특허증
CERTIFICATE OF PATENT

특허 Patent Number	제 10-1686135 호
출원번호 Application Number	제 10-2015-0059765 호
출원일 Filing Date	2015년 04월 28일
등록일 Registration Date	2016년 12월 07일

발명의 명칭 Title of the Invention
홀로그램 무대장치

특허권자 Patentee
이관준(*-*******)
서울특별시 [redacted])

발명자 Inventor
이관준(*-*******)
서울특별시 [redacted])

위의 발명은 「특허법」에 따라 특허등록원부에 등록되었음을 증명합니다.
This is to certify that, in accordance with the Patent Act, a patent for the invention has been registered at the Korean Intellectual Property Office.

2016년 12월 07일

특허청장
COMMISSIONER,
KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE
최 동 규

4W 홀로그램의 구현원리와 경제적 효과 연구

이관준*

Ⅰ. 서론
Ⅱ. 4W 홀로그램의 구현원리
1. 4W 홀로그램의 정의
2. 4W 홀로그램의 구현원리와 특징
Ⅲ. 4W 홀로그램의 경제적 효과
1. 3D 홀로그램의 구현원리와 특징
2. 4W 홀로그램과 3D 홀로그램의 비교
Ⅳ. 결론

Ⅰ. 서론

시간과 공간을 넘나들며 무한상상의 공간을 연출해내는 입체무대영상기술이 공연무대기술의 핵심 축으로 부상하고 있다. 대표적인 입체무대영상기술로는 프로젝션 매핑(Projection mapping), 인터랙티브 미디어(Interactive media), 홀로그램(Hologram) 등이 있는데, 이중 홀로그램 분야는 정부차원에서 관련 산업 육성을 위한 기술 및 인프라 구축 정책이 활발히 추진되고 있다.[1)]

홀로그램(Hologram)은 사물의 전체 모습을 본다는 뜻으로 홀로그래피[2)] 원리에 의해 물체의 360도 입체영상을 재현하는 것이다.[3)] 따라서

* 건국대학교 언론홍보대학원 공연예술경영전공 겸임교수.
논문투고일 : 2016.11.10 심사완료일 : 2016.12.14 게재확정일 : 2016.12.14

1) 2013년 10월 미래창조과학부는 홀로그램을 '정보통신(ICT) R&D 중장기전략' 10대 핵심기술 중 하나로 선정하였으며, 2020년까지 관련 기술 연구개발, 표준화 및 기반 인프라 조성 등에 약 2,400억 원을 투자하는 계획을 발표한 바 있다.

2) 실사로부터 반사 또는 회절되어 전파되는 빛의 분포를 기록 및 재현하는 기술로 공간상에 실사에 대한 상을 완벽하게 재현함.

홀로그램 기술은 안경 없이 입체 영상을 구현해 낼 수 있는 최고의 기술로 평가받고 있지만, 여러 가지 기술적 문제 때문에 현재 상용화에 많은 어려움이 있다.[4] 진정한 홀로그램 구현을 위해서는 360도에서 240개 이상의 레이저 빔으로 영상을 쏴야 하는데, 광학기술의 한계, 빛의 간섭현상, 엄청나게 큰 데이터 량 때문에 현실적으로 구현이 어려운 실정이다.[5] 따라서 현재 공연에 적용되고 있는 홀로그램 기술은 진정한 의미의 홀로그램이 아닌 유사 홀로그램(Pseudo Hologram) 기술이다. 유사 홀로그램은 고해상도의 영상을 2차원의 대형 투명 스크린에 투사하여 실재감(實在感)과 입체감을 구현하는 것으로 3D 안경을 착용하지 않고 직접 허공에 떠 있는 물체를 볼 수 있기 때문에 눈의 피로감 없이 장시간 관람이 가능하고 특수촬영과 고도의 영상 디자인으로 홀로그래피 영상의 화질과 해상도를 극대화하여 감각적, 감성적 뉴매커니즘 표현 방식으로 작품의 세련미를 돋보이게 하여 관객의 시각적인 풍요로움과 몰입감을 증폭 시킬 수 있다.[6]

이러한 홀로그램은 영상의 투사방식에 따라 직접투사(Direct)방식과 간접투사(Floating)방식으로 나눌 수 있다. 직접투사방식은 본 연구에서 새롭게 정의할 '4W 홀로그램'을 말하며, 간접투사방식은 일반적으로 '3D 홀로그램'이라고 말한다.

4W 홀로그램은 직접투사방식 또는 다이렉트(Direct)방식으로 정의하며, 영상을 반사판 없이 스크린에 직접 투사하는 방식이다. 이때 사용하는 스크린은 투명에 가까운 격자형 그물구조로 된 유리섬유(Fiberglass) 재질의 네트스크린(Net-screen)으로 무대바닥과 90도로 수직을 유지하는 직립 형태이며, [그림 1]과 같이 공연장 무대 상부의 장치봉(Set Batten)[7]에 고정시킨다.

---

3) 주강 · 서래원 · 노창배, 「KINECT 기반 3D 홀로그래픽과 제스처에 대한 연구」, 디지털콘텐츠학회 논문지 제14권 제4호, 2013.12, p.414-p.415.

4) 임수연 · 김상욱, 「관객접근에 의해 행동하는 3D 홀로그래픽 콘텐츠 저작 및 프로젝션」, 한국콘텐츠학회논문지 제12권 제12호, 2012.12, 598쪽

5) 정상원, 「미래의 콘텐츠는 홀로그램으로부터」, 산업융합과 신성장동력 월간 웹진 제40호, 2013.08, p.3.

6) 천주은, 「한국 전통연희의 활성화를 위한 3D 홀로그램 설계 및 구현」, 한양대학교 박사학위 논문, 2013.08, p.48.

