

arts change the world

첨단

무대자동화

기술을 활용한

융합형

공연사례 연구

2017. 12.

arts change the world

첨단

무대자동화

기술을 활용한

융합형

공연사례 연구

2017. 12.

한국문화예술위원회

arts change the world

첨단 무대자동화 기술을 활용한 융합형 공연사례 연구

2017. 12

융복합 무대기술 기초연구

2017년 12월 인쇄

2017년 12월 발행

발행처 한국문화예술위원회

편 집 한국문화예술위원회

한국문화예술위원회

58217 전라남도 나주시 빛가람로 640(빛가람동 352)

전화 061-900-2100, 2200

팩스 061-900-2362

홈페이지 www.arko.or.kr

이메일 arko@arko.or.kr

본 보고서는 무단전제를 금하며,
내용의 일부를 가공하거나 인용할 때에는
반드시 출전을 밝히시기 바랍니다.

융복합 무대기술 기초연구- 첨단 무대자동화 기술을 활용한 융합형 공연사례연구

/ 2017. 12

제 출 문

한국문화예술위원회 귀하

본 보고서를 재원 확충을 위한 예술위원회 수익사업개발 연구의 최종보고서로 제출합니다.

2017년 12월 30일

주관기관 : 사단법인 국제차세대융합기술학회

연구책임자 : 홍성대 서경대학교 VR미래융합센터장

연 구 원 : 신윤선 (주)유쾌한 대표이사

김유석 숭실대학교 미디어학부 박사과정

송은서 서경대학교 VR미래융합센터 전임연구원

목 차

I 서 론

1. 연구필요성 및 목적	15
1) 연구의 필요성	15
2) 연구의 목적	16
2. 연구내용	16
1) 예술영역에서의 과학기술 활용 범위 및 첨단공연의 정의	16
2) 첨단공연기술 동향 분석	17
3) 첨단 무대자동화 기술 사례와 융복합 공연 사례	18
(1) 무대 자동화 기술 분석	18
(2) 국내외 융복합 공연 사례	18
(3) 미디어아트 사례	18
3. 연구방법	19
4. 기대효과	19

II 무대 자동화 기술 분석

1. 드론(Drone)	20
1) 정의	20
2) 분류	20
(1) 날개에 의한 분류	20
(2) 제어방식에 의한 분류	26
3) 위치제어	29
(1) UWB(Ultra Wideband)를 이용한 RTLS(Real Time Location System)	31
(2) GNSS(Global Navigation Satellite System)	32

2. 로봇(Robot)	34
1) 정의와 흐름	34
2) 공연용 로봇	34
(1) 애니메트로닉스(Animatronics)	34
3) 산업용 로봇	44
(1) 로봇팔(Robot Arm)	44
(2) 제어방식	46
3. 와이어 플라잉(Wire Flying)	47
1) 정의	47
2) 기존의 사용	48
(1) 산업적용도	48
(2) 액션연기	48
(3) 한계점	48
3) 연구개발의 필요성	49
4) 해외 기술 개발 사례	49
5) 최근의 연구 동향	51
6) 3D 와이어 플라잉 시스템 기술	52
(1) 원치 서보 시스템 하드웨어	52
(2) 3D 와이어 플라잉 시스템 전자제어 구성도	54
(3) 전자제어 하드웨어	54
(4) 배전함	55
(5) 콘솔입력장치	55
(6) 통합 프로그램	57
7) 기대효과	58
4. 스마트 스테이지(Smart Stage)	60
1) 정의	60
(1) 통합적 오토메이션 제어 시스템	60
(2) 무대장치 시스템	60

2) 연구개발의 필요성	60
3) 해외 개발 사례	61
(1) 오토메이션 제어시스템	61
(2) 무대장치	62
4) 국내 개발 사례	62
5) 최근 연구 동향	63
6) 통합적 오토메이션 제어 시스템	64
7) 무대장치 시스템	66
(1) 전자마루	66
(2) 이동 무대	67
(3) 리프트장치	68
(4) 다변화 턴테이블, 트랙, 브릿지, 톤보더	71
(5) 복합 스마트 스테이지	74
(6) 특수효과	77
 5. 홀로그램(Hologram)	 79
1) 정의	79
2) 종류	81
3) 산업에서의 활용	83
(1) 의료/측정 분야	83
(2) 보안 분야	84
(3) 에너지 분야	85
(4) 광고 분야	85
(5) 상용화	87
4) 공연에서의 홀로그램	87
(1) 직접투사 방식	88
(2) 간접투사 방식	89
5) 디스플레이 설치 방법	90
6) 홀로그램과 실재 공연자와의 관계	91

6. 공연영상기술 시스템	92
1) 정의 및 배경	92
2) 영상기술 자동화 통합시스템	92
(1) 통합 시스템 정의 및 배경	92
(2) 통합 시스템 대표사례	93
3) 3D 프로젝션 매핑(3D Projection Mapping) 기술	97
(1) 프로젝션 매핑정의 및 배경	97
(2) 다중 프로젝션 매핑	99
(3) 증강현실 프로젝션 매핑	101
(4) 프로젝션 매핑 하드웨어	102
(5) 프로젝션 매핑 소프트웨어	103
7. 다이نام릭 서피스(Dynamic Surface)	105
1) 정의	105
2) 배경	106
(1) 플립 디스플레이(Flip Display) 기술	106
(2) 물리적 디스플레이 기술	107
3) 다이نام릭 서피스 형태와 기술	109
(1) 플립 디스크 방식	109
(2) 와이어 방식	111
(3) 핀 방식	112
Ⅲ 국내외 융복합 공연 사례	
1. 드론	115
1) 해외	115
(1) 파라무어(Paramour)	115
(2) 500 드론 라이트 쇼(Drone Light Show)	116
(3) 락 인 리오(Rock in Rio) 2017	118
(4) 별빛 휴일(Starbright Holiday)	119
(5) 드론 콘서트(Drone Concert)	120

(6) 플라이(“fly”(Dance with Drones)	122
(7) 스카이매직 후지산 라이브 (Sky Magic live at Mt.Fuji)	124
(8) 너의 창조주를 만나라(Meet your Creator)	126
2) 국내	127
(1) 한 여름 밤의 꿈	128
2. 로봇	129
1) 해외	129
(1) 드래곤 길들이기 (How to train your dragon live spectacular)	129
(2) 무그페스트(Moogfest) 페스티벌 : 시몬(Shimon)	131
(3) 황이와 쿠카(Huang Yi & Kuka)	132
(4) 눈부신 뉴욕(New York Spectacular)	133
2) 국내	135
(1) 오작동(The Malfunction)	135
(2) 에버가 기가막혀	136
(3) 로봇랜드의 전설	137
3. 와이어 플라잉	139
1) 해외	139
(1) 오페라의 유령(The Phantom Of The Opera)	139
(2) 2012 런던 올림픽 개막식 (London 2012 Summer Olympics)	140
(3) 드래곤 길들이기 (How to train your dragon live spectacular)	141
(4) 빌보드 뮤직 어워즈(2014 Billboard Music Awards: Michael Jackson, 2016 Billboard Music Awards : Pink)	144
(5) 태양의 서커스 ‘퀴담’(Cirque du Soleil ‘Quidam’)	145
2) 국내	147
(1) 소년과 듀공의 만남	147
(2) 국립아시아문화전당 개막식	149

(3) 소나기	150
(4) 스파이더스	152
4. 스마트 스테이지	154
1) 해외	154
(1) 반지의 제왕(The Lord Of The Rings)	154
(2) 치티치티뱅뱅(Chitty Chitty Bang Bang)	155
2) 국내	156
(1) 2014 인천아시안게임 개막 공연	156
(2) 킵키부츠(Kinky Boots)	157
(3) 씨제이 아지트 쇼케이스(CJ AZIT SHOWCASE)	158
(4) 뮤지컬 보디가드	159
5. 홀로그램	161
1) 해외	161
(1) 코첼라 밸리 뮤직 앤드 아트 페스티벌, 2012 : 투팍 (Coachella Valley Music and Arts Festival, 2012 : Tupac)	161
(2) 빌보드 뮤직 어워즈(2014 Billboard Music Awards : Michael Jackson, 2016 Billboard Music Awards : Pink)	162
2) 국내	163
(1) 코리안 홀로그램 퍼포먼스 (Korean Hologram Performance)	163
(2) K-POP 홀로그램 콘서트 케이라이브(K Live)	164
(3) 벤허(Ben-Hur)	165
(4) 엠넷 아시안 뮤직 어워즈 2017 (M-net Asian Music Awards)	167
(5) 사운드오브코리아(SOUNDS OF KOREA)	168
6. 공연영상기술	170
1) 해외	170
(1) 앙코르 둔황 (Encore Dunhuang)	170

(2) 이도메네오(Idomeneo)	171
2) 국내	172
(1) 2016 MAMA 엠넷 아시안 뮤직 어워드 (M-net Asian Music Awards)	172
(2) 투란도트(Turandot)	173
(3) 마담 프리덤(Madame Freedom)	175
7. 다이نام믹 서피스	177
1) 해외	177
(1) 2016 레드 핫 칠리 페퍼스 콘서트 (Red Hot Chili Peppers 2016 tour)	177
(2) 2047 Apologue	178
2) 국내	179
(1) 2015 MAMA 엠넷 아시안 뮤직 어워드 (M-net Asian Music Awards)	179
IV 미디어아트 사례	
1. 키네틱 스컬쳐(Kinetic Sculpture)	181
1) 해외	181
(1) 애플 두바이 몰(Apple Dubai Mall)	181
(2) 키네틱 레인(Kinetic Rain)	182
2) 국내	183
(1) 여수엑스포 테마 파빌리온(Theme Pavilion Expo)	183
(2) 레인룸(Rain Room)	185
2. 다이نام믹 디스플레이(Dynamic Display)	187
1) 해외	187
(1) 메가 페이스(Mega Face)	187
(2) 클라우드(Cloud)	188
(3) 우든 미러(Wooden Mirror)	189
2) 국내	190

(1) 카멜레온 서페이스(Chameleon Surface)	190
(2) 디자인(Design)	191
(3) 하이퍼 매트릭스(Hyper-Matrix)	193
3. 3D 프로젝션맵핑(3D Projection Mapping)	194
1) 해외	194
(1) 오사카성 3D맵핑 슈퍼 일루전 (Osaka Castle 3D Mapping Super Illumination)	194
(2) 이노리(INORI(Prayer))	195
2) 국내	195
(1) 라이트 베리어 3차 에디션 (Light Barrier THIRD EDITION)	195
(2) 플루이드(Fluidic)의 스컬프처 인 모션 레이저	196
V 결 론	
1. 기술 사례 분석을 통한 시사점	198
1) 연구의 필요성	198
2) 연구의 사례 적용	198
2. 융복합 공연 사례 분석을 통한 시사점	199
1) 드론	199
2) 로봇	200
3) 와이어 플라잉	201
4) 스마트 스테이지	201
5) 홀로그램	202
6) 공연영상기술	204
7) 다이나믹 서피스	204
3. 미디어아트 사례 분석을 통한 시사점	205
1) 연구 동향 및 의의	205
2) 연구 발전 방향	205
4. 결론	206

I. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

1) 연구의 필요성

- 오늘날 예술의 영역에서 과학기술의 활용은 예술적 표현의 패러다임 변화를 이끌어내는 등 새로운 국면을 맞이하고 있어 판타지 뮤지컬, 서커스, 퍼포먼스, 퓨전 국악, 창작극, 오페라, 미디어아트 등에 접목되는 첨단공연은 관객의 체험을 중요시 하는 새로운 장르로 부상하고 있음
- 특히 관객의 몰입도를 높이기 위해 환상적이고 신기한 경험, 초현실적인 소재와 배경 등으로 표현이 되는 것이 특징
- 따라서 공연 연출의 예술창작분야와 과학기술의 만남을 통한 융복합 공연연예의 확산필요
- 최근 국내외 도입되고 있는 첨단 공연 내의 과학기술 현황 파악 필요
- 국내에서는 무대자동화기술을 광고, 프로모션 이벤트, 콘서트, 대형 뮤지컬 등에서 1회성인 경우가 많지만 대규모로 사용되고 있지만 중소형 공연에서는 첨단 기술을 적용하기 어려운 상황으로 보임
- 주로 콘서트와 뮤지컬에서 무대자동화기술을 중심으로 하는 첨단공연이 많이 이루어지고 있고, 연구개발을 통하여 최근 해외 첨단공연기술의 국산화가 상당수 진행됨
- 무대자동화기술의 조작이 점점 간소화 및 공연별로 최적화되는 추세임
- 향후 무대조작기기술이 간편화 될수록 중소형 공연으로 확산될 전망¹⁾
- 하지만 아직은 뮤지컬 외의 중소형 공연 적용이 어려운 상황이며 특히 연구개발 예산의 증가와 무대기술 사용권과 관련한 비용의 축소가 시급한 상황
- 공연과 첨단기술의 융합의 활성화를 통해 공연 연출의 확장성을 유도하고 이를 통해 관람객들의 입체적인 예술경험을 즐길 수 있는 공연의 필요성 대두

1) 현재 다양한 소규모 공연에서는 무대자동화기술 도입을 할 여건이 마련되지 못하여 수동으로 수행함

2) 연구의 목적

- ☐ 첨단 과학기술을 활용한 국내외 무대기술 사례연구를 통해 공연예술 분야의 체계화된 과학기술 도입의 현황 파악
- ☐ 다양한 융복합 매체의 무대기술 적용사례 소개를 통해 현장에서 사용가능한 과학과 예술의 양방향 교류 활성화 기반 마련
- ☐ 본 연구는 이러한 첨단 공연의 사례를 통해 앞으로 과학기술을 적극적으로 활용한 예술 영역이 어떻게 발전할 수 있을지에 대한 의견을 제시하고자 함
- ☐ 연구 성과를 바탕으로 융복합 공연이 활성화 되는 계기를 마련하고 궁극적으로는 융복합 공연에 대한 관심을 증대시킴

2. 연구내용

1) 예술영역에서의 과학기술 활용 범위 및 첨단공연의 정의

- ☐ 디지털 기술의 발달에 따라 공연에도 새로운 기술이 꾸준히 적용됨²⁾
- ☐ 첨단공연기술은 크게 새로운 기술의 도입과 기존 기술의 고도화로 분류됨
- ☐ 공연 기술은 오래 전부터 진행되어옴
 - 고대 그리스 및 로마 시대에는 공연장 제작이 건축 기술 측면에서 발달
 - 중세 이후부터 무대 이동 장치, 조명 등 기술의 발달하나 사람이 직접 조작
 - 근대의 산업 혁명은 기계 공학의 발달과도 연관이 있으며 이때부터 기계의 조작이 가능
 - 현대에 들어 각종 특수효과 장치가 공연을 풍성하게 하였으며 가장 최근에는 CG, 입체 - 음향 효과, 디지털 미디어가 공연에 포함
 - 또한, 주로 산업에 적용되었던 로봇, 드론과 같은 과학기술이 일부 공연에 적용됨
- ☐ 첨단공연은 제한적인 무대에서 관객의 상상을 효과적으로 충족시키기 위하여 첨단 기술을 구현하는 것을 의미

2) 디지털 미디어 기술의 특징인 상호작용성, 복합성, 복제성이 공연의 속성을 변화시키며 새로운 공연 형식의 태동을 예고함. 「2011년 7월 문화기술(CT) 심층 리포트」, 한국콘텐츠진흥원, p. 20.

- 최근 단순한 효과를 넘어 무대 내에서 일어나는 일련의 과정을 자동화하려는 시도가 꾸준히 늘고 있음. 이는 무대 내의 효과와 실용적인 측면 모두를 고려

2) 첨단공연기술 동향 분석

- 첨단공연기술의 요소별 특징 및 구현 사례³⁾

기술요소	특징	구현사례
영상기술	비디오, CG 등 영상기술 활용으로 공연에 추가적인 시각 효과 도입	비디오아트, 3D 홀로그램, 레이저 프로젝션, 프로젝션 매핑 등
음향기술	첨단 음향 제어기술 및 디지털 음악 제작기술로 공연에 필요한 음향 효과 구현	전기음향 시스템, 디지털 작곡, 음향 변조 등
인터랙션기술	공연자와 무대, 공연과 관객의 상호작용을 이끌어 내는 기술, 주로 센서 인식 기술, 네트워크 기술, 인터랙티브 미디어 창작 기술이 활용됨	비디오 모션 인식, 모션 캡처 센서, 소리 센서, 네트워크 전송 기술, 인터랙티브 미디어 개발 툴(프로세싱, 맥스-MSP 등)
무대제어기술	무대 위의 무대장치 및 공연기술을 통합제어시스템을 이용하여 통합 제어하여 관리하는 방식	무대장치, 영상, 조명, 음향 제어 시스템, 통합 콘트롤 패널, 원격 콘트롤 콘솔, 제어 소프트웨어 등

표 1 공연 기술요소의 특징과 구현사례

- 위와 같은 분류는 2011년도 기준이며 최근에는 위의 모든 요소들이 실시

3) 「2011년 7월 문화기술(CT) 심층 리포트」, 한국콘텐츠진흥원, p. 2.

간으로 그리고 통합적으로 관리되는 것이 특징임

- 또한 인공지능의 발달이 무대 자동화기술에도 향후 큰 영향을 줄 것으로 예측하므로 본 논문에서는 사례를 바탕으로 현재 상용되고 있는 공연기술과 융복합공연의 동향을 살펴봄
- 새로운 분류를 제시하는 것은 시기상조이나 구체적인 분류를 통하여 이해와 접근이 좀 더 용이 하도록 기술과 사례를 분석

3) 첨단 무대자동화 기술 사례와 융복합 공연 사례

(1) 무대 자동화 기술 분석

- 드론, 로봇, 플라잉 와이어, 스마트 스테이지, 홀로그램, 공연영상기술 시스템, 다이내믹 서피스로 기술 분류
 - 기술의 정의와 배경
 - 기술의 개념 및 종류 분석
 - 기술 사례 분석

(2) 국내외 융복합 공연 사례

- 무대 자동화 기술이 적용된 국내외 융복합 공연 사례연구
 - II장의 기술분석연구를 통해서 드론, 로봇, 플라잉 와이어, 스마트 스테이지, 홀로그램, 공연영상기술 시스템, 다이내믹 서피스 기술이 적용된 융복합 공연 사례검토
 - 공연의 개념 및 종류
 - 공연의 특성 분석

(3) 미디어아트 사례

- 키네틱 스크쳐, 다이내믹 디스플레이, 3D 프로젝션 매핑 기술을 적용한 국내외 미디어 아트 사례 분석
- 무대 자동화 기술의 핵심 기술이 미디어 아트 범주에서 어떻게 활용되고 있는지에 대해 분류를 달리하여 심도 있게 분석
 - 작품의 개념 및 종류
 - 작품의 특성 분석

3. 연구방법

- 국내외 문헌 연구와 웹상에 나와 있는 국내외 공연사례 분석
 - 국내외 융복합 공연에 적용되고 있는 첨단기술 분류
 - 국내외 첨단 기술 분석
 - 기술 분석을 바탕으로 공연사례와 미디어아트사례 분석
- 무대자동화 기술 관련 전문가 의견을 본문 내용에 첨가
 - 무대자동화 기술 관련 전문가 심층 인터뷰
[김석교(쇼텍라인 대표), 김현수(사운드오브코리아 예술감독),
유재현(유잠스튜디오 대표), 이상원(한국생산기술연구원 책임연구원),
지동익(날다팩토리 대표)]

4. 기대효과

- 현재는 장르간의 융합에 대한 시도가 많이 이루어지고 있는 상황으로 공연분야와 IT, CT 기술을 접목한 융합 연구로 공연예술이 나아갈 방향성을 제시하여 공연예술의 융합연구 기초자료로 활용
- 대규모 공연에서 사용되는 무대자동화기술은 소규모 공연에서는 활용하기 힘든 부분으로 국가 차원에서 지원을 하면 소규모 융복합 공연의 활성화 유도
- 디지털 기술 연구가 활발히 진행되는 현 시점에 맞춰 공연분야에서도 디지털 기술을 융합하여 공연 연출의 표현범위를 확장하고, 확장된 표현 범위를 통해 관객의 몰입과 참여도를 높일 수 있는 방안제시
- 공연은 영화와는 다르게 무대라는 특성으로 공간적 제약이 있어 공간적 제약을 탈피하기 위해서는 다양한 첨단기술을 적용하여 공간의 확장성을 확보할 수 있을 것으로 기대
- 산업에서 활발히 활용되고 있는 첨단기술연구사례와 첨단기술을 융합한 공연사례를 제시함으로써 공연분야의 기술과 예술의 융합된 형태의 콘텐츠 모델 제시

II. 무대 자동화 기술 분석

- 현재 첨단 무대자동화 기술을 나열하고 기술 원리를 살펴보고자 함
- 최근 중점적으로 사용되는 무대 자동화 기술을 고민하여 열거
- 드론, 로봇, 플라잉 와이어, 스마트 스테이지, 홀로그램이 그 주를 이루는 기술로 사료됨
- 그 외에도 무대영상기술 시스템과 키네틱 라이팅이 기존 기술의 고도화를 이루는 중이므로 추가적으로 고찰함
- 기술사례를 통해 살펴본 기술들이 어떻게 사용되는지 다음 장에서 구체적인 융합 공연사례를 통해 살펴봄

1. 드론(Drone)

1) 정의

- ☐ 드론은 일반적으로 무인항공기(UAV: Unmanned Aerial Vehicle)란 표현
- ☐ 드론의 명칭은 ‘벌 등이 뱅뱅거리는 소리’ 또는 ‘낮게 웅웅 거리는 소리’에서 유래⁴⁾
- ☐ 조종사를 태우지 않고, 공기역학적 힘에 의해 부양하여 자율적으로, 또는 원격조종으로 비행을 하며, 무기 또는 일반화물을 실을 수 있는 일회용 또는 재사용할 수 있는 동력비행체⁵⁾
- ☐ 군사, 민수, 의료, 우주항공 등의 수많은 영역에서 사용되나, 본 연구에서는 공연예술에 한정

2) 분류

(1) 날개에 의한 분류

- ☐ 고정익(Fixed wing)
 - 고정익은 일반적인 비행기의 형태로, 날개가 동체에 고정된 형태
 - 연료소모가 상대적으로 적어 장기체공이 가능하나, 이착륙 시에 활주로

4) 박정일(Jung Il Park);이문석(Mun Seok, L. (2016). 무인비행기의 활용분야 및 사례 / UAV and its Applications. KIBIM Magazine, (3), 12.

5) 미국 국방성 UAV RoadMap 2002-2027, 2003.

등의 개활지가 필요

- 정지비행등이 불가능하기에 지속적인 추적 등이 어려우나, 장거리 촬영 등에 유리

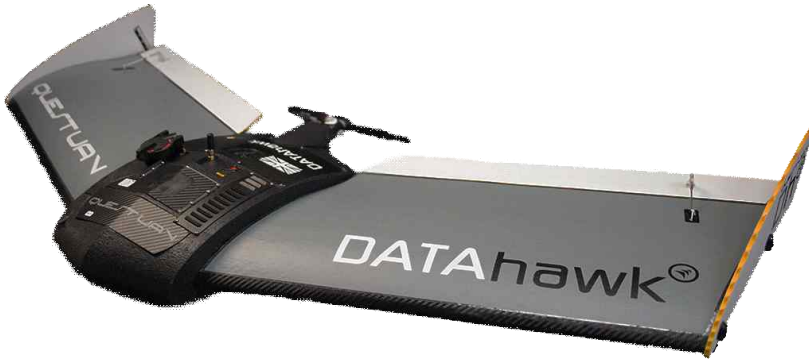


그림 5 Datahawk

- Datahawk⁶⁾는 산업용 규격의 항공조사드론으로 380Ha의 큰 영역을 관찰할 수 있으며, 무게는 2kg남짓으로 45분 미만의 긴 작동시간을 지니고 있다. 또한, 자동항법장치, 자동경로설정, 고화질 짐볼카메라(20.1MP)등의 최신 기능을 갖추
- 고정익 드론은 에어쇼와 같은 대지기반 퍼포먼스 등에서 활용가능하며, 다양한 종류의 엔진과 형태를 가지고 있음

□ 회전익(Rotary wing)

- 헬리콥터나 멀티콥터와 같이 회전축에 설치된 프로펠러가 회전운동을 하면서 양력을 얻는 형태
- 수직이착륙이 가능하며, 좁은 공간에서의 임무 및 공중에서 정지비행 및 급선회가 가능함
- 연료효율이 낮기 때문에 장기체공이 제한되어 단거리 임무에 사용
- 회전날개의 숫자에 따라 트리콥터(Tricopter), 쿼드콥터(Quadcopter), 헥사콥터(Hexacopter), 옥토콥터(Octocopter) 등으로 불리우며, 헬리콥터를 제외하고는 대부분 멀티콥터(Multicopter) 또는 멀티로터

6) <https://www.questuav.com/drones/datahawk>

(Multirotor) 기체로 불림

- 회전날개의 방향과 기체의 안정성, 양력 등이 영향을 받기 때문에 서로 다른 회전방향으로 원심력에 의해 기체가 회전하는 것을 방지
- 개인용 드론과 산업용/개발자용 드론으로 크게 나누어져 있음. 개인용 드론은 장난감 또는 촬영용도의 기능과 자동항법장치 등의 유무에 따라 가격차이가 있으며, 산업용/개발자용 드론은 개인용 드론에 비하여 매우 고가이며, 각종 센서 및 하드웨어 장착이 용이하고 내부 소프트웨어에 접근할 수 있도록 설계되어 있음

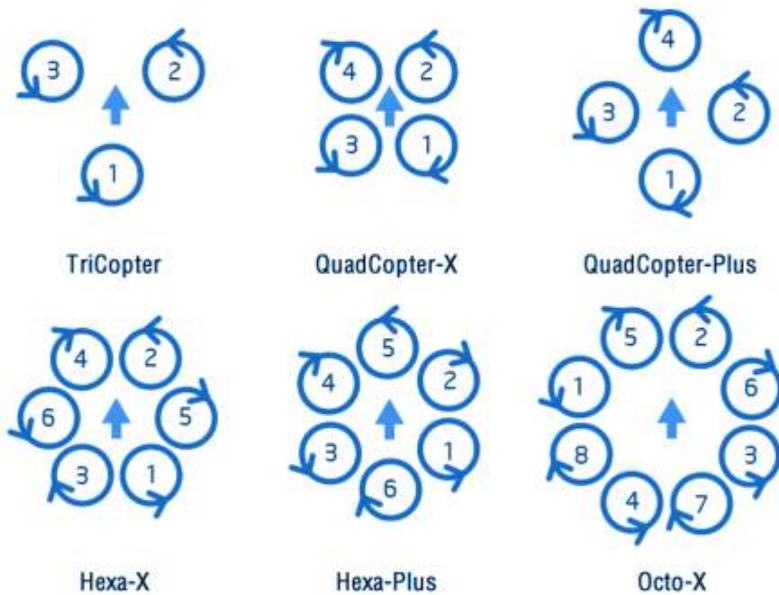


그림 6 멀티콥터의 종류와 기체이동방향과 날개회전방향



그림 7 DJI사의 Phantom4와 Inspire1

- DJI는 2006년에 설립된 중국의 드론전문회사로, 저가격의 개인용 드론을 주로 생산하여 많은 소비자층을 지니고 있으며, 자동화항법장치, 자동호버링 기능 등 사용자편의성을 높인 소프트웨어가 내장되어 다루기 쉽고 편리함
- 산업용, 개발자용 드론시장은 아직 400만원 이상의 고가를 유지하고 있으며, 각종 센서 및 광학장비 등을 적재할 수 있도록 설계되어 출시되고 있음

Drone	DJI Phantom 4	Alta Freefly	AscTec Hummingbird	DJI Matrice	Intel Shooting Star
Price	\$1,199.00	\$11,995.00	\$3,956.00	\$3,299.00	\$1,000.00
Flight Time	50 Minutes	38 Minutes	20 Minutes	40 Minutes	20 Minutes
Rating .4	3.6	3.2	2.4	3.2	2.4
Payload (g)	500	9071.85	200	500	280
Rating .05	0.20	0.45	0.20	0.35	0.35
Speed (M/S)	17	26	15	17	10
Rating .4	3.2	4.0	2.8	3.2	2.4
Prob Fatality (g)	1380	4500	710	2431	280
Rating .7	3.5	1.4	5.6	2.8	7
Emergency Mode	Yes	No	Yes	Yes	Yes
Rating .3	2.4	0.6	2.4	2.4	2.4
Built in LEDs	No	No	No	No	Yes
Rating .2	0.6	0.6	0.6	0.6	2.0
Programmable	No	Yes	Yes	Yes	Yes
Rating .8	2.40	7.20	7.20	5.60	7.20
Sum Rating	5.300	5.816	7.066	6.050	7.916

Performance	Safety	Capability
-------------	--------	------------

그림 8 드론쇼를 위한 드론비교

- AscTec社の 허밍버드(Hummingbird)는 ETH 취리히 공대의 연구용 드론으로 유명하며, 각종 드론쇼에서 많이 등장했던 드론으로, 신뢰도 측면에서 높은 점수를 받음⁷⁾



그림 9 AscTec의 허밍버드(Hummingbird)

- 허밍버드는 독일 아스텍(AscTec)과 인텔이 협력하며 제작한 드론으로 4개의 회전익이 달린 쿼드콥터(Quadcopter)의 형태를 지니고 있음. 제어 유닛으로 인텔의 Atom프로세서를 장착했으며, 0.71kg의 가벼운 무게에 2.4Ghz XBee 통신과 1,000Hz의 항법장치 업데이트 속도를 통해서 격한 움직임과 거친 비행을 위해서 제작됨⁸⁾

□ 틸트로터(Tilt rotor) 및 복합형(Hybrid)

- 날개에 각도를 조정할 수 있는 엔진과 프로펠러를 장착하여, 수직이착륙과 고속비행이 가능한 형태
- 회전익과 고정익의 장점을 결합하여 비행성능이 극대화 되었지만, 기술개발이 어렵고 가격이 비쌈

7) Alexander Lanteigne, Elias Kibru, Sabreena Azam, Suliman Al Shammary, DESIGN OF A DRONE LIGHT-SHOW PRODUCTION SYSTEM, Technical Report, George Mason University.

8) www.asctec.de/en/uav-uas-drones-rpas-roav/asctec-hummingbird



그림 10 TR-6X

- 한국항공우주연구원은 틸트로터 스마트 무인기를 미국에 이어 세계 두 번째로 개발하여 이를 60% 축소한 200kg급 TR-60을 대한항공과 함께 상용화 과정 중에 있음⁹⁾
- 미국 아마존의 경우에 2015년에 멀티콥터-고정익 복합형 드론 시제품을 공개하였음. 장거리 배송과 빠른 이동속도, 수직이착륙이 가능한 형태로 아마존의 물류시스템의 효율성을 위한 복합형 기체를 선택하였음



그림 11 아마존(Amazon)의 복합형 기체

9) 한국항공우주연구원, 고성능 멀티콥터/프로펠터 복합형 드론 및 비행조종컴퓨터 개발, 주요사업보고서, 미래창조과학부, 2017.

