로운 시장 형성할 것이고 MR/AR/VR 기술과 접목하여 새로운 시장이 창출될 것으로 전망됨.



〈자료 : Digi-Capital · KB금융지주경영연구소〉

○ 군사적 측면

- 현재 개인병사체계에 적용되고 있는 스마트 글라스는 사용자의 시력을 보정할 수 있는 수단이 없어서 불편하고, 장시간 착용 시 피로를 유발시키는 등 문제점을 드러내고 있으나, 개발추진 대상 제품은 이러한 문제점들을 극복 또는 완화함으로써 전투력 능력 향상에 크게 기여할 수 있을 것으로 기대되며, 또한 전투 교육/시뮬레이션 시스템에도 효과적으로 적용할 수 있을 것임.

5. 연구개발 결과 제시물 및 평가항목

가. 연구개발 결과 최종 제시물

- 다초점 스마트 글라스 시제품 (S/W 포함)
- 최종 결과보고서
- 환경시험 성적서 ; 환경시험평가 절차서와 공인 시험 성적서
- 기술문서 ; 시스템 및 설계도면 등

나. 연구개발 결과 평가항목

항 목		목 표 성 능
가상 정보 깊이 표시 범위		0.3m ~ 2.0 m
양안 수렴 측정거리		0.3m ~ 1.5 m
시력조절능력		-5 ~ +2 Diopter
<u>가상정보 표시 해상도</u>		<u>Full HD ($\geq 1920 \times 1080$; 1080p, OLED)</u>
<u>스마트 글라스</u>	<u>FOV</u>	<u>수평 40° / 수직 30°</u>
	<u>Eye Relief</u>	<u>$16 \leq \text{Eye Relief} \leq 24 \text{ mm}$</u>
	<u>Exit Pupil</u>	<u>$4 \leq \text{Exit Pupil} \leq 6 \text{ mm}$</u>
환경 시험 평가		MIL-STD-810G 절차에 준함 2)

※ 밑줄 부분은 해외 참여기관의 연구개발 평가항목

6. 참여 요건

가. 추진 체계 요건

- 주관연구기관 및 국내 참여기관: 민·군기술협력사업 촉진법 제7조 제2항 및 동법 시행령 제14조 제2항 각호에 해당하는 기관 또는 단체
- ※ 주관연구기관 또는 참여기관로서 1개 이상의 국내기업이 참여하여야 하며, 또 반드시 해외(지정) 참여기관과 공동으로 연구개발을 수행해야 함.
한편 해외 참여기업의 연구개발 목표 및 결과 평가항목은 각각 ‘제 3장, 가절’과 ‘제 5장, 나절’에서 기술하였음.
- 기업분담율: 참여기업에 대하여 민·군기술협력사업 공동시행규정 제27조 적용
 - ※ 응용연구 및 시험개발의 경우에는 주관기관 또는 참여기관에 기업은 필수
 - ※ 실용화 촉진을 위하여 시험개발단계는 기업 주관 장려

2) 환경시험 평가 항목 및 정량적 목표값은 디스플레이 관련 국방규격을 따르며, 시험 절차는 MIL-STD-810G 절차에 준함.

나. 연구책임자의 자격 및 과제 신청요건

- 연구책임자의 자격 : 관련분야의 연구 경험이 풍부한 중견 연구자를 책임자로 선임하여 연구의 최종목표를 달성할 수 있도록 계획, 업무프로세스 정립, 원활한 추진 및 조정과 과제관리를 수행할 수 있어야 함.
- 과제 신청요건 : 주관기관은 컨소시엄을 구성함에 있어서 제안한 연구개발 목표를 충분히 달성할 수 있는 연구팀을 구성하여야 하며 과제 참여기관은 각 분야의 연구 및 개발경험이 풍부하여야 함.

다. 기타

- 연구개발계획서는 민·군기술협력사업 공동시행규정 별지 서식 제4-1C호(연구개발계획서)를 준용하여 작성
- 그림, 표 등 인용자료는 반드시 인용처 표기

7. 참고문헌

- Statista, "Forecast revenue for virtual reality products worldwide from 2014 to 2018" (2016)
- Statista, "Virtual reality head mounted displays(HMD) unit sales worldwide from 2014 to 2018" (2016)
- Digi-Capital, "Augmented/Virtual Reality revenue forecast revised to hit \$120 billion by 2020" (2016)
- 김성규, "초다시점(SMV) 및 다초점(MF) 3차원 영상 표시장치의 소개", 인포메이션디스플레이, 기술특집 논문, 제8권 제3호, pp. 9 - 16 (2007)
- Sung-Kyu Kim, Eun-Hee Kim, Dong-Wook Kim, "Full parallax multifocus three-dimensional display using a slanted light source array," Optical Engineering, Vol 50, No. 11, pp.1~4 (2011)
- Martin Banks, "Discomfort and fatigue from stereo 3D displays," SPIE Newsroom (2013)
- Fu-Chung Huang , Gordon Wetzstein , Brian A. Barsky , Ramesh Raskar, "Eyeglasses-free display: towards correcting visual aberrations with computational light field displays," ACM Transactions on Graphics,

Vol 33, Article no. 59 (2014)

- Shuxin Liu, Yan Li , Pengcheng Zhou, Xiao Li, Na Rong, Shuaijia Huang, Wenqing Lu, Yikai Su, “A multi-plane optical see-through head mounted display design for augmented reality applications,” Journal of the society for information display, Vol. 24, pp.246-251 (2016)
- Douglas Lanman, David Luebke, “Near-Eye Light Field Displays,” ACM SIGGRAPH 2013, Article No. 10 (2013)

8. 과제 문의사항 연락처

소속	담당 전문위원	연락처
민군기술협력센터	디스플레이분야 전문위원	042-601-6013

※ 파란색표기된 부분은 해외참여기관 수행부분