

## 디지털 홀로그래피 유망 분야 전망

Investigation on the Promising Application Area of Digital Holography Technology

김성민 (S.M. Kim) 경제분석연구팀 선임연구원  
박광만 (G.M. Park) 경제분석연구팀 책임연구원

융합환경하에서의  
신성장산업 분석 특집

- I. 디지털 홀로그래피 개요
- II. 조사 개요
- III. 전문가 인터뷰 결과
- IV. FGI 결과
- V. 맺음말

\* 본 연구는 지식경제부 및 한국산업기술평가관리원의 산업융합원천기술개발사업(정보통신)의 일환으로 수행하였음(KI001810039169, 디지털 홀로그래피 3D 디스플레이 및 기록 시스템 원천 기술 개발).

먼 미래의 기술로만 여겨졌던 홀로그래피 기술이 모두의 기대보다 빨리 현실로 도래할지 모른다는 전망이 종종 등장하고 있으나 우리의 기술적 현실에는 아직 해결해야 할 어려운 숙제들이 산적해 있다. 그러나 응용 분야의 특성과 디지털 홀로그래피 기술의 특성을 고려하여 우선 상용화 추진이 가능한 유망 분야를 도출한다면 디지털 홀로그래피로의 진화를 용이하게 할 것이다. 본고에서는 홀로그래피 기술의 현 주소를 짚어보고 1) 상용화를 위해 고려해야 할 사항, 2) 상용화 유망 분야, 3) 상용화 가능 시기를 도출하되, 홀로그래피 기술을 개발해온 전문가와 잠재적 이용자를 대상으로 심층 면접을 통해 정성적으로 다양한 가능성을 도출해 보고자 하였다. 또한 이들 집단 간의 의견을 비교함으로써 시사점을 도출해 보고자 하였다.

# 1. 디지털 홀로그래피 개요

## 1. 홀로그래피 개념 및 원리

홀로그램이라는 용어는 ‘전체’라는 의미를 가지는 그리스어 holos와 ‘메시지’라는 의미를 가지는 gramma가 합쳐서 만들어져 ‘전체를 기록하는 것’, 즉 피사체에 대한 모든 정보를 기록하는 기술을 의미한다. 홀로그래피(holography)는 빛의 간섭 효과를 이용해 실제 물체와 닮이 없는 3차원의 정보를 기록하는 기술이며 홀로그램(hologram)은 홀로그래피 기술을 통해 물체의 영상이 기록된 사진 필름 또는 재현된 영상을 의미한다. 홀로그램은 1948년 영국 물리학자 데니스 가보 박사에 의해 시작된 이후 신용카드, 전시, 공연, 게임 등 다양한 분야에 적용되고 있다[1].

홀로그램은 (그림 1)에서와 같이 평면 위에 3차원 정보를 표현한 것으로 외부에서 창문을 통해 안을 들여다 보는 것과 같은 효과를 낸다. 그리고 피사체의 모든 정보를 기록하므로 평면에 기록되더라도 보는 각도에 따라서 다른 모습을 보여준다. 즉 (그림 1)에서와 같이 왼쪽, 정면, 위쪽으로 위치를 옮겨가며 이미지를 보면 각각의 측면에서 사람의 얼굴을 보는 것과 같은 효과를 볼 수 있다. 위, 아래로 움직여도 마찬가지로 다른 모습을 볼 수 있다.

단, 유의할 것은 그간 영화에서 보아온, 우리가 홀로그램으로 여겨온 기술 중에는 진정한 홀로그램이 아닌 유사 홀로그램이 있다는 것이다. 흔히 스크린이 보이지 않고 공중에 떠 있는 영상을 홀로그램으로 여기는 경우



(자료): 유튜브의 "Portrait Zebra Imaging ZScape 3D Holographic Print" 동영상 화면 캡처 편집

(그림 1) 3D 홀로그래픽 풀컬러 프린트로 인쇄된 초상화

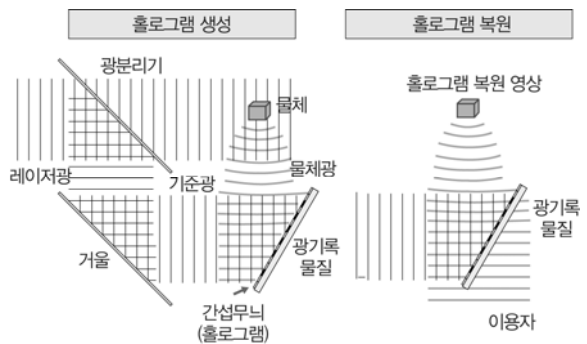


(그림 2) 유사 홀로그래피의 예: 2008년 미국 CNN 대선 중계

가 많은데 이는 2차원 영상을 투명 스크린에 투사한 것으로서 위치를 바꾸어도 보이는 영상이 변하지 않는다. 또, 2008년 미국 대선 중계방송 당시 CNN 기자가 원격지에 있는 기지를 홀로그램으로 불러 대담한 것처럼 방송하였는데(그림 2 참조), 이는 스튜디오와 원격지에 있는 다수의 중계 카메라 사이에 동기화를 통해 마치 3차원 영상을 전달하는 것과 같은 효과를 나타낸 것으로서 디지털 영상합성 기술에 속한다. 이러한 유사 홀로그래피는 진정한 의미의 홀로그래피 기술과 혼동되지 않도록 해야 할 것이다[2].