(2) 제어방식에 의한 분류

- 드론의 제어방식은 사용자의 역할과 드론의 지능 수준으로 구분 될 수 있음
- 드론의 지능수준은 탑재된 제어장치의 등급과 센서의 종류와 같은 하드웨어와 이를 활용한 소프트웨어의 수준으로 정의 될 수 있음

□ 원격조정비행

- 원격조정비행은 지상에서 사용자가 컨트롤러를 사용하여 드론을 직접 제어하는 방식
- 사용자의 숙련도의 따라서 드론의 비행난이도가 크게 영향을 받음
- 육안으로 관찰하며 조종하는 방식과 드론에 탑재된 카메라를 무선통신으로 지상에서 보면서 조종하는 FPV(First Person View)방식이 있음¹⁰⁾

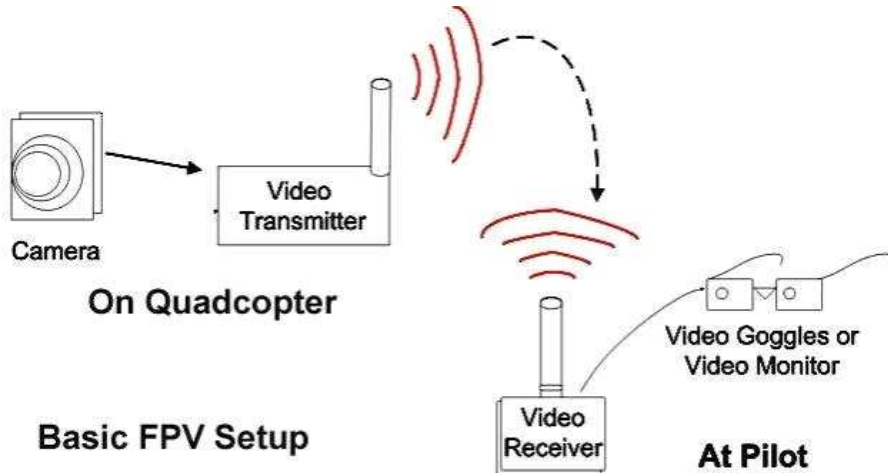


그림 12 FPV를 위한 드론과 컨트롤러 구조도

- 사용자는 비디오 모니터, HMD(Head Mount Display) 등의 영상장비를 통해서 드론을 컨트롤 할 수 있음

10) www.droneuplift.com/the-ultimate-fpv-system-guide-everything-explained



그림 13 FATSHARK HD3 Modular 3D FPV Headset

□ 자동/반자동 자율비행

- 자동/반자동 자율비행은 비행제어장치(Flight Controller)로 불리는 온보드형 컴퓨터와 드론에 탑재된 센서 정보와 지상의 사용자 제어를 결합하여 각 프로펠러와 기체를 원하는 데로 제어할 수 있도록 해주는 소프트웨어¹¹⁾
- 반자동 자율비행은 비행제어장치에 의해 제어되는 기체와 원격조정비행의 결합으로 이루어져, 사용자의 섬세한 제어가 필요치 않으며 간단한 위치조정으로 드론을 제어할 수 있음
- 자동 자율비행은 드론의 비행제어장치와 지상에서 드론시뮬레이터를 통해서 드론의 비행경로와 목표를 설정하여 드론으로 하여금 자동으로 미션을 수행하도록 할 수 있음
- 자동 자율비행의 미션은 웨이포인트(waypoint)미션과 핫포인트(Hot Point)미션으로 나뉜다. 웨이포인트 미션은 중간이동경로를 지도상에 설정하여 드론 비행경로를 지정하는 방식이며, 핫포인트 방식은 한 지점을

11)

<https://developer.dji.com/onboard-sdk/documentation/guides/component-guide-flight-control.html>

기반으로 선회하는 등의 경로를 설정하는 방식



그림 14 APM Planner(<http://ardupilot.org/planner2>)

- 웨이포인트 방식은 드론으로 하여금 정확하게 반복적으로 수행 가능한 경로를 제공하기 때문에 무대나 드론쇼와 같은 방식에 적합한 방식임
- 핫포인트 방식은 한 지점을 중심으로 선회 또는 이동체 추적을 통해 일정거리 유지비행과 같은 형태를 수행하는 방식으로 주로 촬영 목적에 사용되는 방식
- 인공지능 비행
 - 인공지능 비행은 드론으로 하여금 장애물을 회피하거나, 그룹비행, 타겟 인식 등을 수행 할 수 있도록 하는 제어방식
 - 환경정보 및 상황정보 획득을 위한 비전 시스템이 주로 사용됨. 인텔의 경우, 리얼 센스(Real Sense)¹²⁾를 드론에 장착하여 장애물을 실시간으로 수집하여 회피기동을 하는 시연을 진행함

12) 인텔에서 개발한 Depth Camera : 두 대의 카메라로 거리에 따른 차이를 이용하여 깊이정보를 획득.



그림 15

<https://iq.intel.com/new-era-for-smart-drones-that-can-see>

- 물체인식, 목소리인식, 얼굴인식 등의 컴퓨터비전(CV) 기술과 기계학습(Machine Learning), 신경망 네트워크(Neural Network), 빅데이터 등의 인공지능 연구 분야와 드론이 결합되어 보다 복잡한 미션을 수행하는 방향으로 연구가 진행 중

3) 위치제어

- ☐ 실내외에서 드론의 위치제어는 드론공연에서 가장 중요한 기술
- ☐ 정확하고 신뢰도가 높은 위치제어기술은 공연의 안정성, 정확한 연출, 관객의 안전에 큰 영향을 가지고 있음
- ☐ 수많은 위치제어 기술이 있으나, 드론 특성상 공연장 또는 대형 무대 크기의 커버리지와 군집비행 시 최소 50cm이상의 정확도를 지니는 위치제어 기술이 필요¹³⁾

13) Alexander Lanteigne, Elias Kibru, Sabreena Azam, Suliman Al Shammary, DESIGN OF A DRONE LIGHT-SHOW PRODUCTION SYSTEM, Technical Report, George Mason University.

Technology	Approx. accu.	Coverage	IC	Cost	UC	Strengths	Weaknesses
Technologies with signal encoding							
Infrared	57 cm-2.3 m	Room	H		L	Cheap for user	Sunlight interference
VLC	10 cm	Building (ML)	H		L	Cheap for user, unintrusive	Expens. infrast.
Ultrasonic	1 cm-2 m	Room	H		H	Good precision	Cost, interfer.
Audible sound	Meters	Room	L		L	Low cost	Low precision
Wi-Fi	1.5 m	Building	L		L	Low cost, good precision	Vulnerable to access point changes
Bluetooth	30 cm-meters	Building	L		L	Low cost, good precision	Intrusive; needs signal mapping
ZigBee	25 cm	Building	L		H	Could reuse infrastructure	Low precision; user needs special equip.
RFID	1-5 m	Room	H		L	Very low cost	Very low precision
UWB	15 cm	Building	H		H	passive side High precision	High cost
Passive technologies without signal encoding							
Geomagnetic	2 m	—	L		L	No need for infrastructure, good precision	Requires mapping
Inertial	2 m	—	L		L	Low cost, private	Accumulates error
Ambient sound	Meters	—	L		L	Cheap, not intrusive	Not accurate, sensitive to changes
Ambient light	10 cm-meters	—	L		L	Cheap	Sensitive to sunlight and changes such as a bulb and a window
Computer vision	1 cm-1 m	—	L		L	Low cost, privacy if cellphone camera is used	Sensitive to light conditions

그림 16 위치제어 기술별 비교

- 도표 상에서 드론쇼에 적합한 위치제어 방식은 직비(ZigBee)와 UWB 그리고 고정밀 GNSS임을 알 수 있음¹⁴⁾
- 직비(ZigBee)는 IEEE 802.15.4가 적용된 스탠더드 2.4Ghz 대역의 무선 통신 기술
- 직비(ZigBee)는 개별ID와 1:N 네트워크 설정이 가능하여, 드론 간 통신도 가능

14) Ramon F. Brena, Juan Pablo García-Vázquez, Carlos E. Galván-Tejada, David Muñoz-Rodríguez, Cesar Vargas-Rosales, and James Fangmeyer, Jr., "Evolution of Indoor Positioning Technologies: A Survey," Journal of Sensors, vol. 2017, Article ID 2630413, 21 pages, 2017. doi:10.1155/2017/2630413

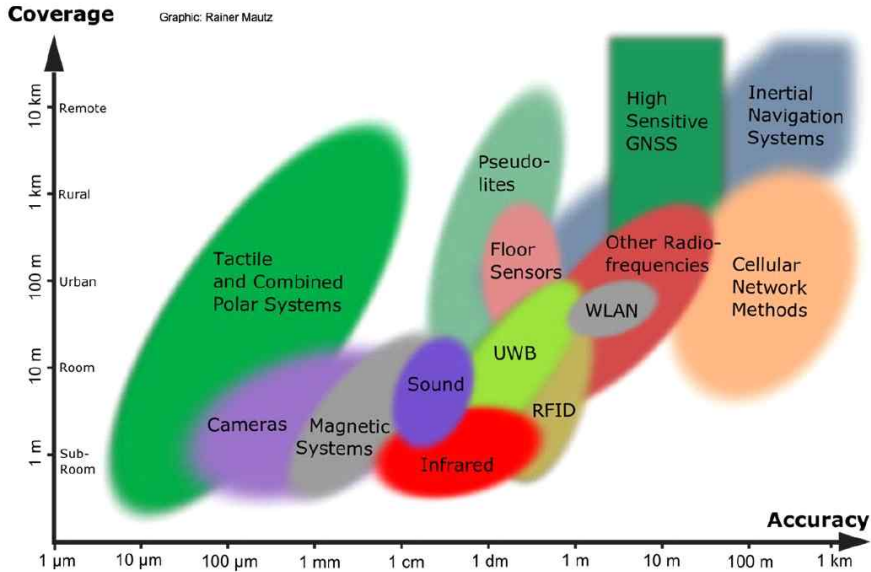


그림 17 위치추적기술의 정확도와 영역

Mautz, Rainer, "Indoor positioning technologies", ETH Zurich, Department of Civil, Environmental and Geomatic Engineering, Institute of Geodesy and Photogrammetry, 2012

- 드론쇼 특성상 지자기, 소리, 빛을 활용한 위치제어 기술은 사용이 어렵고, UWB, GNSS 등을 사용한 방식이 선호되고 있음
- 적외선카메라를 이용한 기술은 현재도 많이 사용되고 있으나, 드론공연에는 적합하지 않음
- 공연장내의 많은 조명과 조형미를 위한 장치들로 인해 적외선, 컬러마커 등의 컴퓨터비전방식과 소리, 빛을 이용한 방식은 부적합 함

(1) UWB(Ultra Wideband)를 이용한 RTLS(Real Time Location System)

- 매우 짧은 전자파 펄스를 고대역파장으로 통신
- 일반적으로 3~4개의 앵커(Anchor)와 태그(Tag)로 구성되어 있음

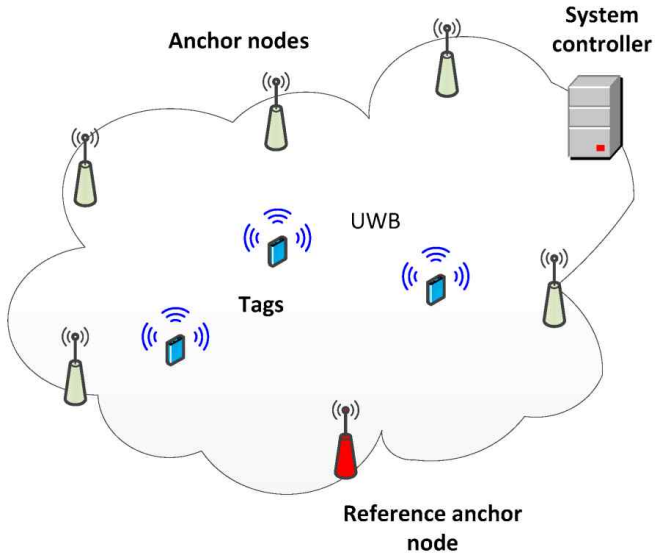


그림 18 UWB의 구성

- 공연용 드론에 가장 많이 사용되는 방식으로, 정확도가 높음(15cm이내의 정확도)
- 실제 드론쇼 외에도 무대에서 연기자의 위치추적 등에 사용함

(2) GNSS(Global Navigation Satellite System)

- 전지구 위성항법 시스템GNSS (Global Navigation Satellite System)는 우주궤도 상에 수십개의 위성군을 일정한 형상으로 배치하여, 항상 전 지구를 커버할 수 있도록 하여 위성에서 발신한 전파를 이용하여 지구 상의 사용자에게 언제 어디서나 누구 에게나 위치, 고도, 속도, 시간정보를 제공할 수 있도록 하는 시스템
- 미국의 GPS(Global Positioning System), 러시아의 GLONASS(Global orbiting Navigation Satellite System) 유럽의 Galileo, 중국의 Beidou, 일본의 QZSS(Quasi-Zenith Satellite System), 인도의 IRNSS(Indian Regional Navigation Satellite System) 가 대표적인 위성항법 시스템이며, 현재는 GPS, GLONASS 가 전 지구적으로 활발

하게 서비스를 제공하고 있고, 이러한 전 지구적인 GNSS가 아니더라도, 중국과 일본, 인도 등지에서는 자국의 지역을 커버하는 지역위성항법시스템 (Regional Navigation Satellite System)을 개발, 구축하여 사용 중¹⁵⁾



그림 19 Septentrio의 AsteRx-m2 GNSS 엔진

- GeoCue는 DJI의 팬텀4, 인스파이어2에 적용가능 한 GNSS 위치제어 시스템을 2017년 출시
- 프로젝트명 Loki¹⁶⁾는 정확도를 크게 개선한 직접 지구에 위치를 지정할 수 있는 시스템으로 GeoCue, Septentrio¹⁷⁾, DJI, DroneDeploy¹⁸⁾가 협력하여 출시한 키트
- 최상의 조건일 때 수평 4cm, 수직 6.5cm의 정확도를 지님

15) www.spaceweather.rra.go.kr/gnss/html/korean/sub01/sub01_01.jsp

16) www.airgon.com/loki.html

17) www.septentrio.com

18) www.dronedeploy.com

2. 로봇(Robot)

○ 본 연구에서는 첨단무대공연에 적용된 산업용, 공연용 로봇으로 제한하여 연구함

1) 정의와 흐름

- ☐ 사람과 유사한 모습과 기능을 가진 기계, 또는 무엇인가 스스로 작업하는 능력을 가진 기계
- ☐ 로봇이라는 용어는 체코슬로바키아의 극작가 카렐 차페크의 1920 <로섬의 만능 로봇>에서 처음 등장함
- ☐ 강제노동, 법정노동을 뜻하는 ‘Robota’에서 a를 빼고 신조어를 만들¹⁹⁾
- ☐ 1960년대에 실제 작동되는 기계적 로봇무대가 등장하기 시작함²⁰⁾

2) 공연용 로봇

(1) 애니메트로닉스(Animatronics)

- ☐ 정의
 - 애니메트로닉스는 애니멀(Animal)과 메카트로닉스(Mechatronics)의 합성어로 살아있는 것을 시뮬레이션 하기 위해 기계화된 인형을 전자 및 로봇 공학을 사용하는 것²¹⁾
 - 기계화된 인형을 공연에 맞추어 연출하는 것을 말하며, 기계화된 인형은 외형은 동물 형태를 가지고, 내부는 생체모방적 역학구조와 모터, 솔레노이드 등의 액츄에이터를 사용하여 전자적으로 제어가능한 생체형 로봇시스템

19) 배일한(2003). 인터넷 다음은 로봇이다. 서울: 동아시아, p. 21.

20) 김선혁(2009), 발레리나를 꿈꾼 로봇. 경기: 살림.

21) www.ospace.otis.edu/ganimatronics



그림 20 마리오네트, 오토마타, 인형극

- 애니메트로닉스는 뱀갈의 마리오네트, 중세시대부터의 오토마타, 인형극 등에서 발전하여 왔으며, 산업혁명 이후에 전자기계기술로 이루어진 로봇 공학과 접목되어 발전
- 초기의 애니메트로닉스는 1963년 월트디즈니의 ‘마법에 걸린 티키룸 (Enchanted Tiki Room)’



그림 21 초기의 애니메트로닉스 형태(마법에 걸린 티키룸)

- 티키룸에 등장하는 동물들은 기계화된 인형으로 솔레노이드, 공압시스템을 사용하여 동작
- 동작과 소리가 맵핑되어 전체 스토리라인에 맞추어 수십개의 동물들이 움직이고 말을 하여 전체 공연을 연출

- 총 225개의 로봇동물과 그 중 120개는 소리를 내어 첫 번째 오디오-애니메트로닉스(Audio-Animatronics)로 기록²²⁾

□ 애니메트로닉스 제작과정²³⁾

- 디자인(Design) : 기본적인 2D 스케치 또는 3D 소프트웨어(맥스, 마야, 블렌더 등)를 통해서 전체적인 외형디자인



그림 22 외형디자인 예시

- 조각(Sculpting) : 클레이 등을 사용하여 형상제작. 형상제작을 통해서 실제적 요소 판단



그림 23 조각영역에서 형상제작의 예

22) www.undercvertourist.com/blog/secret-history-enchanted-tiki-room/

23) Chandrashekhar Kalnad, "Review on Animatronics", Imperial Journal of Interdisciplinary Research (IJIR), Vol.2, No.- 9, pp : 1168-1170, 2016.

- 모델링(Modeling) : 조각과정으로 완성된 실모델을 통해서 컴퓨터 모델링 과정



그림 24 모델링 과정의 예

- 제작(Fabrication) : 액츄에이터, 밸브, 공압 등의 요소를 용접, 나사 등의 방법으로 결합



그림 25 결합 제작의 예

- 외형(Costuming) : 라텍스, 실리콘, 폴리우레탄 등으로 피부와 외형을 제작



그림 26 외형 과정의 예

- 프로그래밍(Programming) : 내장된 전자기계요소의 제어와 연출을 위한 동작 등을 구현하는 과정

□ 애니메트로닉스 연출기술

- 애니메트로닉스의 일반적인 구조는 컴퓨터를 통한 통신(RS-485,CAN, RS-482 등)을 통해서 얼굴, 몸체, 소리, 표정 등을 담당하는 모터, 공압 시스템 등을 제어하는 방식을 취하고 있음

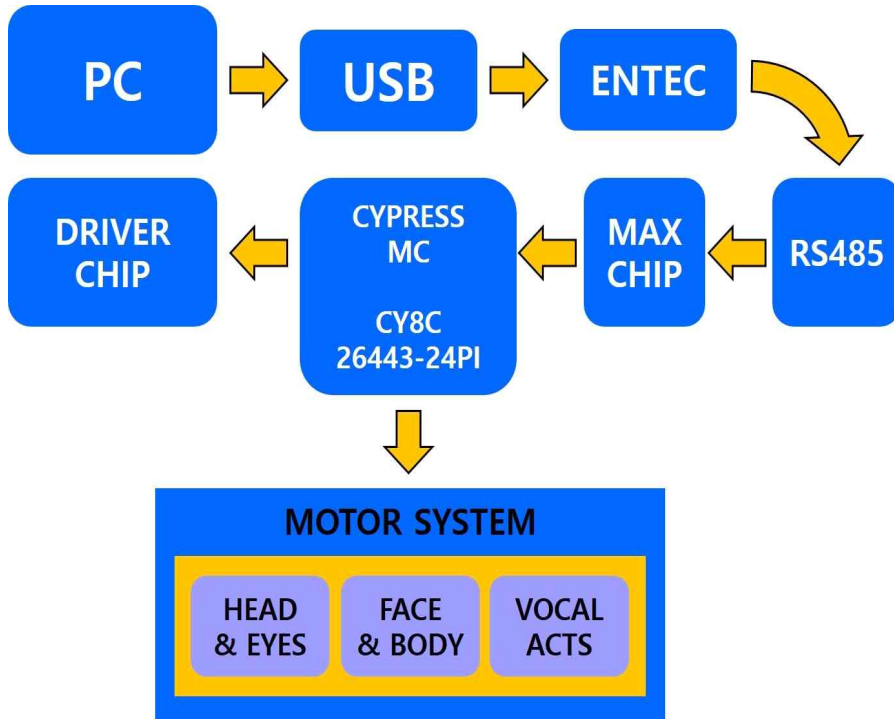


그림 27 SSU-1의 하드웨어, 소프트웨어 인터페이스

- 얼굴표정 로봇인 SSU-1은 엔텍(Entec)사의 DMX512컨버팅 장비와 Cypress사의 마이크로컨트롤러를 통해서 구동부를 제어²⁴⁾
- 서보애니메이터(Servo Animator)²⁵⁾와 같은 모터제어를 통해서 자연스러운 움직임 연출을 위한 프로그램도 있으나, 보다 자연스러운 연출을 위해 숙련된 연기자의 움직임을 사용하는 경우가 더 많음
- 연기자의 움직임을 사용하기 위해 모션캡처(Motion Capture)장비가 사용됨

24) Asad Yousuf, William Lehman, Phuoc Nguyen, Hao Tang, "Animatronics and Emotional Face Displays of Robots", Journal of Modern Engineering, Vol.7, No.1, 2006.

25) www.buffingtonfx.com/ServoAnimator2.0.0.html



그림 28 영화 혹성탈출에 사용된 모션캡처 시스템

- 영화를 위한 모션캡처 장비로, 신체의 움직임과 얼굴표정까지 트랙킹하여 3D캐릭터의 움직임과 표정 맵핑
- 모션캡처를 통한 실시간 애니메트로닉스 제어

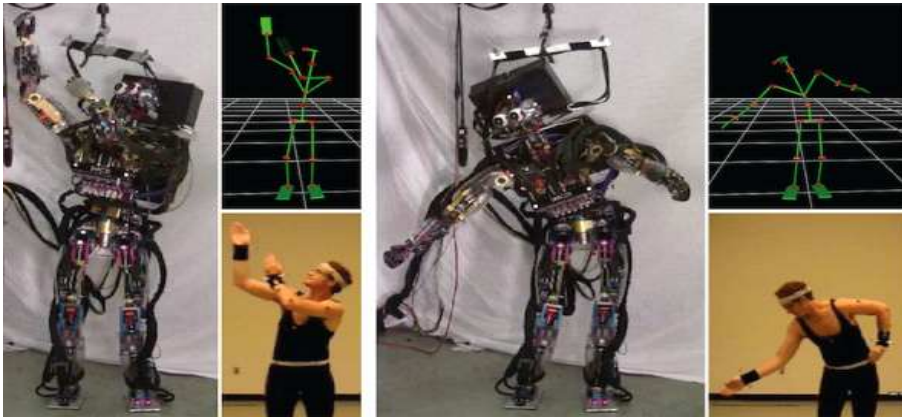


그림 29 연기자의 모션 정보를 사용하여 제어되는 휴머노이드 로봇

- 애니메트로닉스는 영화와 같은 디지털매체와는 달리 실제 제작된 로봇의 형태이기 때문에 연기자의 움직임에 맞추어 로봇의 자세제어 기술이 필요²⁶⁾

- 실제 움직임과 로봇의 움직임을 대응시키고, 로봇이 안정적으로 연기할 수 있도록 변형시켜주는 과정이 필요

- 애니메트로닉스 기술사례

- 애니메트로닉스 거대 퍼펫

- 한국생산기술연구소²⁷⁾에서 제작한 거대공룡 애니메트로닉스
- 실 공룡급 거대 퍼펫 제작(8m×5m×2m)
- 유압 구동 모바일 베이스 및 보행시스템 개발로 이동성, 안정성 확보
- 거대외피제작, 다축 유압 구동 분산제어 시스템 등을 개발
- mageFx²⁸⁾에 기술이전



그림 30 4족 보행형 공룡 거대퍼펫

26) K. Yamane and J. Hodgins, "Simultaneous tracking and balancing of humanoid robots for imitating human motion capture data," in Proceedings of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robot Systems, 2009, pp. 2510-2517.

27) www.kitech.re.kr

28) www.magefx.com : 메가에프엑스, 특수미술 전문 스튜디오

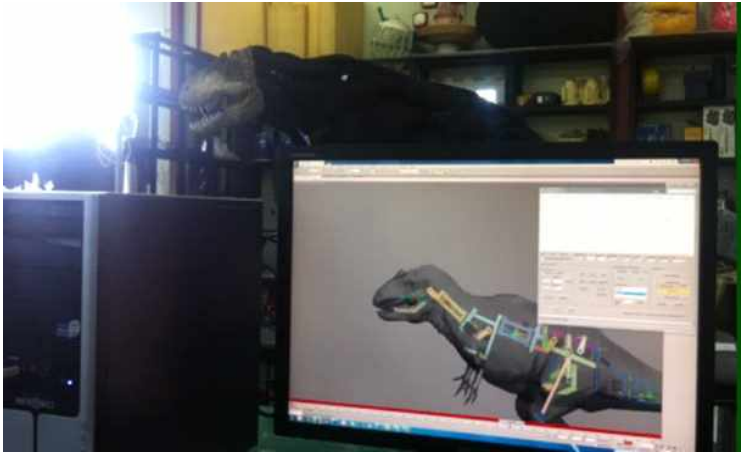


그림 31 2족형 대형 애니메트로닉스 제어

- 착의식 애니메트로닉스 퍼펫 내부 모듈화 기술
 - 모션캡처를 통해 받은 연기자의 움직임 데이터를 통해서 애니메트로닉스 내부의 기구부 제어를 통해서 연출이 가능하도록 하는 기술
 - 실제의 연기자의 데이터를 정렬, 보완하여 다른 관절을 지니는 애니메이션트로닉스에 움직임을 부여하도록 설계된 소프트웨어
- 휴머노이드(Humanoid)형 : 에버-4(eveR-4)



그림 32 에버포(eveR-4), 2012 여수엑스포 대우조선해양관

- 인간과 닮은 형태의 애니메트로닉스
- 로봇의 분류는 형태와 역할 등 다양한 요소로 나뉘어 있지만 적용은 혼합되어 있음
- 한국생산기술연구소가 2005년부터 개발한 안드로이드 로봇으로, 2006년 에버원(eveR-1)이 교육문화회관에서 어린이들 앞에 선보임
- 여성의 형상을 한 에버원은 최초의 여성을 뜻하는 ‘eve’와 로봇의 앞글자인 ‘R’의 합성어로 키 160cm, 몸무게 50kg으로 한국 고유의 여성얼굴과 신체적 특징을 지님²⁹⁾
- 25개의 전기 모터로 상반신이 움직이고, 외모와 행동, 감정표현도 가능한 인간형 로봇
- 에버원 개발 후 5개월 뒤 에버투스 뮤지(eveR-2 Muse)가 2006로보월드에서 발표됨
- 국내 음반사와 작곡가가 제작한 ‘눈 감아 줄게요’를 통해서 가수로 데뷔
- 시각인식, 감정표현 등이 강화되고, 에버원에 비해 2배에 가까운 액추에이터 사용으로 풍부한 표정을 지니며, 음성인식기술도 강화되어 단어 인식에서 문장인식 수준으로 발전함

구분	EveR-1	EveR-2	EveR-3
개발기간	2005.05~2006.04	2006.01~2006.12	2007.01~2008.12
외관	<ul style="list-style-type: none"> ■ 한국 여성으로 보이는 20대 여성 ■ 실리콘으로 얼굴 및 손의 피부 처리 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 20대 여성 ■ 전신 실리콘 피부 처리 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 20대 여성 ■ 전신 실리콘과 복합소재의 피부 처리
크기·무게	■ 160cm, 50kg	■ 165cm, 60kg	■ 157cm, 50kg
관절수	■ 35개 관절	■ 55개 관절	■ 62개 관절

29) 이유선, 김동언, ‘로봇 배우를 활용한 공연예술 활성화 방안 연구 : ‘에버’ 중심으로’, 공연문화연구, vol. 22, 2011.

표정	<ul style="list-style-type: none"> ■ 15개의 관절로 희노애락의 감정표현 ■ 립싱크(모음기반, 동기화) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 얼굴의 18개의 관절로 8가지 표정 ■ 립싱크(13개의 자모음) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 얼굴의 23개의 관절로 12가지 표정 ■ 립싱크(14개의 자모음)
상체	<ul style="list-style-type: none"> ■ 35개의 초소형 전기 모터와 제어기 : 상반신 구동 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 25개의 관절로 DC모터 기어관절 구조 : 핸드 4관절 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 27개의 관절로 BLDC모터 하모니 구조 : 핸드 5관절
하체	<ul style="list-style-type: none"> ■ 앉아있는 타입 : 마네킹 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 서있는 타입 : 12축으로 안정화 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 12축으로 보행가능
대화	<ul style="list-style-type: none"> ■ Text 교시형 음성 합성, 음성인식 	<ul style="list-style-type: none"> ■ DB기반 대화엔진 2개 국어 가능 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 로봇주도 대화 2개 국어 가능
인식	<ul style="list-style-type: none"> ■ 한국어, 영어 400단어 음성인식 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 시각내장, 얼굴인식 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 촉각 내장(터치센서) 첨가
제스처	<ul style="list-style-type: none"> ■ 모션데이터 기반 구동형 상체 동작 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 모션캡처 기반 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 모션캡처 기반-인간 모션 구현(자율적 눈동자, 목, 허리움직임)
용도	<ul style="list-style-type: none"> ■ 안내 서비스 분야 ■ 교육 분야 ■ 엔터테인먼트 분야 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 세계 최초 연예인 로봇 : 가수 ■ 발라드풍에 맞춘 전신율동, 대화, 개성 표현 가능, 팬들과의 교감 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 세계 최초 안드로이드 배우 로봇 ■ 시나리오 및 안무가 가능한 콘텐츠 기술 정립

표 2 에버의 주요 제원

3) 산업용 로봇

□ 인간 또는 동물의 형상을 닮은 로봇뿐 아니라, 로봇의 움직임만으로도 표현의 대상을 연기 할 수 있기 때문에 산업용 로봇 또한 공연에 쓰임

(1) 로봇팔(Robot Arm)

- 외형 자체의 의인화보다는 동작의 의인화 또는 자연스러운 연상 효과가 관객들의 감정 이입에 더 도움이 되는 다는 증거는 산업용 로봇팔을 이용한 로봇 작품에서 발견됨³⁰⁾
- 숙련된 동작의 반복적 재현을 통한 공연연출과 산업용 로봇의 예술적 변용을 위해서 1969년 이나토비츠가 필립스 센터에 설치한 “The Senster”설치³¹⁾
- 독일 ZKM의 robotlab KUKA 산업용 로봇팔을 이용하여 ‘Bios’를 발표함³²⁾
- 주요 모델로는 KUKA의 산업용 로봇팔이 공연이나 쇼에 자주 사용됨



그림 33 KUKA의 KR125모델

30) 오창근, "기계와 로봇을 위한 안무의 유형과 방법", 우리 춤과 과학기술/28(-), 2015, pp. 9-24, 한양대학교 우리춤연구소.

31) E. Kac(1997), "Foundation and development of robotic art", Art Journal, vol.56, pp. 60~67.

