

본 고에서는 기가코리아(Giga KOREA) 사업에서 수행중인 “디지털 홀로그래픽 테이블탑형 단말 기술 개발” 과제를 소개한다. 먼저 홀로그래픽 디스플레이의 국내외 기술동향을 살펴보고 과제의 기술개발 추진계획과 함께 주요 연구내용인 광시야각 테이블탑형(Table-top) 홀로그래픽 디스플레이 기술, 대면적 초고해상도 공간광변조기(SLM) 기술, 홀로그래픽 데이터 코덱 기술, 그리고 홀로그래픽 디스플레이 신호처리 및 구동엔진 기술을 소개한다.

1. 서론

눈에 보이는 장면들을 그대로 기록하려는 인간의 노

이러한 현상은 우리가 보는 것들을 그대로 기록하고 이를 3차원으로 재현시켜 보려는 욕구에 의한 것으로 볼 수 있다. 이후 1922년에는 적청 안경식 영화가 등장하였으며 1937년에는 편광 필터를 이용한 3차원 기술이 입체영상 및 영화로 상용화를 시작하였다. 이후 몇 번의 3차원에 대한 일시적인 붐이 일어나다가, 2009년에 3차원 영화인 아바타가 흥행에 성공하면서 3차원 영상에 대한 관심이 전 세계적으로 고조되었고, 양안식 3DTV 방송을 실시하고 있으나 대중화에는 이르지 못하고 있다. 기술적인 면에서 볼 때, 이와 같이 3차원 영상은 콘텐츠의 부족이라는 문제가 있으나 지속적인 인기를 얻지 못하는 가장 큰 이유 중 하나는 시각적인 피로감에 기인한다.

현재까지 상용화된 3차원 입체 영상은 스크린 상에서

특집 ■ 홀로그래픽

디지털 홀로그래픽 테이블탑형 단말 기술

박중기*, 김재한*, 장은영*, 오관정*, 황치선**, 문경애*, 김진웅***

력은 1830년대 프랑스 다게르(Daguerre)가 발명한 최초의 은판사진술을 시작으로 오늘날의 고선명 컬러 사진으로 발전하였다. 한편, 비슷한 시기에 찰스 휘트스톤(Charles Wheatstone)은 양안 입체시에 대한 연구를 통하여 입체 영상에 대한 원리를 이해하였다. 1860년대에는 양안 사진을 이용하는 방식을 상용화한 홈즈(Holmes)의 입체경이 큰 인기를 끌었고 1880년대에는 적색과 청색 필터를 이용하는 적청 안경식 입체 사진(anaglyph)이 다시 선풍적인 인기를 누렸다.

2차원 영상으로 구현되었으므로 실제의 3차원 영상을 보는 것과는 차이가 있다. 기술적으로 어려운 문제점으로는 영상을 다른 각도에서 볼 때 이에 대응하는 다른 면을 관찰할 수 있는 이동 시차(motion parallax)가 실제와 같이 연속적으로 완전하게 제공되지 못하는 점이다. 아울러 시청자가 시각 피로감을 느끼지 않도록 시청 시 3차원 공간상에 초점을 맞추면 그 위치에서 물체가 관찰되도록 할 수 있게 하는 기능의 영상을 제공하여야 한다. 그러나 이러한 두 가지 조건을 만족하는

* ETRI 방송통신미디어연구부 실감방송미디어연구부 디지털홀로그래피연구실 / ** ETRI 정보통신부품소재연구부 스마트/O플랫폼연구부 스마트/O제어연구실 / *** ETRI 방송통신미디어연구부

광선 분포를 이용한 홀로그래픽 3D 디스플레이 콘텐츠 합성

형태의 입체 영상 재현 방식은 기존의 스크린 방식으로는 가능하지 않으며, 초다시점 영상 등이 제한된 기능으로 이를 대신할 수 있으나, 최적의 방안인 홀로그래픽 영상만이 유일하게 완전한 3차원 입체 영상을 제공할 수 있다.

미래창조과학부는 국가적 사업으로 2020년까지 개인이 무선으로 기가급 모바일 서비스를 누릴 수 있는 스마트 ICT 환경 구축을 목적으로 2013년부터 2020년까지 8년에 걸쳐 기가코리아 사업을 추진하고 있다. 기가코리아 사업은 기

가급 무선 네트워크(N), 대용량 콘텐츠 처리 및 서비스 플랫폼(P), 초다시점 및 홀로그래픽 단말(D), 홀로그램 실감형 콘텐츠(C) 등 총 5개의 연구 컨소시엄으로 이루어져 있다[1].