## 2. 홀로그래피 원리

홀로그래피 원리는 (그림 3)에서와 같이 광 간섭계



(그림 3) 홀로그래피 원리

(interferometer)를 통하여 간섭성이 우수한 레이저광을 물체에 주사하면 물체 표면에서 난반사된 물체광(object beam)과 물체에 입사된 것과 동일한 기준광(reference beam)이 서로 만나 두 빛의 간섭 현상이 일어난다. 이때 생성되는 빛의 간섭무늬(interference pattern)를 은염(silver halide), 포토폴리머(photo polymer) 등과 같은 광기록 매질(photo recording material)에 기록한 후 레이저광을 광기록 매질에 다시 주사하면 간섭무늬가 회절격자(diffraction grating)의 역할을 수행하여 실제 물체가 없더라도 물체의 모든 3차원 정보가 손실 없이 복원된다. 이와 같이 물체로부터 산란된 빛의 크기 및 위상 정보가 함께 광기록 물질에 기록된 간섭무늬를 홀로그램이라고 한다.

홀로그래피 기술은 실사 기반의 입체상을 재현하여 관찰자에게 자연스러운 입체감을 제공함으로써, 기존 스테레오 방식의 입체영상 표현의 한계를 근원적으로 해결할 수 있는 궁극적인 입체영상 기술이다. 디지털 홀로그래피는 이러한 홀로그래피 기술을 전자기기 및 광전자기기를 이용하여 구현하고, 광 정보처리를 통해 홀로그래픽 데이터를 처리하는 기술이다. 따라서 디지털 홀로그래픽 콘텐츠는 Charge Coupled Device(CCD), Complementary Metal-Oxide Semiconductor(CMOS)를 포함한 광전자기에 의해 획득되거나 파동광학의 수학적 모델에 의해 생성된 홀로그래픽 프린지 패턴이며, 이는 디지털로 기록되어 있어 아날로그 홀로그램과 달리 편집이 용이하고, 압축/전송이 용이하다[3].

### 3. 홀로그래피 기술 현황

디지털 홀로그래피 기술은 이론적인 면에서 비약적인 발전을 거듭하고 있음에도 불구하고, 물리/장치적인 측면에서 상용화 수준에 이르기까지 아직 큰 한계가 존재한다.

예를 들어 TV용 40인치급 이상의 광시야각을 제공하는 홀로그래픽 디스플레이 실현을 위해서 픽셀 간의 간

격인 픽셀 피치(pixel pitch)가 1 $\mu$ m 이하인 디스플레이 패널이 요구되나 현 평판 디스플레이 기술 수준으로는 이를 당장 개발하기 어렵다고 판단된다. 단지 현 산업 기술의 수준을 고려할 때 TV용 홀로그래픽 디스플레이에 활용 가능한 픽셀 피치가 1 $\mu$ m 이하인 공간광변조기(SLM: Spatial Light Modulator)를 개발하기 위하여 10년 이상 걸릴 것으로 전망된다. 또한, 충분한 시야각을 가진 공간광변조기를 개발한다고 하더라도 고화질의 동영상 디지털 홀로그램을 생성 및 재현하기 위하여 수백 페타플롭스(petaflops) 이상의 홀로그램 생성 처리 성능과 HDTV의 해상도의 수십만 배 이상의 홀로그램 재현 해상도가 요구된다고 분석된다[4]. 또한 이런 대용량의 데이터를 압축하고 전송하기 위해서는 획기적인 기술적 도약이 요구된다[2]. 상기 홀로그래피 기술의 상용화를 위하여 극복하여야 할 기술적 난관이 존재하지만, 현재 국내외적으로 산업체/연구소/대학교에서 활발히 기술 개발이 수행되고 있어 홀로그래피 기술의 상용화 시기가 예상했던 것보다 훨씬 앞당겨질 것으로 전망된다.

최근 3D가 주목받게 되면서 3D 이후의 기술로 디지털 홀로그래피 기술이 주목을 받게 되면서 홀로그래피에 대한 관심이 높아지는 한편, 홀로그래피가 먼 미래의 기술로만 여겨졌으나 2010년 11월 네이처지에 발표된 나세르 페이검바리언 교수 연구팀에 의하면 10년 내로 안방의 3D 비디오 스크린에 완전한 홀로그램이 구현될 수 있을 것으로 예측하였다[4].