32) <https://youtu.be/WUws-Qnlv1U>

- 매우 다양한 모델이 있지만 많은 공연에 사용되었던 모델은 KR125로 약 1m의 팔 길이와 125kg의 최대 들기 능력과 6개의 관절을 지님

(2) 제어방식

- 회사별 전용소프트웨어가 존재하며, 시뮬레이터를 통해서 움직임을 설정하고 공연이나 인터랙티브를 위해서는 예술가들은 오픈소스프로그램을 사용하기도 함³³⁾
- KUKA의 경우에는 XML포맷으로 컨트롤이 가능하기 때문에 Maxmsp, Processing과 같은 예술가를 위한 프로그램으로 컨트롤이 가능하여 많은 무대와 쇼에 사용되었음

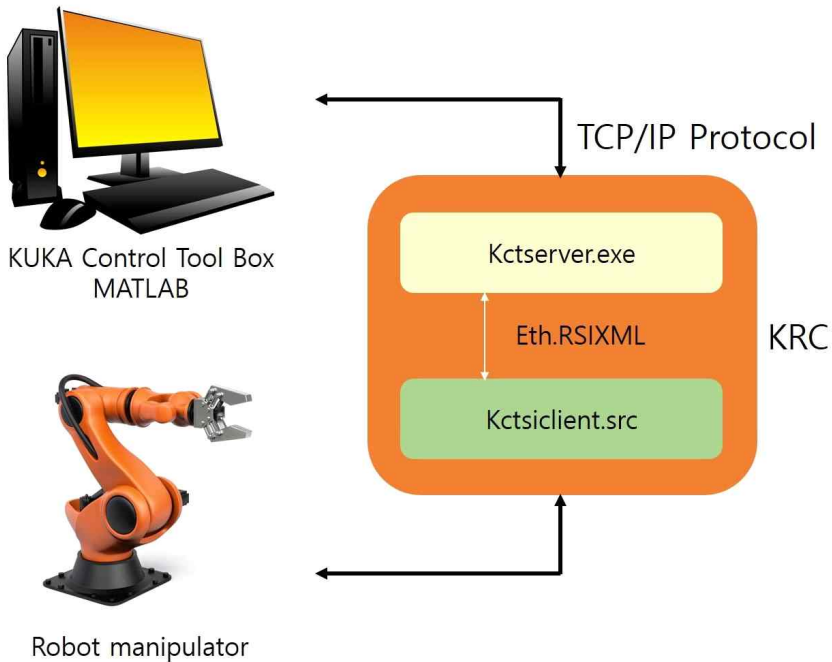


그림 34 XML를 사용한 MATLAB 사용 구조도

- MATLAB을 사용한 제어방식도 많은 대학에서 개발하여 사용되고 있음³⁴⁾

33) <https://cycling74.com/projects/project98-1city-1001vibrations-sound-installation>

3. 와이어 플라잉(Wire Flying)

1) 정의

- 와이어 플라잉 시스템은 이동 플랫폼이 적어도 2개 이상의 와이어에 의해 지지되는 구조를 가진 병렬 로봇의 한 종류³⁵⁾
- 와이어 플라잉 시스템은 공간을 X, Y축으로 나누는 2D 플라잉 시스템³⁶⁾과 X, Y, Z 축으로 움직이는 3D 플라잉 시스템³⁷⁾으로 나뉨



그림 35 2D 와이어 플라잉,
쇼텍라인 제공

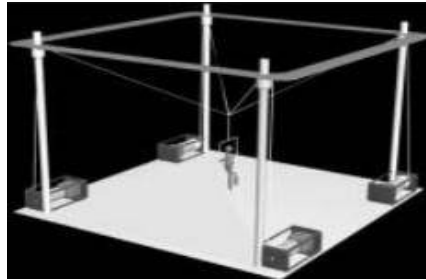


그림 36 3D 와이어 플라잉을
구현하는 4축지지 기반,
한국생산기술연구원 제공

- 최근 연구 및 특허 사항을 살펴보면 원치의 연구와 안전장치 연구가 주를 이루며 3D 와이어 플라잉의 발전을 이룸
- 최근 들어 뮤지컬 등의 공연에서 출연자들이 하늘을 날거나 공중에 떠 오를 수 있는 시스템
- 활용도가 높아짐에 따라 무대 기술의 한 종류로 분류

34) <http://sirslab.dii.unisi.it/resources/software.html>

35) 「수직평면에서의 이동제어를 위한 와이어 플라잉 시스템 구현」, 임영석, 정현종, 임준홍, 대한전자공학회 제37권 1호, 2014.

36) 두 개의 서보모터와 원형 드럼부에 감겨있는 와이어를 이용하여 x, y 축의 2차원 공간의 상하 좌우 움직임을 제어하여 부양하는 플라잉

37) 네 개의 서보모터와 원형 드럼부에 감겨있는 와이어를 이용하여 x, y, z 축의 3차원을 자유롭게 부양하는 플라잉

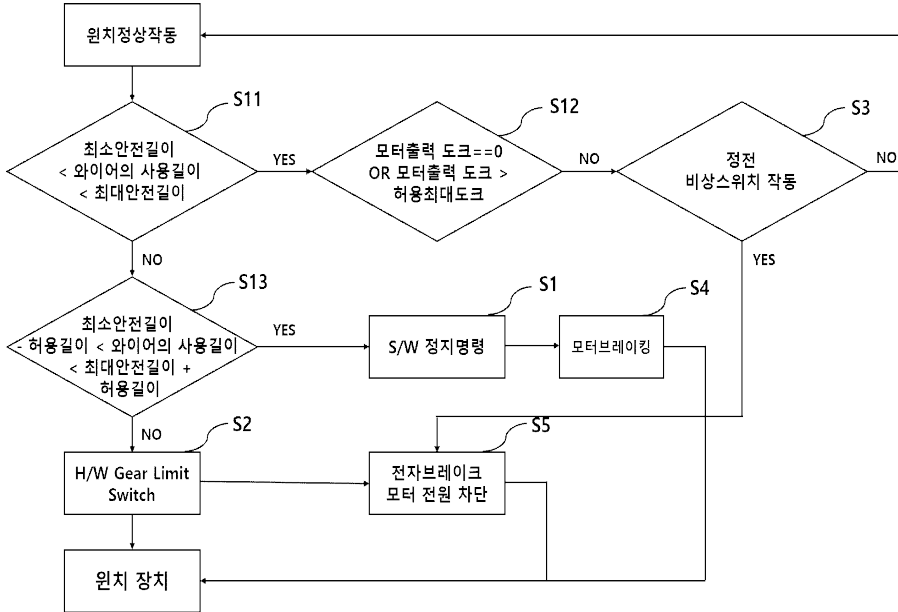


그림 37 4축지지 기반 원치의 정상작동과 다중 안전 시스템을 위한 개념도, 한국생산기술연구원의 특허출원

2) 기존의 사용

(1) 산업적 용도

- ☐ 기중기에서 대표적으로 사용, 컨테이너 운반과 같이 하중이 큰 물건의 이동을 위하여 사용
- ☐ 산업에서의 와이어는 재료의 변천 및 고도화, 하중의 연구와 마모의 연구 등과 깊은 관련이 있음

(2) 액션 연기

- ☐ 무술연기가 가장 대표적인 와이어 액션의 사용처
- ☐ 영화나 광고의 특수효과 부분에서 크로마키 촬영과 병합되어 사용
- ☐ 연극 무대에서의 나르는 연기자 혹은 날라 다니는 물체를 표현하기 위하여 사용

(3) 한계점

- ☐ 플랫폼의 흔들림 혹은 불안정
- ☐ 수직적 구현 불가 - 3차원적 움직임 불가
- ☐ 세부적인 움직임 구현을 위해서 자동화 시스템이 아닌 연출자가 직접 와이어를 잡아당김으로써 구현하는 아날로그 방식을 오래 동안 구현
- ☐ 사전 제작 시스템의 부재 - 사전제작기간에 각 파트의 시스템 설계상황을 융합하여 점검할 수 있는 제작시스템의 부재
- ☐ 무대연출을 위한 '3D 플라잉 시스템' 및 기타 플라잉 기술력은 미국, 유럽 일부 기업의 전유물로 여겨짐 - 국내 대형뮤지컬 및 콘서트 등에서 '3D 플라잉' 연출을 위해 해외업체에 의존³⁸⁾

3) 연구개발의 필요성

- ☐ 공연 예술의 고도화를 통한 표현 기법의 다양화
- ☐ 무대 내의 사실감을 표현하기 위한 볼거리 형성 및 볼거리의 차별성 추구
- ☐ 무대와 관객을 아우르는 와이어 플라잉 기술의 경우 스펙타클뿐만 아니라 관객과의 소통을 위한 매개체 역할³⁹⁾
- ☐ 객석까지 공연무대를 확장, 공간개념의 확장
- ☐ 관객들로 하여금 공연경험을 환기시키고 몰입감을 증대시킴⁴⁰⁾

4) 해외 기술 개발 사례⁴¹⁾

38) 국내는 해외업체에 의존하는 경우를 제외하고는 산업용 원치를 이용한 단순 상하 또는 좌우 구동을 하고는 실정이며 정밀 제어, 메모리 기술의 부재로 안전성 등이 확보되지 않았음 - 날다팩토리 지동익 대표 인터뷰 중에서

39) 극에서 동적 무대장치가 배우 또는 관객과 서로 상호작용하며 극을 구성하는 하나의 요소로 작용할 수 있는데, 이는 오늘날 공연예술에서 현대적이고 진보적인 표현을 가능하게 하는 가치를 지닌다. 「한국 현대 뮤지컬의 동적 무대장치에 관한 연구」, p. 107, 신수이, 중앙대학교 석사논문, 2013.

40) 「확장적 관객경험을 위한 디지털 공연기술에 관한 연구」, 임정아, 숭실대학교 석사논문, 2013.

41) 「CT 기반 공연, 전시를 위한 실감형 작동 모형 및 와이어 플라잉 시스템 기술」, 동향/연구보고서, 이동욱 외 4인, 한국생산기술연구원, 한국콘텐츠진흥원, 2013.

- 최근 2012년 런던올림픽, 각종 테마파크, 쿼덤과 같은 아트 서커스 등의 다양한 공연과 전시를 통해 그 활용이 범용화 됨
- TATI, ZFX-flying, SGPS 등 4-5개정도의 플라잉 전문 기업이 길게는 30여 년 전부터 플라잉 이라는 분야를 특화하여 대형공연, 올림픽 메가 이벤트 등의 다양한 행사에서 필수적인 무대연출기법으로 적극 활용하고 있음
- 4점 지지 방식
 - 미국의 FTSI(Fisher Technical Service Inc.)사에서 개발된 F-Winch는 Full Automation 방식으로 사용자에게 네비게이터를 제공하며, 3점지지 방식보다 안정적임을 증명
 - 그러나 무엇보다도 고가, 고중량, 큰 사이즈 등의 단점 존재
 - 국산화의 필요성을 더욱 배가해주는 시사점
- 전기 모터
 - 기어 구동방식, 브레이킹 시스템
 - 미국의 SGPS (Show Group Production Service.)사에서 개발된 Multi-Direction People Flying Machine는 전기 서보 모터 방식으로 기어비 조절이 가능한 구조로 설계
 - 2축 구현 위주로 개발됨
 - 호주의 NCP (Norman Copeman Production)사는 와이어 4점 지지 개념을 가장 빠르게 도입하여 실제 많은 영역에 적용 활용 하고 있으며, 체인 감속기 방식을 도입하여 감속비를 쉽게 조절할 수 있는 타입으로 되어 있는 장점을 지님
 - JR 사의 경우 앞서 언급한 윈치 시스템 기반이 아닌 호스트 기반으로 제작된 플라잉 시스템 개발
 - 호스트 시스템의 경우 긴사이즈의 문제로 인해 휴대성 및 이동성 측면에서 단점이 있으나 한번작동에 넓은 영역을 커버하는 장점을 가지고 있어 무대 장치에 많이 적용됨
- 사용자 인터페이스
 - NISCON 사는 무대 및 공연에 적용 되는 윈치, 호스트 장비를 제어하는 제어 컨트롤러와 3D 그래픽 기반의 사용자 인터페이스 장치를 개발
- 최근 국내 공연의 해외 기술 도입의 사례

- <오페라의 유령>, 미국 ZFX사로부터 기술이 수입된 <피터팬>



그림 38 <오페라의 유령>
상들리에가 추락하는 장면



그림 39 <피터팬>에서 피터팬이
나르는 모습

5) 최근의 연구 동향

- ☐ 2013년부터 한국생산기술연구원으로부터 국산화를 위한 본격 연구가 시작됨
- 기존에는 공연 기술이 고도화 되었지만 상대적으로 해외 기술 의존도가 높았음
- ☐ 국산화의 필요성부각
- ☐ 이에 따라 연구를 진행한 한국생산기술연구원의 이동욱 박사는 기술 활용의 관건이 '매커니즘 안정화, 신뢰성 확보'라고 인터뷰에서 밝힘⁴²⁾
- ☐ 안정성을 위하여 요소기술, 3D-WFS, 실용화의 3단계의 연구 과정을 거침
- ☐ 플랫폼의 경로를 사용자가 입력하면 스스로 움직이는 자동화 구현
- ☐ 2D와이어 플라잉에서 3D 와이어 플라잉의 형태로 발전
- 2014년 각 4축에서 이동 플랫폼을 와이어로 고정한 상태에서 2개의 와이어로 이동 제어를 하고 나머지 와이어의 장력으로 흔들림을 방지하는 기법 개발⁴³⁾
- ☐ 날다팩토리에서 안정성과 자율성이 보장되는 3D 와이어 플라잉 연구개

42) 한국콘텐츠진흥원 상상발전소 홈페이지 <http://koreancontent.kr/1658> 에서 발췌, 인터뷰 기사 <공연을 더욱 실감나게! 실감형 작동모형 및 와이어 플라잉 시스템 기술 개발한 한국생산기술연구원을 가다>

43) 날다 팩토리 홈페이지 발췌 www.nalda-factory.com

발에 지속적인 노력을 기울이고 있음

- 카메라 촬영 기법 중 하나로 와이어 캠 기법 통해 3차원 영상 촬영을 가능하게 함



그림 40 와이어캠을 활용하여 촬영하는 장면,
날다팩토리 제공

- 와이어 플라잉 기술뿐만 아니라 조명, 영상, 음향 등의 시퀀스와 싱크 되도록 메모리, 수정이 가능한 운영프로그램 개발
- 이에 따라 최근에는 다른 무대 장치와 함께 ‘스마트 스테이지’라는 이름으로 통합 제어 시스템 안에서 자동화 구축
- 3차원 리걸 시스템(Rigging System)⁴⁴⁾의 경우 키네틱 아트 제어 기술과도 연결

6) 3D 와이어 플라잉 시스템 기술⁴⁵⁾

(1) 원치 서보 시스템 하드웨어

- 원치 시스템 구성 요소

44) 장비들을 위로 매달기 위한 방법

45) 「CT 기반 공연, 전시를 위한 실감형 작동 모형 및 와이어 플라잉 시스템 기술」, 동향/연구보고서, 이동욱 외 4인, 한국생산기술연구원, 한국콘텐츠진흥원, 2013, pp. 85~92 참조.

- 와이어 : 와이어 선정에 있어 가장 중요한 요소는 들어 올리는 물체의 하중이다.
- 드럼 : 드럼은 와이어가 감기는 기구물
- 동력전달 방식 : 구동기의 동력은 전달하는 형태는 다양하지만 원치 시스템의 형상을 고려할 때 타이밍 벨트, 체인 방식이 가장 효과적
- 모터 , 모터 드라이브 : 최소 5kw ~ 10kw의 모터가 사용되어야 함. 원치 시스템은 최소 4대가 동시에 제어가 되어야 하므로 반드시 실시간 제어가 가능한 E-CAT 통신이 지원되어야 함
- 기어
- 브레이크 : 다축의 원치 시스템을 장시간 극한 상황에서 구동할 때 기구적인 문제와 알고리즘의 불연속 문제가 발생하였을 때를 대비한 안전장치

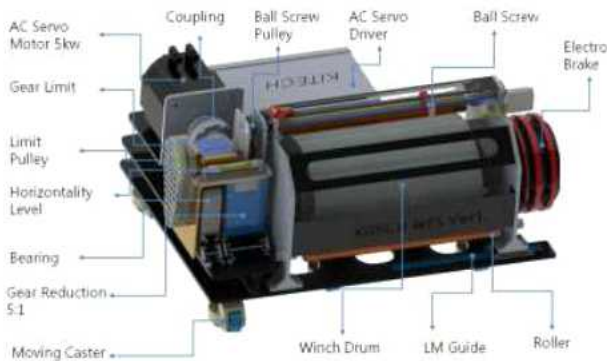


그림 41 원치 시스템 부품 구성도
(위의 부품이 적용된 사례)

□ 원치 시스템 특징

- 전원 공급 및 개별 원치 조작 패널 일체형
- 타이밍 벨트를 이용한 동력전달 모듈 적용
- 3차 안전장치 부착(기어 리미트, 전자 브레이크, 모터 브레이크)
- 와이어 길이 오차 최소화 매커니즘 개발
- 전원 공급 및 안전장치 원치 일체형

- 응급상황에 적합한 핸들 타입 브레이크 적용
- 고도크 동력전달을 위한 체인 모듈 적용
- 고속 회전 시 발생하는 과전류, 과전압의 문제를 해결하기 위한 회생유니트 적용
- 체인 동력 전달상의 안전을 위한 3차 안전장치 부착(엔코더 및 리미트 스위치)
- 문턱 이동 및 충격에 용이한 고용량 캐스터 적용

(2) 3D 와이어 플라잉 시스템 전자제어 구성도

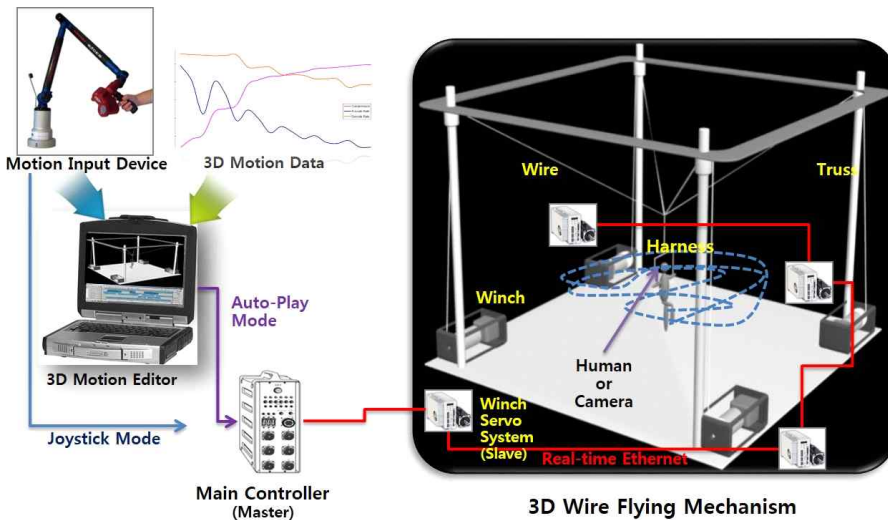


그림 42 3D 와이어 플라잉 시스템의 매커니즘 구조도,
한국생산기술연구원 제공

(3) 전자제어 하드웨어

- 네트워크 기반 분산제어 시스템을 위한 S/W 컴포넌트의 모듈화/분산화 설계 및 3차원 와이어 플라잉 시스템 통합 운용 소프트웨어
- 전원 공급 시스템의 케이블 모듈화 및 설치 용이성을 고려한 전용 배전반 개발

(4) 배전함

- 전원이 공급되는 메인 전원에서부터 배전함을 거쳐 각 원치별로 최대 6개의 원치 시스템의 전압상태를 확인하고, 전원의 공급 차단 역할을 함



그림 43 배전함 외부,
쇼텍라인 제공



그림 44 배전함 내부,
쇼텍라인 제공

(5) 콘솔입력장치

- ☐ 원치 시스템을 조작하기 위한 장비
 - 임베디드 컴퓨터(Beckhoff CX-5020)
 - 비상동작 스위치 동작 회로
 - 동작 상태 표시등 구성 회로
 - 상시전원공급기 (UPS)
 - Joystick, Monitor, Keyboard
- ☐ 최대 6개의 원치시스템 동작 가능
- ☐ 원치 동작 상태를 확인하고 비상시 구동을 멈출 수 있도록 제작됨

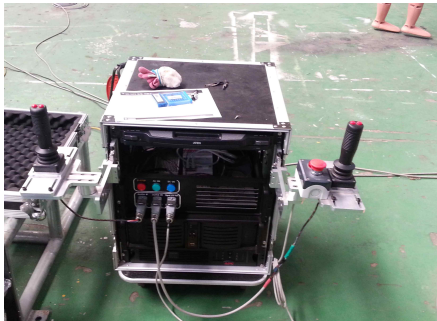


그림 45 3D 와이어 플라잉 시스템
조작을 위한 콘솔장치(앞면),
쇼텍라인 제공

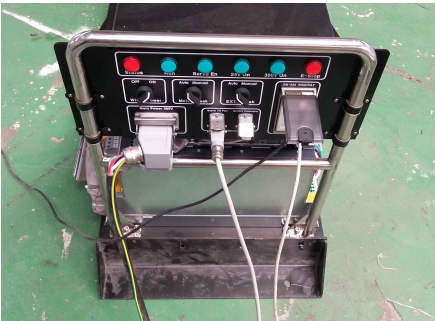


그림 46 3D 와이어 플라잉 시스템
조작을 위한 콘솔장치(뒷면),
쇼텍라인 제공



그림 47 3D 와이어 플라잉 시스템 조작을 위한
콘솔장치 세팅 예시, 쇼텍라인 제공

(6) 통합 프로그램



그림 48 통합프로그램 구동 화면

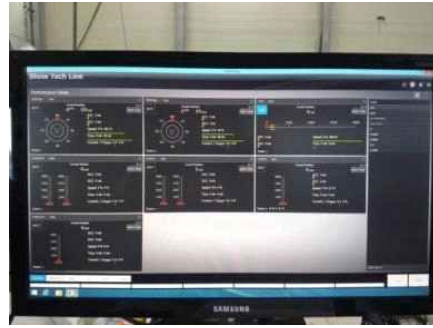


그림 49 통합프로그램 구동 화면

□ 복잡한 프로그래밍이 아닌 간단하게 마우스 클릭 등의 위치 지정을 통하여 경로를 설정



그림 50 위치값 지정

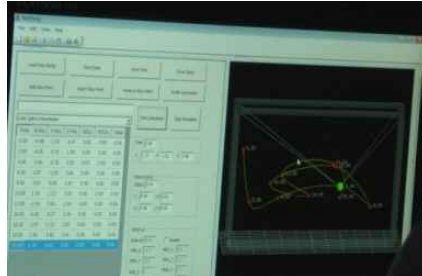


그림 51 시뮬레이션

□ 오퍼레이션 S/W

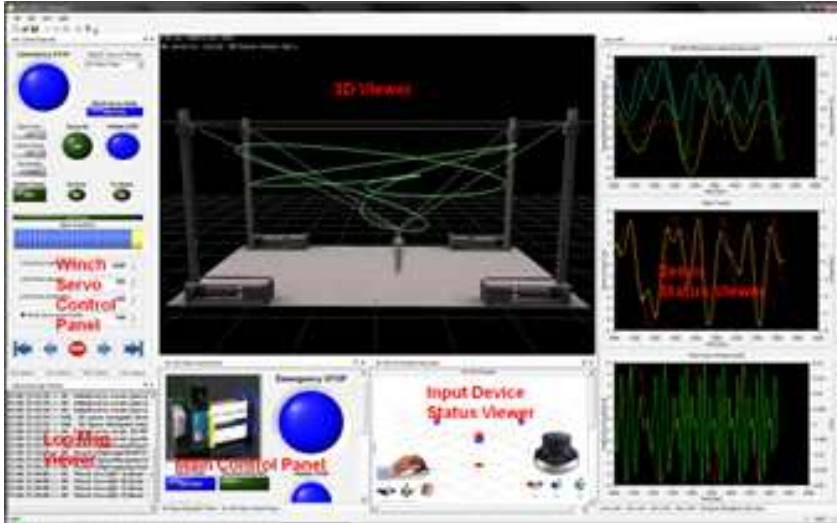


그림 52 2012년 여수엑스포 주제관 메인쇼에서 사용된 S/W의 예,
한국생산기술연구원 제공

7) 기대효과

- 다양한 스텐트 쇼 연출에 기여
- 영화, 엔터테인먼트, 문화예술 공연분야 신규 문화수요 창출
 - 스텐트, 무술, 아크로바틱에 능한 남녀 배우들의 독창적인 장면 연출
- 순수예술을 포함하는 새로운 장르의 다양한 작품 제작 시도 가능
- 첨단 기술을 통한 고품질 공연 연출로 공연문화의 수준 향상
 - 고부가가치 창출
- 공연기술 선진화를 통한 문화수출 기반기술 확보
- 국가 첨단기술을 이용한 콘텐츠 제작으로 국가 브랜드 전략에 활용
 - 세계적으로 인정받는 한국의 스텐트 액션을 컨셉으로 한국 공연의 창의성과 우수한 기술력을 극대화 할 수 있는 융복합 콘텐츠로 개발
 - 초기단계부터 해외시장을 목표로 새로운 한류상품으로 개발
- 테마파크, 전문 로봇공연 등 새로운 콘텐츠 시장 개척 및 세계시장 선점
- 최근 VR 체험관에서는 번지점프, 직업 체험관에서는 우주공간 내 무중력 표현과 같이 콘텐츠에 따라 다양하게 활용될 수 있는 가능성 무궁무진함



그림 53 와이어 플라잉 시스템과 VR이 접목된 번지점프 사례,
출처 : 날다팩토리 홈페이지

4. 스마트 스테이지(Smart Stage)

- 와이어 플라잉 시스템을 포괄하는 것이 맞으나 와이어 플라잉은 그 사용법이 다양하고 개별 기술 개발 연구가 활발히 일어나므로 본 연구에서는 와이어 플라잉을 제외한 스마트 스테이지 기술을 나열
- 최근 스마트 스테이지는 실내 무대를 벗어나 실외로 영역을 확장시켜 나가는 추세
- 개별적 기술을 구현하는 것을 넘어서서 통합적 제어와 통합적 구현이 최근 연구의 성과

1) 정의

(1) 통합적 오토메이션 제어 시스템

- 무대전용으로 공연의 공간적 연출을 위해 각각의 장치를 제어할 수 있도록 구축한 제어반 및 제어 콘솔, 제어 프로그램을 통칭, 무대 전용 분산 제어 자동화기술 시스템

(2) 무대장치 시스템

- 리프트, 턴테이블, 다변화 턴테이블, 트랙, 브릿지, 톤 보더 등을 사용하여 무대 자동화 기술을 종합적으로 제어하는 시스템
- 포터블 유무선 이동 무대 개발
- 강설, 강우, 안대 등의 연출적 효과도 특수 효과로 연출
- 이 외에도 무대 특수 효과의 자동화기술 개발을 포함
 - 화학적 재료나 프로판 가스, 알코올 등을 사용하여 인위적인 불, 연기 등을 연출하는 것

2) 연구개발의 필요성⁴⁶⁾

- 수입 장비 대체 효과
 - 기존에는 수입 장비와 시스템에 의존
 - 기술의 수입은 통관, 운송, 인건비 부담을 동시에 안겨줌
- 오토메이션 제어시스템과 무대장치의 통합적 통제와 운영

46) (주)쇼텍라인의 김석국 대표와의 인터뷰 내용 발췌 및 정리

- ☐ 첨단공연 기술 선진화를 통한 문화수출 기술 확보
- ☐ 비용의 효율성 추구하고 이를 통한 기술의 선점 효과
- ☐ 개별 요소 기술의 세분화, 구체화, 전문화
- ☐ 첨단공연 기술을 위한 새로운 전문 인력 양성

3) 해외 개발 사례

(1) 오토메이션 제어시스템

- ☐ 오토메이션 제어시스템 : 미국 PRG 그룹
 - Production Resource Group
 - 전 세계를 무대로 활동하고 있는 미국 최대의 공연전문 기업
 - 무대, 조명, 음향, 영상, 오토메이션을 포함한 모든 장치를 취급
 - 세계 최대의 공연시장인 뉴욕 브로드웨이에서 론칭되는 대형 공연 시스템의 상당 부분을 PRG에서 담당 운용



그림 54 PRG사의 제어 시스템



그림 55 PRG사의 데모쇼

- ☐ 장비 제어 컨트롤러 : 미국 NISCON 그룹⁴⁷⁾
 - “Engineering the art movement” 무대 및 공연에 사용되는 윈치, 호스트 장비를 제어하는 컨트롤러와 3D 그래픽 기반의 사용자 인터페이스 장치를 개발하는 전문회사

47) www.nisconinc.com



그림 25 NISCON 홈페이지

(2) 무대장치

□ 오토메이션 무대장치 : 영국 STS 그룹⁴⁸⁾

- Silicon Theatre Scenery 영국과 네덜란드에 위치한 무대장치 전문기업
- 대형 뮤지컬, 오페라, 전시 등 모든 공간 연출을 위한 무대장치의 모든 영역(오토메이션, 쇼텍, 이동무대 등)을 직접 제작 운용하는 기업



그림 26 STS사의 리프트



그림 58 STS사의 다변화 턴테이블

4) 국내 개발 사례

□ 무대기기 제어시스템 : 한일티앤씨(등록번호: 10-1270288)⁴⁹⁾

- 한일티앤씨에서 특허 등록한 무대기기 제어시스템으로 순수 국내 기술로

48) www.stsonstage.com

49) 간편하게 Desk에 설치하여 사용하는 형태로 무대조명장치와 기계장치를 수동식으로 제어하는 시스템 장치이다. 회로의 수량에 맞춰 수개의 Switch와 Slide형, Fader, Key Switch, 비상 Switch로 구성되며, 각각의 동작에 대해 Indicator를 사용하여 동작 상태로 표시한다. 제어 통신 방식은 Analogue와 Digital (485통신)의 2가지 방식을 사용이 가능함.

개발된 무대기기 제어장치로 설치가 간단하고 무대조명장치와 기계장치를 수동으로 제어하는 시스템 제어장치

- 상용화 된 최초의 제어시스템으로 평가
- 점점 고도화, 자동화되는 무대 시스템에 발맞춘 시스템으로 평가



그림 28 (주)한일티앤씨에서 2008년 개발하여 특허를
출원한 무대기계 & 무대조명 컨트롤 콘솔

5) 최근 연구 동향

- ☐ (주)쇼텍라인에서 작성한 기술개발 사업의 연구보고서가 가장 중요한 정보를 포괄⁵⁰⁾
- ☐ (주)쇼텍라인에서 오토메이션 기술뿐만 아니라 스마트 스테이지를 구성하는 소품용 총과 폭약도 국내 자체 기술을 보유
- ☐ 최근 한국생산기술연구원에서 상승과 이동이 동시에 가능한 복합 스마트 스테이지를 개발하여 ‘킹키부츠’, ‘세종음악기행 2016’과 같은 공연을 통해서 상용화

50) ‘2014년도 문화사업 현장수요지원 기술개발사업’의 연구보고서 「무대전용 분산 제어 오토메이션 시스템 및 무대장치 개발」, 주관연구기관: 주식회사 쇼텍라인, 2014.

- ☐ 또한 실제 지형지물 또는 자연경관을 공연공간으로 활용한 ‘실경 멀티미디어 퍼포먼스’ 공연이 최근 활발히 제작되는 추세⁵¹⁾
- ☐ 따라서 국내에서도 수상 무대와 같은 이동이 가능한 실경을 활용한 실외용 스마트 스테이지 제작 시도 중⁵²⁾
- ☐ 배우의 웨어러블 센싱⁵³⁾과 연동되는 무대로 국내에서 개발 중

6) 통합적 오토메이션 제어 시스템

- ☐ 조건부 제어기능
 - 압력, 거리, 시간
- ☐ 동기화 인터페이스 모듈과 제어기술
- ☐ 제어 프로그램
- ☐ 인버터 펌웨어 프로그램
- ☐ 제어 시스템의 구성⁵⁴⁾

51) 외부 지형지물이나 자연경관을 공연공간으로 활용하여 다양한 무대연출기술이 집약된 공연 또는 전시. 실제와 가상의 공간감과 연출기술이 혼재되어 관객으로 하여금 최상의 경험을 제공할 수 있는 문화상품이자 관광 상품으로 자리 잡고 있음. 중국 장예모 감독이 7개 지역의 실경 특색에 맞추어 연출한 ‘인상’ 공연 시리즈가 그 대표적인 사례

52) 2017 삼척 미디어 실경축제 <이사부와 목우사자의 비밀>에서 와이어 플라잉 기술과 함께 일부분 선보임 - 날다 팩토리 지동익 대표와의 인터뷰 중에서

53) 옷에 장착된 유·무선 센서를 통해 사람의 움직임을 감지하여 신호를 주는 장치

54) ‘2014년도 문화사업 현장수요지원 기술개발사업’의 연구보고서 「무대전용 분산 제어 오토메이션 시스템 및 무대장치 개발」, 주관연구기관: 주식회사 쇼텍라인, 2014.