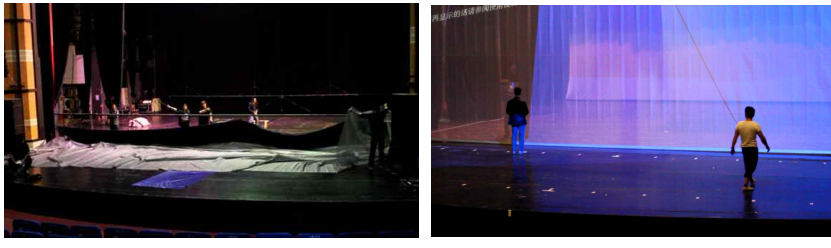

그림 1. 4W 홀로그램 구현을 위한 네트스크린 장치봉 고정작업 모습[8)]

3D 홀로그램은 간접투사방식 또는 플로팅(Floating)방식 홀로그램이라고 하며, 영상을 반사판에 투사하여 투명의 스크린에 간접적으로 투영시키는 방식이다. 이때 스크린은 [그림 2]와 같이 은염(銀鹽)처리[9)]가 된 투명막 형태의 포일스크린(Foil screen)으로 무대바닥과 45도의 경사각을 유지해야 하며, 반사판은 무대 앞쪽(Down stage)의 하층부에 설치한다.[10)]

위 두 방식 모두 전면(Foreground) 및 후면(Background)에 투사되는 실사 수준의 영상이 실물과 연동하여 현실을 뛰어넘는 다양한 무대연출이 가능하다는 점과 별도의 무대장치나 세트 없이도 시공을 초월한 시각적 공간 연출이 가능하다는 특징을 갖고 있다.

---

7) 무대상부설비로 배경막이나 장비(조명, 음향 등) 및 장치물(무대세트) 등을 매달기 위해 무대상부에 위치하는 긴 봉 구조의 기계장치.

8) 이관준, 「융합공연콘텐츠 <카르마>의 실감영상효과 향상을 위한 세라믹 네트스크린(반사계수 3Gain)이 적용된 다이렉트 투사방식의 4W입체무대영상 기술개발」, ㈜올댓퍼포먼스 문화산업 현장 수요지원 기술개발사업 연구보고서, 2015.07, p.31.

9) 필름(Foil)이나 인화지에 감광도(빛에 반응하는 속도)를 높이기 위해 은(Silver) 성분의 감광제를 도포하는 작업으로 할로겐 원소와 은을 화학적으로 결합한 할로겐화은(AgX)을 사용함.

10) [그림 7] 참조.

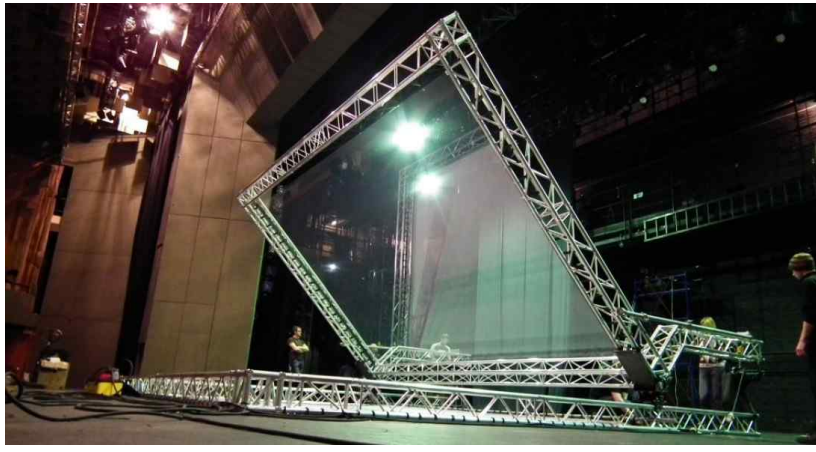

그림 2. 3D 홀로그램 구현을 위한 포일스크린 트러스 고정작업 모습[11)]

그러나 3D 홀로그램의 경우 핵심기술이라 할 수 있는 고가(高價)의 은염 포일 스크린을 해외기술에 의존해야 하는 점, 반사판 설치를 위한 특수설비 및 특설공간이 필요한 점 등 기술 적용이나 비용 면에 있어 많은 한계점을 갖고 있다.
이에 본 연구는 4W 홀로그램을 차세대 입체무대영상기술로서 새롭게 정의하고, 기존 3D 홀로그램 기술과 비교분석하여 구현원리와 특징을 표준화함으로써 차후 기술상용화와 응용기술 개발을 위한 이론적 기반을 마련하고자 한다.

II. 4W 홀로그램의 구현원리

1. 4W 홀로그램의 정의

4W 홀로그램은 무대 위에 수직으로 설치된 네트스크린에 고해상도의 영상을 직접적으로 투사함으로써 그 형상이 무대 위에 실재하는 것처럼

11) http://www.musion3d.co.uk, (검색일자 : 2016.11.01)

무대를 연출하는 입체무대영상기술이다. 4W 홀로그램의 '4W'는 프랑스 철학자 드니 디드로(Denis Diderot)가 주창한 제4의 벽 이론[12]에서 착안한 것으로 이를 뜻하는 영문 '4th Wall'의 약자다.

4W는 전통 이론에서 말하는 '보이지 않는 벽', 즉 '투명한 스크린'이라는 점에서 표면적으로는 상통한다. 하지만 '가상'의 투명한 벽이 아닌 '실재'하는 투명한 벽이라는 점과 '단절'의 벽이 아닌 '소통'의 벽이라는 점에서 본질적으로 다르다. 4W는 '가상의 단절된, 투명한 벽'이라는 전통 이론에서 한 차원 확장된 개념으로, '실재하며 소통하는, 투명한 벽'이라는 의미를 갖고 있다.