이렇게 3D의 부상과 함께 홀로그래피에 대한 관심이 높아지면서 미국, 일본, 유럽 등에서도 홀로그래피 연구가 더욱 활성화되고 있다.

국내에서는 그간 주로 광운대와 서울대 등 일부 대학 위주로 연구되어 오다가 2011년부터 지식경제부의 R&D 과제로 3차원의 입체감을 느끼게 할 수 있는 디지털 홀로그래피 3D 영상 시스템을 위한 원천기술 개발이 시작되었다. 나세르 페이검바리언 교수 연구팀의 예측에도 불구하고 아직 많은 전문가들이 디지털 홀로그래피 기술을 먼 미래의 기술로 여기고 있으며, 특히 국내

기술 수준은 선진국 대비 50%에 불과한 것으로 분석된다[5].

앞에서 언급하였듯이 홀로그래피는 피사체의 모든 정보를 기록하여 구현해야 하므로 처리해야 하는 데이터 양이 매우 많아 현재 가능한 소재 및 기술로는 아직 상용화에 한계가 많다. 그러나 응용 분야의 특성과 디지털 홀로그래피 기술의 특성을 고려할 때 우선 상용화 추진이 가능한 유망 분야를 도출한다면 디지털 홀로그래피로의 진화를 용이하게 할 것이다.

## II. 조사 개요

### 1. 조사의 목적

앞에서 살펴보았듯이 디지털 홀로그래픽 3D 분야는 현재까지 원천기술 개발 단계에 있으나, 기술의 난이도 해결 및 성숙도에 따라 일부 산업 및 응용 분야에서는 상용화 단계로 진입할 것으로 예상된다. 영화 및 방송과 같이 화면이 크고 동영상의 지속적 구동시켜야 하는 분야는 2020~2030년 이후의 미래가 될 것으로 예상된다. 일부 산업 및 응용 분야에서는 그 산업의 특성상 디지털 홀로그래피를 보다 작은 화면에서 정지영상 수준의 활용으로도 의미를 찾을 수 있는 분야가 있을 것이다. 즉, 기술적으로 구현이 용이하면서도 경제적 가치가 높은 분야를 발굴하여 우선 상용화를 추진해 나간다면 대화면 동영상 홀로그래피의 상용화도 앞당길 수 있을 것이다.

따라서 본고에서는 홀로그래피 기술의 현 주소를 짚어보고 1) 상용화를 위해 고려해야 할 사항, 2) 상용화 유망 분야, 3) 상용화 가능 시기를 도출하되, 홀로그래피 기술을 개발해온 전문가와 잠재적 이용자를 대상으로 심층 면접을 통해 정성적으로 다양한 가능성을 도출해 보고자 하였다. 또한 이들 집단 간의 의견을 비교함으로써 시사점을 도출해 보고자 하였다.

## 2. 조사의 개요

ETRI에서 2011년 추진한 1) 홀로그래피 전문가 5인에 대한 심층 조사와 2) 전문직 종사자 대상 그룹인터뷰(focus group discussion), 3) 일반인 대상 그룹인터뷰 결과를 통해, 본 디지털 홀로그래픽 3D 기술을 활용한 유망 분야를 발굴하고 단계적으로 조기에 상용화하기 위해 필요한 요인을 FGI를 통하여 도출하고자 하였다(〈표 1〉 참조).

첫째로 추진한 홀로그래픽 전문가들에게는 현재의 디지털 홀로그래피의 기술 수준, 해결해야 할 과제, 그리고 주요 분야별 상용화 가능 시기에 대해 심층 인터뷰를 실시한 후 구조화된 설문지를 통해 응답을 받았다. 둘째, 전문직 종사자들 중 홀로그래피 활용 가능성이 높은 3D 건축설계사, 3D 디자이너, 의료계 종사자, 방송 PD, 광고 PD, 공연 PD 등을 두 그룹으로 나누어 홀로그래피를 도입할 경우 각자의 분야에서 어떻게 활용할 수 있을지 토론하게 하였다. 마지막으로 일반인을 2개의 그룹으로 나누어 3D와 비교하여 홀로그래피가 일상에 도입될 경우에 대해 토론하게 하되, 참석자들 간의 상호작용과 자유로운 대화 분위기에서 무의식적이고 자연적인 표현 방법을 통해 폭넓고 심층적인 자료를 수집할 수 있는 “포적집단 심층 면접법(focus group discussion)”을 이용하였다.