본 고에서는 기가코리아 사업의 홀로그래픽 단말 컨소시엄에서 수행하고 있는 디지털 홀로그래픽 테이블탑형 단말 과제에 대하여 기술한다. 먼저 국내외 홀로그래픽 디스플레이 기술 동향을 살펴보고, 테이블탑형 홀로그래픽 단말 시스템의 기술개발 추진계획 및 주요 연구내용에 대하여 기술하고자 한다.

2. 홀로그래픽 디스플레이 기술동향

본 장에서는 디지털 홀로그래픽 디스플레이에 대한 기술 동향을 살펴보고자 한다. 현재까지 개발된 홀로그래픽 디스플레이는 360도 시야각을 제공하는 것이 아니라 디스플레이 앞쪽 방향에서만 홀로그램 시청이 가능한 평판형 디스플레이 형태로서, 현재 가용한 SLM을 이용하여 홀로그램 영상의 크기를 확대하고 넓은 시야각을 확보할 수 있는 디스플레이 구현 방식을 연구하고 있다.

이러한 구현 방식은 크게 temporal multiplexing 방법, spatial multiplexing 방법, hybrid multiplexing 방법, 그리고 동공추적(eye tracking) 기반 sub-

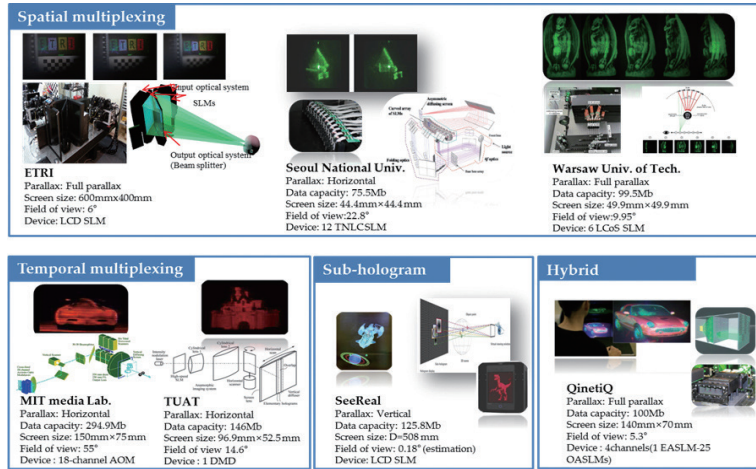


그림 1. 국내외 홀로그래픽 디스플레이 기술 현황

hologram 방법과 같은 네 가지로 분류할 수 있으며, 디스플레이 구조는 평판형 디스플레이를 이용하여 수평 방향으로 직시하는 방식이 대부분이며 아직까지 홀로그래픽 기술을 적용한 테이블탑 형태로 구현한 예는 없다. <그림 1>은 평판형 홀로그래픽 디스플레이에 대하여 미국의 MIT[2], 영국의 QinetiQ[3], 독일의 SeeReal[4], 한국의 ETRI[5, 6]등에서 개발한 주요 연구 내용을 보여 준다.

3. 테이블탑형 홀로그래픽 단말

본 장에서는 기가코리아 연구 사업에서 추진하는 디지털 홀로그래픽 테이블탑형 단말 기술 개발 과제에 대한 개괄적인 소개 및 기술적 특징과 함께 테이블탑형 홀로그래픽 단말 시스템에 대하여 기술한다.

가. 기술 개요

기가코리아 사업의 테이블탑형 홀로그래픽 단말은 이상적인 홀로그램 재현 형태인 공간상에 있는 것과 같은 입체영상을 재현함으로써 실재감 있는 텔레프레즌스 (tele-presence) 서비스를 제공할 수 있는 홀로그래픽 테이블탑형 디스플레이에 기반 한 시스템으로서, 수평 360도 수직 60도의 시야각과 수평 및 수직 시차의 입체공간을 실시간 생성하고 재현하기 위한 관련 핵심 요소기술을

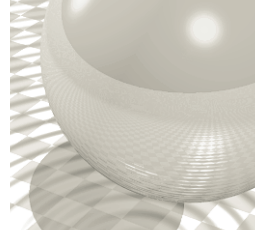


그림 2. 디지털 홀로그래픽 테이블탑형 단말 개념도

개발하는 것을 목표로 한다[7]. 테이블탑 형태의 홀로그래픽 디스플레이 시스템의 개념은 아래 <그림 2>와 같다.