제 4의 벽은 사실주의 연극의 기반이 된 이후 현재까지 대부분의 무대극에 적용되고 있다. 하지만 또 한편으로는 제 4의 벽을 깨뜨리는 시도도 많이 해 왔다. 이는 작품의 특정 메시지를 관객에게 강하게 전달하고 관객의 존재를 인식시켜주기 위한 것이다. 제 4의 벽이 깨지는 순간, 그 무대는 관객에게 직접적으로 상기되고, 전달하고자 하는 메시지가 깊게 각인되는 효과가 있기 때문이다. 이러한 시도는 다양한 무대극에서 끊임없이 해 왔으며, 이를 통해 무대와 관객은 다양한 소통을 해 왔다. 이와 같이 제 4의 벽의 제거를 통해 무대와 관객이 소통하는 방법은 다음과 같다.

첫째, 배우가 관객들과 직접 소통하는 것이다. 이는 벽을 제거하는 가장 쉬운 방법으로 배우가 관객을 대상으로 직접적으로 소통하는 것이다. 연극 <관객모독>은 관객들에게 욕을 하고 침을 뱉으며 물을 끼얹기도 한다. 뮤지컬 <오페라의 유령>의 칼롯타(Carlotta)는 오케스트라 지휘자에게 '마에스트로'라고 외치면서 반주를 요청한다.

둘째, 프로시니엄 극장의 구조를 탈피하는 것이다. <델라구아다>와 <푸에르자브루타(Fuerzabruta)>는 완벽하게 벽이 제거된 퍼포먼스다. 관객들은 앉지도 못하고 매 장면마다 사방에서 등장하는 다양한 무대 장치와

12) 무대와 관객 사이에는 보이지 않는 벽이 있으며, 무대 위의 배우와 관객은 가상의 벽에 의해 서로 간섭받지 않는다. 따라서 배우는 관객을 인식하지 못하고 마음껏 연기할 수 있고, 관객은 보이지 않는 가상의 벽을 통해 배우들의 행동을 살펴본다는 이론이다. TV에서는 브라운관이, 영화에서는 스크린이 제4의 벽을 대신한다.

배우들의 퍼포먼스를 때로는 지켜보고 때로는 손을 뻗어 만지고 발을 구르며 열정적으로 동참하게 된다. 특히 <푸에르자브루타>는 거대한 컨베이어 벨트와 리깅(rigging) 장비를 무대에 끌어들이고 오프 스테이지의 기술 인력들이 눈앞에서 장치를 조작하는 모습을 보여주어 진정으로 '벽'의 존재를 무의미하게 만든다.[13]

셋째, 배우와 무대기술이 연동하여 생성해내는 메시지를 관객에게 전달하는 것이다. 무대기술은 시대에 따라 발전하면서 제 4의 벽을 제거하고 무대 메시지를 전달하는 소통의 도구로도 활용되어 왔다. 그 중 가장 많이 활용되는 기술은 영상기술이다. 최근에는 입체무대영상기술을 활용한 가상의 시각 체험으로 관객과 소통하는 방법이 주목받고 있다. 뮤지컬 <드래곤 길들이기>는 초대형 와이드 프로젝션 매핑기술로 관객에게 마치 무대 배우들과 같은 공간 혹은 근접거리의 공간에 공존하는 것과 같은 가상공간현실을 체험시켜준다. 2014년 빌보드 뮤직 어워드에서는 고인이 된 마이클 잭슨(Michael Jackson)이 3D 홀로그램 기술로 복원되어 무용수들과 함께 혼합현실(MR, Mixed Reality) 공연을 펼치기도 했다. 융합공연 <카르마 : 운명의 랩소디>는 2014년 중국투어[14] 당시 아시아 최대 면적(200㎡)의 4W 홀로그램 기술로 강한 몰입감과 실재감을 구현함으로써 현지 언론의 주목[15]을 받았다.

4W 홀로그램은 배우와 입체무대영상기술이 연동하여 관객과 소통한다. 무대 위 배우의 몸짓은 제 4의 벽 지점의 4W에 투영된 형상과 함께 연동되어 특정한 무대 메시지를 만들고, 그 메시지는 관객에게 입체적으로 다가간다. 이처럼 4W 홀로그램은 '실재하는 투명의 4W'를 매개로 다양한 무대 메시지를 관객에게 입체적으로 직접 상기시켜주고 관객의 존재감을 인식시켜줌으로써 강력한 소통을 이끌어 낸다.

---

13) 조용신, 「 '제4의 벽' 을 뚫는 사람들」, 경향신문 공연칼럼, 2007.12.06.

14) 2014년 8월 17일부터 8월 31일까지 베이징 공인체육관에서 15회 공연하였으며, 체육관 개관이래 최장기 공연으로 기록되었다. 이후 국내 및 중국에서 직립형 4W 홀로그램 기술이 본격적으로 상용화되었다.

15) 당시 중국 최대 포털사이트 시나닷컴은 "이 공연은 하이테크 3D영상기술과 무대예술이 융합된 형태로 가상영상과 실제 배우가 조화되어 이루어진다. 이와 같은 고차원적인 공연을 처음 접하는 관중들의 시청각을 자극하였고 쉴 새 없는 감탄사가 터져 나왔다" 고 호평하였다.