〈표 1〉 조사 대상 그룹

그룹명	참석자 수
홀로그래픽 전문가	5명
전문직 1, 2 그룹	8명
일반인 1, 2 그룹	10명

## III. 전문가 인터뷰 결과

### 1. 상용화를 위한 요건

홀로그래피 전문가 5인에게 디지털 홀로그래피가 상

용화되기 위해 필요한 요건과 분야별 상용화 가능 시기에 대해 질문한 결과 아직 상용화를 논할 단계가 아니라는 것이 일반적인 중론이었다. 디지털 홀로그래피가 상용화되기 위해 필요한 기술은 기본적으로 ‘획득’, ‘전송’, ‘저장’, ‘디스플레이’를 하기 위한 기술이 필요하다. 홀로그래피는 앞에서 설명한대로 하나의 피사체에 대해 모든 것을 기록하여 실물과 같이 구현해야 하므로 막대한 용량의 데이터를 획득하고, 전송하고 저장하여 실물처럼 디스플레이해야 한다.

5인의 전문가들은 디지털 홀로그래피의 기술에서 해결되어야 할 요소 중 가장 중요한 것으로 ‘해상도’, ‘데이터 처리 기술(계산력)’, ‘SLM’, ‘시야각’ 등을 꼽았다 (그림 4) 참조). 이 모든 것이 원천기술 단계에서 개발되어지는 수준이기 때문이다. 5인의 전문가들은 모두 아직 어떤 기술을 얼마나 더 개발해야 할지에 대해서도 체계가 잡혀있지 않은 상황으로 개발해야 할 기술의 체계화 및 각 기술 수준을 판단하는 일부터 진행되어야 할 것으로 지적하였다.

전문가들이 가장 중요하게 꼽은 ‘해상도(화소)’에 대해 실사와 같은 영상을 보기 위해서는 가시광의 영역인 0.4~0.8 $\mu\text{m}$ 의 파장이 필요하다고 의견을 모았다. 이는

시야각에 따라 달라지는데 만약 시야각을 90도로 가정하여 계산하면 최소한 0.4 $\mu\text{m}$ 가 되어야 한다. 이를 고려할 때 공간광변조기(SLM)가 또 하나의 큰 장벽으로 꼽혔다. SLM에 대해, 한 전문가는 일본과 독일이 SLM 선진국인데 국내에서 이에 대한 연구가 미진하며 지금 시작한다고 하더라도 5년 내에 따라잡기 힘들 것으로 우려를 표하였다.

해상도와 반비례 관계에 있는 시야각을 확보하는 일에 대해서도 중요하게 생각하였다. 휴대폰과 같은 개인형 단말의 경우 시야각 측면에서 가장 유리한 단말이 될 것이나 방송 및 영화로 상용화되기 위해서는 180도 정도의 시야각이 확보되어야 할 것이라는 의견도 있었다.

또 하나의 중요한 요인은 데이터 처리 능력, 즉 계산력이다. 특히 방송, 원격회의, 스포츠 등 실시간으로 데이터를 처리하여 전송하기 위해서는 데이터 처리 기술의 발전이 필수적이다.

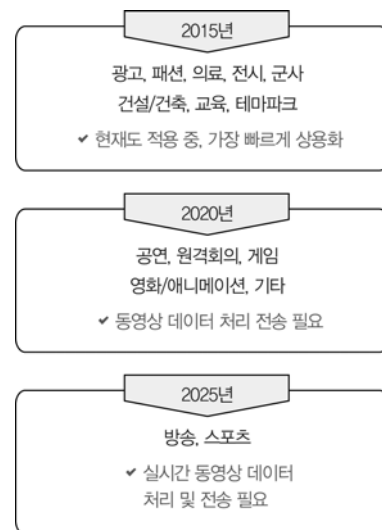
그 이외에도 표준화 및 광학렌즈의 개발 등이 해결되어야 할 문제로 꼽혔다.

## 2. 분야별 상용화 가능 시기

전문가들에게 분야별 상용화가 가능한 시기에 대해



(그림 4) (홀로그래피 전문가) 홀로그래피 상용화 요건



(그림 5) (홀로그래피 전문가) 홀로그래피 상용화 가능 시기

설문지를 작성하게 하였다.

그 결과 (그림 5)와 같이 광고, 패션, 의료, 전시, 건설/건축, 교육, 테마파크 분야는 2015년경부터 상용화가 가능한 분야로 꼽혔다. 이러한 분야는 현재도 아날로그 홀로그램이 활용되고 있는 분야로 디지털 홀로그램도 비교적 빠르게 도입될 수 있을 것으로 예상되었다.

다음으로는 공연, 원격회의, 게임, 영화/애니메이션 등의 분야는 동영상 데이터 처리 및 전송이 필요한 분야로 2020~2025년경이면 상용화가 가능할 것으로 응답되었다.

마지막으로는 방송 분야로 특히 스포츠 같은 경우는 실시간 동영상 데이터 처리 및 전송이 필요한 분야로 2025년 이후, 일부 전문가는 2040년경으로 상용화 가능 시기를 예측하였다.