특히, 기존 홀로그래픽 디스플레이가 갖고 있는 제한된 시야각 범위를 획기적으로 확장함으로써, 완전 입체적 3차원 영상을 360도 방향에서 자유자재로 즐길 수 있는 홀로그래픽 고유의 특성을 실현한다는 점에서 매우 혁신적이며 도전적인 과제라 할 수 있다.

본 디지털 홀로그래픽 테이블탑형 단말 개발을 위해 광시야각 홀로그래픽 디스플레이 기술, 대면적 초고해상도 SLM 기술, 홀로그래픽 데이터 코덱 기술, 홀로그래픽 디스플레이 신호 처리 및 구동 엔진 기술 등 핵심요소 기술을 개발하고, 디스플레이 실용화를 위한 광학계 최적화 및 소형·경량화 기술 개발과 표준화 연구를 수행한다. 과제의 주요 기술 구성을 아래 <그림 3>에



그림 3. 디지털 홀로그래픽 테이블탑형 단말 기술 구성도

서 보여주고 있다.

디지털 홀로그래픽 테이블탑형 단말 기술 개발은 기가코리아 연구사업의 전체 추진일정에 맞추어 1단계(2013년~2017년) 및 2단계(2018년~2020년)로 나누어 진행된다[8].

1단계 목표는 수평 180도, 수직 30도의 시야각을 제공하는 10인치급 컬러 홀로그램 재현을 목표로 하고 있으며, 연차별로는 디지털 홀로그래픽 테이블탑 단말 요구사항 정의 및 구조연구, 구조기능 설계, 단일 모듈 구현 및 검증, 다수 모듈 결합 및 검증, 통합 시작품 구현, 시작품 검증 및 보완의 연구개발 과정을 통해 1단계 개발결과물로서 디지털 홀로그래픽 테이블탑형 단말 통합 시작품을 개발한다.

2단계 목표는 최종적으로 수평 360도 수직 60도의 시야각과 수평/수직 시차를 갖는 20인치급 컬러 홀로그램의 재현과 홀로그래픽 입체공간 인터랙션 기술, 햅틱 기반 사용자 인터랙션을 통한 홀로그래픽 3차원 영상 조작 및 홀로그래픽 데이터 포맷, 화질평가 등에 대한 국내의 표준화를 목표로 하고 있으며, 사용자 친화적인 홀로그래픽 테이블탑 단말의 세계 시장 개척을 위한 실용화를 추진한다.

제한된 회절각을 갖는 SLM으로 상기와 같은 도전적 성능목표를 달성하기 위해서는 동공추적을 이용한 시야창(viewing window) 기반의 홀로그래픽 디스플레이 재현방식 또는 고속의 시공간적 분할(spatial and temporal multiplexing) 기법에 의해 재현되는 홀로그램의 크기 및 시야각을 확장하는 방식에 기초를 두고 있다. 다음 절에서는 홀로그래픽 테이블탑 디스플레이 시스템의 형상구조에 대하여 살펴본다.

나. 광시야각 홀로그래픽 디스플레이 기술

테이블탑형 홀로그래픽 디스플레이는 여러 개의 SLM을 타일링하거나, SLM으로부터 재현된 홀로그램 영상을 고속으로 스캐닝함으로써 시공간 다중화를 하여 대화