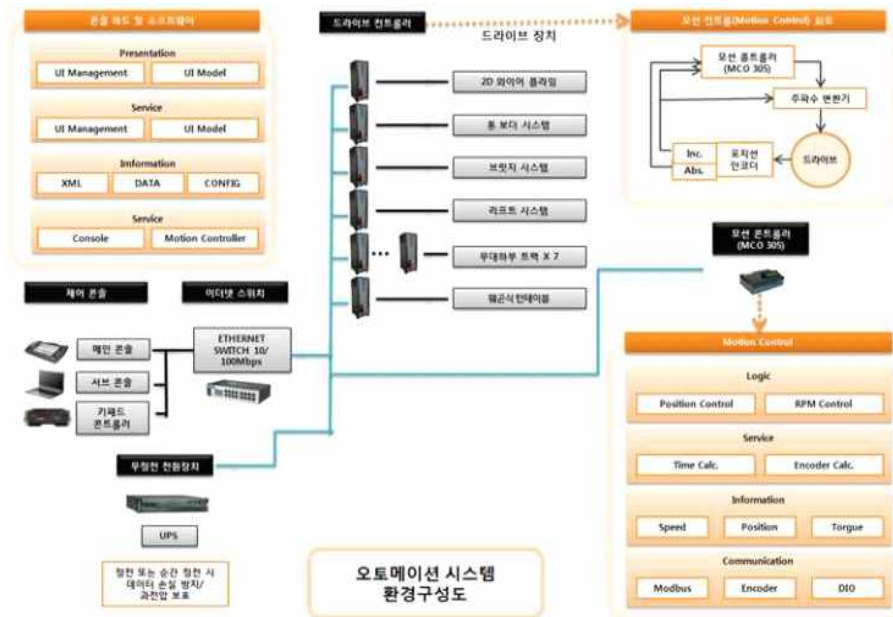


그림 60 오โต메이션 시스템 환경구성도, 쇼텍라인 제공

- 인터페이스 : 메인제어장치와 무대제어장치 사이에 데이터를 송수신하며 메인 제어장치에서 출력되는 제어신호를 무대제어장치의 모션 콘트롤러로 전달하고, 메인제어장치로 모터의 위치신호를 송신
- 모션 콘트롤러 : 메인제어장치의 설정에 의해 무대장치가 선택이 되고 설정값에 따라 제어신호를 입력받아 인터버에서 발생하는 주파수를 변환하여 장치에 부착된 모터의 속도를 제어
- 인버터 모션 콘트롤러의 제어를 받아 메인제어장치의 무대장치에 송신된 설정값에 반응해 설정된 구간에 따라 해당 장치에 부착된 모터가 가속, 등속, 감속되도록 주파수가 변화되는 교류전원을 해당 모터에 전달
- 엔코더: 해당 장치의 모터 회전수를 감지하여 이송거리를 산출하고 모션 콘트롤러로 출력하여 무대장치를 화면에 표시하고 장치의 운영자가 모니터링 할 수 있음
- 출력포트 무대장치의 구동 초기, 관성력이 해당 모터의 토크보다 큰 경우 초기 관성력을 극복하기 위해 공압(또는 유압)실린더를 구동하여 무대

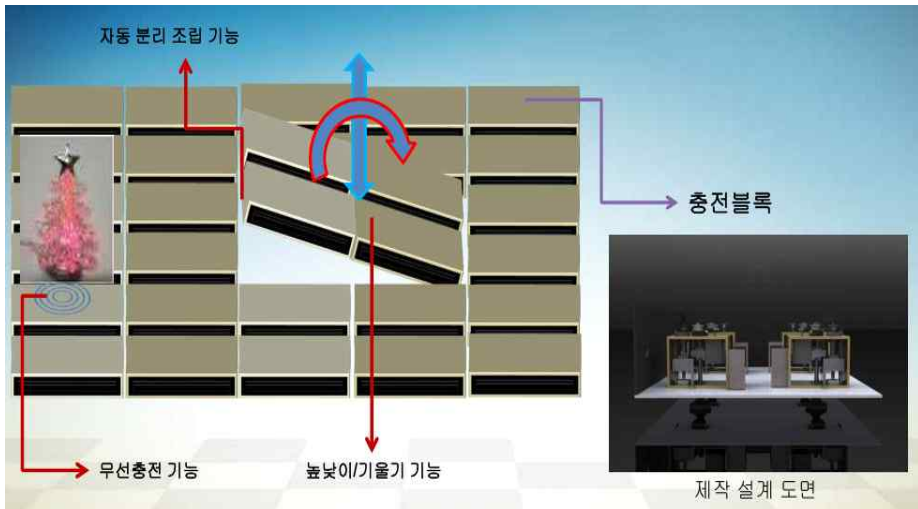
장치에 기동력을 발생시키는 역할

- 종합하면 메인 제어장치와 송수신하는 인터페이스, 그리고 입력되는 제어신호에 따라 인버터를 구동하여 모터에 전원여부의 신호를 보내고 각 모터에 회전수를 송출, 엔코더에 입력되는 각각의 모터의 위치 데이터를 비교하여 구동된 상태를 UI상에서 모니터할 수 있도록 구성

7) 무대장치 시스템

(1) 전자마루

- 무대 자체 내에서 움직임이 일어나는 형태



□ 구리선 발신부에서 자기장이 일어나는 원리를 이용

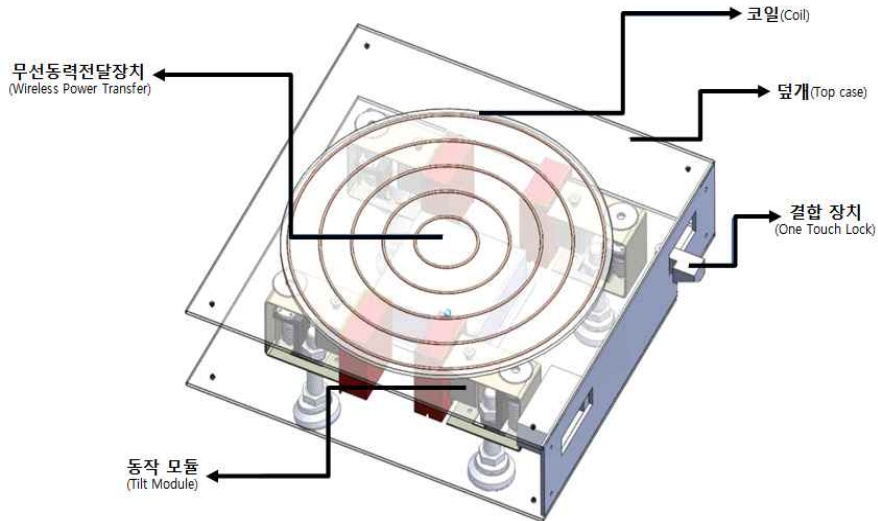


그림 62 전자마루의 구조도

(2) 이동 무대

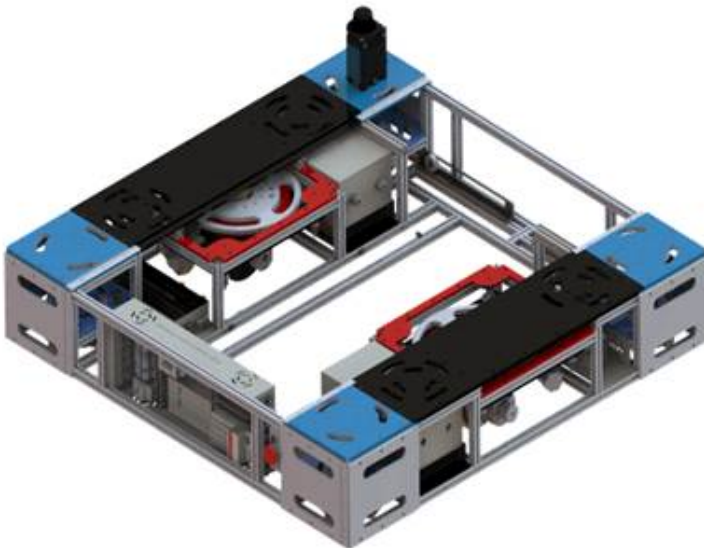


그림 63 이동 무대 예시

- ☐ 주행 자동화 기술의 개발
- ☐ 절대 위치 측정을 통하여 여러 대의 이동 무대가 무리 없이 한꺼번에 이동하는 기술을 많이 사용함
- ☐ 한국생산기술연구원에서 직관적으로 설계된 다개체/다채널 콘솔 장치 개발
 - 다개체/다축 동시 원격제어
 - 통신 : 유선(RS232), 무선(TCP/IP, Zigbee)
 - 응답시간 : 50ms 이하
- ☐ 운영 S/W
 - Configuration 기능
 - 이동 경로 편집 기능
 - 시뮬레이션 기능
 - 공연 큐 편집 기능
 - 외부 인터페이싱 기능

(3) 리프트장치

- ☐ 2가지 작동 방식으로 나뉘어 분석
- ☐ 초기 리프트 구동 방식별 구분
 - 수직형 리프트 집체인(ZIP CHAIN) 방식

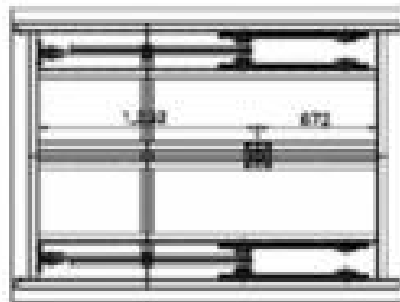
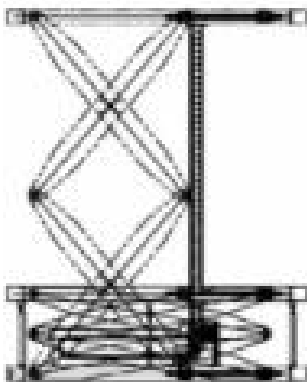


그림 64 수직형 리프트 집체인 방식의 구조도, 한국생산기술연구원 제공



그림 65 수직형 리프트 집체인 방식의 예시, 한국생산기술연구원 제공

- 수직형 리프트 나선형(Spiral) 방식



그림 66 수직형 리프트 나선형 방식의 예, 한국생산기술연구원 제공

- 경사형 리프트



그림 67 경사형 리프트 시스템 구조도, 한국생산기술연구원 제공



그림 68 경사형 리프트, 쇼텍라인 제공

- 최근에는 복합적 방식으로 발전하여 위, 아래, 옆으로의 자유로운 이동과 움직임을 구현

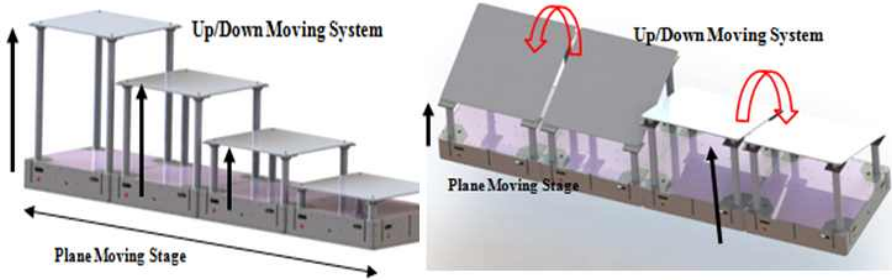


그림 69 복합적 방식의 움직임 구현, 한국생산기술연구원 제공

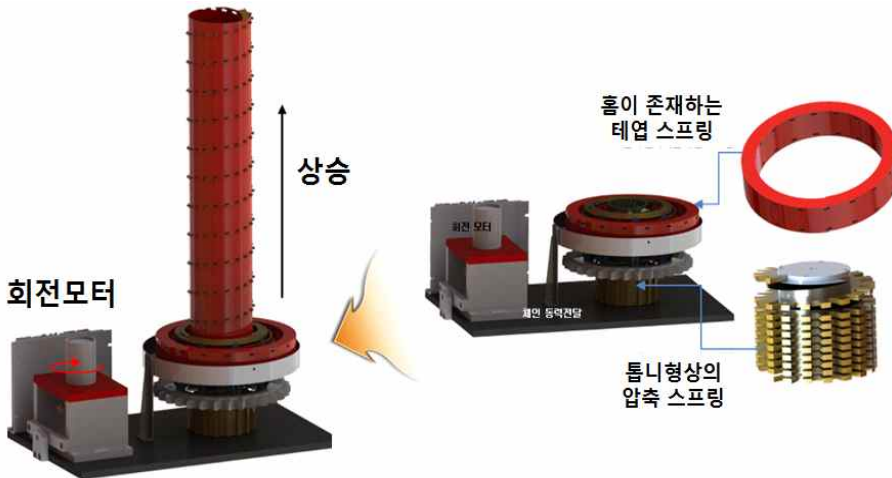


그림 70 최근 개발된 리프트의 매커니즘, 한국생산기술연구원 제공

(4) 다변화 턴테이블, 트랙, 브릿지, 톤보더

□ 다변화 턴테이블은 회전방향을 각각 별도로 변경 가능

- 무대에 매립도 가능

- 트랙장치와 결합할 경우 웨곤(wagon)형 턴테이블로 활용 가능

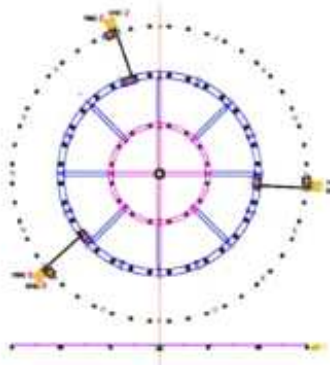


그림 71 턴테이블 시스템 그림 72 다변화 턴테이블, 쇼텍라인 제공

- 트랙 시스템은 자전에 설정된 행정거리 하부에 레일 형태의 트랙을 가설(매립)하고 무대 위에서 웨곤 등의 구조물이 가속, 감속, 등속이 가능한 수평이동을 하도록 제작된 무대 장치



그림 73 트랙 시스템 구조 단면

- 브릿지 시스템은 무대의 하부 또는 상부 대칭의 위치에 와이어드럼을 설치해 동기화하여 트러스형의 구조물을 수직이동이 가능하도록 제작된 무대 장치



그림 74 브릿지, 쇼텍라인 제공

- 톤보더 시스템은 무대의 하부 또는 상부 대칭의 위치에 와이어드럼을 설치해 비동기화를 통해 수직이동과 함께 기울임 기능을 추가해 부착된 무대막이나 구조물의 변형으로 다양한 무대연출을 돕기 위해 제작된 무대 장치

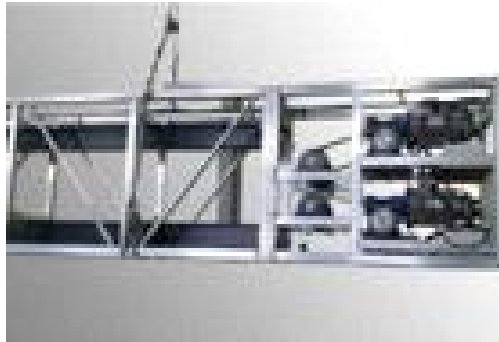


그림 75 톤보더, 쇼텍라인 제공

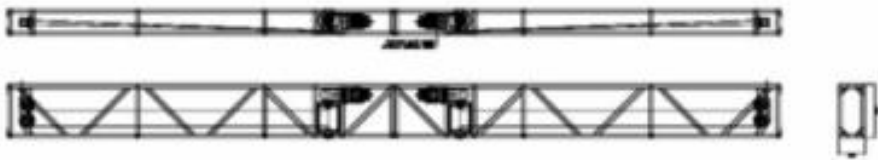


그림 76 브릿지, 톤보더 시스템의 구조 단면

(5) 복합 스마트 스테이지

□ 4자유도 스마트 스테이지⁵⁵⁾

- 한국생산기술연구원의 이상원 박사에 의해 가장 최근에 연구 개발된 스마트 스테이지의 형태
- 전후/좌우/회전/상승의 이동을 복합적으로 동시에 실행하는 최첨단 플랫폼⁵⁶⁾
- 전방향 이동이 가능한 이동무대, 전고대비 10:1의 대변위 상승 무대의 결합으로 구성
- 자기 위치 인식 센서 기반의 자율주행 알고리즘 탑재
- 사용자 편의를 고려한 직관적 경로생성 및 편집 가능
- 큐테이블 저작도구 및 3D기반의 사전 경로 주행과 충돌방지 시뮬레이션이 가능
- 윈도우 기반의 다수의 스마트 스테이지 통합 운용 콘솔 및 소프트웨어 개발
- 콤팩트한 시스템으로 다양한 무대 연출 가능
- 순수 국내 기술로 개발된 제품으로 수입 제품과 비교하여 가격 경쟁력 우위
- 사후 유지보수 용이

55) 한국생산기술연구원 개발, 문화체육관광부 및 한국콘텐츠진흥원의 2016년 문화기술연구개발지원사업의 연구보고서 참조.

56) 일반적으로 공연장 무대에서 필요한 무빙 기술은 상승과 수평이동, 회전으로 구성되어 있으며 이를 위해 각기 승강무대, 이동식무대, 회전무대와 같은 장치를 무대바닥에 고정적으로 설치하여 이용하는 것이 일반적이었다. 그러나 최근 개발된 복합 스마트 스테이지에서는 국내 최초로 자유로운 전방향(Omni-directional) 이동과 상승을 동시에 실행하는 이동형 플랫폼이다. 이 무대의 궁극적 개발 목적은 뮤지컬, 콘서트, 연극, 전시 등의 다양한 문화예술 장르에서 보다 자유롭고 효과적으로 활용할 수 있는 것이다. 위의 연구보고서 참조.



□ 기술 요소 정리표

Size		2,000×2,000×400 [mm] (+Scissor)
Load Capacity (that can be move)	Wagon	1,500 [Kg] ↑
	Lift	1,000 [Kg] ↑
	Wheel	1 [m/s] ↓
Speed	Steering	90 [°/s] (Timing Belt)
	Lifting	0.1 [m/s] ↑
Weight	Wagon	350 [Kg]
	Lift	250 [Kg]
Maximum Travel		400 ~ 5,000 [mm]
Communication		E-CAT (Real Time)
Navigation Sensor		A Laser Scanner
Main Power (Battery)	Battery Type	LiFePO4 (48V 1000A)
	Wagon	DC 48V 90A
	Lift	220V 24A (3kw, 5,000 rpm)
	Air Tank	6 bar, 5L
Charging Time		5 Hour ↓

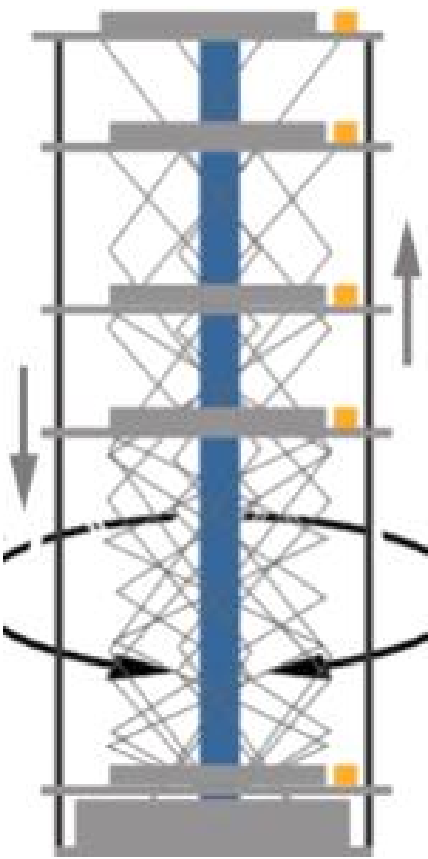


표 14 기술 요소 정리표, 한국생산기술연구원 제공



그림 85 실제 스마트 스테이지,
한국생산기술연구원 제공

(6) 특수효과

- ☐ 예전의 특수효과는 일부만을 무대 스탭이 보이지 않는 곳에서 아날로그 방식으로 전개하였음
- ☐ 최근 무대자동화 기술 개발에 따라 많은 특수효과들도 자동화 연구 개발 중
- ☐ 현재 뮤지컬, 메가 이벤트 등에서 활발히 사용
- ☐ 화재 등의 위험으로 불의 요소를 쓰기 어려웠으나 현재는 간단히 불의 요소를 사용할 수 있음
- ☐ 불, 강우, 연기, 총포 소리를 내는 폭약과 같은 특수효과들을 무대 위에서 자유자재로 사용함으로써 극적 효과를 이뤄냄
- ☐ 스마트 스테이지와 함께 사용되어 관객의 몰입도 상승의 시너지 효과를 냄



그림 86 불, 쇼텍라인 제공



그림 87 강우, 쇼텍라인 제공



그림 88 연기, 쇼텍라인 제공



그림 89 폭약, 쇼텍라인 제공

5. 홀로그램(Hologram)⁵⁷⁾

- 최근의 첨단 공연의 동향을 살펴보면, 융합형 공연에서 가장 많이 사용하는 무대기술임을 알 수 있음
- 홀로그램 영상은 깊이 감을 배가하는 특성이 있고 이 장점이 공연예술과 부합
- 배경을 블랙으로 처리하여 그 입체감을 더할 수 있는 장점이 있음
- 기존의 공연에서 공간의 제약적인 상황을 확장된 새로운 플랫폼으로 표현함으로써 한층 새로운 이색적인 공연이 가능해짐
- 최근에는 360도 전 방향에서 볼 수 있는 입체영상을 구현하는 기술로 3D 홀로그램 기술이 생성
- 현실감과 몰입감을 증폭시키는 역할이 공연예술과 부합

1) 정의

- 홀로그램(hologram)이라는 용어는 ‘전체’라는 의미를 가지는 그리스어 holos와 ‘메시지’라는 의미를 가지는 gramma가 합쳐서 만들어진 합성어로서 ‘전체를 기록하는 것’ 즉, 피사체에 대한 모든 정보를 기록하는 기술을 의미⁵⁸⁾

57) 홀로그램은 사물의 전체 모습을 본다는 의미로, 실제 물건으로부터 반사되거나 회절되어 전파되는 빛의 분포를 기록하고 재현함으로써 입체공간 속에서 나타나는 실사 영상을 완벽하게 구현함. 한국콘텐츠진흥원 「CT 이슈분석 I: 공연전시, 3D 홀로그램 기술의 최근 동향과 사례」, 2014년 4월호, p. 2.

홀로그램 기술은 구현 방식에 따라 반사형(reflection), 투과형(transmission), 무지개(rainbow) 홀로그램으로 구분

- 반사형 방식 홀로그램은 홀로그램의 앞에서 빛을 비추어 반사하여 나온 상을 홀로그램의 앞에서 관찰하도록 제작된 것으로 뚜렷한 입체감을 보유
- 투과형 홀로그램은 홀로그램의 뒤에서 빛을 비추어 투과하여 나온 상을 홀로그램의 앞에서 관찰하도록 제작된 것으로 밝고 선명한 색상이 장점
- 신용카드나 지폐에 새겨진 홀로그램 스티커 제작 시 사용되는 무지개 홀로그램은 원판 인쇄를 통해 대량 생산이 가능하다는 이점을 보유

58) 홀로그램의 최초 발명은 1816년 아우구스트 프레넬(Auguste Fresnel) 과 1802년 토마스 영(Thomas Young)의 연구로부터 시작되었다. 그들의 연구는 빛의 회절과 간섭 현상에 대한 실험과 연구였는데, 이후 1948년 노벨상을 수상한 헝가리의 데니스 가버(Denis Gabor) 라는 물리학자에 의해서 빛의 회절과 간섭을 이용한 물체의 기록에 대한 연구가 제안되었으며 홀로그램의 원리가 개발되었다. 1960년대부터 본격적인 레이저 홀로그램의 응용기술이 개발되면서 홀

- 빛의 간섭현상을 이용하여 2차원 영상을 3차원의 입체 영상으로 보이게 하는 현상
- 홀로그램은 영상이 3차원이고, 실물과 똑같이 입체적으로 보이는 사진이며, 이는 모두 홀로그래피의 원리를 이용해 생성됨
- 홀로그램은 재생방식에 따라 투과형(transmission) 홀로그램과 반사형(reflection) 홀로그램으로 구분⁵⁹⁾⁶⁰⁾

구분	투과형 홀로그램	반사형 홀로그램
재생방식	홀로그램의 뒤에서 빛을 비추어 투과하여 나온 상을 홀로그램의 앞에서 관찰하도록 제작	홀로그램의 앞에서 빛을 비추어 반사하여 나온 상을 홀로그램의 앞에서 관찰하도록 제작
노출방법	제작 시에 물체파와 기준파를 같은 방향으로 사진 필름에 노출	제작 시에 물체파와 기준파의 방향을 감광재료 반대 방향에서 입사
결과	색이 선명하고 밝음	입체감이 뛰어남

표 16 홀로그램의 재생방식에 따른 구분, 출처 : 각보람의 논문

2) 종류

- 홀로그래피 기술을 기반으로 하는 홀로그램은 크게 아날로그 광학 홀로

로그램에 대한 연구의 발전이 가속화되기 시작하였다. 판타스마고리아(Phantasmagorias)는 연극용어로 사용되어지고 있는 연극 기법으로 프로젝션 홀로그램 공연의 시초이다. 흔히 환등상이라는 단어로 번역되어지며, 빛의 굴절과 반사를 이용하여 가상의 이미지를 만들어 내는 기법을 말한다. 귀신이나 유령 같은 존재이지만 눈으로 볼 수 없는 신비한 환영을 만들기 위한 기법으로 후에는 마술환등극으로 발전하여 공연에 많이 사용되었다. 황상현, 「현존감을 고려한 홀로그램 입체 영상 표현 연구」, 부산대학교 대학원, 2017, p. 10.

59) 각보람, 「홀로그램 가상이미지 제작에 관한 콘텐츠 교육 효과」, 부산대학교 교육대학원, 2017, p. 11.

60) 박성철, 「문화와 기술의 만남: 국보급 문화재 원색 홀로그램 및 펄스레이저 실증 제작 기술」, 한교아이씨, 2015, p. 77.

그램과 디지털 홀로그램, 그리고 홀로그램 영상 효과를 모방하는 유사 홀로그램으로 분류⁶¹⁾

	아날로그 홀로그램	유사 홀로그램	디지털 홀로그램
예시	 <p>그림 90 Hologram from the Museum of Holography in the 'HoloRescue' exhibition (all photos by Alan Frohlichstein)</p>	 <p>그림 91 마이클잭슨 공연에서 사용된 유사 홀로그램의 예</p>	 <p>그림 92 영화 <아이언맨>에서의 디지털 홀로그램 활용 장면</p>
	홀로그램 사진, 전시 등	공연, 홍보, 원격 회의 등	H-HMD, H-HUD, H-Movie, H-Game 등
핵심기술	홀로그램 필름, 광원 및 광학 소자	반투과형 스크린 투영 영상 및 초다시점 콘텐츠	디지털 홀로그램 획득, 생성, 전송, 재현 기술

표 17 홀로그램의 종류

□ 아날로그 광학 홀로그램의 경우 일반적인 사진술과는 다른 광학적 원리와 물리적 특성을 가짐⁶²⁾

- 실사에 대한 진폭과 위상의 양 성분을 간접무늬로 기록
- 회절 및 구절에 의해 실사를 완전하게 재현하는 기술
- 신용카드 등에 사용되었음

61) 미래창조과학부, 「현실보다 더 실감나는 홀로그램 사회 실현을 위한 홀로그램 산업발전 전략 마련」 보도자료, 2014 pp. 1~5.

62) 변기영, 강종훈, KEIT PD 이슈리포트 2016-10호-이슈3, (홀로그램 산업 기술 동향 및 산업 전망), 2016, p. 52.

- 디지털 홀로그램은 전자기기 및 광전자기기 등을 이용하여 구현하고 CCD 및 CMOS를 포함하는 광전자기기에 의해 획득 또는 수학적 모델에 의해 생성된 홀로그램 패턴을 광정보처리를 통해 디지털 데이터 형태로 조작 가능하게 하는 것을 의미
- 디지털 홀로그램이 완벽하게 구현되면 폭넓은 산업에 활용 및 응용할 수 있는 핵심기반 기술임
 - 극초정밀 측정 및 비파괴 검사 등에 활용 가능
 - 의료, 문화, 교육, 엔터테인먼트, 에너지, 보안, 디스플레이, 건축 분야에 활용도 높음, 서비스의 형태로 다양한 분야에서 제공 가능

산업 분야	응용 제품
측정	극초정밀 측정기, 초정밀 비파괴 검사기
인쇄	초다시점 입체 프린터, 홀로그램 프린터, 가정용 홀로그램 프린터
항공	HUD (Head up display), 정보 디스플레이
건축	조감도, 설계도, 가상 박물관, 모형
의료	전이암세포 측정, 홀로그램3차원 내시경, 실시간 생체 진단, 홀로그램 현미경
자동차	HUD (Head up display)
보안	지폐, ID 카드, 인증, 여권, 전자주민증, 콘텐츠전송 등 보안 제품
부품 및 소재	홀로그램광학 소자, 홀로그램 기록 매질, 공간광변조기, 디스플레이 패널, 광통신,보안 필름, 레이저 TV, Nanopatterning lithography, 3D 이미징, LED 조명 가이드 및 확산 필름, 레이저
에너지	태양광 집광 모듈

표 18 홀로그램 산업 분야 및 대표적인 융복합 응용제품

3) 산업에서의 활용⁶³⁾⁶⁴⁾

(1) 의료/측정 분야

- 홀로그래프 기술 기반 초정밀 기술은 수 나노급의 민감도를 갖는 초정밀 측정 기기에서부터 살아있는 세포에 대한 완벽한 3차원 정보를 추출할 수 있는 현미경에 이르기까지 다양한 기존 초정밀 측정기기 성능을 향상
- 스위스의 Lyncee Tec.사는 세포에 대한 디지털 홀로그래프로부터 3차원 정보 추출 및 컴퓨터 그래픽 모델을 만들 수 있는 홀로그래프 현미경을 개발



그림 93 Lyncee Tec.의 홀로그래프
현미경

- 미터에서부터 수백 나노급에 이르기 까지 측정 범위가 넓은 분해능을 갖는 비파괴 검사기기에 의해 정확한 건물 측정 및 인체에 이르기 까지 그 활용도가 넓음
- 조기 암세포 진단을 통해 조기 치료 및 완치 확률이 증대되며, 이로 인한 건강한 삶의 유지 및 치료비 절감

63) 변기영, 강종훈, KEIT PD 이슈리포트 2016-10호-이슈3, (홀로그래프 산업 기술 동향 및 산업 전망), 2016, pp. 54~62 참조.