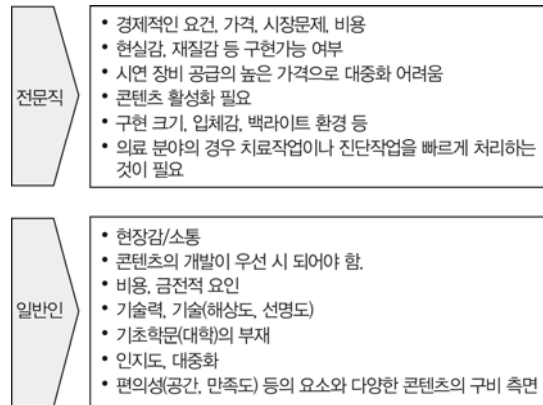
#### IV. FGI 결과

##### 1. 3D 경험

3D 영상에 대한 체험은 전체적으로 94.4%가 경험이 있는 것으로 응답하였고, 홀로그램의 경우 전체적으로 55.6%가 경험이 있는 것으로 응답하여 과반수 이상이 홀로그램을 직간접 경험한 것으로 분석되었다. 3D와 3D 홀로그램의 차이점은 전체적으로 88.9%가 차이점을 알고 있는 것으로 응답하여 관련 분야에 대한 높은 관심을 드러냈으나, 홀로그램을 일반적인 전시나 영화의 한 장면에서 보고 판단하는 경향이 있어 진정 설명한 유사 홀로그램과 혼동하는 경향이 있어 진정한 홀로그램에 대한 정확한 이해를 통해 차이점을 인식하는 것이라고 볼 수는 없었다.

##### 2. 3D 홀로그램의 시장성에 대한 인식

3D 홀로그램의 잠재 시장 규모는 전체의 81.3%가 크다고 답했으며, 12.5%가 보통, 6.3%가 작다고 예측하여, 대부분의 응답자들이 홀로그램의 시장성을 높은



(그림 6) 3D 홀로그래피 시장도입의 장애요인

것으로 평가하였다. 전문직의 66.7%가 잠재시장이 크다고 답했으며, 33.3%가 보통으로 응답하였고, 일반인의 경우 90%가 크다고 답하였으며, 10%가 작다고 응답하였다.

3D 홀로그래피 시장도입의 장애요인을 살펴보았을 때, 경제적인 문제(비용)와 구현가능성(기술력)을 가장 큰 장애요인으로 응답하였다(그림 6) 참조).

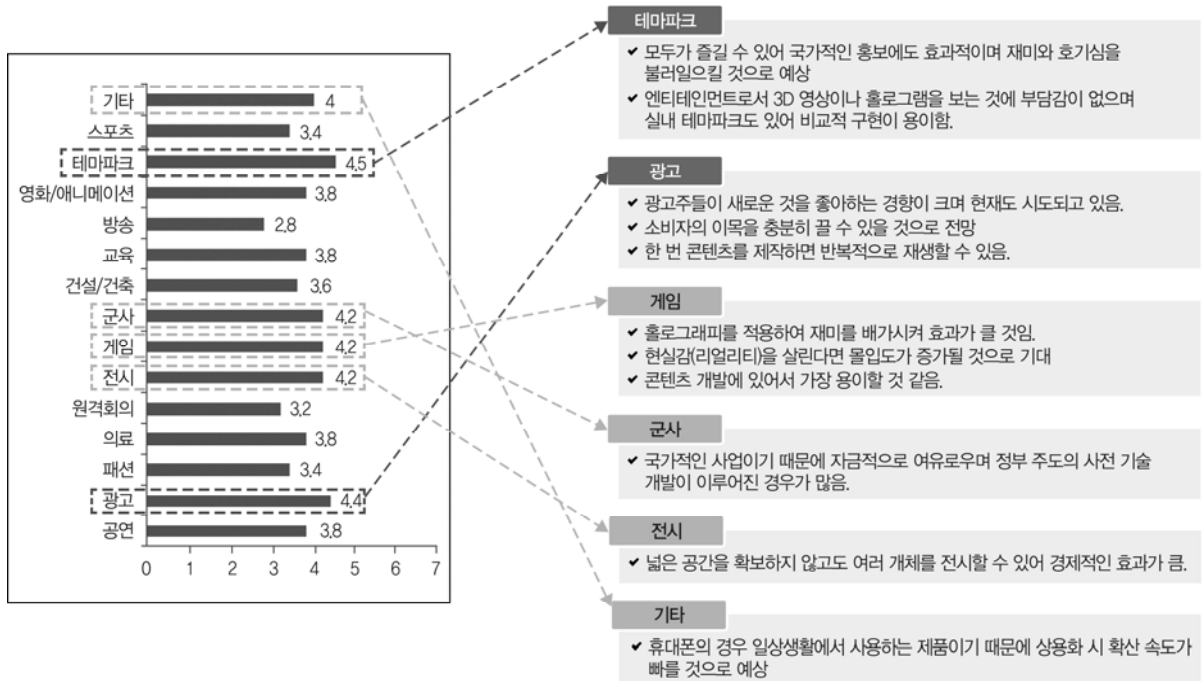
3D 홀로그래피 상용화의 핵심 성공요인으로 전문직은 경제적 효과(비용 절감 등), 허구를 초월한 감성적 표현, 시연장비 보급 및 시연환경 준비, 분야별 특성에 맞는 홀로그램 구현, 기술의 성숙, 리얼리티 화질, 3D 소스 제작의 편의성 및 제작 장비의 보급 등을 언급하였다.