광선 분포를 이용한 홀로그래픽 3D 디스플레이 콘텐츠 합성

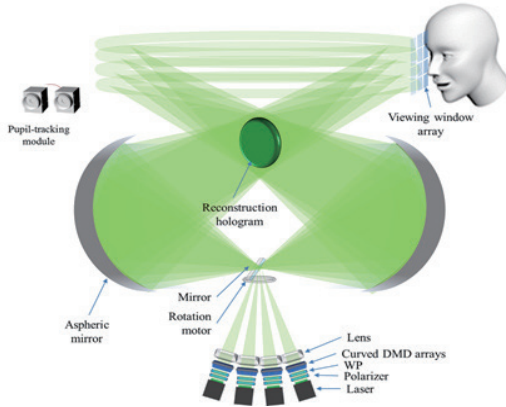


그림 4. 시야창 방식의 테이블탑형 홀로그래픽 디스플레이 개념도

면 홀로그램을 넓은 시야각에서 관찰하도록 구현 할 수 있다[6]. 본 과제에서는 SLM을 통해 변조한 광파를 렌즈를 통해 동공 크기의 시야창으로 집속하는 시야창 기반의 홀로그래픽 디스플레이 방식을 기본 구조로 하며, 생성된 시야창을 수평 방향으로 360도 회전함으로써 사용자들이 생성된 3차원 홀로그래픽 입체 영상을 사방에서 보는 것이 가능한 시스템이다. 시스템의 공간 대역폭은 공간광변조기의 픽셀 개수에 비례하므로 다수의 공간광변조기 배열을 통해 공간 대역폭을 증대할 수 있다. 360도의 광시야각을 갖는 테이블탑형 홀로그래픽 디스플레이 구현은 SLM을 원형 띠 형태로 배열한 홀로그래픽 디스플레이 타일링 기술을 통해 구현 가능하나, 이러한 방법은 다수의 공간광변조기의 설치에 따른 부피의 증대 및 복잡한 광학 구조와 이에 따른 고비용이 요구되므로 실효성이 없는 것으로 판단되었으며, 효율적인 시스템 개발을 위하여 상기 단점을 보완한 비구면 거울을 이용한 시야창 방식의 테이블탑형 홀로그래픽 디스플레이 구조를 채택하였다[8].

기본 시스템 구조인 시야창 기반의 홀로그래픽 디스플레이에서는, 360도의 수평 시야각을 가지는 동시에 SLM의 소요 개수를 줄이기 위하여 반사경을 장착한 회전 모터를 이용하여 시공간 다중화 방법을 사용한다. 이를 위해서는 360도 각 시점별 해당 홀로그램을 고속으로 생성하고 홀로그램 영상 데이터를 동기화하여 출력하는 제어기술이 사용된다.

SLM에서 발생한 변조된 회절 광파를 비구면경에 수평 방향으로 회전시켜 연속적인 시야창을 형성하고, 동시에 수직 시야각 확대를 위해서는 SLM을 호(arc) 형태로 배열한 수직 공간적 다중화 방법을 사용한다.

다. 대면적 초고해상도 공간광변조기 기술

넓은 시야각과 대면적 홀로그램 영상을 구현하기 위해서는 초고해상도를 가지는 대면적 SLM이 필요하게 된다. 기존의 상용 SLM은 Si 기반 반도체 기술을 이용한 LCoS 기술과 MEMS 기반의 DMD(Digital Micromirror Device) 형태로 제공되어 왔다. 그러나 이러한 상용 SLM은 화면의 크기가 대각 1인치 정도의 작은 면적만을 제공하는 단점이 있다. 한편 현재의 평판 디스플레이 기술은 대각 100인치 이상의 대면적 디스플레이까지도 제공하지만 픽셀의 크기가 수십 μm 이상이기 때문에 SLM으로 활용할 경우 시야각이 매우 작아지는 단점이 있다.

본 과제에서는 이러한 기존의 SLM의 한계를 극복하여 1 μm 급의 픽셀 피치를 가지는 SLM을 대각 5.6인치로 개발하는 것을 목표로 하고 있으며, <그림 5>와 같이 개발된 기술을 바탕으로 대면적화가 쉽게 이루어질 수 있도록 평판디스플레이처럼 Glass기반의 SLM(SLMoG, SLM on Glass)을 개발하는 것을 목표로 하고 있다. SLMoG의 기본 개념은 LCoS와 유사하다. ECB(Electrically Controlled Birefringence) 모드를 이용한 반사형 LCD 디스플레이를 구현하되, Glass상에서 구현할 수 있는 산화물 반도체 기반의 TFT를 구동소자로 사용하여 개발하고 있다. 미세한 픽셀 피치를 구현하기 위해서는 인접한 픽셀사이에서 발생하는 간섭에 의한 LC의 구동을 방지해야 하며 그러

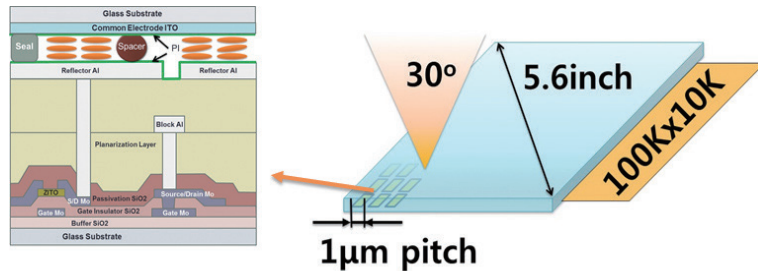
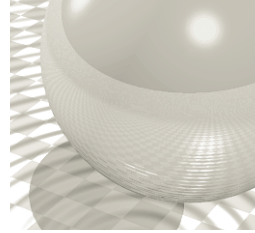


그림 5. 대면적 초고해상도 SLMoG의 개념도



기 위해서는 픽셀 피치보다 작은 Cell gap을 구현하여야 한다. 이렇게 작은 Cell gap을 구현하기 위한 LC Cell 구조 개발과 복굴절률의 이방성이 큰 LC 소재 개발, 작은 픽셀 면적 내에 구동 TFT와 셀 Capacitance를 구현하기 위한 공정 기술의 개발을 진행 중에 있다. 또한 이렇게 초고해상도의 픽셀을 대면적으로 구현할 경우 매우 많은 픽셀을 구동하기 위한 구동 칩과 구동 보드등 구동기술도 동시에 개발하고 있다.