2. 4W 홀로그램의 구현원리와 특징

4 W 홀로그램 기술을 구현하기 위해서는 무대 맨 앞 또는 중간에 네트 스크린을 수직으로 설치해야 한다. 이 스크린은 격자형 그물 구조로 되어 있으며, 스크린 표면은 은색 계열의 안료로 도색처리를 하거나 세라믹 볼 렌즈 등을 이용한 공법으로 특수처리를 함으로써 투영된 영상의 선명도를 고가의 3D 홀로그램 수준까지 구현하는 것이 가능하다. 스크린에 영상이 투영되지 않을 때는 스크린의 투명도를 높이는 것이 매우 중요한데 이를 위해 무대조명을 사전에 정밀하게 설계·디자인해야 한다.

[그림 3]은 다이렉트 방식 4W 홀로그램의 구현원리[16]를 나타낸 것이다. 3D 홀로그램과 달리 네트스크린에 영상을 반사판 없이 직접 투사하는 다이렉트(Direct) 방식이다. 4W 홀로그램 기술을 효과적으로 구현하기 위해서는 다음과 같은 조건이 필요하다.

16) ㈜올댓퍼포먼스는 4W 홀로그램의 구현원리와 특징에 대한 기술을 '홀로그램 무대장치(HOLOGRAM STAGE SETTING)' 라는 명칭으로 2015년 4월에 특허를 출원하였으며, 2016년 12월에 특허등록(특허 제 10-1686135호)을 완료한 바 있다.

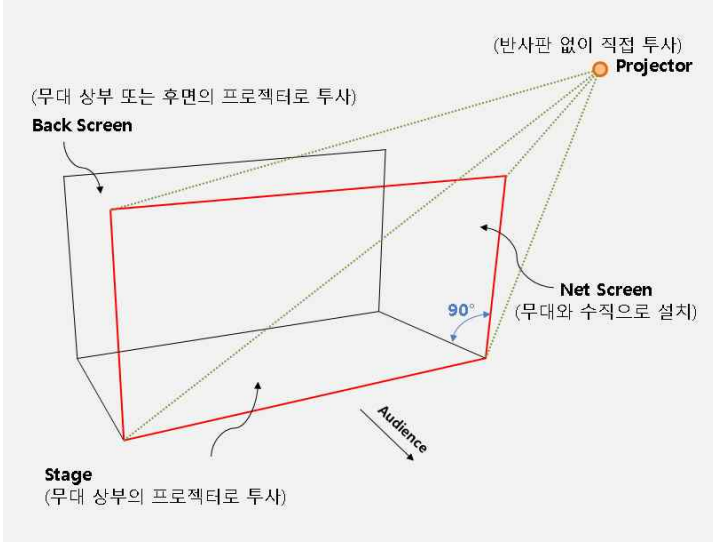

그림 3. 4W 홀로그램 기술 구현원리도[17]

첫째, 네크스크린을 투사하는 프로젝터의 광원은 스크린에 비스듬히 위치해야 한다. 4W 홀로그램은 영상을 그물구조의 네트스크린에 투사하므로 무대방향으로 그물구조를 통과한 영상의 여광(餘光)이 존재하게 된다. 따라서 프로젝터의 광원은 네트스크린을 통과한 여광이 무대 바닥 및 후면 스크린의 영상과 겹치지 않도록 최대한 측면에 위치시켜야 한다. 그럼으로써 여광이 무대 후면 스크린이나 무대 바닥의 영상과 겹치지 않고 좌측 또는 우측 무대 밖으로 빠져 나가게 되는 것이다. 만일 무대 후면 스크린이나 무대 바닥의 영상과 겹치게 되면 그 즉시 빛 번짐 현상이 일어나면서 입체무대영상효과는 반감된다.[18]

둘째, 공연 중 무대 조명기의 빛이 네트스크린에 닿지 않아야 한다. 네트스크린은 격자형 그물구조의 반투명 스크린이므로 일정 조도의 빛이 고르게 분산되는 일상의 장소에서는 그 존재감이 확연히 드러난다. 그러

17) 이관준, 앞의 연구보고서, 2015.07, p.21.
18) 이관준, 앞의 연구보고서, p.22.

나 무대와 객석이 분리된 공연장과 같은 공간에서는 객석조명과 무대조명을 조절하여 투명하게 연출할 수 있다. 무대와 객석 사이에 네트스크린을 설치하고 공연한다고 가정할 때 여느 공연들처럼 객석조명을 완전히 소등하고 무대조명만 밝힌다면 관객의 초점은 자연스럽게 네트스크린 안쪽의 무대에 맞춰지게 되면서 네트스크린의 존재여부를 거의 인지할 수 없게 된다. 이 때 중요한 것은 무대조명이 네트스크린에 닿지 않도록 해야 한다는 것이다. 만일 무대조명이나 객석조명이 네트스크린에 닿게 되면 그 존재감은 바로 드러나게 된다. 따라서 공연 전에 무대조명이 네트스크린에 닿지 않도록 디자인하는 것이 중요하다.[19]

셋째, 네트스크린의 표면은 반사율을 높일 수 있는 공법을 적용하여 처리해야 한다. 네트스크린에 투사된 영상은 구조적 특성상 대부분 투과되고 일부만이 투영될 수밖에 없다. 따라서 네트스크린 표면의 반사율을 높여 선명도를 올려주는 것이 매우 중요하다. 가장 쉬운 방법은 스크린 표면에 은색 계열 도료를 도포해 주는 것인데, 이는 도료가 쉽게 이탈하고 투명도가 낮다는 단점이 있다. 한편 최근 개발된 '세라믹 볼 렌즈 공법'의 세라믹 네트스크린은 흑색 계열 소재에 반사율이 높은 투명한 세라믹 볼 렌즈를 무기바인딩 공법으로 코팅함으로써 기존 네트스크린의 성능(반사율·투명도·증착율)을 개선하였다.[20] [그림 4]는 일반 네트스크린과 세라믹 네트스크린에 같은 이미지를 동시 투사하였을 때의 반사성능을 비교 시연한 것이다.[21]

---

19) 이관준, 앞의 연구보고서, p.22.