일반인의 경우는 경제성(비용), 풍부한 콘텐츠, 국가적 지원 및 전문인 양성, 광고/홍보, 화질/품질/현장감, 편의성, 대중성, 기술의 발전 등을 언급하였다.

##### 3. 3D 홀로그래피 유망 분야

홀로그램의 적용 가능 분야 및 유망 분야를 도출하기 위해 전문직을 대상으로 건축, 의료, 광고, 공연 등 본인 분야에서의 홀로그램 사용 방식을 예상해 보게 하였다.

건축 분야에서는 건축물 구축 이전에 외부 및 내부를



(그림 7) 3D 홀로그래피 유망 분야 지수 및 선정 이유

홀로그래피를 이용해서 띄워보는 방식, 지진에 대한 건물의 영향을 미리 테스트 해보는 영상, 터치로 마감재를 바꿔보면서 실제 건물의 재질을 느낄 수 있는 방식을 사용 예로 열거하였다. 의료 분야에서는 환자에게 질병에 대해 설명 시 사용하거나 방사선 치료 시 미리 영상을 띄워놓고 정상 조직과 타겟 조직을 구별함으로써 사전 계획을 세우는 등의 작업에 활용이 가능할 것으로 전망하였다. 광고 분야에서는 자동차 등을 3D로 전시하거나 가로등을 홀로그래피로 대체하여 가로등 역할과 정보 제공을 동시에 할 수 있도록 활용하는 방안을 제시하였다. 공연 분야에서는 공연의 일부 투입 요소로 홀로그래피 영상을 활용할 수 있을 것으로 전망하였다. 3D 홀로그래피의 미래 신분야 도입 가능 영역으로 전문직들은 가상체험, 군사 시뮬레이션, 옥외광고, 영상수술 지원 시스템 등의 분야가 유망하다고 응답하였다. 반면 일반인들은 관광, 자동차 산업, 광고, 선거 프로그램, 유아보육 분야 등에서 활용 가능할 것으로 예상하였다.

3D 홀로그래피를 적용하기에 유망한 분야에 대한 질

문에 전문직은 주로 방송, 광고, 전시, 공연, 테마파크 등을 꼽은 반면, 일반인들은 게임, 영화, 의료, 휴대폰, 군사, 광고, 테마파크를 꼽았다. 광고와 테마파크는 전문직과 일반인에게 공통으로 유망 분야로 꼽혔다.

일반인과 전문직 종사자의 응답을 종합하면 (그림 7)과 같다. 특히 광고는 광고주들이 새로운 것을 좋아하며, 소비자의 이목을 충분히 끌 수 있을 것이며, 광고물이 한 번 제작되면 반복적으로 사용할 수 있다는 점에서 경제성도 높을 것으로 기대되었다. 테마파크의 경우 특정 공간에 장치를 설치하여 구현할 수 있으며 콘텐츠를 반복적으로 활용할 수 있으므로 관객의 재미와 호기심을 충족시키면서 경제성을 확보할 수 있을 것으로 논의되었다.

일반인들은 특히 군사 분야를 유망 분야로 꼽았는데 그 이유로 군사 분야는 정부에서 주도하여 자금이 여유로우며 선도적 기술개발이 비교적 용이하기 때문으로 나타났다.

공연의 경우 단편적으로 공연의 극적 효과를 높이기

위해 사용될 수 있을 것으로 기대되었으며, 전시 분야는 고객의 이목을 끌면서도 자동차와 같이 이동이 어려운 크고 무거운 전시 대상의 경우 비용 효율성이 높을 수 있을 것으로 예상하였다.