라. 홀로그래픽 데이터 코덱 기술

홀로그래픽 비디오 서비스를 위한 핵심 기술로 디스플레이 개발만큼 중요한 기술이 바로 홀로그래픽 데이터에 대한 코덱 기술이다. 현재 홀로그래픽 비디오 서비스를 위해 고려되는 비디오 시스템은 삼차원 영상 기반 홀로그래픽 비디오 시스템과 홀로그램 기반 홀로그래픽 비디오 시스템이 대표적이다.

삼차원 영상 시스템을 기반으로 한 홀로그래픽 비디오 시스템 구현은 기본적으로 기존의 삼차원 영상 관련 프레임워크를 그대로 사용할 수 있다는 면에서 큰 장점을 갖는다. 반면에 수신단측 단말 장치에서 홀로그램을 생성해야 하므로 이에 대한 부담이 크다는 단점과 홀로그램을 직접 획득한 경우에 대해서는 서비스가 어렵다는 단점이 있다. 그러나 이러한 단점에도 불구하고 삼차원 영상 기반 홀로그램 시스템에 대한 서비스 시나리오는 기존 영상 서비스와 호환이 가능하다는 장점이 크다. 즉, 삼차원 영상을 전송하기 때문에 2차원/3차원/홀로그램 등 시청자가 가진 다양한 단말 장치에 대해 서비스가 가능하다. 따라서 현재와 같이 시청자가 일반적으로 방송을 수신만 하는 형태의 방송 서비스나 고사양 홀로그래픽 단말 장치에 활용할 수 있다. <그림 6>은 삼차원 영상 기반 홀로그래픽 비디오 시스템에 대한 구조도이다.

홀로그램 기반 코덱의 경우 앞서 소개한 삼차원 영상 기반 코덱과 달리 코덱에서 압축되는 데이터가 직접 획득되거나 컴퓨터생성홀로그램(CGH, Computer Generated Hologram) 방식으로 형성된 홀로그램이다. 현재 홀로그램 압축을 위해 표준화 된 코덱은 없는 상황으로, 만약 홀로그램 기반 코덱 시스템이 서비스화 되면 추후 홀로그램 코덱에 대한 표준화가 필요하다. 홀로그램 기반 코덱 시스템이 해결해야 할 가장 큰 문제점은 홀로그램이라는 데이터가 디스플레이 의존적인 데이터라는 점이다. 즉, 홀로그램 데이터는 디스플레이에 사용되는 광원의 파장과 픽셀 피치에 대한 정보가 고려되어 생성된다. 따라서 A 타입의 디스플레이에 적합하도록 생성된 홀로그램의 경우 B 타입의 디스플레이에서는 전혀 다른 형태의 영상을 재현 할 수도 있다. 이러한 문제점을 보완하기 위해서 사용자 인터랙션을 통해 사용자의 디스플레이에 관한 정보를 제공하거나 홀로그램의 파장대와 픽셀 피치를 보정할 수 있는 트랜스코더(transcoder)를 이용하는 방법이 있다. 홀로그램 기반 홀로그래픽 비디오 시스템의 경우 홀로그램 전용 비디오 서비스나 홀로그램 저장 매체 등에 활용할 수 있다.