20) ㈜올댓퍼포먼스는 문화체육관광부 '2014년 문화산업 현장 수요지원 기술개발사업' 연구과제를 통해 '세라믹 볼 렌즈 증착기술' 을 개발, 〈카르마〉 공연의 4W 홀로스크린에 적용하여 상용화하였으며, 2016년 4월에는 반사계수 4.0게인(Gain)의 4W 홀로스크린(Ver 4.0)을 개발하였다.

21) 이관준, 앞의 연구보고서, p.27.

그림 4. 일반 네트스크린과 세라믹 네트스크린의 비교시연 사진[22)]

넷째, 네트스크린의 영상은 후면 스크린 및 무대 바닥의 영상과 함께 연동해야 효과적이다. 4W 홀로그램은 [그림 3]과 같이 무대 전면 네트스크린, 무대 후면 스크린, 무대 바닥 등 총 3면 이상의 영상을 함께 연동하여 구현할 때 가장 효과적인 입체감을 구현할 수 있다. 따라서 별도의 무대장치나 세트 없이도 무한상상의 입체무대를 연출해 낼 수 있으며, 장기공연일 경우에는 반영구적으로 적용하여 구현할 수도 있다.[23)]

[그림 5]는 첨단융합공연 <카르마 : 운명의 랩소디>에 적용된 4W 홀로그램 시뮬레이션 영상을 캡처한 이미지로 무대 전면, 후면, 바닥의 영상이 함께 연동되었을 때 연출되는 입체효과를 보여주고 있다. 좌측 상단의 이미지는 주인공 카르마와 악신(惡神)들의 전투장면에 적용된 영상이미지를 캡처한 것이다. 주인공 카르마가 무대바닥을 내려치면 대지진이 일어나고 돌덩이 파편이 사방으로 치솟는 장면 효과 이미지로 주인공의 파괴력에 악신들이 모두 제압되는 장면에 적용되었다. 우측 상단의 이미지는 하얀 함박눈이 핏빛으로 변하면서 무대바닥에 블랙홀이 생기고 궁지에 몰린 여주인공 마고가 나락으로 떨어지는 장면에 적용된 것이다. 좌측 하단의 이미지는 악신 아수라와 마라가 지하세계 나라카에서 마고를 제물로 제사를 지내는 장면에 적용된 것이다. 우측 하단의 이미지는 아수

22) 이관준, 앞의 연구보고서, p.27.
23) 이관준, 앞의 연구보고서, p.22.

라로 위장한 카르마가 악신 무리를 제압하기 위해 거인 분신술로 제압하는 장면에 적용된 것이다.

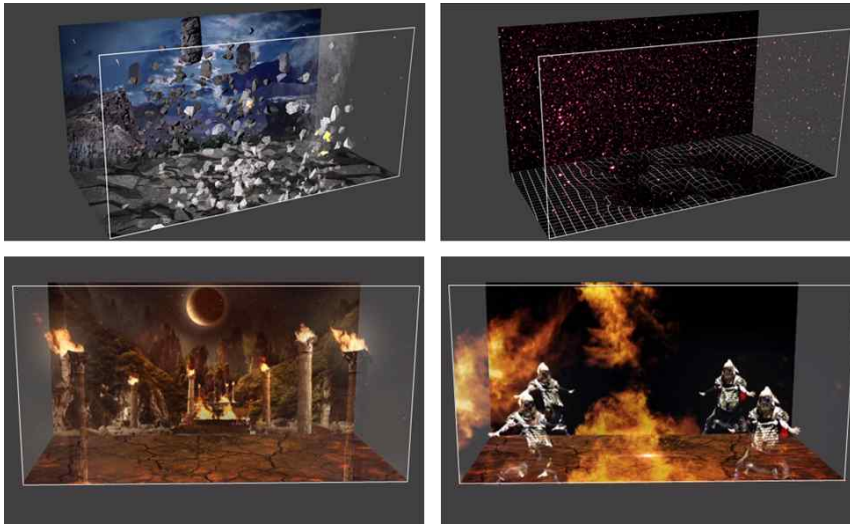

그림 5. <카르마>에 적용된 4W 홀로그램 시뮬레이션 예시도[24]

[그림 6]은 4W홀로그램을 <카르마 : 운명의 랩소디>에 적용하여 공연한 장면들이다. 좌측 상단 이미지는 주인공 카르마가 악신 무리를 제거하기 위해 태풍과 회오리를 일으키는 장면으로 카르마의 몸짓과 손짓에 따라 회오리와 바위 파편이 움직이는 장면을 연출한 것이다. 우측 상단 이미지는 카르마와 마라가 대결하는 장면에서 두 배역의 무술동작에 맞춰 역동적인 에너지와 기운을 공중에 실재하는 것처럼 연출한 것이다. 좌측 하단 이미지는 마라가 치솟는 화염 속에서 결박된 카르마에게 다가가는 모습을 연출한 것이다. 우측 하단 이미지는 카르마가 악신 무리를 제거하기 위해 천지의 기를 모으는 장면을 연출한 것이다.

24) 이관준, 앞의 연구보고서, p22, p38.

그림 6. <카르마>에 적용된 4W 홀로그램 공연장면[25]

이처럼 4W 홀로그램은 영화에서 VFX(Visual FX)를 활용하여 존재하지 않는 환영(幻影)이나 촬영이 불가능한 장면을 시각적으로 구현해내는 것처럼 무대에서 무대장치나 세트로 구현 불가능한 장면을 시간과 공간을 초월하여 실재하는 현실처럼 입체적으로 구현하는 것이 가능하다. 또한 고비용의 무대장치나 세트를 대체하여 반영구적으로 활용할 수도 있다.