#### 4. 상용화 요인

##### 가. 필요 요건

3D 홀로그래피 상용화를 위한 기술적 필요 요건에 대해 전문직과 일반인은 모두 홀로그래피 전문가들에 비해서는 낮은 수준의 요인을 제시하였다(〈표 2〉 참조). 시야각은 일상생활에서 쓰기 위해서는 180도 정도 구현이 필요하나 공연장에서 관객석과의 각도를 고려하면 60도 정도도 가능하다는 의견이 있었다. 크기의 경우

〈표 2〉 3D 홀로그래피 적용 시 필요 요건

전문직	평가 항목	일반인
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 일상생활에 쓰려면 180도 정도는 구현</li> <li>- 공연의 경우 관객석 각도를 고려하면 60도 정도도 가능</li> </ul>	시야각	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 휴대폰의 경우 180도의 시야각이 아니더라도 시야각에만 들어올 정도면 활용 가능</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 광고의 경우 최소 55인치 정도</li> <li>- 공연의 경우는 사람 크기 정도면 가능</li> </ul>	크기	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 구현장비가 사람이 운반 가능한 크기는 되어야 일상생활에서 사용이 가능</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 방송의 경우 현재 HD 콘텐츠를 제작하는 비용 정도</li> <li>- 중산층에서 보급될 정도의 가격</li> </ul>	가격	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 디바이스의 경우 현재 3DTV 정도 가격대</li> <li>- 기술과 콘텐츠만 만족되면 조금 더 비싸도 구매 의향이 있음</li> <li>- 영화의 경우 현재 3D 영화 정도의 가격대</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 최소 SD급 이상의 콘텐츠를 표현할 수 있는 정도</li> </ul>	화질	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 최소 현재 프로젝션 띄운 것 정도의 화질</li> <li>- 낮에도 구현이 가능한 정도</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 현실감, 감성적인 요인이 중요</li> <li>- 공연의 경우 입체감을 살려주는 것이 중요</li> <li>- 콘텐츠 제작의 신속성 및 편의성</li> <li>- 디바이스의 배터리 용량</li> </ul>	기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 쉽게 사용할 수 있는 편의성(속도 및 주변장비의 사용이 용이해야 함)</li> <li>- 디바이스의 내구성(AS 받기도 어려울 것 같음)</li> <li>- 충분한 콘텐츠 필요</li> </ul>

광고 분야에서는 55인치 정도, 공연에서는 사람 크기 정도면 활용 가능한 것으로 나타났다. 가격은 주로 3D 수준 정도로 기대되었으며, 화질은 전문가는 최소 SD급 이상, 일반인은 프로젝션 수준의 화질 이상이 되어야 할 것으로 나타났다.

##### 나. 상용화 성공 요인

3D 홀로그래피가 시장에 도입되기 위해 해결되어야 할 요인으로 가장 중요한 것은 경제적 요인으로 시연장비를 도입하고 지속적인 콘텐츠를 생성하고 이용하는 데 드는 비용 대비 경제적 가치를 창출할 수 있을 것인가가 꼽혔다. 두번째로, 기술적으로 해상도가 향상되고 디스플레이 장치가 개발되며, 처리 속도가 향상되는 등의 문제가 해결될 수 있을 것인가의 문제가 꼽혔다.

세번째로 지속적으로 이용할 수 있는 콘텐츠 공급이 가능할 것인가, 전문가들은 직접 콘텐츠를 만들어 활용해야 하는데 이러한 콘텐츠 제작이 편리하게 이루어질 수 있을 것인지와 같은 콘텐츠 공급 및 제작에 대해 우려하였다.

아울러 전문직은 홀로그래피 도입이 현실감, 감성적으로 얼마나 어필할 수 있을지를 중요하게 생각하였으며, 또한 콘텐츠를 제작하는 데에 편리하고 신속해야 함을 중요하게 생각하였다. 일반인은 무엇보다 속도 및 장비의 사용 등이 편리해야 하며, 콘텐츠가 충분해야 할 것을 주요 요인으로 꼽았다.

#### 5. 정책적 지원 방향

홀로그래피 조기 상용화를 위한 정책적 지원 방향에 대해 토론하게 한 결과, 〈표 3〉과 같이 기술개발, 인재육성 등과 함께 장비 보급 및 홍보 활동 등을 통해 대중화도 지원해야 한다는 의견이 있었다. 또한 적극적인 투자를 통해 신사업 분야로 육성하며, 여러 기업이 참여하여 경쟁적으로 투자하도록 유인해야 한다는 의견도 있



〈표 3〉 정책적 지원 방향에 대한 의견

전문직	일반인
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 공공시설에 우선 도입</li> <li>- 장비 보급 등의 투자 측면에서 실질적인 투자, 홍보지원</li> <li>- 기본 기술개발 지원과 더불어 콘텐츠 관련 사업 분야를 동시에 지원</li> <li>- 기술로드맵 구축을 통한 체계적인 기술개발</li> <li>- 기술의 현 주소에 대한 홍보 (전시회, 홍보부스 마련 등)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 소비자에 대한 지속적인 정보 공유 필요</li> <li>- 기업의 투자활성화를 위한 홍보 및 기업 기술의 경쟁구도 조성</li> <li>- 대학생이나 제3자의 창의적 아이디어 채택</li> <li>- 대학에서의 기초학문의 개설이 필수적</li> <li>- 전문기관 설치, 인재육성</li> <li>- 적극적인 투자를 통해 신사업 분야로 육성</li> </ul>

었다. 이러한 의견들은 추후 정부의 정책지원 방향 수립 시 참고 삼을 수 있을 것이다.