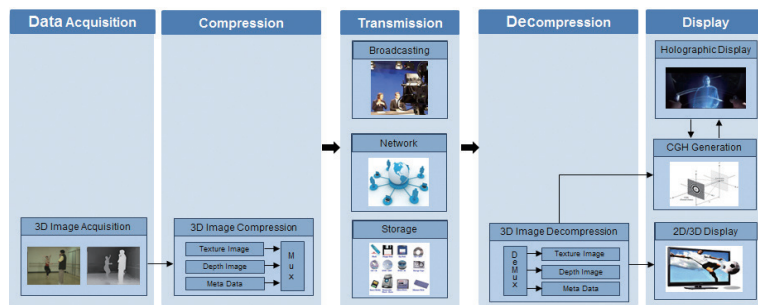


그림 6. 삼차원 영상 기반 홀로그래픽 비디오 시스템

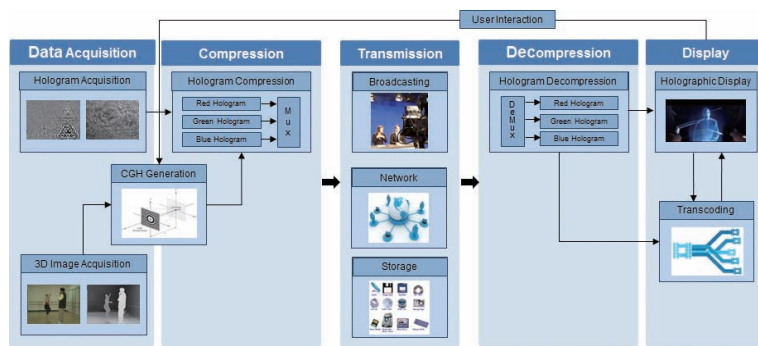


그림 7. 홀로그램 기반 홀로그래픽 비디오 시스템

디지털 홀로그래픽 레이블탑형 단말 기술

<그림 7>은 홀로그래피 기반 홀로그래픽 비디오 시스템에 대한 구조도를 보여주고 있다.

앞서 언급했듯이 홀로그래픽 비디오 분야의 경우 현재 홀로그래픽 디스플레이 기술의 성숙도가 높지 않고, 데이터의 압축보다는 홀로그래픽 획득, 생성 및 디스플레이쪽에 연구 역량이 집중되고 있는 상황이다. 그러나 장기적인 관점에서 홀로그래픽 데이터 압축의 연구에 대한 필요성에는 모두 공감하는 바이다. 또한 홀로그래픽 데이터 압축 기술에 대한 평가를 위해서는 압축 기술에 대한 연구뿐만 아니라 객관적/주관적 화질 평가에 대한 연구도 함께 이루어져야 할 것으로 본다.

마. 홀로그래픽 디스플레이 신호처리 및 구동엔진 기술

관찰자에게 수평방향으로 360도, 수직방향으로 60도의 시야각과 수평 및 수직 시차를 제공할 수 있는 시야창을 생성하기 위해서는 관찰자의 위치에 대응하는 홀로그래프를 실시간으로 생성하고 SLM을 통해 동기를 맞추어 실시간으로 재생될 수 있도록 입력해 주어야 한다. 예를 들어, 수평 방향으로 1도 간격으로 시야창을 생성하고 수직 시야각 확대를 위해 4개의 SLM을 공간적으로 다중화하고 컬러를 재현하며 1초에 30프레임의 속도로 홀로그래픽 컬러 영상을 재현하고자 할 경우, 1초에 $129,600 (= 360 \times 4 \times 3 \times 30)$ 개의 홀로그래프를 실시간으로 생성하고 제 위치에 제 위치에서 재현될 수 있도록 SLM에 동기화시켜 입력해 주어야 한다. 홀로그래픽 디스플레이 구동엔진은 이러한 기능을 수행하기 위한 장치로서 그 기능적 개념도를 <그림 8>에 나타내었다.

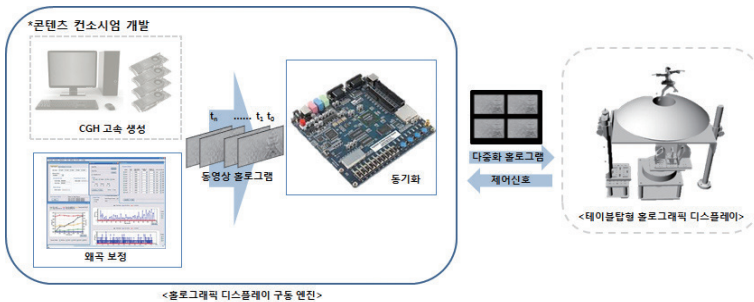


그림 8. 홀로그래픽 디스플레이 구동엔진 개념도

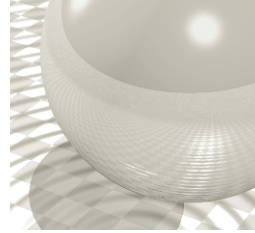
홀로그래픽 디스플레이 구동엔진을 구현함에 있어 세 가지의 주요 기술적 연구주제가 있는데, 그 첫 번째는 1초에 수 십 만 개의 홀로그래프를 생성해야 하는 홀로그래프 고속 생성에 관한 것이다. 이는 현재 홀로그래프 생성 기술 분야에서 집중적으로 해결하고자 하는 주요 난제로, GPU 또는 FPGA 등을 사용하여 그 속도를 획기적으로 개선하고자 하는 많은 노력이 이어지고 있다.