64) 세계홀로그래프 시장의 규모는 2018년 290억 달러 규모, 2022년에는 40억 달러 규모로 예측. ETRI(2016)

- 실시간 암세포 검사 및 검출을 통한 검사 시간 단축과 수술의 조속 처리

(2) 보안 분야

- 국가차원의 보안 시스템 사업의 일환으로, 획일화되어 국가적으로 사용되어지고 있는 보안관련 홀로그램의 위, 변조를 완벽히 차단하기 위해 개인별 정보 및 사진을 전송하여 기록하는 홀로그램 프린팅 시스템 사업
- 여권, 전자주민증, ID 카드 등 국가적 관리를 필요로 하는 개인의 보안 제품 발급정보를 홀로그램으로 구현하여 위, 변조를 방지할 수 있는 홀로 그래픽 프린팅 시스템 및 기록 기술 개발



그림 94 독일의 홀로그램 ID카드



그림 95 홀로그램 지폐의 예-캐나다

(3) 에너지 분야

- 태양광 집열판에 홀로그램 기술을 도입시킴으로써, 기존 집열판의 효율

을 증대

- 높은 효율을 갖는 태양광 홀로그램 집열판을 이용함으로써, 에너지 누적량을 증대 시킬 수 있고, 기존 석유 및 핵에너지 사용을 최소화 할 수 있음
- 미국 Prism Solar Technologies 사와 Pacific SolarTech 에서는 기존 태양광 모듈 보다 가격이 저렴하고 효율이 높은 홀로그램 프리즘 태양광 모듈을 개발하였으며 상용화 진행 중
- 국내 경동솔라사와 미국 STX Aprilis 사는 홀로그램의 특성을 이용하여 태양광 중 최적의 파장을 가진 빛을 선택적으로 태양전지에 굴절, 집중 시킬 수 있는 홀로그램 모듈을 공동 연구 개발함

(4) 광고 분야

- 최근에는 영상기술의 도움을 받아 좀 더 현실감을 자아내는 360도 홀로그램이 광고 등에 많이 활용됨



그림 96 나이키 광고에 사용된
홀로그램



그림 97 루이까포즈 광고에 사용된
4방향 홀로그램의 예

- 4방향 홀로그램(four-sided hologram) 혹은 피라미드 홀로그램(pyramid hologram)라고 불림
- 4개의 그림이 끊임없이 정보를 내보내는 형태
- 콘텐츠의 제작 방식에 따라 물체의 전, 후, 좌, 우 모습을 볼 수 있음

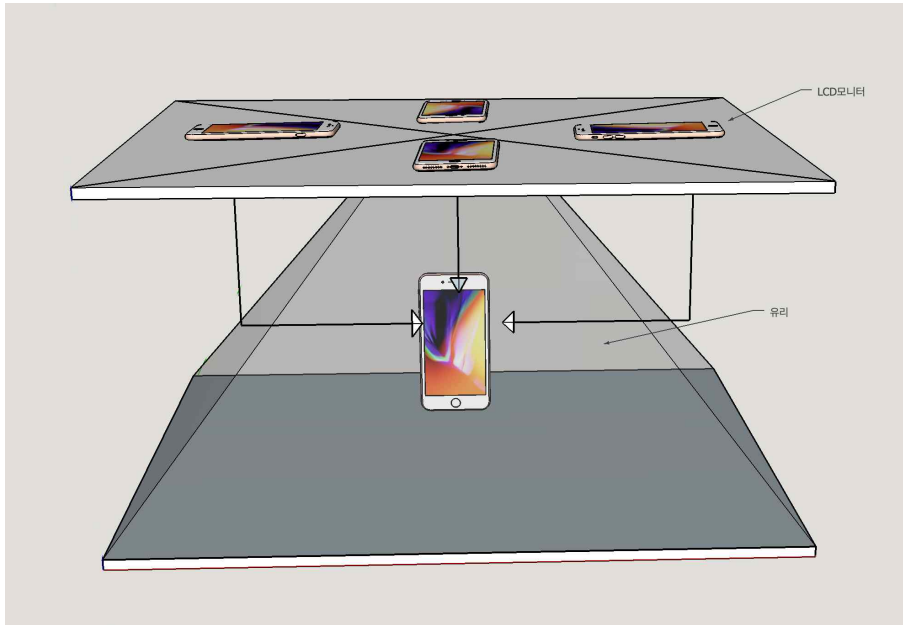


그림 98 360도 홀로그램 구현 원리와 방식

- 최근 개발된 LED 팬(Fan)형 홀로그램은 좀 더 실감나는 입체감을 표현하고 밝은 곳에서도 여러 가지 용도로 활용하는 것을 목적으로 개발됨
- 모터를 사용하는 것이 특징
 - 간판이나 광고 등에 활용
 - 좀 더 사용이 간편해진 것이 장점
 - 최근 이를 활용하는 다양한 콘텐츠들이 개발 중



그림 99 출처 : <https://jointstarsgroup.en.made-in-china.com>

(5) 상용화

- 보안, 에너지, 광고, 공연뿐만 아니라 다양한 분야에서 상용화가 시도됨
- 서브컬처 : 캐릭터를 홀로그램으로 표현하는 사물인터넷(IoT) 형식으로 개발⁶⁵⁾

4) 공연에서의 홀로그램

- 위와 같은 다양한 홀로그램의 활용 분야 중에서 공연의 경우는 디스플레이 방식에 활용한 홀로그램에 해당
- 공연에 최초로 활용된 홀로그램은 1862년이라고 기록됨
- 이 공연의 홀로그램 구현 방식은 오랜 기간 동안 사용되고 발전하였으나 최근의 공연에서는 그 방식에 어려움이 있어 사용하지 않음⁶⁶⁾

65) 게이트 박스의 개발사는 일본 도쿄의 아키하바라에 위치하고 있는 IT 스타트업 '윈크루(vinclu)'

<https://gatebox.ai>

66) 홀로그램의 기본 구현 원리는 하프 미러 방식에 있다. 반사율과 투과율의 비율

- 따라서 본 논고에서는 최근 공연에 활용되고 있는 홀로그램 방식에 대해서만 집중 서술하도록 함
- 공연에서 활용되는 홀로그램 기술의 방식은 크게 직접 투사 방식과 간접 투사 방식이 있음
- 우리에게 잘 알려진 대표적인 홀로그램 공연의 예로는 2010년 김덕수 사물놀이패의 <죽은 나무 꽃피우기>, 2012년 <투박 콘서트>, 2013년 <싸이 콘서트>, 2016년 <김광석 홀로그램 콘서트>가 있음



그림 100 스눅독과 홀로그램 투박이 함께 하는 장면



그림 101 홀로그램 싸이 콘서트

- 최근 홀로그램 공연의 비약적인 발전이 있었음. 효과적인 공연을 위하여 투사방식의 연구가 있었으며 이에 따라 사용하는 매개체가 달라지므로 투사 방식에 따른 분류 가능

(1) 직접투사 방식

- 매쉬(mesh) 스크린을 사용하여 프로젝터로부터 직접 투사하는 방식
- 매쉬의 특징은 프로팅에 비해 상대적으로 화면 투사손실율이 높기 때문에 실감 홀로그램 영상 구현 보다는 전체 콘텐츠를 보좌하는 입체적인 이펙트에 더욱 적합

이 50:50이 되는 특성으로 물체가 무대 위 허공에 떠 있는 것처럼 느껴지게 하는 원리를 이용함. 최초의 공연으로는 1862년 영국의 발명가 헨리 더크(Henry Dirck)가 고안한 페퍼의 유령(Pepper's Ghost)이라는 연극 무대장치를 고안한 것. 최용성, 「깊이 키잉을 이용한 실시간 프로젝션 홀로그램 콘텐츠 제작」, 광운대학교 대학원, 2014, pp. 4~6 참조.

- 직접투사 방식의 홀로그램 공연에는 무대를 기준으로 앞쪽에서 투사하는 프론트 방식과 무대의 뒤에서 투사하는 리어(rear) 방식으로 분류
 - 프론트 방식의 홀로그램은 무대 앞, 관객의 방향에서 투사
 - 리어방식의 홀로그램은 무대 뒤, 관객의 맞은 편 방향에서 투사

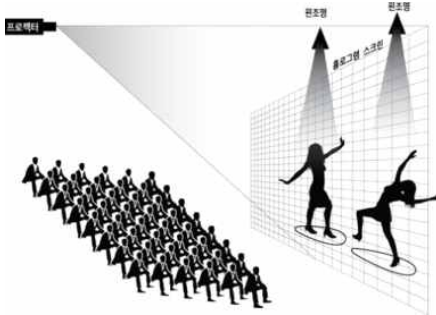


그림 102 프론트 방식의 투사

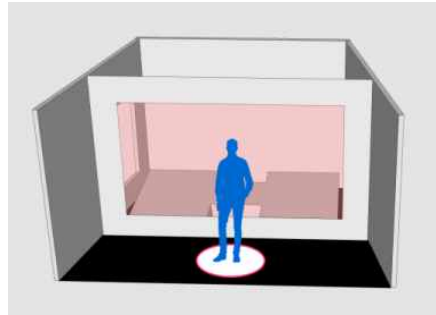


그림 103 리어방식의 홀로그램

(2) 간접투사 방식⁶⁷⁾

- 플로팅 홀로그램 방식은 DLP프로젝터(DLP Projector)로 2 차원의 대형 투명막에 고해상도 영상을 쏘아 상이 맺히게 하여 입체를 구현하는 방식⁶⁸⁾
- 플로팅 홀로그램은 물체의 영상이 바닥에 설치된 거울에 투사되고, 여기서 반사된 이미지가 45도로 기울어진 투명 막에 투영됨으로써 시각적인 착시를 일으키는 원리에 기반⁶⁹⁾
- 최근 고해상도 DLP 프로젝터가 개발되면서 플로팅 홀로그램이 실제처럼 구현되어 공연에서의 활용가치가 높아짐
- 가장 대표적인 예로는 2012년 코첼라(Coachella) 페스티벌의 스눕독(Snoop Dogg) 공연에서 홀로그램으로 투팍(Tupac)의 모습이 재현된 예가 있음

67) 플로팅(floating) 방식이라고도 부름

68) 한국콘텐츠진흥원 「CT 이슈분석 I : 공연전시, 3D 홀로그램 기술의 최근 동향과 사례」, 2014년 4월호, p. 2.

69) 한국콘텐츠진흥원 「CT 이슈분석 I : 공연전시, 3D 홀로그램 기술의 최근 동향과 사례」, 2014년 4월호, p. 3.

□ 위의 내용을 홀로그램에서 재현한 영국의 뮤전(Musion)사가 공연에서 활용되는 플로팅 홀로그램에 대표적 회사

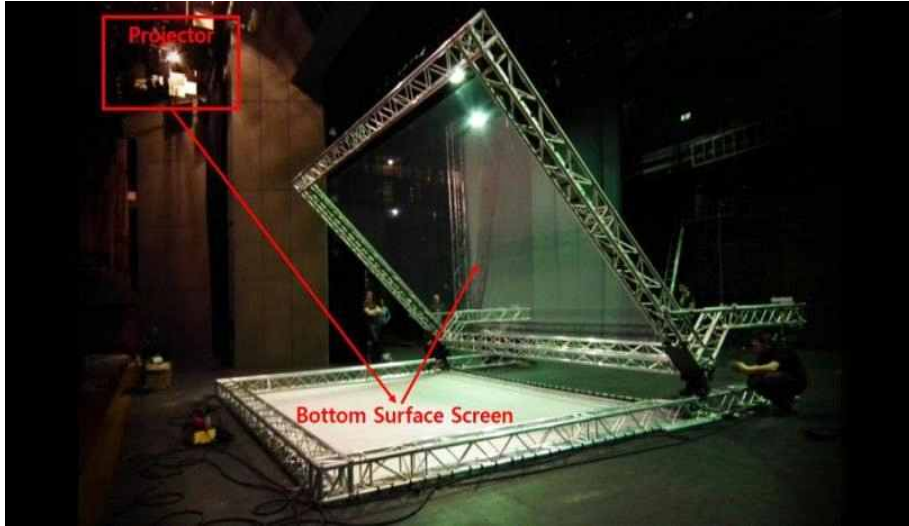


그림 104 뮤전사에서 자체 시스템으로 플로팅 홀로그램을 구현하는 예,
뮤전사 홈페이지(www.musion3d.co.uk)에서 인용

- 홀로그램 공연은 복제성을 띄고 동시에 여러 곳에서 공연 할 수 있다는 장점을 지님
- 더불어 최근에는 아바 뮤지움(Abba the Museum), 김광석 콘서트 등에서 고인을 부활시키는 역할을 하여 기념비적 공연에 활용도가 높아짐

5) 디스플레이 설치 방법

- 실사 혼합을 위한 최적 공간 구성 필수
 - 홀로그래픽 영상의 최적화 된 투사조건 분석(투사면적, 투사각도, 투사거리 등)
 - 홀로그래픽 매쉬 혹은 망형 스크린의 투사조건 시뮬레이션
 - 실사 혼합이 개선된 투사 조건의 시뮬레이션 값 산출 및 표준화를 통하여 일회적이지 않고 반복되는 공연의 안정성을 확보해야 함

6) 홀로그램과 실제 공연자와의 관계

- 홀로그램 공연은 주로 실재하는 공연자와 함께 구현되는 것이 특징
- 공연자와 홀로그램의 조응 관계가 매우 중요
- 콘서트, 사물놀이와 같은 전통공연, 뮤지컬, 마술 등에서 행위자를 보조하는 역할 혹은 행위자를 돋보이게 하는 역할을 홀로그램 영상이 담당
- 1명의 예술가와 3명의 홀로그램으로 구성. 각기 다른 4개의 악기를 연주



그림 105 홀로그램 공연으로 구현된 김덕수의 <디지로그 사물놀이>

6. 공연영상기술 시스템

1) 정의 및 배경

- 공연영상 기술 시스템은 무대 위에서 실시간으로 시각적인 효과들을 하드웨어와 소프트웨어를 통해 구현 되는 것으로 정의
 - 공연 영상 기술에는 영상구현 장치의 설치 및 제어, 디지털 영상 프로그램 제어, 영상 장치 및 프로그램 제어가 있음⁷⁰⁾
- 공연에 적용되고 있는 영상기술은 하드웨어를 중심으로 발전하고 있지만 디지털 기술의 발전으로 컴퓨터의 정보처리 능력이 향상되고 그에 따라 영상 처리 기술도 발전되어 소프트웨어를 활용한 영상연출도 함께 발전
- 이러한 발전은 공간적 제약이 있는 공연연출의 한계를 극복하고 다양성을 추구할 수 있음을 의미⁷¹⁾

2) 영상기술 자동화 통합시스템

(1) 통합 시스템 정의 및 배경

- 공연영상기술 시스템은 공연상황에서 시각적으로 구현되는 요소들을 관리하는 통합제어 시스템으로 정의
 - 하드웨어와 소프트웨어를 통합적으로 관리하여 공연에 실시간으로 영상을 적용하고 변형할 수 있는 기술
- 공연에서 영상기술을 처음 도입한 방식은 영화제작 기술을 기반으로 영상을 제작하고 제작된 영상을 상영하는 형태⁷²⁾
- 영상기술이 발전하면서 공연에 적용되는 영상의 기술도 함께 발전되었고, 디지털 효과를 사용하여 영상 믹서와 비디오 스위처(Switcher)를 개발하여 실시간으로 영상을 출력하게 되고 점차 영상, 오디오, 조명을 컨트롤 할 수 있는 통합시스템으로 개발됨

70) 한국콘텐츠진흥원, 문화기술 (CT) 심층리포트, 2011, p. 7.

71) 장은선, 홍성대, 박진완, 「소리 시각화를 응용한 실시간 공연영상 시스템 구현에 관한 연구, 디지털디자인학 연구」, 9권 4호, 2009, pp. 55~64 참조.

72) 장은선, 홍성대, 박진완, 소리 시각화를 응용한 실시간 공연영상 시스템 구현에 관한 연구, 디지털디자인학 연구, 9권 4호, 2009, pp. 55~64 참조.

(2) 통합 시스템 대표사례

□ 디즈가이즈 시스템(Disguise System)⁷³⁾

- 디즈가이즈(Disguise)는 공연에 적용되는 영상을 컨트롤 하는 장치로 하드웨어와 소프트웨어로 구성된 미디어 서버를 개발함
- 디즈가이즈는 D3 테크놀로지에서 출발
 - 영국의 디즈가이즈는 미디어 플랫폼을 개발하여 라이브 이벤트, 콘서트 투어, 연극, 고정 설치 및 방송에 적용
- 공연에서 실시간으로 미디어 제어가 가능한 미디어 플랫폼을 개발
 - 하드웨어와 소프트웨어는 분리되어 있음
 - 미디어서버는 16K(4K*4slot)의 영상을 표출함
 - 이를 통해 상황에 따라 자유로운 송출이 가능하여 공연의 완성도를 높일 수 있음
 - VFC(Video Format Conversion)카드장착 시 각각의 4K화면을 4개의 FHD화질로 구성
 - 하드웨어: gx(라이브 쇼), pro(대형영상 컨트롤), plus(소형영상 컨트롤)로 나뉘어 콘텐츠에 적합한 하드웨어 선택이 필요함



그림 106 왼쪽부터 gx, pro, plus 하드웨어 출처: 디즈가이즈

- VFC (Video Format Conversion) 카드를 사용하면 쇼 또는 프로젝트 필요에 따라 서버에서 DisplayPort, DVI, SDI를 통해 비디오 출력 신호를 변경할 수 있음

73) Disguise 홈페이지: www.disguise.one/en/showcases



그림 107 VFC (Video Format Conversion) 카드 출처: 디즈가이즈

- 디자이너 소프트웨어: 공연영상의 구성을 소프트웨어를 통해 직접 계획하고 계획된 디자인을 정확하게 시각화가 가능함
- 디자인 -> 시퀀스(Sequence) -> 제어의 과정으로 진행
- 소프트웨어의 인터페이스는 직관적이고 사용자는 메인영상, PIP(Picture in Picture)기능, 오디오, 조명, 사진, 영상, 글자를 소프트웨어를 통해 제어할 수 있음⁷⁴⁾⁷⁵⁾
- 실제 공연장, 이벤트 장소를 실사와 똑같이 3D 모델을 제작하여 소프트웨어 디자이너에 입력하고 콘텐츠 따른 장면 연출을 입력하면 사전 시뮬레이션이 가능함
- 디자이너에서는 다양한 소스들을 타임라인을 통해 제어 가능함
- 무대장치와 세트들의 위치를 디자이너에 정확하게 입력 가능하여 영상을 투사한 무대장치나 세트가 움직여도 프로젝션 되고 있는 영상 정합이 가능함

74) www.sedaily.com/NewsView/10IOU9RMY0

75) www.disguise.one/en/products/designer

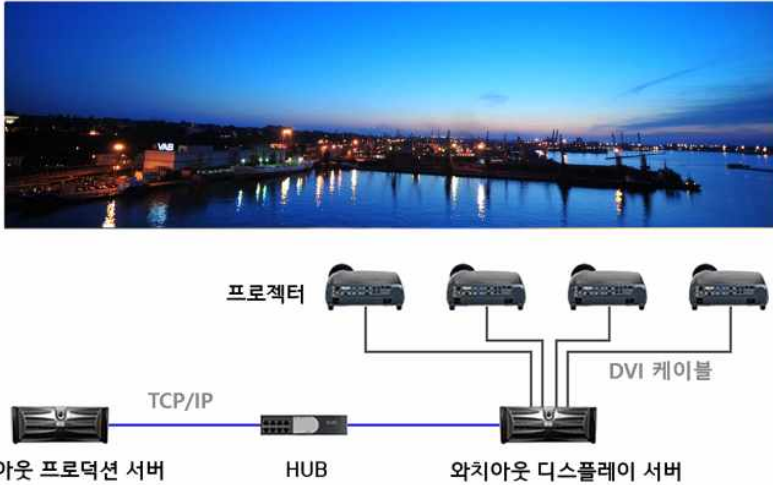


그림 108 무대의 구성과 디자이너(Designer) 소프트웨어의 매칭 출처: 디즈가이즈

□ 와치아웃 시스템 (Watchout System)

- 스웨덴의 Dataton사는 멀티 프로젝션 기반의 파노라마 디스플레이 시스템인 와치아웃 시스템을 개발함
 - 풀 디지털, 멀티스크린 디스플레이 기술로 미디어 파사드에 주로 사용됨
 - 와치아웃은 미디어서버와 소프트웨어가 분리된 통합제어 시스템
 - 프로젝터, LED, DID, LFD와 같은 비디오 출력 장치
- 다중 대형화면을 구현할 때 발생하는 이음새 없이 구현이 가능하고 평면뿐만 아니라 곡면형 디스플레이에도 적용 가능함
- 공연에서 자주 사용하는 조명 및 특수효과 시스템, 3D/4D 공연장의 입체 영상 시스템과 다채널 오디오 시스템, 사용자의 움직임과 환경의 변화를 다양한 방법으로 감지하는 인터랙션 시스템을 구성할 수 있음.
- 180도 이상의 와이드 스크린, Full HD 해상도를 뛰어넘는 16k(가로 20,000픽셀)이상의 화면 구현 가능
- 와치아웃은 비디오, 이미지, 애니메이션, 그래픽, 라이브 피트, 사운드의 미디어 소스를 구성하고 관리함
 - Photoshop, JPEG, PNG, TIFF, Targa, Avi, Quicktime, MPEG-1, MPEG-2, HD비디오, AIFF, WAV 포맷의 파일이 지원됨

프로젝터 출력 방식



모니터 출력 방식

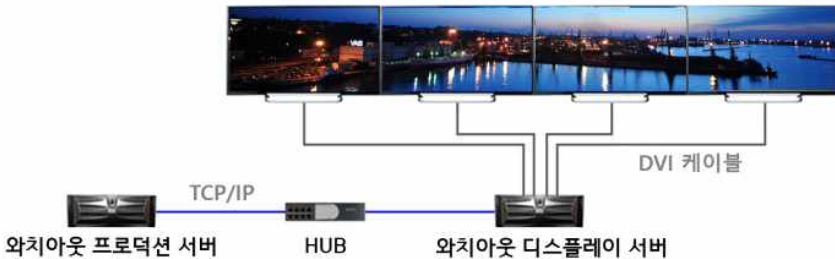


그림 109 출력 플랫폼에 따른 시스템 구성도 출처: Dataton사 홈페이지

- 신호의 특성과 환경 조건에 따라 포맷을 변환하거나 멀리 전송할 수 있고, 운영 신뢰도를 높여 주는 백업 시스템을 구성하며, 이 모든 요소를 관리하고 조작할 수 있는 통합제어 시스템을 설계하고 구축함.⁷⁶⁾
 - 와치아웃 시스템은 컴퓨터와 연결할 수 있는 디스플레이 장비와 함께

76) 와치아웃 시스템 홈페이지: <https://www.dataton.com/products/watchout>

사용

- 프로덕션 서버(Production Server)는 디지털소스를 저장하고 와치아웃 소프트웨어를 통해 디지털파일 전송 및 재생에 관한 제어가 가능함. 디스플레이 서버(Display Server)는 디스플레이에 디지털소스를 전송해주는 기능
- 네트워크 허브(Hub)는 프로덕션 서버와 디스플레이 서버를 연결해주는 역할을 함

- 와치아웃 시스템 구성

- NDI를 사용하여 와치아웃의 IP상의 비디오
- ASIO 및 WASAPI로 향상된 사운드 성능
- 와치아웃의 카메라 기반 프로젝션 자동 정렬
- 3D 프로젝션 매핑
- 무제한의 확장성
- 프로덕션 컴퓨터
- 미디어 서버 (디스플레이 컴퓨터)
- 디스플레이 장치
- 다른 디스플레이 출력
- 지원되는 미디어 : 이미지, 사운드 및 비디오
- 카드 및 라이브 피드 캡처
- 외부 제어 : TCP / IP, MIDI, Art-Net (DMX-512) 및 타임 코드
- 회로망
- 엣지 블렌딩 및 기하 보정
- 비 압축 비디오 / 이미지 시퀀스 재생⁷⁷⁾

3) 3D 프로젝션 매핑(3D Projection Mapping) 기술

(1) 프로젝션 매핑정의 및 배경

- 프로젝션 매핑은 90년대 활동했던 토니 오슬러(Tony Oursker), 시몬 아티(Shimon Attie)등 미디어 아티스트들에 의해 실험적인 작품을 통해 시도되었고⁷⁸⁾ 미디어 기술이 발전하면서 2000년대 초반 광고홍보, 전

77) 와치아웃 시스템 홈페이지: <https://www.dataton.com/products/watchout>

78) 문정혜, 김현주, 인체 실루엣 기반 프로젝션 매핑 작품 제작 연구, 한국영상학

시, 사업에서 활용되기 시작하면서 주목을 받아 2010년대에 들어와서는 공연, 전시, 프로모션, 사업에 활발히 적용됨

- 프로젝션 매핑은 기존 평면 스크린 위주의 프로젝션 방식에서 벗어나 입체적인 오브제에 2D, 3D영상을 투사하여 투사된 영역에 시각적인 착시효과를 표현하는 기술
 - 건물의 외벽뿐 아니라 오브제, 퍼포머 등 프로젝션 할 수 있는 모든 것이 스크린이 됨
 - 오브제의 형태와 크기에 따라 단일 프로젝션 및 다중 프로젝션 매핑의 선택이 필요함
- 3D 프로젝션 매핑이 구현되기 위해서는 실제 오브제에 투사될 디지털 이미지(2D, 3D영상)를 제작하고 투사될 오브제의 실제 크기를 변환하는 소프트웨어와 프로젝터, 컴퓨터 등의 하드웨어가 필요⁷⁹⁾

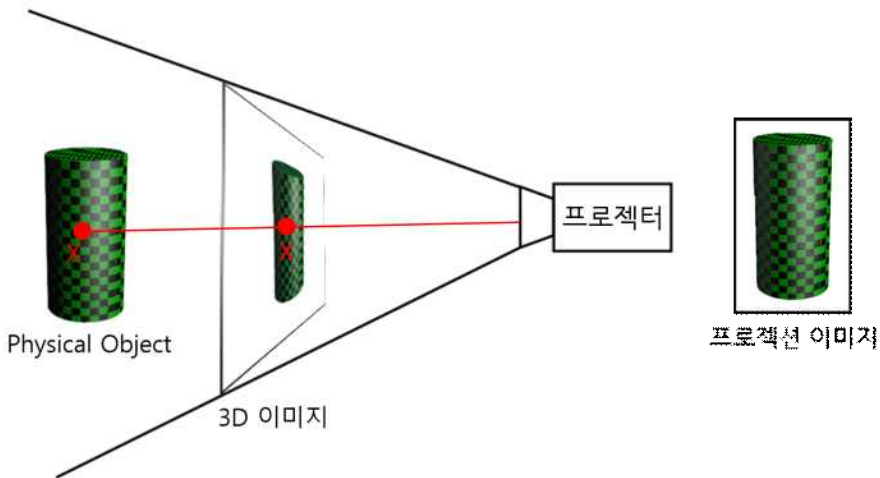


그림 110 프로젝션 매핑 구현도

회 논문집, 12권 2호, ISSN 2092-8157, 2014, pp.85-99
79) 위키백과 : https://ko.wikipedia.org/wiki/프로젝션_맵핑

(2) 다중 프로젝션 매핑

- 단일 프로젝터로 표현할 수 없는 대규모 공간과 곡면 오브제는 다중 프로젝션 기술을 적용함
- 다중 프로젝션 매핑기술은 2대 이상의 프로젝터를 사용할 경우 적용하고, 다중 프로젝션은 투사 이미지의 손상과 왜곡을 최소화 하는 기술
- 대규모 공간과 곡면 오브제를 고려한 프로젝터 배치가 중요하며, 다중 프로젝션 매핑으로 발생하는 이음새 부분은 엣지 블랜딩(Edge blending), 워핑(Warping), 키스톤(Keystone) 기술이 적용된 프로젝션 매핑 소프트웨어를 통해 이미지 정합을 고려해야함
- 엣지 블랜딩 기술은 하나 이상의 프로젝터를 단일 화면으로 구현하기 위해 스크린에 투사할 때, 두 개의 프로젝터 화면이 이중으로 중첩되어 화면의 엣지부분에 띠처럼 보이는 영역이 생기게 됨. 이때 밝기, 명암, 감마값을 조절하여 엣지 블랜딩 하면 하나의 영상처럼 보이게 함

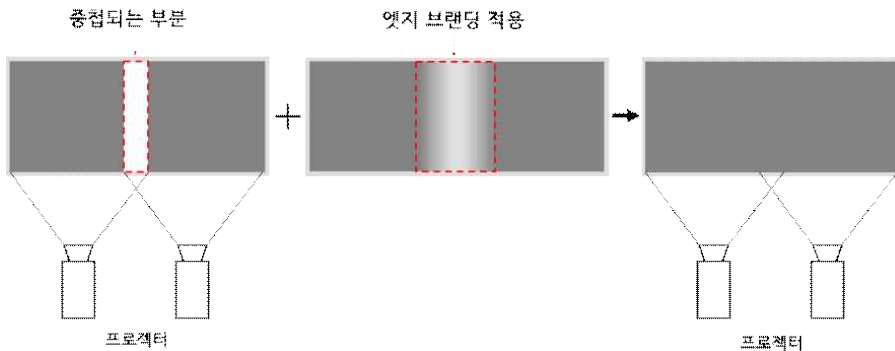


그림 111 엣지 블랜딩 기술

- 이미지 워핑은 이미지의 픽셀 위치를 변경하여 이미지를 찌그러트리는 기술
- 매핑 될 오브제에 왜곡이 있는 경우 투사될 이미지를 가상공간에서 왜곡이 있는 부분을 워핑 기술로 찌그러트려 프로젝션 매핑 시 오브제와 이미지가 일치될 수 있음

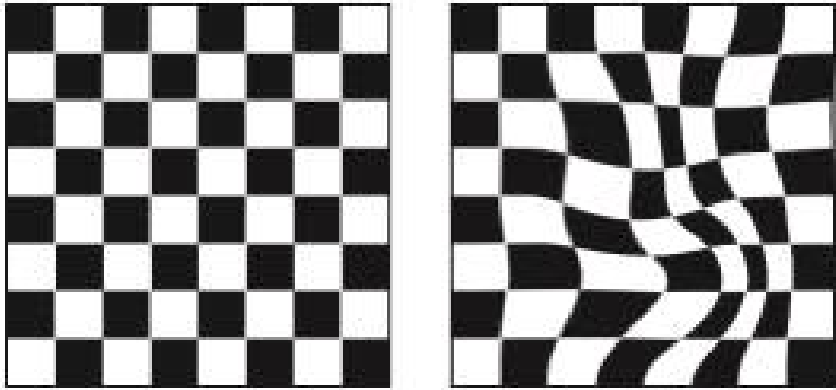


그림 112 (좌) 원본 이미지 256x256 격자 이미지, (우) 워핑을 통해서
찌그러진 이미지

- 프로젝션의 상영 위치에 따라 스크린에 투영되는 이미지의 왜곡이 나타
날 수 있음. 이러한 왜곡을 최소화하기 위해 키스톤을 이용하여 왜곡면
의 위치 값을 변형시켜 구현

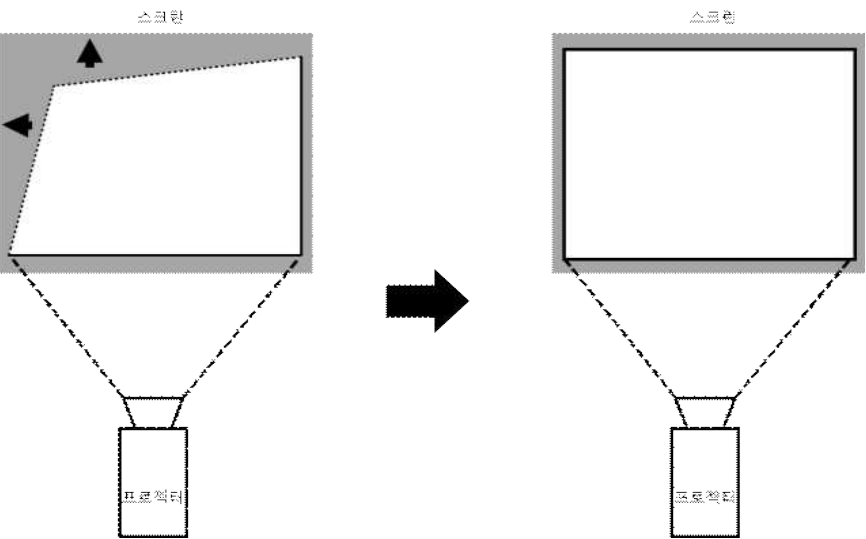


그림 113 키스톤 구현 방식

(3) 증강현실 프로젝션 매핑

- 증강현실 프로젝션 매핑 기술은 사용자 공간좌표 값의 생성과 실시간 콘텐츠 매칭 기술을 통해 움직이는 오브제를 추적하여 프로젝션 매핑 기술
- 동적 프로젝션 매핑을 구현하기 위해서는 오브제의 움직임을 인식하여 이미지를 프로젝션할 수 있는 매개가 되는 기술이 필요로 함.
 - Anderson Subario, et, al.는 카메라와 사람 눈에 보이지 않는 UV 마커(UV Marker)를 오브제에 사용하고 고성능 마커 인식 장비를 사용하여 프로젝션 매핑 방법을 제안함⁸⁰⁾
 - 마이크로소프트사(Mircrosoft)에서 출시한 키네트(Kinect)는 실시간으로 깊이 정보 및 RGB 영상과 제스처 추적 데이터를 받을 수 있음. 이러한 데이터를 연동할 수 있는 프로젝션 매핑 툴을 통해 움직이는 오브제를 추적하여 프로젝션
 - 동적 오브제의 모션 좌표데이터를 받아 실제 오브제와 일치되는 가상 모델을 제작하여 현실과 가상의 오브제를 일치 시키고 3D 이미지 소스를 보간법을 이용하여 왜곡 보정을 하여 실제 오브제에 프로젝션 매핑 함
 - 동적 프로젝션 매핑은 실제 오브제의 환경과 가상공간의 오브제의 환경을 일치시켜 영상을 투사해야 함
 - 가상 세계는 mm나 inch의 단위가 아닌 스케일로 이루어짐
 - 가상 카메라는 프로젝터와 같은 초점거리, 주점, 해상도, 시야각을 스케일에 맞게 설정하고 실제 대상 물체의 회전축, 프로젝터와의 거리, 프로젝터의 위치, 자세를 좌표 변환 식을 사용하여 외부 파라미터를 구성함⁸¹⁾

80) 조자양, 오도메트리 기반 영상 보정 알고리즘을 적용한 동적 영상 매핑에 관한 연구, 한양대학교 대학원, 2016. 8, p. 4.