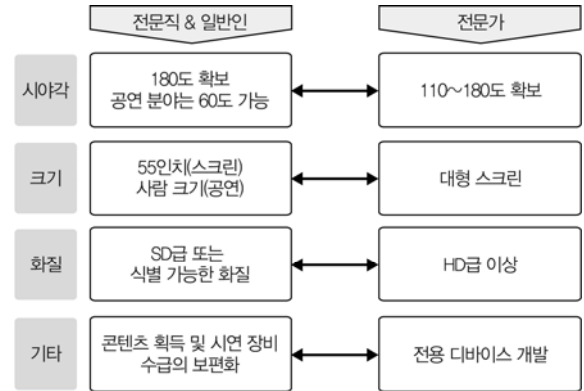
## V. 맺음말

먼 미래의 기술로만 여겨졌던 홀로그래피 기술이 모두의 기대보다 빨리 현실로 도래할지 모른다는 전망이 종종 등장하고 있으나 우리의 기술적 현실에는 아직 해결해야 할 어려운 숙제들이 산적해있다.

이번 조사 결과, 가장 흥미로운 것은 전문가들에 비해 홀로그래피의 잠재적 수요자인 전문직 종사자들과 일반인들은 홀로그래피의 상용화 필요 요건에 대해 더 낮은 기준을 잡았다는 것이다.

(그림 8)에 정리하였듯이 시야각의 경우 전문가는 110~180도 확보가 필요하다고 하였으나 일부 공연 분야에서는 60도도 가능하다고 응답되었다. 화질에 대해 전문가들은 HD급 이상이 되어야 할 것으로 고려하고 있으나 수요자들은 SD급 이상의 화질을 고려하였다.

이러한 차이는 전문가들은 현재의 HD급 고화질 TV와 3DTV를 기준으로 이보다 더 높은 수준이 되어야 할 것으로 고려하고 있으나, 전문직이나 일반직 이용자들은 홀로그래피라는 기술 자체를 새롭고 신기한 것으로 인지하고 있으며, 영화 속에 등장한 홀로그램들의 화질



(그림 8) 홀로그래피 전문가와 FGI 그룹의 의견 비교

과 크기를 기준으로 기대하기 때문에 기술적 수준에 대해 전문가들보다 기준이 낮게 나타난 것으로 판단된다. 또 한 가지 눈에 띄는 것은 전문직 종사자들은 무엇보다도 홀로그래피 기술의 도입이 감성적으로 이용자들에게 어필할 수 있을지를 고려한다는 점이다. 물론 이를 위해서는 일정 수준의 화질과 시야각 등이 확보되어야 할 것이나 이러한 기술적인 측면에 대한 개발과 함께 초기단계의 홀로그래피 기술이라도 감성적으로, 또는 혁신적으로 활용할 수 있는 적용 분야에 대한 개발이 함께 병행되어야 할 것이다.

이번 조사는 소수의 홀로그래피 전문가에 대한 심층 조사와 FGI 그룹에 대한 토론 결과를 요약한 것으로 일반화시키기에는 한계가 있다. 이번 조사 결과를 기반으로 향후 홀로그래피의 유망 분야를 발굴하고 이를 조기 상용화시키기 위한 방안에 대한 연구가 보다 체계적이고 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

### 용어해설

**SLM** 공간광변조기는 1980년대 중반부터 발전되어 온 것으로 전지, 빛 등의 입력신호에 의해 광파의 진폭, 위상, 편광상태, 진행 방향 등을 공간적으로 제어하는 소자(광산업 용어사전). 디지털 홀로그램의 디스플레이 부분에서 생성된 홀로그램을 재현하는 기능을 함.

### 약어 정리

CCD Charge Coupled Device

CMOS Complementary Metal-Oxide  
Semiconductor  
SLM Spatial Light Modulator

### 참고문헌

- [1] 박진호, “홀로그래프의 역사와 전시현황,” 홀로그래피 강연 자료, 한국전자통신연구원, 2011.
- [2] 김진웅 외, “홀로그래픽 3DTV 기술개발 동향,” *TTA J.*, vol. 140, 2012. 3, pp. 60-64.
- [3] 이범렬 외, “디지털 홀로그래픽 콘텐츠 기술개발 동향,” *전자통신동향분석*, vol. 27, no. 3, 2012. 6. pp. 33-42.
- [4] 손욱호, “홀로그래피: 완전 입체영상 기술의 전망,” *TTA J.*, vol. 133, 2011. 1, pp. 69-74.
- [5] 전자신문, “연중기획-실감미디어: 홀로그래프,” 2010. 9. 30.