두 번째 주요 기술적 연구주제는 이러한 수 십 만개의 대용량 홀로그래프를 SLM에 동기화시켜 재현할 수 있는 출력 인터페이스를 제공하는 것으로, 예를 들어 홀로그래프의 해상도가 Full HD급일 경우 1초에 수 십 만 개의 Full HD 홀로그래프를 SLM에 동기를 맞추어 입력할 수 있도록 영상 데이터로 간주된 홀로그래프를 공간적으로 다중화하고 출력하는 실시간 인터페이스를 구현한다.

세 번째 주요 기술적 연구주제는 공간상에 재현되는 홀로그래픽 3차원 영상에 나타나는 여러 가지 왜곡을 저감하는 기술에 관한 것이다. 홀로그래픽 3차원 영상은 광원, SLM, 광학 부품 등으로 인해 필연적으로 발생하는 왜곡 외에도 테이블탑형 홀로그래픽 디스플레이가 갖고 있는 설계적인 특징으로 인해 발생하는 추가적인 왜곡이 존재하게 된다. 즉, 광원으로 인해 발생하는 스펙클 노이즈, 렌즈 등으로 인해 발생하는 수차 노이즈 외에 비구면 거울에 의해 발생하는 왜곡, SLM으로부터의 회절 광파를 직시형으로 관찰하지 않고 경사각을 갖고 관찰하게 되어 발생하는 관찰 왜곡 등이 발생할 수 있다. 본 과제에서는 이러한 왜곡을 저감하기 위한 방안으로 왜곡 보정 기능을 반영한 광학 부품을 제작하거나 왜곡 보정을 위한 광학 부품을 추가하는 등의 광학적 해결 방안 외에도 홀로그래프에 대한 패턴 영상 처리를 통해 해결하는 방안을 개발한다.

4. 결론

빛의 간섭성을 이용하여 입체 정보를 기록하고, 이를 다시 복원하여 실제 사물과 동일한 3차원 입체 효과를 제공하는 홀로그래피 기



술은 기존의 3차원 영상 디스플레이 방식이 지니고 있는 시각 피로와 같은 문제점을 해결하는 기술로서 실제 물체를 보는 것과 같은 자연스러운 입체감을 제공한다.

현재까지 대부분의 홀로그래픽 디스플레이가 평판형 디스플레이를 직시하는 형태였으나, 본 연구에서는 테이블탑 형태의 홀로그래픽 디스플레이를 개발하여 텔레프레즌스를 구현하는 도구로 사용하며, 광고나 전시 및 교육, 의료 국방 분야에 360도 방향에서 사람들이 협업하는 용도의 활용방안을 계획하고 있다. 이러한 개념의 홀로그래픽 디스플레이는 세계 최초의 시도이며, 개발 완료 시점에서는 다양한 응용 분야에서 활용할 수 있으며, 국내외 시장 규모에 비추어 볼 때 막대한 경제적 효과가 예상되고 있다.

또한 본 과제에서는 각 구성품을 모듈 형태로 개발하게 되므로 개발 완료시에는 광원이나 SLM 및 광학 모듈들이 유사한 광학계 시스템이나 다른 디스플레이 시스템에 사용될 수 있게 되어 차세대 실감방송미디어 서비스를 활성화시키는 등의 기술적인 파급 효과도 매우 클 것으로 기대하고 있다.

감사의 글

본 연구는 기가코리아 사업의 디지털 홀로그래픽 테이블탑형 단말 기술 개발 사업 [GK14D0100]의 지원에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] (재)기가코리아사업단(<http://www.gigakorea.org/>)
- [2] St. Hilaire, P., S. A Benton, M. Lucente, J. D. Sutter and W. J. Plesniak, "Advances in Holographic Video", Proc. SPIE Practical Holography VII, pp. 188-196, 1914
- [3] Maurice Stanley, et al., "100 Mega-pixel computer generated holographic images from Active Tiling - a dynamic and scalable electro-optic modulator system", Proc. SPIE-IS&T, vol. 5005, pp. 247-258, 2003
- [4] Stephan Reichelt, et al., "Holographic 3-D Displays- Elector-holography within the Grasp of Commercialization", Chap. 29, 2010
- [5] Minsik Park, Hyuneui Kim, Byung Gyu Chae, Joonku Hahn, Hwi Kim, Cheong Hee Park, Kyungae Moon, Jinwoong Kim, "Large-Scale Digital Holographic Display with Wide Viewing Angle", Proc. The International Display Workshops, vol. 20, pp. 1102 -1105, 2013
- [6] Minsik Park, Byung Gyu Chae, Hyun-Eui Kim, Joonku Hahn, Hwi Kim, Cheong Hee Park, Kyungae Moon, and Jinwoong Kim, "Digital Holographic Display System with Large Screen Based on Viewing Window Movement for 3D Video Service", ETRI Journal vol.36, no.2, Apr. 2014, pp.232-241
- [7] "디지털 홀로그래픽 테이블탑형 단말 기술 개발", 범부처 Giga KOREA사업 계획서, 한국전자통신연구원, 2013년
- [8] "디지털 홀로그래픽 테이블탑형 디스플레이 기술 분석서", 한국전자통신연구원 기술문서(GKDHS-SUBD-TM-001), 2014년