III. 4W 홀로그램의 경제적 효과

1. 3D 홀로그램의 구현원리와 특징

3D 홀로그램은 홀로그램 무대장치기술 중 가장 널리 상용화된 방식이다. 직접 투사방식의 4W 홀로그램과 달리 3D 홀로그램은 대형 투명스크

25) 이관준, 앞의 연구보고서, p31.

린에 영상을 반사판을 이용해 간접적으로 투영시킴으로써 그 형상이 무대 위에 실재하는 것처럼 구현해내는 기술이다. 현재 공연계에서 홀로그램이라고 하면 보통 이 3D 홀로그램을 일컫는다. 3D 홀로그램 기술을 구현하기 위해서는 다음 세 가지 조건이 충족되어야 한다.

첫째, 투명 포일 스크린을 45도로 기울여 설치해야 한다. 투명 포일 스크린은 실사에 가까운 실감영상효과를 구현하기 위해 할로겐화은(AgX)으로 은염 처리된 것이어야 하며, [그림 7]과 같이 무대 위 공연자의 동선을 벗어난 무대 앞쪽 공간에 설치하되 반사판을 통해 올라오는 영상이 투영될 수 있도록 바닥과 45도로 기울여 설치해야 한다.[26]

둘째, 반사판을 설치해야 한다. 반사판은 포일스크린에 영상을 구현하기 위한 것으로 스크린과 마찬가지로 무대를 벗어난 앞쪽 공간에 설치하되 관람석에서 보이지 않도록 무대하부에 설치해야 하며, 최적의 관람 환경 구축을 위해 오케스트라피트 하부무대나 가림막 등을 이용하여 반사판이 관객의 시야에 노출되지 않도록 해야 한다.[27]

셋째, 트러스(Truss)[28] 구조물과 특설공간을 필요로 한다. 철제 트러스 구조물은 안정적인 무대연출을 구현하기 위한 것이다. 포일 스크린은 박막 형태의 투명필름이므로 충격이나 진동에 매우 약하다. 따라서 공연 중에 일어날 수 있는 각종 진동(환호, 음향, 공조기 등)에 영향 받지 않도록 [그림 3]과 [그림 7] 같이 스크린을 사각틀 구조의 트러스에 견고하게 고정시켜주어야 한다.[29]

---

26) 이관준, 앞의 연구보고서, p.20.
27) 이관준, 앞의 연구보고서, p.20.
28) 직선봉을 삼각형으로 조립한 일종의 빔(beam) 재(材). 교량, 건축물 등의 골조 구조물로 널리 사용된다. 기계공학용어사전, 1995.3.1, 한국사전연구사.
29) 이관준, 앞의 연구보고서, p.20.

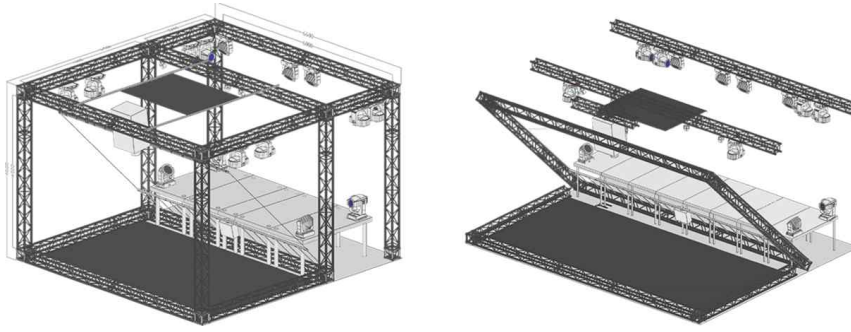

그림 7. 플로팅 방식 3D 홀로그램 무대설계도와 구현원리도[30]

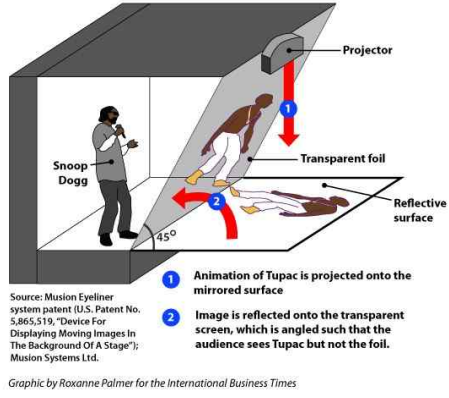

그림 8. 플로팅 방식의 3D 홀로그램 구현원리도[31]

30) http://musion.com/eyeliner/, (검색일자 : 2016.11.01)

31) http://www.ibtimes.com/how-does-coachella-tupac-hologram-work-infographic-438390, (검색일자 : 2016.11.01)

2. 4W 홀로그램과 3D 홀로그램의 비교

플로팅방식은 1860년대 유럽에서 인기를 끈 공연 '페퍼의 유령'이라는 이름으로 시연된 유사 홀로그램 원리를 활용한 것으로, 투명막 소재와 조명 기술의 발달과 디지털 프로젝터의 성능 향상에 힘입어 영상의 품질도 급격하게 향상되어 실제 물체와 영상의 구분이 힘든 수준이다.[32] 그러나 다이렉트 방식의 4W 홀로그램 또한 3D 홀로그램 못지않은 실사수준의 기술구현이 가능하며, 실용성이나 경제성에 있어 상대적으로 우수하다. 그 이유는 다음과 같다.