81) 조자양, 오도메트리 기반 영상 보정 알고리즘을 적용한 동적 영상 매핑에 관한 연구, 한양대학교 대학원, 2016. 8, p. 25.

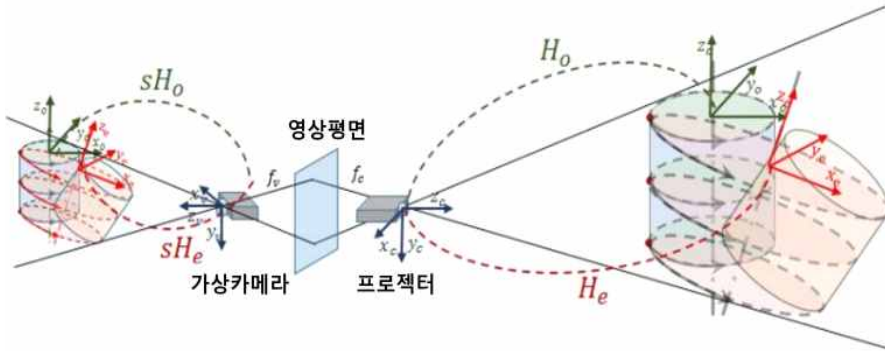


그림 114 실제세계와 가상세계의 좌표 변환 출처: 조자양의 오도메트리 기반 영상 보정 알고리즘을 적용한 동적 영상 매핑에 관한 연구 논문

(4) 프로젝션 매핑 하드웨어

- 하드웨어의 기본구성요소로는 프로젝션 매핑용 그래픽 소프트웨어를 컨트롤 가능한 PC또는 Mac 컴퓨터와 영상을 투사할 프로젝터와 스피커가 필요로 함. 영상 재생과 전환을 위한 컨트롤 콘솔과 인터랙션을 적용하기 위해서는 콘텐츠에 따른 센서의 연동이 필요로 함

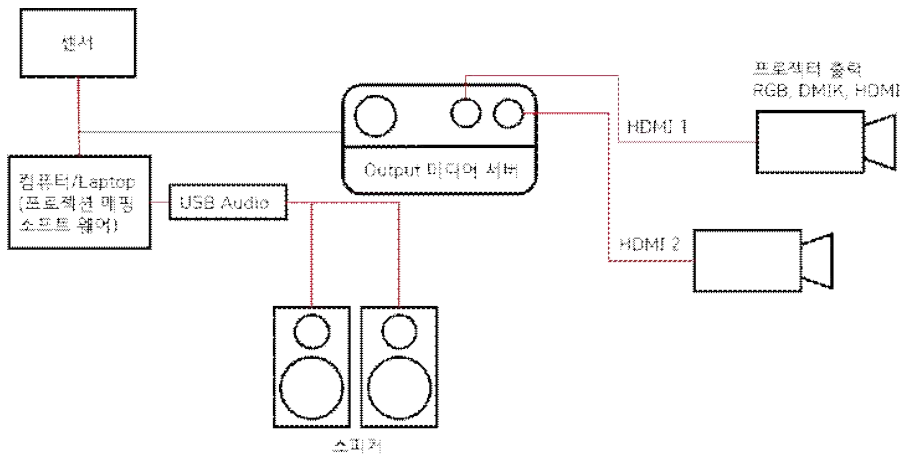


그림 115 프로젝션 매핑 다이어그램

(5) 프로젝션 매핑 소프트웨어

- 프로젝션 매핑 초창기에는 프로젝션 매핑에 특화된 소프트웨어가 없었기 때문에 수동으로 설치 환경을 조절함. 만약 프로젝터나 오브제가 움직이는 경우 영상을 다시 제작해야하는 번거로움이 있었음
- 이러한 번거로움을 없애기 위해 매핑 과정에 최적화된 소프트웨어가 개발함
- 초반에는 브이제잉(Vjing)에 사용되는 프로그램들이 많았지만 프로젝션 매핑 기술의 수요가 많아지면서 프로젝션 매핑에 적합한 소프트웨어가 개발되고 현재도 개발이 이루어지고 있음
- PC와 Mac기반의 대표적으로 사용되는 소프트웨어들로 MadMapper, Millumin Resolum, Module8, Isadora, VVVV 등이 있음
 - MadMapper는 가장 대표적인 프로젝션 매핑 소프트웨어로 영상효과를 사전 제작 없이 적용가능하고, Syphone을 통해 Mac용의 그래픽 툴들과 결합 가능함.
 - Millumin Resolum은 VST오디오효과와 FreeFrameGL비디오 효과를 지원하는 영상과 사운드의 결합형 브이제잉 프로그램
 - Module 8은 다이내믹 기능과 다양한 영상 효과를 실시간으로 적용 가능하지만 브이제잉에 특화된 프로그램으로 프로젝션 매핑에는 한계가 존재한다고 함
 - Isadora는 라이브 비디오 및 디지털 미디어의 재생이 가능한 인터랙티브 컨트롤을 위한 프로그램으로 라이브공연에 적합함. 실시간으로 영상의 속도를 변화시킬 수 있으며 특정 영상 효과를 적용할 수 있고 배우의 움직임에 관한 데이터를 실시간으로 입력가능
 - VVVV는 노드방식의 프로그래밍 환경으로 다양한 센서와의 연동이 용이하여 인터랙티브가 적용된 프로젝션 매핑에 적합

Function/program	Mad Mapper	Module8	HeavyM	Touch designer	VVVV	ISADORA
Service Environment	Mac	Mac	Win/Mac	Win/Mac	Win	Win/Mac
Real-time Control	Y	Y	Y	Y	N	Y
Preview	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Preview of many sides	Y	Y	N	Y	Y	Y
Play mode	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Masking	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Mesh Warping	Y	N	N	Y	Y	Y
Bezier Curve	Y	N	N	Y	Y	N
2D Mesh	Y	N	N	Y	Y	Y
3D Mesh	Y	N	N	Y	Y	Y
Soft edge	Y	N	Y	Y	Y	N
Blend mode	Y	Y	Y	Y	Y	N
Figure/lines(textured line and animation)	Y	N	Y	Y	Y	Y
Keystone	Y	Y	Y	Y	N	Y
Multi-Image input/output	Y	Y	N	Y	Y	Y

표 22 프로젝션 매핑 상용 소프트웨어 분석

- 프로젝션 매핑 소프트웨어는 위에서 제시한 소프트웨어 이외에도 다양한 소프트웨어가 존재, 따라서 작업의 종류에 따라 선택의 필요성이 보임

7. 다이나믹 서피스(Dynamic Surface)

1) 정의

- 다이나믹 서피스는 플립디스크방식, 와이어방식, 편방식으로 구동되는 형태를 가지고 있음. 각각의 방식마다 형태와 구동방식이 달라짐
- 다이나믹 서피스는 물리적으로 끊임없이 반복적 운동을 하는 ‘움직임’이 있는 디스플레이 형태를 의미함. 메카트로닉스에 따른 전기, 전자의 기능과 제어 기능이 있으며 컴퓨팅 기술을 통한 상호 작용을 함⁸²⁾
- 또한, 물리적으로 동작하면서 사람의 감각을 자극하는 형태로 키네틱 아트(Kinetic Art)에서 응용된 형태로 볼 수 있음
 - 키네틱 아트는 메카트로닉스(Mechatronics)⁸³⁾ 와 컴퓨팅 기술을 이용하여 구현됨
- 물리적으로 움직이는 다이나믹 서피스에 미디어를 통한 정보, 감성, 예술성이 융합된 다양한 형태로 구현 가능하여 기업홍보, 공연, 전시, 광고, 인테리어에 적용되고 있음
 - 전형적인 평면적 서피스의 형태에서 탈피하고 입체적인 다이나믹 서피스를 통해 시각적인 몰입감을 줌

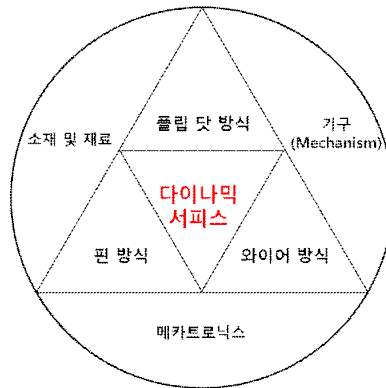


그림 116 다이나믹 서피스
기술 구성 요소

82) M&M Networks, 키네틱 아트 사업화 전망 보고서, 2016. 10.

83) 마카트로닉스(Mechatronics) : 1969년 일본 야스카와 회사의 수석 기술자 테츠로 모리(Tetsuro Mori)가 처음 사용하였고, 기계(mechanics)와 전자(electronics)의 융합기술을 의미함.

2) 배경

(1) 플립 디스플레이(Flip Display) 기술

- ☐ 플립 디스플레이는 플립 디스크를 회전시켜 음양의 변화로 이원화(Binarization)⁸⁴된 이미지를 구현
- ☐ 플립 디스플레이는 70-80년대 대표적으로 정보를 주는 전광판, 시계, 버스 등에 상용
- ☐ 디지털 기술이 발전하면서 현재는 플립디스플레이가 디지털 디스플레이로 변화되었지만 디지로그(Digilog) 방식으로 아날로그적인 수요가 있기 때문에 지속적으로 전광판, 홍보, 시계에 사용되고 있음
- ☐ 주로 정보를 나타내는 포맷으로 사용되고 있지만 예술과 접목하여 미디어아트작품으로도 선보임



그림 117 One of the Solari 보드로 Qantas F SYD
라운지에 설치 출처 : Cynthia Drescher

84) 흑백 또는 색채 화상 등 많은 값의 화상으로부터 2원(1, 0)의 화상을 얻기 위한 처리(네이버 지식백과 참조)



그림 118 미디어 아티스트 다니엘 로진(Daniel Rozin)의 <우든 미러('Wooden Weird Mirror')> 출처 : 다니엘 로진 홈페이지

(2) 물리적 디스플레이 기술

- ☐ 기술의 발전으로 기술과 예술이 접목된 키네틱 아트가 발전했고 나아가 미디어 영역까지 벗어나가면서 물리적 디스플레이라는 장르로 자리매김함
- ☐ 물리적 디스플레이는 메카트로닉스 기술이 반영된 디스플레이 형태로 키네틱 아트의 응용분야 또는 확장분야로 보는 것도 무리가 없다고 봄⁸⁵⁾
- ☐ 주로 미디어 아트, 옥외광고, 공연에서 활용되고 있음

85) M&M Networks, 키네틱 아트 사업화 전망 보고서, 2016. 10, p. 21.
www.slideshare.net/heamosu12/kinetic-art-business-report



그림 119 뉴욕 타임스퀘어에 설치된 코카콜라 옥외 광고
출처 : Elliot Volkman

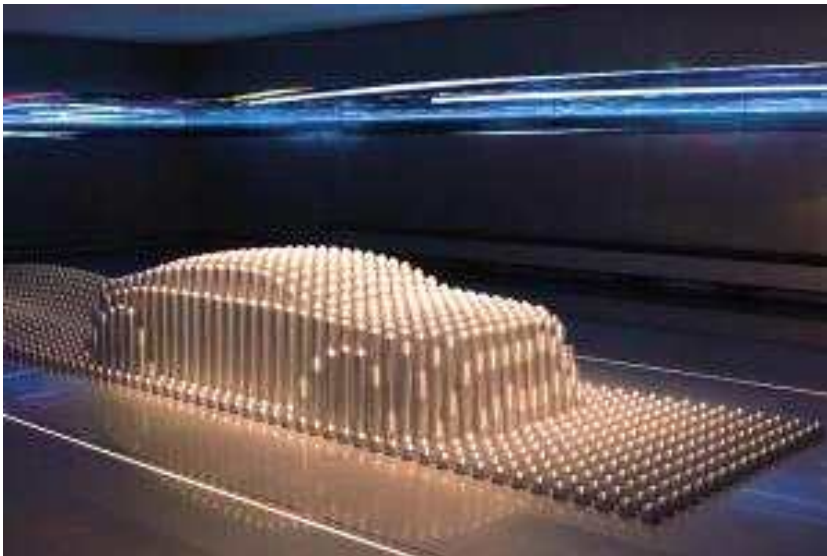


그림 120 현대모터스튜디오 고양 홍보관에 설치된 <Design>
출처 : 현대모터스튜디오 고양 홈페이지

3) 다이나믹 서피스 형태와 기술

- 다이나믹 서피스는 정형화된 형태로 표현되는 것이 아닌 콘텐츠에 따라 형태가 변화됨. 따라서 물리적으로 움직이는 서피스의 형태를 크게 나누어 분류
 - 핀 방식, 플립방식, 와이어방식을 통한 형태로 나누어 분류
- 다이나믹 서피스는 모듈 단위로 구성되고, 각각의 모듈이 픽셀로 구성되어 이미지를 표현
- 기계적 운동의 힘과 전기적 장치와 제어에서 컴퓨팅 기술이 수용
- 다이나믹 서피스의 시스템 구성은 입력(Input)과정, 제어(Control)과정, 출력(Output)과정으로 나눌 수 있음⁸⁶⁾
 - 입력과정은 데이터 입력 과정
 - 비 실시간 데이터 입력: 사전에 제작된 이미지 또는 데이터를 수동적으로 입력하는 방식
 - 실시간 데이터 입력: 카메라, 센서로 실시간으로 입력되는 능동적으로 입력되는 데이터
 - 제어과정은 모듈을 사용하는 시스템 제어
 - 출력과정은 콘텐츠를 적용한 최종 결과물

(1) 플립 디스크 방식

- 플립 형태의 서피스는 LED형태의 전자식 발광 디스플레이가 아닌 아날로그와 디지털이 융합된 디지로그형
- 시스템 제어하기 위한 제어보드로 제어기술, 시스템 구성, 임베디드시스템, 메카트로닉스(mechatronics)기술, 기계설계, 제어, SI의 기술들이 융복합되어 전자기장을 이용하여 물리적으로 디스크를 움직여 이원화된 패턴정보를 나타냄⁸⁷⁾
- 원형의 작은 플립에 영구자석을 부착하고 전자기장을 일으키는 코일을 통해 전류펄스의 반향을 반전시킴

86) 박열, 키네틱 모듈을 사용한 뉴미디어 아트 작품연구, 홍익대학교 영상대학원 석사학위 논문, 2017. 08, p. 38.

87) <https://www.google.com/patents/US3303494?hl=ko>

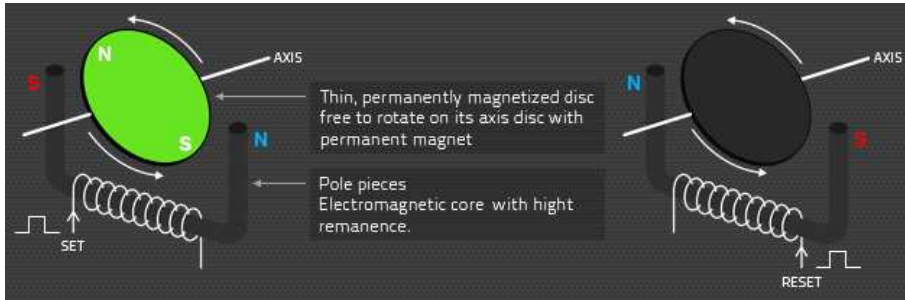


그림 121 플립 디스크 구현도 출처: ALFAZETA 홈페이지

- 플립 방식은 평면상의 영상을 디스플레이 하는 것과 달리 표면 자체의 양, 음각을 이용한 현상을 만들어 내는 것이 특징
- 플립의 앞뒷면의 색 대비에 따라 이원화된 이미지가 표현되는 기술



그림 122 플립 디스크

출처 : Wikipedia Flip-dics display

- 플립 디스플레이는 모듈로 구성되어 있어 모듈을 연결하여 소형 디스플레이부터 대형 디스플레이 구현이 가능하고, 입체적인 디스플레이도 구현이 가능한 시스템

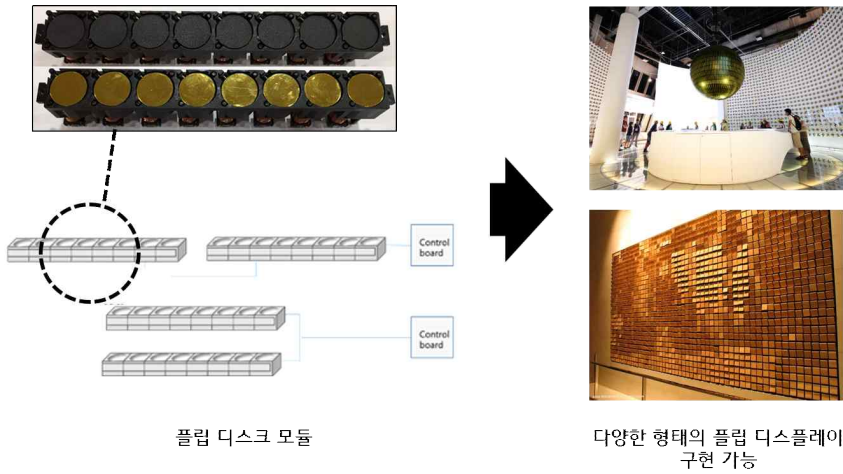


그림 123 플립 모듈 구성도, 시공테크, 워커힐, 다스콘 제공

(2) 와이어 방식

- 와이어 방식은 와이어의 모듈을 천장에 부착하고 와이어 끝단에 콘텐츠에 따른 LED 조명 또는 모형을 부착하여 움직이는 형태
- 모듈 끝단에 부착되는 모형에 따라 와이어 방식의 디스플레이 형태가 변형됨
- LED 조명을 부착한 방식은 키네틱 라이팅, 모형을 부착한 방식은 키네틱 아트로 분류 할 수 있음
- 와이어 원리를 활용하여 와이어의 길이를 조절하여 입체적인 서피스를 구현



그림 124 와이어 방식 구성도 출처: 키네틱 라이트, Insing.com Zaki hufri

- 독일의 키네틱 조명 회사인 '키네틱 라이트'에서는 DMX로 제어되는 와이어원치를 중량별로 제작하여 공연장 환경에 맞게 무대에 바로 결합될 수 있도록 제작하는 시스템을 갖춘
- 또한 전용프로그램을 설계하여 무대 공간에 설치된 LED 조명을 사용자가 구현하고 싶은 이미지를 실시간으로 구현할 수 있도록 플랫폼 구성이 되어 있음
 - DMX원치 시스템에서 제어 가능한 무게는 최대 3KG
 - 전용 프로그램 'KL_control 2.0' 구성: 동기화된 움직임과 조명 제어, 조명의 패턴 라이브러리-큐 리스트, 라이브 VJ 모드, 비트 탐지 및 비트 탭 기능, 이미지 및 비디오 픽셀 매핑, 실시간 3D 미리보기, DMX 모니터링, artnet 및 OSC 출력, 원격제어기능, 조명장치, 음악 소프트웨어와의 호환
- 전용프로그램을 사용하여 실시간으로 조명의 패턴을 입력시키고 사운드와의 매칭이 가능

(3) 핀 방식

- 핀 방식은 물리적으로 수많은 핀을 이용하여 움직이는 형태의 서피스

- 수많은 핀을 이용하여 음영을 표현하는 형태
- 모터를 통해 움직이는 액츄에이터(Actuator)⁸⁸⁾의 길이의 변화에 따라 이미지가 구현
- 액츄에이터는 모듈 단위로 구성되어 각각의 액츄에이터는 하나의 픽셀로 모듈이 모여 이미지를 구현하는 서피스의 형태가 됨

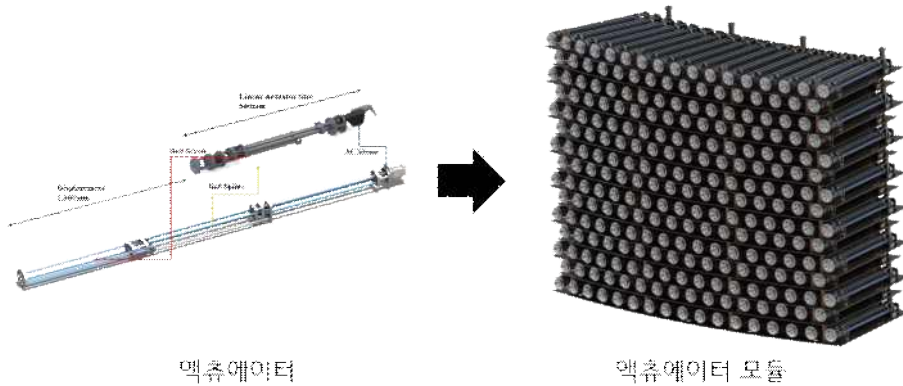


그림 125 생산기술연구소에서 개발한 다축 텔레스코픽 타입의 액츄에이터,
한국생산기술연구소 제공

- 하드웨어 플랫폼에 데이터를 입력하고 운영소프트웨어를 통해 다축 텔레스코픽 액츄에이터 모듈로 구성된 서피스 모션 최적 제어를 함

88) 동력을 이용하여 기계를 동작시키는 구동 장치

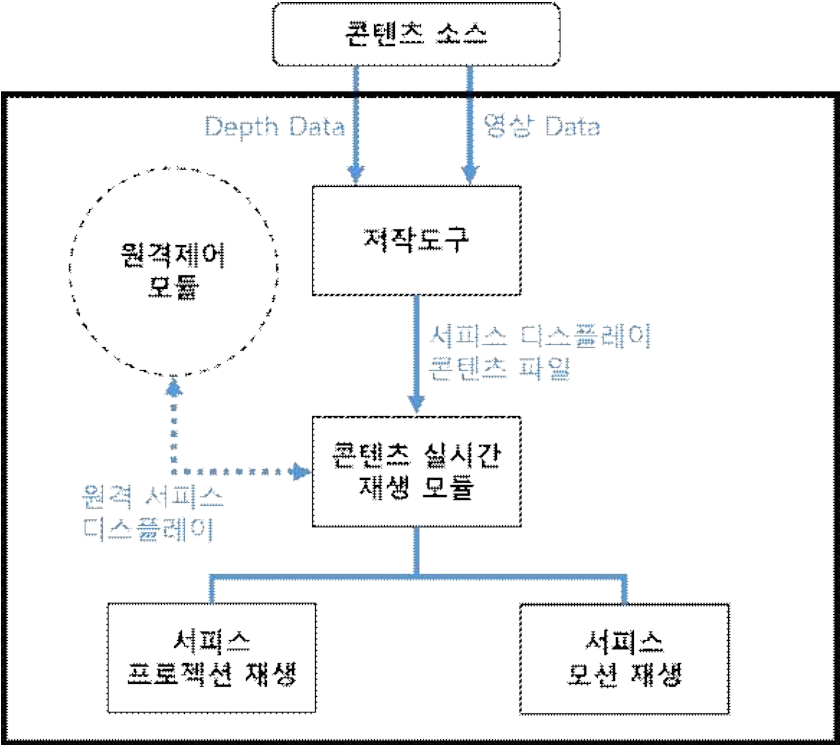


그림 126 물리적 디스플레이 통합 저작도구 구조,
한국생산기술연구소 제공

Ⅲ. 국내외 융복합 공연 사례

1. 드론(Drone)

1) 해외

(1) 파라무어(Paramour)

- ☐ 적용기술 : 드론
- ☐ 제작사 : 태양의 서커스(Circus of the Sun)
- ☐ 개발사 : 스위스 취리히 연방공대(ETH), 스위스 베리티 스튜디오(Verity Studios) 협력 개발
- ☐ 공연정보
 - 제작년도 : 2014
 - 장소 : 미국 뉴욕 브로드웨이(Broadway)
- ☐ 공연 특징
 - 공연 ‘파라무어’는 태양의 서커스에서 제작한 뮤지컬로 황금시대의 할리우드를 배경으로 아름다운 시인이 사랑과 예술 사이에서 방황하고 갈등하는 이야기를 다루고 있음
 - 파라무어에서는 첨단기술인 드론을 적용하여 기존에 공연에서 보여주지 않은 방식의 연출을 시도함. 4개의 프로펠러가 달린 쿼드콥터 기종으로 스파크드(Sparked)라는 드론을 사용하여 드론과 예술을 결합한 드론아트를 만듦. 8개의 드론에 각기 다른 전등갓을 달아 8개의 전등갓이 공중으로 올라가 군무하는 장면을 연출⁸⁹⁾⁹⁰⁾

89) <http://superich.heraldcorp.com/view.php?ud=20170224000819&sec=01-74-03>

90) http://bizion.com/bbs/board.php?bo_table=insight&wr_id=1205

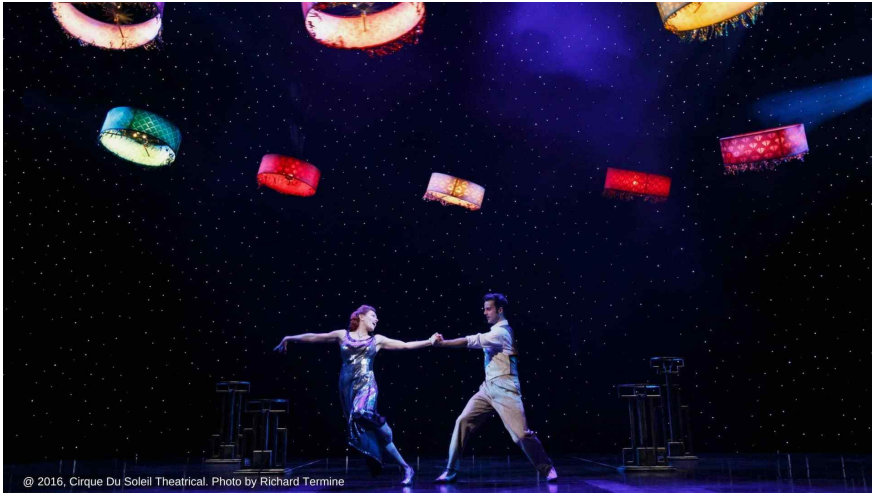


그림 127 <파라무어>, 출처 : 베리티 스튜디오

(2) 500 드론 라이트 쇼(Drone Light Show)⁹¹⁾

□ 적용기술 : 드론

□ 제작사 : 인텔

□ 개발사 : 인텔

□ 공연정보

- 제작년도 : 2016

- 장소 : 독일

□ 공연 특징

- 500드론쇼는 2015년도에 독일 함부르크(Hamburg)에서 개최된 100드론 쇼의 업그레이드 버전으로, 세계 기네스레코드를 재달성 함
- 아스텍(Asctec)과의 기술교류로 더욱 새로워진 인텔 슈팅스타(Shooting Star) 드론은 2 파운드(약 900그램)정도였던 무게를 280그램까지 줄이고, LED조명은 부드러운 플라스틱 커버로 감싸 내장됨
- 슈팅스타드론은 회전날개 부분을 케이지형태로 덮어서 안정성을 높이고, 전 과정에 스크류를 사용하지 않았음

91)

https://iq.intel.com/500-drones-light-show-sets-record/?_series=drones



그림 128 인텔 슈팅스타 드론, 출처 : 인텔 홈페이지

- 전체 공연은 2명의 오퍼레이터가 작동하는데, 1명은 비상시를 위한 백업이고, 1명으로 500대의 드론제어가 가능
- 100드론쇼의 경우에는 15명이 5달 정도의 세팅기간이 필요했지만, 500드론쇼는 몇 명에서 며칠 이내에 세팅이 가능
- 전제 공연은 자동항법장치를 통해서 미리 시뮬레이션 된 항로를 각 드론이 날아가서 연출하는 형태로 진행
- 새로운 하드웨어와 발전된 소프트웨어를 통해서 기존 드론 간 간격의 최소20피트에서 5피트까지 줄일 수 있어 보다 밝고, 선명한 형태를 표현 가능
- 독일에서 이루어진 쇼를 통해 드론쇼의 시스템 규약과 안전성을 통해서 미국 내 FAA승인이 이루어짐



그림 129 인텔 500드론쇼, 출처 : 인텔 홈페이지

(3) 락 인 리오(Rock in Rio) 2017

□ 적용기술 : 드론

□ 제작사 : 아르스 일렉트로니카 스팍셀즈(Ars Electronica Spaxels)

□ 개발사 : 아르스 일렉트로니카 스팍셀즈

□ 공연정보

- 제작년도 : 2017

- 장소 : 리우데자네이로, 브라질

□ 공연특징 :

- 100대의 드론이 라이트쇼를 뮤직페스티벌에서 진행하는 것은 처음이었다는 것이 큰 의의
- 본 공연에 앞서 3일간의 마라톤리허설을 오스트리아에서 진행
- 200미터 길이의 긴 호를 그리기도하고, ‘락 인 리오’를 영어로 수놓음
- 오스트리아 오케스트라가 브라질에서 축제의 주제곡인 “Se a vida vemcasse agora”를 연주하며, 그에 맞추어 드론쇼가 연출됨
- 총 4명의 오퍼레이터가 연출을 하며, 안전상 정면 무대 오른쪽 공간에서 연출
- 뮤직페스티벌 담당자는 매년 새로운 무대를 기획하는데, 유튜브에서 100드론쇼를 보고 직접 연락하여 페스티벌에 초대



그림 130 드론의 이륙 전 출처 : 아르스 일렉트로니카 필리커



그림 131 락 인 리오 2017에서의 아르스 일렉트로니카 스팍셀즈 공연

(4) 별빛 휴일(Starbright Holiday)

- ☐ 적용기술 : 드론
- ☐ 제작사 : 인텔, 디즈니
- ☐ 개발사 : 인텔(드론), 디즈니(시각화 연출)
- ☐ 공연정보
 - 제작년도 : 2016
 - 장소 : 디즈니월드 플로리다, 미국
- ☐ 공연특징 :

- 미국에서 처음으로 열리는 300대의 드론쇼이며, 디즈니의 첫 드론쇼
- FAA에서 Part 107승인을 받음. 55파운드이하의 소형기에 적용되며, 드론쇼를 위한 가이드라인과 규제사항을 포함. (예: 주간 또는 일몰, 일출 30분간에만 드론운용가능, 최고속도 100mph, 최고높이 400 feet 등)
- 과거 100 드론 쇼에서 인텔은 자사 로고 등을 표현하는데 그쳤지만, 디즈니팀은 라이트쇼에 관한 기술과 콘텐츠를 보유하고 있어 소프트웨어를 새로 작성하게 됨
- 애니메이션 필름인 '라퐁젤(Tangled)'에서 상징적인 장면을 연출하기 위해 드론공연을 연출하게 됨. 코로나 왕국 위 밤하늘에 떠다니는 수 천 개의 등불이 비추어지는 장면에 영감을 받음
- 1대의 컴퓨터로 300대의 드론을 모두 연출할 수 있음
- 인텔의 슈팅스타 드론이 사용되었으며, 40억 가지의 색 조합을 할 수 있는 Led가 장착됨



그림 132 스타브라이트 홀리데이(Starbright Holiday)

(5) 드론 콘서트(Drone Concert)