디지털 홀로그래픽 레이블라형 단말 기술

약력

박중기



- 1993년 2월 한남대학교 컴퓨터공학과 공학사
- 1995년 2월 충남대학교 대학원 전산학과 이학석사
- 2007년 2월 충남대학교 대학원 전산학과 이학박사 수료
- 1998년 - 현재 한국저작권위원회 프로그램 감정인
- 1995년 - 현재 한국전자통신연구원 방송통신미디어연구소 실감방송미디어연구부 디지털홀로그래피연구실 책임연구원

관심분야 : 홀로그래픽 카메라, 디지털 홀로그래피

오관정



- 1999년 3월 - 2002년 8월 전남대학교 정보통신공학과 학사
- 2003년 3월 - 2005년 2월 광주과학기술원 정보통신공학과 석사
- 2005년 3월 - 2010년 2월 광주과학기술원 정보통신공학과 박사
- 2008년 3월 - 2008년 8월 Mitsubishi Electric Research Laboratories 방문연구원
- 2010년 6월 - 2013년 2월 삼성전자 종합기술원 전문연구원
- 2013년 3월 - 현재 한국전자통신연구원 방송통신미디어연구소 실감방송미디어연구부 디지털홀로그래피연구실 선임연구원

관심분야 : 2D/3D 영상 처리 및 압축, 실감방송, 디지털 홀로그래피

김재한



- 1984년 - 1990년 국방과학연구소 연구원
- 1992년 - 2000년 한국전자통신연구원 선임연구원, 3DTV연구실장
- 2000년 - 2011년 호남대학교 공과대학 전자공학과 교수
- 2011년 - 현재 한국전자통신연구원 디지털홀로그래피연구실 책임연구원

관심분야 : 3차원영상처리, 디지털방송, 디지털 홀로그래피

황치선



- 1987년 3월 - 1991년 2월 서울대학교 물리학과 학사
- 1991년 3월 - 1993년 2월 KAIST 물리학과 석사
- 1993년 3월 - 1996년 2월 KAIST 물리학과 박사
- 1996년 3월 - 2000년 5월 현대전자 메모리 연구소
- 2000년 6월 - 한국전자통신연구원 정보통신부품소재 연구소 스마트/O플랫폼연구부 스마트/O제어연구실 실장(책임연구원)

관심분야 : 산화물TFT, SLM, AMOLED, 투명 디스플레이

장은영



- 1999년 2월 전북대학교 공학사
- 2001년 2월 광주과학기술원 공학석사
- 2008년 3월 - 현재 한양대학교 공학박사 과정
- 2001년 2월 - 현재 한국전자통신연구원 방송통신미디어연구소 실감방송미디어연구부 디지털홀로그래피연구실 선임연구원

관심분야 : 비디오 처리/압축, CG 모델 처리/압축, 3DTV, 디지털 홀로그래프 신호처리

문경애



- 1985년 충남대학교 계산통계학과 이학사
- 1988년 충남대학교 대학원 전산학과 이학석사
- 1997년 충남대학교 대학원 전산학과 이학박사
- 1991년 - 현재 한국전자통신연구원 방송통신미디어연구소 실감방송미디어연구부 디지털홀로그래피연구실 실장(책임연구원)

관심분야 : 디지털 방송, 멀티미디어시스템, 디지털 홀로그래피

김진웅



- 1981년 2월 서울대학교 공학사
- 1983년 2월 서울대학교 공학석사
- 1993년 8월 Texas A&M 대학교 공학박사
- 1983년 3월 - 현재 한국전자통신연구원 방송통신미디어연구소 소장(책임연구원)

관심분야 : 디지털 방송, 실감미디어, 홀로그래피