첫째, 핵심기술이라 할 수 있는 스크린에 있어 4W 홀로그램은 순수 국내 생산라인으로 자체 생산이 가능한 네트스크린을 사용하지만 3D 홀로그램은 해외 수입에 의존하는 고가의 은염 포일 스크린을 사용한다. 따라서 생산비용에 있어 큰 차이가 난다.[33]

둘째, 설치방법에 있어 4W 홀로그램은 별도의 설비나 공간이 필요 없다. 일반 공연장의 장치봉에 일반 무대막을 설치하는 방법과 동일한 방법으로 설치하면 된다. 반면 3D 홀로그램을 설치하기 위해서는 [그림 7]과 같이 무대 면적에 버금가는 특설 공간이 필요하며, 대형 반사판도 설치해야 한다. 또한 이러한 구조는 스크린 보호와 안정적인 무대 연출을 위해 고가의 철제 트러스 구조물을 이용해 시공해야 한다. 따라서 일반 공연장에 적용하는 것이 불가능하며, 주로 컨벤션홀, 전시장, 실내체육관, 야외무대 등에서 개최되는 단기성 제품발표회나 공연 등에 많이 적용된다.[34]
셋째, 관리 및 유지보수에 있어서도 4W 홀로그램이 상대적으로 우수하다. 네트스크린은 충격과 오염에 강하여 관리 및 유지보수가 수월하며, 해체 및 이동이 용이하여 계속적으로 사용하는데도 큰 문제가 없다. 반면 3D 홀로그램에 사용되는 투명 포일 스크린은 박막 형태의 필름이 갖는 소재의 한계성으로 인해 외부 충격과 오염에 약하고, 관리 및 유지보수가

32) 정상원, 「미래의 콘텐츠는 홀로그램으로부터」, 산업융합과 신성장동력 월간 웹진 제40호, 2013.08, p.3.
33) 이관준, 앞의 연구보고서, p.24.
34) 이관준, 앞의 연구보고서, p.24.

어려워 일정 기간 사용 후에는 스크린을 새로 교체해야 하며, 이동이나 해체 후 재사용하는 것도 거의 불가능하므로 다른 장소로 이동하여 같은 공연을 재공연할 경우에도 스크린을 새로 제작하여 사용해야 한다.[35]

[표 1]은 4W 홀로그램과 3D 홀로그램의 기술적 특징과 장단점을 정리한 것이다.

4W 홀로그램	구분	3D홀로그램
직접 투사하는 다이렉트(Direct)방식	**투사방식**	간접 투사하는 플로팅(Floating)방식
격자형 그물구조의 네트스크린	**적용 스크린**	은염처리된 투명 포일스크린
90도	**설치각도**	45도
필요 없음	**반 사 판**	필요함
필요 없음	**특수설비장치**	별도의 철제 프레임을 시공하여 설치
필요 없음	**별도의 설치공간**	확보되어야 함
강함	**내구성**	약함
용이함	**유지관리 및 보수**	유지관리가 까다롭고 보수가 불가능
가능	**이동 및 재사용**	불가능
가능	**국내생산**	불가능
낮음	**생산비용**	높음

표 1. 4W 홀로그램과 3D 홀로그램의 기술적 특징과 장단점 비교[36]

35) 이관준, 앞의 연구보고서, p.24.
36) 이관준, 앞의 연구보고서, p.24.

Ⅲ. 결론

이상에서 본 것처럼 4W 홀로그램은 3D 홀로그램이 갖고 있는 고비용·저효율의 한계점을 극복하고 상용가치를 높인 저비용·고효율의 차세대 입체무대영상기술이다. 핵심기술인 네트스크린을 해외 수입이 아닌 국내 생산라인으로 제작함으로써 생산비를 낮추었으며, 시공 및 기술 적용에 있어서도 특수한 설비 없이 일반 공연장 어디서나 쉽게 시공하여 적용할 수 있는 기술이다. 또한 관리 및 유지보수가 용이하고, 해체 후 재사용하는 것도 가능하여 반영구적으로 사용할 수 있다.[37]

정부는 홀로그램 산업을 'ICT R&D 중장기전략'의 10대 핵심기술 중 하나로 선정하고 우리나라를 '2020년 홀로그램 세계 최고 국가'로 만들겠다고 공헌했다. 정부는 총 2,400억 원 규모를 투자해 세계 최고 기술 수준을 확보하고 1조7천억 원의 시장 유발 효과를 기대하고 있다.[38]

이러한 정책적 움직임에 힘입어 2014년 1월 케이티(KT)는 와이지(YG)엔터테인먼트와 함께 서울 동대문에 케이팝스타들의 가상 공연을 관람할 수 있는 홀로그램 공연장 케이 라이브를 열었다.[39] 현재 국내 홀로그램 전용관은 'KT <K-Live>', 'SM TOWN @ 코엑스 아티움', '에버랜드 케이팝 홀로그램 상영관', '제주 플레이 케이팝' 등 총 4개관이다.

최근에는 케이팝(K-POP) 홀로그램 공연을 중국과 동남아로 수출도 하고 있다. 그러나 아쉽게도 이들 모두 핵심기술을 확보하지 못한 채 영국 3D 홀로그램을 적용함으로써 고가의 은염포일스크린과 시공인력 등을 해외에서 전량 수입하고 있는 실정이다. 한류 열풍에 힘입어 막대한 비용을 투자했지만 투자비용에 비해 수익성과 효율성이 현저히 떨어지는 한계를 드러내면서 운영에 어려움을 겪고 있다. 이에 업계 대다수 전문가들은 머지않아 홀로그램 무대기술시장이 90도 다이렉트 방식 4W 홀로그램으로 빠르게 대체될 것으로 전망하고 있다.