- ☐ 적용기술 : 드론
- ☐ 제작사 : 코펜하겐 게임 집단(Copenhagen Game Collective)
- ☐ 개발사 : 코펜하겐 게임 집단
- ☐ 공연정보

- 제작년도 : 2015
- 장소 : 헤를레우 도서관, 덴마크
- 공연특징 :
 - 덴마크의 ‘코펜하겐게임디자인 집단’은 클래식음악 전공자인 앤더 몬래드 (Anders Monrad)와 드론의 움직임을 이용한 음악공연을 만듦
 - 현대음악과 클래식의 복잡한 구성의 아름다움을 좋아했던 몬래드는 매우 실험적인 드론 콘서트를 연출
 - 드론의 자율성을 제거하여 인간처럼 실수하고 완벽하지 않은 존재로 만들어, 드론의 불안정한 움직임과 동작으로 음악공연을 만듦
 - 유니티 게임엔진과 플레이스테이션 컨트롤러로 제어되는 드론 시스템을 개발하고, 드론은 상태를 해석하고 음악을 만드는 시스템에 현재 상태(속도, 고도, 배터리 상태 등)이 시스템에 제공되어 연주됨
 - 오픈 소스인 유니드론(Unidrone)⁹²⁾을 사용하기에, 패럿(Parrot)사의 에이알드론(AR.drone)⁹³⁾을 사용하고 있음
 - 에이알드론은 저렴한 가격과 좋은 성능으로 상대적으로 매우 고가인 개발자용 드론보다 소비층이 넓어서 많은 분야에서 활용됨
 - 지휘자와 두 명의 연주조종사가 진행하여 2대의 다른 드론으로 음악을 생성⁹⁴⁾

92) www.github.com/CopenhagenGameCollective/UniDrone

93) www.parrot.com/global/drones/parrot-ardrone-20-power-edition

94) www.youtu.be/g9_yaSGtlQI

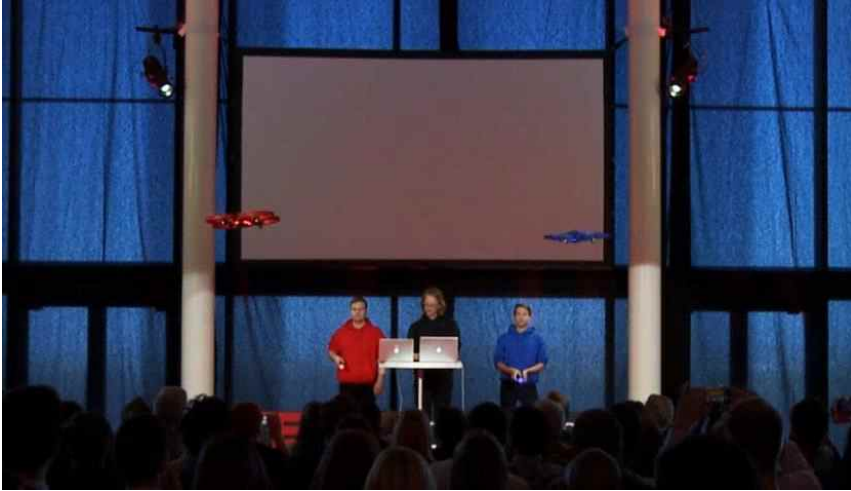


그림 133 드론콘서트(Drone Concert) <Ted-X Talks>

(6) 플라이(“fly”(Dance with Drones))⁹⁵⁾

- ☐ 적용기술 : 드론, 프로젝션 매핑(Projection Mapping)
- ☐ 제작사 : 리조매틱스(Rhizomatiks)⁹⁶⁾, 일레븐플레이(elevenplay)⁹⁷⁾
- ☐ 개발사 : 리조매틱스, 일레븐플레이
- ☐ 공연정보
 - 제작년도 : 2014
 - 장소 : 스파이럴 홀, 도쿄, 일본
- ☐ 공연특징 :
 - 리조매틱스는 유명 미디어아티스트인 다이토 마나베가 설립한 회사이며, 일레븐플레이는 오랜 기간 협력해온 여성 안무팀으로 실험적인 것과 상업적인 영역오가는 그룹
 - 무용수와 드론이 함께 춤을 추기 위해서 무용수의 움직임을 모션캡처(Motion Capture)를 사용함
 - 무용수는 드론의 움직임을 예측할 수 없기 때문에 상호작용을 할 때 까

95) www.daito.ws/work/elevenplay_drones.html

96) www.rhizomatiks.com

97) www.elevenplay.net

지는 많은 훈련이 필요했지만, 최종적으로 무용수와 드론은 10cm정도까지 거리를 좁힘

- 약 10~15대의 모션캡처 장비와 3대의 드론에 설치된 반사형 마커를 활용하여 드론의 위치제어를 진행
- 드론의 시인성을 높이기 위해, 드론 상부에 제작된 입체물에 프로젝션 매핑
- 드론은 아스텍(AscTec)사의 허밍버드(Hummingbird)가 사용되었음
- 정확한 보정을 위해서 무대 바톤에 카메라를 10대를 설치하고, 무대 상부에 6~7m에 사각형을 바톤에 달아 보정에 사용함
- 좌표 보정 시에는 모든 적외선 장비 및 통신장비를 끄고 보정함
- 이후에 '24드론(24 Drones)⁹⁸⁾'와 같은 퍼포먼스를 진행함. 2016 아메리카 갓 탤런트(America's Got Talent)에서는 5명의 댄서와 공연함⁹⁹⁾



그림 134 ELEVENPLAY x RZM "fly" (dance with drones)

98) <https://youtu.be/cYWvKudIIJ8>

99) https://youtu.be/N2g32H6_EYM



그림 135 ELEVENPLAY x RZM "24 drones"

(7) 스카йма직 후지산 라이브(Sky Magic live at Mt.Fuji)

☐ 적용기술 : 드론 drone

☐ 제작사 : 마이크로애드(MicroAd)

☐ 개발사 : 스카йма직(Sky Magic PTE)

☐ 공연정보

- 제작년도 : 2016

- 장소 : 후지산, 일본

☐ 공연특징 :

- 2007년 설립된 인터넷광고회사인 마이크로애드는 2016년에 1년 4개월의 준비기간을 거쳐 새 프로젝트회사인 스카йма직을 설립하여, 드론쇼를 런칭

- 후지산 라이브는 원형의 카본파이버로 만들어진 케이지와 660개의 Led로 감싸진 드론 25대를 후지산을 배경으로 음악과 함께 연출

- 원형의 케이지에 둘러진 LED는 개별제어되며, 미디신호를 통해서 DMX512로 제어되기 때문에 지상의 음악공연과 실시간 매칭이 가능

- 기존의 드론 라이팅쇼는 1개의 드론에 1개의 라이트를 통해서 포인트 클

라운드 방식을 지녔다면, 스카이매직팀은 다소 큰 크기의 원형 틀 안에서 다양한 연출이 가능함

- 약 30cm크기의 드론은 200그램 이하의 무게를 지니며, GPS RTK(Real Time Kinematic : 실시간 이동 측위)시스템과 지상스테이션과의 연동으로 1cm이내의 정확도를 지님
- 실내의 경우에는 UWB와 모션캡처장비 옵티트랙(optitrack)¹⁰⁰⁾을 통해서 정확한 연출을 할 수 있음
- 주요 제어의 특징은 드론이 추락하거나 떨어졌을 때 다시 비상하여 대형에 합류하는 기능으로, 케이스로 감싸져 있는 드론 특성상 회전날개의 손상이 없으면 재부상이 가능
- 후지산 라이브를 시작으로 카타르, 예루살렘 등지에서 드론쇼를 개최함
- 2017년 후지산 라이브를 통해서 시그래프(SIGGRAPH)¹⁰¹⁾ 특별상 수상

100) www.optitrack.com

101) 1974년부터 매년 주최하는 세계 최대의 컴퓨터 그래픽(스) 국제회의이다. 시그래프의 프로그램은 논문 발표, 강연, 세미나, 기기 전시, 필름 & 비디오 쇼 등을 구성한다. 필름 & 비디오 쇼가 열리는 컴퓨터 그래픽(스) 극장(computer graphic(s) Theater)에는 각국의 우수작이 출품되어 최신 기술로 만들어진 컴퓨터 애니메이션의 경연장이 되고 있다. 만화애니메이션사전, 2008. 12. 30., 한국만화영상진흥원

<http://s2017.siggraph.org/content/emerging-technologies>



그림 136 스카йма직 후지산 라이브(Sky Magic live at Mt. Fuji)

(8) 너의 창조주를 만나라(Meet your Creator)

- ☐ 적용기술 : 드론, 레이저 라이팅(Laser Lighting)
- ☐ 제작사 : 사치&사치(Saatchi & Saatchi creatives)¹⁰²⁾, 마쉬멜로우 레이저 피스트(Marshmallow Laser Feast)¹⁰³⁾
- ☐ 드론개발사 : 크멜 로보틱스(KMel Robotics)¹⁰⁴⁾
- ☐ 공연정보
 - 제작년도 : 2012
 - 장소 : 칸느, 프랑스
- ☐ 공연특징 :
 - 16대의 커스텀 제작된 드론은 모터로 제어되는 반사경과 Led를 장착하여, 바닥의 16대의 무빙라이트와 동조되어 비행

102) www.saatchi.com

103) www.marshmallowlaserfeast.com

104) www.robohub.org/qualcomm-acquires-kmel-robotics

- 9m×5m×10m 영역을 IR카메라를 통해서 드론의 위치제어를 하고 있음
- 무빙라이트가 드론을 정확히 비추어, 드론하부에 달린 반사경을 통해서 빛을 반사하여 꺾인 듯한 라이트쇼를 연출
- 크멜 로보틱스는 펜실베니아 대학출신 2명의 스타트업으로 출발하여, 본 공연 이후에 렉서스의 Swarm광고¹⁰⁵⁾를 찍고난 뒤, 2015년에 켈컴에 매각됨
- 사치앤사치의 신인 감독의 쇼케이스로 시작된 본 공연은 칸느 국제광고 페스티벌에서 초연되어 호평과 극찬을 받음
- 오픈소스인 오픈프레임웍스(OpenFrameworks)로 소프트웨어를 개발함

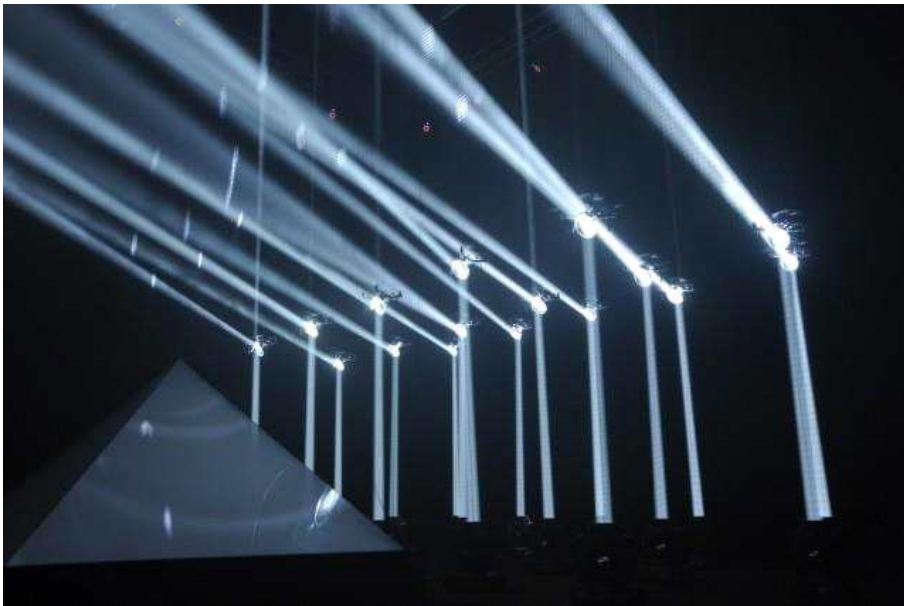


그림 137 너의 창조주를 만나라(Meet your Creator)

2) 국내

- ☐ 국내의 드론이 적용된 공연콘텐츠는 독자적인 요소가 부재한 상황
- ☐ 해외의 드론시스템 또는 공연콘텐츠를 모방하는 작은 공연들이 있음
- ☐ 해외사례와 중복되거나 유사시스템은 제외함

105) www.youtube.com/watch?v=uj0v1BgZUdc

(1) 한 여름밤의 꿈¹⁰⁶⁾

□ 적용기술 : 드론

□ 제작사 : 이산솔루션

□ 개발사 : 이산솔루션, 한국생산기술연구원

□ 공연정보

- 제작년도: 2015. 2

- 장소 : 생산기술연구원 테스트베드

□ 공연 특징 :

- 약 3분가량의 비행 로봇쇼로 로봇과 드론이 함께 스토리텔링을 진행
- 비행로봇의 특징점을 활용한 3차원 공연콘텐츠 개발
- LED등의 모듈을 장착하여 공연 연출적 요소 극대화
- 적외선 마커시스템을 사용한 모션트래킹 기술 적용으로 설치 공간 대비 절반정도의 운영공간을 지님
- 자율비행 시뮬레이터를 통해서 화면상에 그래픽으로 동선을 그려 드론의 경로를 설정하여 공연연출
- 조명용 LED외에 그래픽 LED를 장착하여 텍스트와 간단한 이모티콘 등을 연출하게 구성함

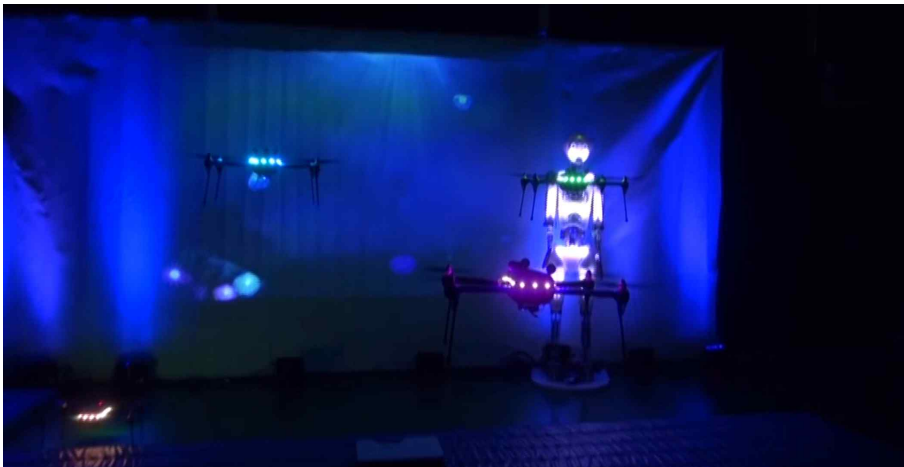


그림 138 이산솔루션, <한 여름밤의 꿈> 테스트베드 장면

106) www.isans.co.kr/product/01dron_fly.asp

2. 로봇(Robot)

1) 해외

(1) 드래곤 길들이기(How to train your dragon live spectacular)

- ☐ 적용기술 : IMAX 스크린(IMAX Screen), 프로젝션 매핑(Projection Mapping), 애니메트로닉스(Animatronics), 와이어 플라잉 시스템(Wire Flying System)
- ☐ 제작사 : S2BN Entertainment
- ☐ 개발사 : 드림웍스 애니메이션 (DreamWorks Animation LLC), RZO Dragon Productions, Global Creatures
- ☐ 공연정보
 - 제작년도 : 2012
 - 장소 : 상설 테마 공간
- ☐ 공연 특징 :
 - 드래곤 길들이기는 3D 애니메이션을 뮤지컬로 풀어낸 공연으로 용맹한 바이킹과 사나운 드래곤의 전투가 끊이지 않는 버크 섬에서 펼쳐지는 어린이 바이킹 히킵과 불멸의 드래곤 투슬리스의 우정과 모험을 표현한 내용
 - IMAX 스크린, 프로젝션 매핑기술, 키네틱 기술, 와이어 플라잉 기술을 적용하여 애니메이션에서 표현한 가상의 공간을 구현
 - 극의 장면설명을 위한 무대의 구조물 설치대신 배경을 표현하는 영상물을 IMAX 스크린과 프로젝션 매핑 기술에 접목하여 기존 무대의 벽면과 바닥에 영상을 투사하여 영상투사를 하여 공간의 확장성을 표현하는 사례
 - 애니메이션 속의 드래곤을 표현하기 위해 첨단 기술인 애니메이션과 일렉트로닉스(Electronics)를 결합한 드래곤 애니메트로닉스를 개발함. 애니메이션에 등장하는 12종의 드래곤의 모습을 3D 모델링 하여 전자회로를 이용해 움직임을 가지는 로봇으로 드래곤의 뼈대를 제작함. 드래곤을 표현하기 위한 특수 재질을 이용해 각각의 캐릭터가 가진 모습과 특징을 표현한 스킨을 덧붙여 제작함. 제작된 모형을 무선으로 원격조정을 하여 드래곤을 움직이게 하여 관객에게 색다른 체험을 제공¹⁰⁷⁾



그림 139 <드래곤 길들이기>, 출처 : Theatrecrafts.com



그림 140 <드래곤 길들이기>,
출처 : Theatrecrafts.com

107) www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=215

(2) 무그페스트(Moogfest) 페스티벌 : 시몬(Shimon)

- 적용기술 : 로봇, 인공지능(AI)
- 제작사 : 조지아 인스티튜트 오브 테크놀로지(Georgia Institute of Technology)
- 개발사 : 조지아 인스티튜트 오브 테크놀로지의 Georgia Tech's Center for Music Technology¹⁰⁸⁾
- 공연정보
 - 제작년도 : 2017
 - 장소 : 미국 노스캐롤라이나 더럼(Durham)
- 공연 특징 :
 - 음악과 기술 페스티벌인 무그페스트에서 12년에 걸쳐 개발된 팔이 4개인 시몬이라는 로봇이 타악기의 일종인 마림바를 연주자와 함께 연주
 - 시몬은 스스로 작곡하는 기능을 가지고 있고 머신러닝 프로그램을 활용하여 다양한 음악 연주가 가능하고 인간이 연주하기 어려운 빠른 곡도 4개의 팔로 연주가 가능
 - 협주공연에서 보이는 연주자들끼리의 협연을 위한 동작을 하며 연주자들과 협연을 하여 객석으로 호응을 얻었다고 함

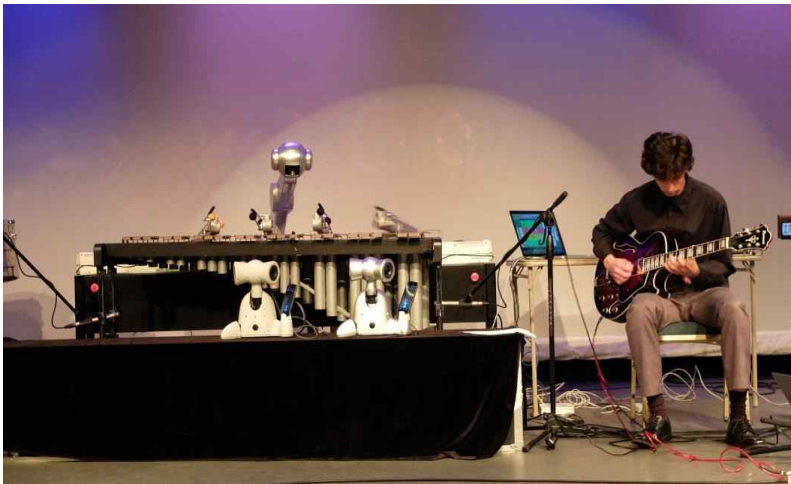


그림 3 <무그페스트>, 출처 : 쿼츠 홈페이지

108) 수석 연구원 : 길 와인버그(Gil Weinberg)

(3) 황이와 쿠카(Huang Yi & Kuka)

□ 적용기술 : 로봇

□ 제작사 : 황이 스튜디오(Huang Yi Studio)

□ 개발사 : 황이 스튜디오

□ 공연정보

- 제작년도 : 2013

- 장소 : 오스트리아 아르스 일렉트로니카 페스티벌에서 초연

□ 공연 특징 :

- 인간과 로봇 예술로 교감한다는 큰 주제로 인간과 로봇이 함께 무대를 펼치는 융복합 무용 공연
- 독일제 산업용 로봇 쿠카의 움직임을 공연 구성에 맞게 프로그래밍 하여 예술과 기술이 조화된 공연을 연출
- 작품은 4파트로 크게 나뉘 진행되고 무용수와 로봇 KUKA의 퍼포먼스로 인간의 고독을 표현
- 로봇 쿠카는 지정된 부분에 고정된 형태로 공연을 진행해야하기 때문에 무용수들의 움직임의 영역을 마음껏 확장시킬 수 없기 때문에 무대의 활용도가 떨어지고 다소 침체되어 보이는 한계가 있었다고 함. 또한 로봇의 안무를 수정은 1분 안무에 10시간 이상 투자해야하기 때문에 콘텐츠의 변형이 어려운 부분이 있음



그림 142 <Huang Yi & Kuka >, Summer Yen 제공

(4) 눈부신 뉴욕(New York Spectacular)

□ 적용기술 : 로봇

□ 제작사 : 매디슨 스퀘어 가든 컴퍼니

(MSG Sport & Entertaionment)¹⁰⁹⁾

□ 개발사 : 크리에이티브 테크놀로지(Creative Technology)¹¹⁰⁾

□ 공연정보

- 제작년도 : 2016

- 장소 : 라디오시티 뮤직홀, 뉴욕, 미국

□ 공연특징 :

- 크리에이티브 테크놀로지는 높이 7.5미터의 자유의 여신상 애니메트로닉스를 뉴욕의 라디오시티 뮤직홀에서 열렸던 ‘눈부신 뉴욕’ 뮤지컬을 위해 서 제작

- 이동에만 6주가 소요되었을 정도로 1,760파운드의 철과 753피트의 천, 20개의 모터로 이루어짐

- 오디오-애니메트로닉스(Audio-Animatronics)의 형태로, 극중 우피골드 버그의 목소리로 연출되었음

- 록시트(Rockettes)시리즈는 전형적인 미국 댄스 뮤지컬로 탭댄스 안무로 유명한 뮤지컬

- 크리에이티브 테크놀로지는 2018년 뮤지컬 킹콩에 사용될 초거대 애니메트로닉스를 제작 중에 있으며, 글로벌 크리처(Global Creature)¹¹¹⁾에 애니메트로닉스를 납품하는 회사

109) www.msg.com

110) www.creaturetechnology.com

111) www.global-creatures.com : 드래곤 길들이기, 공룡과 걷기, 킹콩 등의 제작사



그림 143 레이디 리버티(Lady Liberty)제작 과정,
출처 : 크리에이티브 테크놀로지 홈페이지



그림 144 기술리허설 장면,
출처 : 크리에이티브 테크놀로지 홈페이지

2) 국내

(1) 오작동(The Malfunction)

☐ 적용기술 : 로봇

☐ 제작사 : 젤몬스터(Gentle Monster)¹¹²⁾, 팀보이드(teamVOID)¹¹³⁾

☐ 개발사 : 팀보이드

☐ 공연정보

- 제작년도 : 2015

- 장소 : 젤몬스터 홍대쇼룸 퀀텀(Quantum)

☐ 공연특징 :

- 안경브랜드인 젤몬스터는 퀀텀 프로젝트를 통해서 기업과 예술가의 만남을 지속적으로 시도함
- 20번째 퀀텀프로젝트인 오작동(Malfunction)은 두 대의 산업용 로봇의 움직임으로 이루어진 로봇연극
- 선글라스로 로봇에 얼굴을 상징하는 시선을 담아내서 로봇을 하나의 인격체로 바라봄. 오작동을 통하여 객체의 유일함을 지니는 특이점을 가지게 된다는 내용
- 독일 Kuka의 iiwa모델¹¹⁴⁾ 2대가 설치되어 연출됨. iiwa는 섬세한 조립작업을 위한 경량형 로봇으로 지능형 협동로봇임
- 7kg, 14kg 두 가지 버전이 있으며 약 800mm의 작동범위를 지니고 있음
- 민감도가 높고 학습능력이 높아 섬세한 연출이 가능하며, 가속구간이 넓어서 보다 자연스러운 움직임이 가능함

112) www.gentlemonster.com

113) www.teamvoid.net

114) www.kuka.com

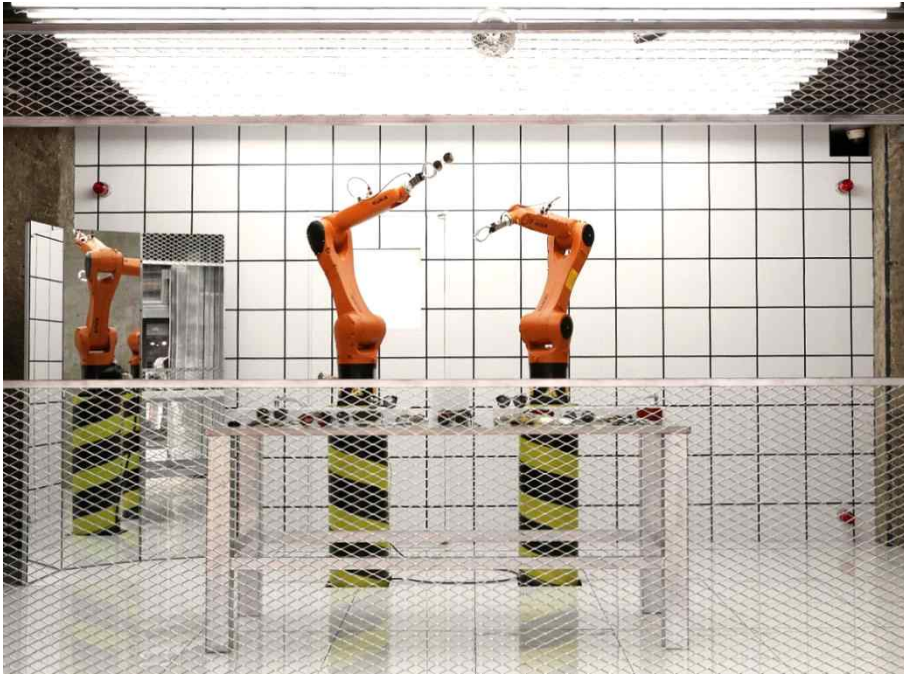


그림 145 오작동(the Malfunction)

(2) 에버가 기가막혀

- ☐ 적용기술 : 로봇
- ☐ 제작사 : 국립국악관현악단
- ☐ 개발사 : 한국생산기술연구원
- ☐ 공연정보
 - 제작년도 : 2009
 - 장소 : 국립극장 달오름 극장, 서울
- ☐ 공연특징 :
 - 한국생산기술연구원의 이호길 박사팀의 에버(eveR)와 김홍석박사팀의 세로피(SEROPI)가 출연하는 로봇연극
 - 약 25분 분량으로 로봇 배우로서 제작된 에버의 데뷔 무대로 첨단기술과 전통문화의 만남을 주제로 한복을 입은 로봇이 판소리를 하는 내용
 - 세로피는 양팔을 가진 로봇의 형태이며, 에버는 사람과 흡사한 로봇으로

서로 다른 형태를 지닌 로봇의 대화를 통해 에버는 인간과 로봇의 중간적 단계로 그려짐

- 극에 사용된 것은 에버쓰리(eveR-3)로 157cm의 키, 50kg의 무게를 지니며, 얼굴 23개의 관절로 12가지 표정, 립싱크 14개를 표현할 수 있으며 상체는 27관절도 BLDC모터구조로 되어 있음. 20대 여성을 모티브로 하고 있고, 전신 실리콘 복합소재피부로 감싸져 있음
- 세계최초의 안드로이드 배우 로봇이며, 로봇주도의 대화 2개 국어로 가능함
- 터치센서를 내장하여 촉각정보를 인식할 수 있음
- 모션 데이터는 모션캡처 기반의 인간 모션을 구현하였고, 눈동자, 목, 허리 등은 자율적인 움직임을 지니고 있음



그림 146 에버가 기가막혀 시연 중

(3) 로봇랜드의 전설

- ☐ 적용기술 : 로봇
- ☐ 제작사 : 이산솔루션¹¹⁵⁾
- ☐ 개발사 : 한국생산기술연구원, 엔지니어드 아트(Engineered Arts)¹¹⁶⁾

115) www.isans.co.kr

116) www.engineeredarts.co.uk

□ 공연정보

- 제작년도 : 2013
- 장소 : 국립과천과학관 어울림홀

□ 공연특징 :

- 이산솔루션이 한국생산기술연구원의 에버포(eveR-4)인 ‘아리’와 영국 엔지니어드 아트사의 로보데스피안(로보킹, 파이론) 등을 기술이전 또는 구입하여 기획제작한 로봇공연
- ‘로보데스피안’은 175cm의 키와 다양한 표정연기가 가능한 로봇으로, 모터 시스템과 공압시스템을 활용한 ‘에어머슬’ 구조로 개발되어 보다 자연스럽고 인간적인 움직임을 표현
- ‘아리’는 출연로봇 중 인간과 가장 흡사한 안드로이드 로봇으로 노랫말에 맞추어 적절한 표정을 맞추고, 양 팔을 자유자재로 움직여 노래할 수 있음
- ‘키봇’은 KT의 교육용 로봇인 키봇2를 150cm로 확대 제작한 로봇으로 국내에서 최다 판매된 교육용 로봇이기에 아이들에게 친밀감이 높음
- 연출자인 정진미는 “과학과 공연예술을 잘 조합한 좋은 작품을 아이들에게 선사하고 로봇을 기술력 평가의 잣대가 아닌 스토리 전달자로 다가가고 싶다”라고 연출 의도를 밝힘¹¹⁷⁾



그림 147 로봇랜드의 전설, 출처 : 이산솔루션 홈페이지

117) www.irobotnews.com/news/articleView.html?idxno=2191

3. 와이어 플라잉

1) 해외

(1) 오페라의 유령(The Phantom Of The Opera)

□ 적용기술 : 와이어 플라잉 시스템

□ 공연정보 :

- 1986년 영국 런던 초연이후 10,000회가 넘는 공연이 진행 중
- 한국공연 : 2001~2002년, 2005년, 2009~2010, 2012년 국내 공연

□ 공연특징 :

- 와이어 플라잉 기술을 적용하여 객석을 향해 떨어지는 샹들리에를 구현
- 여주인공 ‘크리스틴’에 대한 ‘팬텀’의 뒤틀리는 사랑의 감정, 그리고 그 감정의 절망적인 낙하를 샹들리에로 표현
- 샹들리에가 떨어지는 방향, 위치, 속도 등은 공연장의 조건에 따라 조금씩 다른데 초속 6m로 떨어지는 드라마틱한 효과를 구현하기 위해서는 샹들리에 전체무게의 4배를 견딜 수 있는 원치를 제작하여야 함
- 라스베이거스에서 2006년부터 2012년 사이에 이뤄진 공연에서 사용된 샹들리에에는 영국의 공연기술 전문회사 TAIT에서 제작
- 극 중 일부분에서만 사용되었지만 매우 중요한 기술로 평가받으면서 이후 와이어 플라잉의 중요한 모델로 자리매김



그림 148 떨어지는 상들리에 테스트 장면, 출처 : TAIT 홈페이지

(2) 2012 런던 올림픽 개막식(London 2012 Summer Olympics)¹¹⁸⁾

□ 적용기술 : 와이어 플라잉 시스템

□ 제작사 : 2012 런던 하계올림픽 조직위원회

□ 공연정보 :

- 제작년도 : 2012

- 장소 : 런던올림픽 스타디움

- 연출 : 다니엘 데니 보일 감독(Daniel "Danny" Boyle)¹¹⁹⁾

□ 공연 특징

- 제30회 런던하계올림픽이 28일 영국 런던 북동부 리벌리의 올림픽스타디움에서 '경이로운 영국(Isles of Wonder)'이라는 주제로 개막식을 진행

- 산업화의 진통에서 회복해 미래를 바라보는 농촌의 이야기로 구성

118) www.olympic.org

119) 대니 보일(Daniel "Danny" Boyle, 1956년 10월 20일~)은 영국의 영화 제작자이자 프로듀서이다. 그는 《슬럼독 밀리어네어》, 《127 시간》, 《28일 후》, 《선사인》, 《트레인스포팅》과 같은 작품으로 잘 알려져 있다. 2012 런던올림픽 개막식 총감독. 위키백과 참조.