---

37) 이관준, 앞의 연구보고서, p.54.
38) 왕해나, 「KT 한류 전략 콘텐츠 K-live, 직접 체험해보니」, 경제투데이 기사, 2015.02.04.
39) 남은주, 「둘 중 하나는 지드래곤 '분신'」, 한겨레 기사, 2015.03.26.

4W 홀로그램은 홀로그램 핵심기술을 자체적으로 개발, 원천기술을 확보함으로써 글로벌 표준화를 위한 가능성과 기회를 열었다고 할 수 있다. 이제는 그 가능성을 실현시킬 기술상용화에 대한 진지한 고민과 연구가 필요한 시점이다. 그러한 의미에서 본 연구는 4W 홀로그램의 기술상용화를 위한 이론적 기반을 마련했다는 점에서 의미가 있다. 특히 실제 공연에 적용한 자료에 근거하여 이론적으로 정의했다는 점은 기술상용화의 실효성을 더욱 높여준다.[40]

향후 연구에서는 네트스크린 소재의 한계성에서 오는 반사율을 제고시키기 위한 응용기술 연구와 기술상용화를 위한 구체적인 논의가 계속되어야 할 것이다. 또한 국내뿐만 아니라 수출 주도형 산업으로 성장할 수 있도록 해외에서의 성공모델 도출을 위한 다각적인 연구도 계속되어야할 것이다.

40) 이관준, 앞의 연구보고서, p.54.

■ 참고문헌

<논문 및 저서>

[1] 이관준,「융합공연콘텐츠 <카르마>의 실감영상효과 향상을 위한 세라믹 네트스크린(반사계수 3Gain)이 적용된 다이렉트 투사방식의 4W입체무대영상 기술개발」, ㈜올댓퍼포먼스 문화산업 현장 수요지원 기술개발사업 연구보고서, 2015.07.
[2] 천주은,「한국 전통연희의 활성화를 위한 3D 홀로그램 설계 및 구현」, 한양대학교 박사학위 논문, 2013.08.
[3] 임수연·김상욱,「관객접근에 의해 행동하는 3D 홀로그래픽 콘텐츠 저작 및 프로젝션」, 한국콘텐츠학회논문지 제12권 제12호, 2012.12.
[4] 주강·서래원·노창배,「KINECT 기반 3D 홀로그래픽과 제스처에 대한 연구」, 디지털콘텐츠학회 논문지 제14권 제4호, 2013.12.
[5] 네이버 지식백과, 「콘텐츠 산업, 스토리에 달려 있다」, 커뮤니케이션북스, 2015. 3. 15.
[6] 정상원, 「미래의 콘텐츠는 홀로그램으로부터」, 산업융합과 신성장 동력 월간 웹진 제40호, 2013.08.

<기사 및 인터넷>

[1] 둘 중 하나는 지드래곤 '분신' (한겨레, 2015.03.26.)
[2] KT 한류 전략 콘텐츠 K-live, 직접 체험해보니 (경제투데이, 2015.02.04.)
[3] '제 4의 벽을 뚫는 사람들' (경향신문, 200712.06)
[4] 뮤젼3D 홈페이지, http://www.musion3d.co.uk, (검색일자 : 2016. 11.01)
[5] 뮤젼 홈페이지, http://musion.com/eyeliner/, (검색일자 : 2016. 11.01)
[6] IBT(International Business Times) 홈페이지, http://www.ibtimes.com/how-does-coachella-tupac-hologram-work-infographic-438390, (검색일자 : 2016.11.01.)

■ 국문초록

4W 홀로그램의 구현원리와 경제적 효과 연구

이관준

본 연구는 국내 융합공연콘텐츠 <카르마 : 운명의 랩소디>, 모던 태권도 <킥스>, 홀로그램 뮤지컬 <라바>와 <뱀부쇼> 등에 유사 홀로그램 형태로 적용되어 안정적으로 상용화를 이룬 입체무대영상기술을 '4W 홀로그램'으로 새롭게 정의하고 그 구현원리와 특징을 정리하였다. 기존의 경사형 포일스크린(Foil screen) 기반의 플로팅 방식 입체무대영상기술은 해외기술에 의존한 고비용·저효율의 기술인 것에 반해 본 연구에서 새롭게 정의하는 4W 홀로그램은 국내기술로 상용가치를 높인 저비용·고효율의 차세대 기술이다. 이에 본 연구는 차세대 입체무대영상기술로 부상한 4W 홀로그램 기술을 새롭게 정의하고 표준화함으로써 기술상용화를 위한 이론의 틀을 구축하고 차후 응용기술 개발을 위한 초석을 마련하고자 한다.

주제어 : 4W, 홀로그램, 입체무대영상기술, 제 4의 벽, 3D, 실감영상, 실감미디어, 카르마

■ Abstract

A Study on the principles and economic effects of 4W Hologram

Kwanjoon Lee

This Study newly defined 'The 4W Hologram'; realistic stage projection technology, and established the basic principles and features. The 4W Hologram is similar to the projection technology previously used in the collaborated production of <KARMA: Rhapsody of Destiny>, <Kicks>, <Larva> and <Bamboo Show>. 3D Hologram technology is dependent on overseas production and high-cost, low-efficiency components, such as foil screens. However, The 4W Hologram has shown to be a low-cost, highly-efficient solution of great commercial value. Therefore, The 4W Hologram represents the next generation of realistic stage projection technology. We aim to create the framework for commercializing The 4W Hologram and wish to set a new standard for projection technology in the future.[41)]

Keyword: 4W, Hologram, Realistic stage projection technology, 4th wall, 3D, Realistic projection, Realistic media, Karma

41) 이관준, 앞의 연구보고서, p.8.