- 광부, 제철소 노동자, 직공, 기술자 차림을 한 연기자들이 산업혁명의 선구자인 영국이 세계의 공장 역할을 하던 시기를 형상화- 런던올림픽 개막식은 영화가 기록에서 예술로 성장한 순간으로 평가됨
- 영화가 편집과 미장센(분장이나 무대장치 등 시각적 배치)에 의해 예술이 되었는데 편집과 미장센의 미학을 최대화
- 산업혁명 시기를 거쳐 하나의 원이 만들어지고 4개의원이 와이어 플라잉으로 연결되어 불꽃으로 빛나는 장면으로 오류기를 연출함



그림 149 2012년 런던 올림픽 개막식

(3) 드래곤 길들이기(How to train your dragon live spectacular)

□ 적용기술 : 와이어 플라잉 시스템(Wire Flying System), IMAX 스크린 (IMAX Screen), 프로젝션 매핑(Projection Mapping), 애니메트로닉스 (Animatronics)

□ 공연 정보 :

- 제작년도 : 2012-2013

- 장소 : 호주, 뉴질랜드, 미국, 캐나다의 아레나 등 공연장¹²⁰⁾

□ 공연특징 :

- 2007년부터 2015년까지 공연했던 다이나소어와 걷기(Walking with

120) 당시 자세한 공연 일정과 장소(www.theatrecrafts.com 참조)

2012년 일정

Melbourne, Australia, March 2-11, 2012, Hisense Arena
Sydney, Australia, March 15-25, 2012, Allphones Arena
Brisbane, Australia, March 28-April 1, 2012, Brisbane Entertainment Center
Auckland, New Zealand, April 16-22, 2012, Vector Arena
Wilkes-Barre, PA, USA, June 27-July 1, Mohegan Sun Arena
London, ON, Canada, July 4-July 8, John Labatt Centre
Worcester, MA, USA, July 11-July 15, DCU Center
Washington, DC, USA, July 19-July 22, Verizon Center
Chicago, IL, USA, July 25-July 29, United Center
Uniondale, NY, USA, Aug 1-Aug 5, Nassau Coliseum
Toronto, ON, Canada, Aug 8-Aug 12, Air Canada Centre
Montreal, QC, Canada, Aug 15-Aug 19, Bell Center
Pittsburg, PA, USA, Aug 23-Aug 26, CONSOL Energy Center
Cleveland, OH, USA, Postponed (was Sept 5-Sept 9), Quicken Loans Arena
Philadelphia, PA, USA, Sept 12-Sept 16, Wells Fargo Center
Buffalo, NY, USA, Sept 20-Sept 23, First Niagara Center
East Rutherford, NJ, USA, Sept 27-Sept 30, IZOD Center
Albany, NY, USA, Oct 4-Oct 7, Times Union Center
Columbus, OH, USA, Oct 11-Oct 14, Jerome Schottenstein Center
Detroit, MI, USA, Postponed (was Oct 17-Oct 20), Joe Louis Arena
Milwaukee, WI, USA, Oct 25-Oct 28, Bradley Center
Saskatoon, SK, Canada, Nov 1-Nov 4, Credit Union Center
Winnipeg, MB, Canada, Nov 22-Nov 25, MTS Centre
Seattle, WA, USA, Cancelled (was Nov 29-Dec 2), Key Arena at Seattle Center
Tacoma, WA, USA, Dec 6-Dec 9, Tacoma Dome
San Diego, CA, USA, Cancelled (was Dec 5-Dec 9), Valley View Casino Center
Oakland, CA, USA, Cancelled (was Dec 13-Dec 16), Oracle Arena
Fresno, CA, USA, Dec 19-Dec 22, Save Mart Center
San Jose, CA, USA, Dec 26-Dec 30, HP Pavilion at San Jose

2013년 일정

Sacramento, CA, USA, Jan 3-Jan 6, Sleep Train Arena
Salt Lake City, UT, USA, Postponed (was Jan 10-Jan 13), Energy Solutions
Arena
Anaheim, CA, USA, Jan 17-Jan 20, Honda Center
Bakersfield, CA, USA, Cancelled (was Jan 23-Jan 27), Rabobank Arena
Spokane, WA, USA, Cancelled (was Jan 30-Feb 3), Spokane Arena

Dinosaurs)¹²¹⁾의 개발팀과 드림웍스(DREAM WORKS)의 애니메이션과 만나서 화려하고 기술적으로 완성된 공연의 형태가 됨

- 공중을 날아다니는 드래곤을 표현하기 위해 무대 천장에 레일을 설치하고 와이어를 드래곤과 연결하여 자유롭게 날아다니는 드래곤을 연출
- 4축지지 시스템을 사용하여 상하, 좌우를 자유롭게 구현하는 것이 선두자적 역할을 함
- 또한 시스템뿐만 아니라 애니메트로닉스와의 접목과 시너지가 공연을 더욱 다채롭게 하며 큰 성공의 요인이 됨



그림 150 <드래곤 길들이기>, 출처 : Theatrecrafts.com

(4) 빌보드 뮤직 어워드(2014 Billboard Music Awards: Michael Jackson, 2016 Billboard Music Awards : Pink)

☐ 적용기술 : 와이어 플라잉 시스템, 홀로그램

☐ 제작사 : 빌보드 뮤직(Billboard Music)

☐ 공연정보 :

121) www.dinosaurlive.com

현재도 공연은 아레나를 중심으로 유럽 지역을 투어 중이다.

- 제작년도 : 2014, 2016
- 장소 : 미국 라스베이거스 MGM 그랜드 가든
(MGM Grand Garden Arena)

□ 공연특징 :

- 빌보드 뮤직 어워드는 미국 음식 시상식 중 하나로 매년 가수들의 공연을 함
- 방송을 통해 전 세계로 알려지기 때문에 그 어떤 공연보다도 기술적, 표현적 파급효과가 큼
- 가수 핑크는 2016 빌보드 뮤직 어워드에서 'Watch Now'의 곡으로 공연하였음. 이 때 와이어 플라잉 기술을 활용함
- 무대에는 커다란 시계 모양의 구조물을 새우고 가수 핑크와 댄서들은 와이어 플라잉 기술을 이용하여 공중에 매달려 공연장을 날아다니는 퍼포먼스를 보여주어 시간성에 대한 표현을 극대화함



그림 151 <2016 빌보드 뮤직 어워드 : 핑크>, Just Jared 제공

(5) 태양의 서커스 '퀴담'(Cirque du Soleil 'Quidam')¹²²⁾

☐ 적용기술 : 와이어 플라잉 시스템

☐ 제작사 : 태양의 서커스¹²³⁾

☐ 개발사 : 태양의 서커스

☐ 공연정보 :

- 제작년도 : 2015(월드투어 기준)

- 연출 : 프랑코 드라고네(Franco Dragone)

- 공연장소 : 잠실 종합운동장 내 빅탑

☐ 공연특징 :

- 39개국 공연 20년간 공연, 2015년 월드투어 때 한국에서도 공연

- 태양의 서커스의 아홉 번째 작품

122) www.cirquedusoleil.com

국내에서도 진행한 공연이지만 해외기술과 해외제작, 개발사 등의 참여로 이루어졌으므로 해외 카테고리에서 다루도록 함.

123) 1996년 4월 캐나다 몬트리올에서 첫 공연. '태양의서커스'는 기존의 서커스에 스토리, 라이브 음악, 무용, 곡예 등의 복합적인 공연 요소를 도입한 작품으로 캐나다 퀘벡시 근처 작은 마을 배-생-폴(Baie-Saint Paul)에서 시작되었다. 1982년 창립자 기 랄리베르테(Guy Laliberte)와 공동 창립자 질 생크루아(Gilles Ste-Croix)를 중심으로 20여 명의 거리 공연자가 모여 공연단을 만들었다. 1984년 캐나다 발견 450주년을 기념할 공연이 필요했던 퀘벡 정부는 기 랄리베르테로부터 태양의서커스를 제안 받았고, 태양의서커스를 1년 동안 지원하기로 했다. 퀘벡 내에서 태양의서커스가 성공을 거두자 퀘벡 정부는 이를 문화상품으로 발전시키는 것을 제안했다. 이후 태양의서커스는 세계로 뻗어나갔고, 현재 미국 라스베이거스와 올랜도에서 [카(KÀ)], [오(O)] 등 10개의 상설공연, [퀴담(Quidam)], [바레카이(Varekai)] 등 9개의 투어링 공연을 하고 있다.

태양의 서커스는 캐나다의 거리 공연자 기 랄리베르테가 1984년에 퀘벡 주에서 설립한 엔터테인먼트 회사이다.

라틴어로 '익명의 행인'이라는 의미의 [퀴담(Quidam)]은 우리 주위에 지나쳐 가는 인물 중 누구나 될 수 있다. 대중의 한 사람으로 우리 안에서 소리치고 노래하고 꿈꾸는 사람. 이것이 이 공연에서 조명되는 [퀴담]이며 우리가 꿈꾸는 세계이다. 태양의서커스 작품 중 가장 예술적이고 스토리텔링이 뛰어나다는 [퀴담]은 서커스의 화려함, 현대의 테크놀로지, 매혹적인 디자인, 영감이 넘치는 라이브 음악이 줄거리와 어우러져 환상적인 무대를 선사한다. [퀴담]은 무관심한 부모를 둔 어린 소녀 '조'가 상상 속 세계 [퀴담]으로 빠져들며 그곳에서 그녀의 영혼을 자유롭게 해주는 캐릭터들을 만나게 되는 내용이다.

[네이버 지식백과] 태양의서커스 [퀴담] - 상상력을 깨우고 마음을 움직이는 서커스 (공연장 나들이)

- 무대는 매우 단순한 구조로 구성
- 무대 중앙엔 텔레프리카(telepheric)는 높이 36.5m의 거대한 특수 제작 아치를 설치
- 5명의 아티스트의 공중 묘기를 비롯한 대부분의 연기가 이 아치에 설치된 컨베이어를 활용해 진행
- 이 거대한 아치는 5개의 순수 알루미늄으로 된 레일로 만들어져 있는데, 각 레일 위에는 끝에서 다른 끝으로 두 개의 카트가 움직임
- 이 카트는 배우들과 아크로바틱¹²⁴⁾ 장비를 운송하는 등의 용도로 활용됨



그림 152 와이어 플라잉 시스템을 통한 아크로바틱 연출 장면,
출처 : 태양의 서커스 홈페이지

124) 아크로바틱 체조(Acrobatic)는 2명이 짝을 지어 체조를 하는 경기로, 음악, 춤, 체조 등의 요소가 포함된다. 위키백과 참조.

2) 국내

(1) 소년과 듀공의 만남

□ 적용기술 : 와이어 플라잉 시스템, 디지털 애니메이션, 애니메트로닉스

□ 제작사 : 여수엑스포 조직위원회

□ 개발사 : 한국생산기술연구원, 쇼텍라인¹²⁵⁾

□ 공연정보

- 제작년도 : 2012

- 장소 : 여수엑스포

- 형식 : 각 회당 3분, 하루 40회, 총93일 공연

□ 공연 특징 :

- 여수 엑스포에서 공연된 소년과 듀공의 만남은 ‘바다와 인류의 상생’, ‘상생의 샘’이라는 환경적 메시지를 전달하는 주제관의 메인쇼

- 바다를 꿈꾸는 소년과 친구 청동 듀공의 모험 이야기

- 힘을 합해 바다생명의 원천인 상생의 샘을 구하는 소년과 듀공의 우정을 통해 인간과 바다의 상생을 감동적으로 표현

- 주인공 소년과 듀공이 만나는 장면을 표현할 때 바다에 떠있는 듀공을 표현하기 위해 와이어 플라잉 시스템을 활용함. 자유롭게 움직이는 듀공을 표현하기 위해 X, Y, Z축으로 움직이는 3D 플라잉 시스템을 사용

- 와이어 플라잉 개발 초창기 한국생산기술연구원과 쇼텍라인의 공동 개발로 와이어 플라잉 기술 개발의 한 획을 그음

- 2012년 런던올림픽에서 선보인 화려한 개막식과는 규모와 예산에서 많은 차이를 지니지만 국내에서는 독보적인 기술을 선보임

- 향후 와이어 플라잉 기술과 공연 적용 사례의 발전이 큰 역할을 한 것으로 평가됨

125) www.showtech.co.kr



그림 153 여수엑스포 주제관 메인쇼 <소년과 듀공의 만남> 장면,
한국생산기술연구원 제공



그림 154 여수엑스포 주제관 메인쇼 <소년과 듀공의 만남> 장면,
한국생산기술연구원 제공

(2) 국립아시아문화전당 개막식

□ 적용기술 : 와이어 플라잉 시스템

□ 제작사 : 국립아시아문화전당

□ 개발사 : 프로젝트 날다¹²⁶⁾

□ 공연정보 :

- 제작년도 : 2015

- 장소 : 광주 국립아시아문화전당

□ 공연 특징 :

- 국립아시아문화전당 개막 공연

- 여러 장르가 하나의 공연 안에서 어우러져 스토리가 전개되는 공연 형태 내에서 일부분으로 와이어 플라잉 기술이 사용됨

- 국내에서는 개막 공연과 같은 메가 이벤트에서는 처음 선보임

- 열렬한 호응을 통하여 향후 와이어 플라잉 기술이 다양하게 대중들과 만날 수 있다는 가능성을 충분히 확인함

126) 프로젝트 날다는 2010년 창단. 건물 외벽에서의 버티컬 퍼포먼스를 비롯하여 크레인을 이용한 대형 공중 퍼포먼스, 자동화 시스템을 활용한 대형 오브제를 제작 그리고 그 안에서의 공중 이미지, 움직임 등 다양하고 융복합적인 창작 활동을 이어오고 있다. 2015년부터 서커스 창작 활동을 시작하여 차이니스 폴, 수직 밧줄, 트램폴린 등 서커스 기구를 활용한 서커스 극과 퍼포먼스를 제작하고, 유럽의 다양한 서커스 전문가들과 자체적으로 교류하여 발전적 행보를 이어가고 있다. 프로젝트 날다 홈페이지에서 발췌. www.projectnalda.allofthat.kr



그림 155 광주아시아문화의 전당 개막식, 사진출처-연합뉴스

(3) 소나기

- ☐ 적용기술 : 와이어 플라잉 시스템, LED, 웨어러블
- ☐ 제작사 : 세종문화회관
- ☐ 개발사 : 날다팩토리
- ☐ 공연정보 :
 - 제작년도 : 2015
 - 장소 : 세종문화회관
- ☐ 공연 특징 :
 - 퍼포먼스 공연을 선보임
 - 아트서커스의 형태를 띠며
 - 대형 크레인 2대를 이용한 와이어 플라잉 기술 구현
 - 밤 시간 LED 웨어러블의 사용으로 퍼포머의 역동적인 표현 극대화

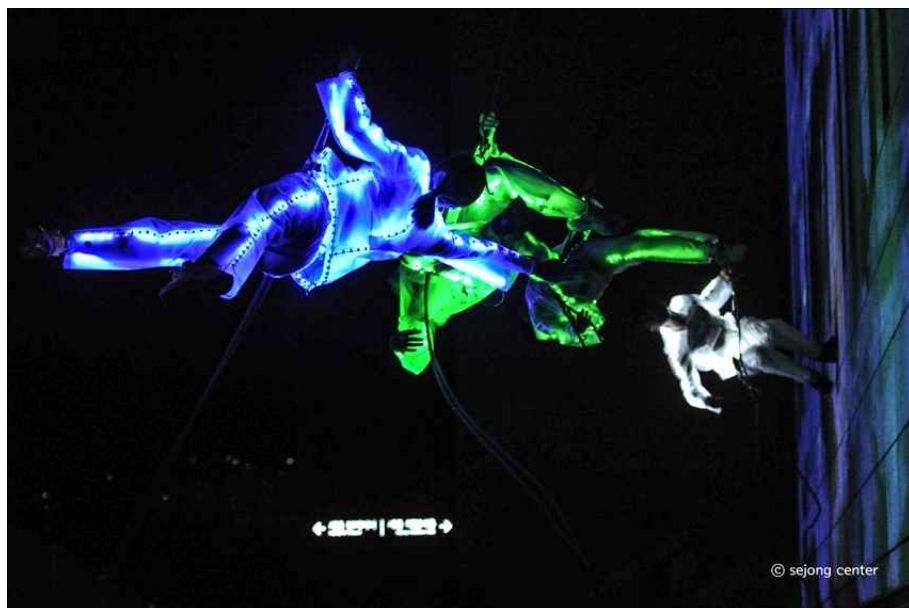


그림 157 LED 웨어러블을 착용한 퍼포머, 세종문화회관 제공

(4) 스파이더스

□ 적용기술 : 와이어 플라잉 시스템

□ 제작사 : 2016 세종 페스티벌

□ 개발사 : 프로젝트 날다

□ 공연정보 :

- 제작년도 : 2016년

- 장소 : 세종문화회관 앞

□ 공연특징 :

- 2016년 서울문화재단 서울거리예술창작센터 서커스 창작지원 선정작

- 통제된 WEB, 인간들의 이야기 그리고 우리 미래에 대한 메시지의 퍼포먼스

- 에어리얼 퍼포먼스(Aerial Performance)라고 하는 장르로 구분되며, 지상무대가 아닌 공중에서 펼쳐지는 퍼포먼스를 일컬음

- 여러 크레인과 줄을 공중서커스에서부터 건물의 외벽이나 수직으로 높이 설치된 대형 패널 장치 등을 무대로 활용

- 암벽 등반 장비를 이용해 펼치는 버티컬(vertical) 퍼포먼스 형태



그림 158 2016 세종페스티벌 가을소풍에서 구현 중인 <스파이더스>



그림 159 2017년 서울거리예술축제에 초청된 <스파이더스>, 서울광장

4. 스마트 스테이지

1) 해외

(1) 반지의 제왕(The Lord Of The Rings)

□ 적용기술 : 복합 스마트 스테이지(Smart Stage)

□ 공연정보 :

- 제작년도 : 캐나다 토론토에서 2006년 초연 후 2007~2008년 영국 런던에서 상영

- 장소 : 캐나다 토론토 프린세스 오브 웨일즈 극장(Princess of Wales Theatre), 영국 런던 씨어터 로얄 드루리 레인(Theatre Royal Drury Lane)

□ 공연특징 :

- 제한된 공간 안에서의 신화적 공간을 만들어내는 무대 기술 적용

- 3중 회전무대와 17조의 상승무대로 제작

- 역동적으로 무대가 회전하며 위아래로 움직이는 장면은 원정대가 산을 오르고 강을 건너는 것과 같은 모습을 연상하게 함



그림 160 뮤지컬 반지의 제왕에서 스마트 스테이지 활용 장면
출처 : stsonstage.com

(2) 치티치티뱅뱅(Chitty Chitty Bang Bang)

□ 적용기술 : 웨건(Wagon)

□ 개발사 : 비주얼 액트(Visual Act)¹²⁷⁾

□ 공연정보 :

- 제작년도 : 2014

- 장소 : 독일 뮌헨 Staatstheater am Gärtnerplatz

□ 공연특징 :

- 어린이 뮤지컬

- 경사를 이루는 웨건을 통하여 자동차가 나는 장면을 연출

- 복합 스마트 스테이지의 선두 주자라고 할 수 있는 비주얼 액트 개발 기술¹²⁸⁾

- 0.75m/s의 속도를 내고 2000kg의 하중을 감당할 수 있음

- 손쉬운 콘트롤이 가능하게 개발됨

- 무대 뒤에서 무선장비를 이용하여 콘트롤 함



그림 161 하늘을 나는 장면, 출처 : 비주얼 액트 홈페이지

127) www.visualact.se

128) 정확히는 아날로그 플러스 웨곤(Analog Plus Wagon) 이라는 제품을 활용함.

2) 국내

(1) 2014 인천아시안게임 개막 공연

□ 적용기술 : 전환무대(Transforming Mechanism)

□ 제작사 : 2014 인천아시안게임

□ 개발사 : 한국생산기술연구원, SOLIDEA LAB, Inc.¹²⁹⁾

□ 공연정보 :

- 제작년도 : 2014

- 장소 : 인천아시아드주경기장

- 총감독 : 임권택, 총연출 : 장진

□ 공연특징

- 배 한 척을 매개로 하여 45개국 아시아인들을 배에 태우는 시나리오 구현

- 배의 모양으로 만들어진 무대는 변형을 이루기 쉬운 매커니즘 설계가 특징이며 자동화로 구성되어 있음

- 배의 모든 구성물(배, 돛대, 돛)이 모두 접혀 있다가 변형하며 드러나는 배 형상의 무대

- 크기 30×10×16m, 무게 50톤



129) www.solidea-lab.com

(2) 킹키부츠(Kinky Boots)

□ 적용기술 : 복합 스마트 스테이지

□ 제작사 : CJ E&M

□ 개발사 : 한국생산기술연구원

□ 공연정보

- 제작년도 : 2016

- 장소 : 블루스퀘어 인터파크홀

□ 공연 특징

- 뮤지컬 '킹키부츠'는 사람들의 편견을 보여주며 그 속에서 강등과 화해를 하는 내용

- 킹키부츠에 사용된 첨단기술은 스마트스테이지로 무대 연출을 위해서 필요로 하는 무대기술

- 일반적으로는 승강무대, 이동무대, 회전무대 등 다양한 무대설비가 필요로 하지만 스마트 스테이지는 무대의 회전과 이동 그리고 상승이 한 시스템에서 이루어져 무대의 연출이 보다 자유롭고 공연의 극적 효과를 극대화 할 수 있는 것이 특징¹³⁰⁾



그림 163 <킹키부츠>, 출처 : 한국언론 뉴스허브

130) http://blog.naver.com/PostView.nhn?blogId=creative_ct&logNo=220907510899

(3) 씨제이 아지트 쇼케이스(CJ AZIT SHOWCASE)

□ 적용기술 : 복합 스마트 스테이지

□ 제작사 : CJ E&M, 크리에이티브 이안, 스탭서울, 한국생산기술연구원

□ 개발사 : 한국생산기술연구원(이상원 박사팀)

□ 공연정보 :

- 제작년도 : 2016

- 장소 : CJ 아지트

- 책임 디자이너 : 조경훈

□ 공연특징 :

- 스마트 스테이지를 활용한 뮤지컬 무대 디자인 연구 발표를 겸하는 쇼케이스의 형태¹³¹⁾

- 다개체 연동 가능한 복합형 스마트 스테이지 개발, 스마트 스테이지를 활용한 뮤지컬 씨어터 스테이지 디자인 2016 연구개요

■ 각 장면에서 요구되는 정서적 표현과 상승-하강-이동-회전 등 전체 무대 공간을 구성하는 장치 운동 이미지 사이의 시지각적 상광성 구축

■ 스마트 스테이지 활용에 있어 트랩(trap) 및 웨곤 등의 무대 전환 장치 움직임과의 연계접점 및 차별지점 구축

■ 장치 움직임과 이야기 구조 사이의 유기적 결합 방안 모색

■ 스마트 스테이지의 이동 경로와 각 장면 전환 및 연결 방식 다변화 모색

■ 스마트 스테이지의 무대 공간 배치 및 관객 경험의 문제

■ 상승-하강 시 코일(coil)/씨저(scissor) 구조 노출의 심미성 문제

■ 스마트 스테이지 매스(mass)/스케일 감 문제, 이에 대한 마스킹 방법 및 적정 거리 설정, 요과 구축 방안 논의¹³²⁾

131) 문화체육관광부 및 한국콘텐츠진흥원의 문화기술 연구개발 지원 사업으로 진행됨.

132) 『스마트 스테이지를 활용한 뮤지컬 씨어터 스테이지 디자인 2016』 도록에서 발췌.



그림 164 스마트 스테이지의 구동,
한국생산기술연구원 제공

(4) 뮤지컬 보디가드

□ 적용기술 : 복합 스마트 스테이지

□ 제작사 : CJ E&M

□ 개발사 : 한국생산기술연구원

□ 공연정보 :

- 제작년도 : 2016

- 장소 : LG아트센터

□ 공연특징 :

- 스마트 스테이지를 활용한 뮤지컬 무대, 상승-하강-이동-회전이 자유로운 복합 스마트 스테이지 활용

- 자율주행자동차처럼 이동시킬 수 있고 무대를 4미터 이상 올렸다 내릴 수 있는 이동식 무대 장치¹³³⁾

133) 한국생산기술연구원 CT융합그룹 이상원 박사와의 인터뷰 중에서 발췌. 2017년 2월 5일 전자신문 인터뷰 내용 참조.

- 여러 가지 기능을 복합적으로 구현할 시 안정성에 대한 이슈 해결
- 높이 올라간 상태에서 수평 이동시 흔들림 최소화
- CJ 아지트 쇼케이스의 상용화 버전
- 극 중 무대 위에서 노래하는 장면과 시너지를 이룸
- 가장 최근작으로써 지속적인 흥행을 거둠



그림 165 뮤지컬 보디가드, 한국생산기술연구원 제공

5. 홀로그램(Hologram)

1) 해외

(1) 코첼라 밸리 뮤직 앤드 아트 페스티벌, 2012 : 투팍(Coachella Valley Music and Arts Festival, 2012 : Tupac)

□ 적용기술 : 홀로그램(Hologram)

□ 제작사 : 코첼라 밸리 뮤직 앤드 아트 페스티벌(Coachella Valley Music and Arts Festival)

□ 개발사 : 3D 뮤전(Musion 3D Ltd.)

□ 공연정보 :

- 제작년도 : 2012

- 장소 : 미국 캘리포니아 인디오

□ 공연특징 :

- 미국 캘리포니아 인디오에서 매년 봄에 열리는 음악페스티벌인 코첼라 밸리 뮤직 앤드 아트 페스티벌에서 1996년에 사망한 래퍼 ‘투팍(Tupac)’의 모습을 홀로그램으로 재현
- 투팍이 생전에 공연했던 기록으로 신체적인 특성과 움직임을 고려한 실사 크기의 3차원 홀로그래픽 환영인 Eyeliner 홀로그램 기술을 적용하여 시각적으로 진짜처럼 보이게 연출
- 페퍼스 고스트(Perper's Ghost) 방식의 플로팅 홀로그램(Floating Hologram)으로 구현된 투팍의 영상과 래퍼 스눕 독(Snoop Dogg)과 함께 합동 공연을 하여 현재 살아있는 퍼포머와 미디어를 통해 구현한 가상의 퍼포머가 함께 소통하는 무대를 구현
- 하지만 평면에 영상을 비추어 띄우는 플로팅 방식은 측면에서는 정확한 상을 보기 어렵고 플로팅 홀로그램의 특성상 살아있는 퍼포머가 홀로그램 스크린 뒤에 위치해 있기 때문에 영상의 퍼포머 보다 다소 어둡다는 단점을 가지고 있음¹³⁴⁾¹³⁵⁾

134) <http://musion.com/?portfolio=tupac-coachella-2012-hologram>

135) 이재운, 증강현실 퍼포먼스: 디지털 공연 예술의 새로운 패러다임 논문, 숭실대학교 대학원 박사학위 논문, 2016



그림 166 <코첼라 밸리 뮤직 앤드 아츠 페스티벌, 2012 : 투팍>,
출처 : 빌보드_Jason Lipshutz

(2) 빌보드 뮤직 어워드(2014 Billboard Music Awards : Michael Jackson,
2016 Billboard Music Awards : Pink)

□ 적용기술 : 홀로그램, 와이어 플라잉 시스템

□ 제작사 : 빌보드 뮤직(Billboard Music)

□ 공연정보 :

- 제작년도 : 2014, 2016

- 장소 : 미국 라스베이거스 MGM 그랜드 가든
(MGM Grand Garden Arena)

□ 공연특징 :

- 2014 빌보드 뮤직 어워드에서는 2009년에 사망한 마이클 잭슨의 모습을 홀로그램 입체영상으로 구현하여 생전에 했던 공연처럼 라이브 무대에서 콘서트 하는듯한 장면을 연출함. 공연은 마이클잭슨의 모습과 5인조 밴드와 16명의 댄서들로 구성함. 마이클 잭슨의 생전 모습을 3D 스캔하고

컴퓨터 그래픽을 통해 합성 후 홀로그램 기술로 무대에서 실제 마이클 잭슨이 공연하는 모습처럼 구현

- 마이클 잭슨의 모습 영상과 크로마키 기법으로 촬영한 댄서들의 영상을 컴퓨터 그래픽으로 합성하여 무대 위에서 가상과 현실의 이미지의 구분을 최소화 함



그림 167 <2014 빌보드 뮤직 어워드 : 마이클 잭슨>,
출처 : 빌보드제공 영상 캡처

2) 국내

(1) 코리안 홀로그램 퍼포먼스(Korean Hologram Performance)

☐ 적용기술 : 홀로그램(Hologram)

☐ 제작사 : 닷밀(.mill)

☐ 개발사 : 닷밀(.mill)

☐ 공연정보 :

- 제작년도 : 2013

☐ 공연특징 :

- 코리안 홀로그램 퍼포먼스는 전통적인 안무와 음악을 현대화 시키고 판타지적인 요소를 감이하기 위해 홀로그램 영상을 적용한 홀로그램 퍼포

먼스 공연

- 사전에 제작된 영상을 플로팅 홀로그램에 기술에 적용하고 무용수들은 정교하게 움직임을 영상과 맞춰 공연에서 표현하고자 하는 판타지적 요소를 표현



그림 37 <Korean Hologram Performance>, 출처 : 닷밀 홈페이지

(2) K-POP 홀로그램 콘서트 케이라이브(K Live)

- ☐ 적용기술 : 홀로그램, 미디어 파사드(Media Facade)
- ☐ 제작사 : YG 엔터테인먼트(YG Entertainment)
- ☐ 개발사 : 홀로그래미카(Hologramica)
- ☐ 공연정보 :
 - 제작년도 : 2014
 - 장소 : 동대문 케이라이브(K-live)
- ☐ 공연특징 :
 - 홀로그램 전용 공연장인 K-live에서는 K-Pop을 선두해가는 한국 가수들의 콘서트를 홀로그램 방식을 통해 가상의 입체영상으로 가수들을 구현하여 콘서트를 이룸
 - K-POP 홀로그램 콘서트는 미디어아트 퍼포먼스, 싸이, 2NE1, 빅뱅의 공

연으로 구성함. K-live에서 공연하는 모든 가수들의 모습은 홀로그램 입체영상으로 구현되고, 270도 뷰(view)의 미디어 파사드, 레이저, 포그(fog)를 사용하여 관객들에게 실재와 같은 몰입감을 줌

- 또한 K-POP콘서트는 일반적인 가수들의 콘서트처럼 한시적으로 열리는 콘서트가 아닌 1일에 4회의 콘서트를 제공하여 관객이 가수들의 콘서트를 수시로 관람할 수 있음
- 공연장에서는 홀로그램 콘서트와 AR, VR의 디지털 기술을 접목하여 가상의 공간에서 K-pop을 즐길 수 있음¹³⁶⁾



그림 169 <K-POP 홀로그램 콘서트 케이라이브>, KT 제공

(3) 벤허(Ben-Hur)

- ☐ 적용기술 : 홀로그램, 로봇
- ☐ 제작사 : 뉴컨텐츠컴퍼니(NCC)
- ☐ 개발사 : 뉴컨텐츠컴퍼니
- ☐ 공연정보 :
- 제작년도 : 2017

136) www.klive.co.kr/#4thpage

- 장소 : 충무아트센터 대극장

□ 공연특징 :

- 루 월러스 소설을 원작으로 한 창작 뮤지컬로 유다 벤허의 삶을 통해 고난과 역경, 사랑의 스토리를 홀로그램과 로봇틱스 기술을 적용하여 연출
- 무대의 공간적 제약을 극복하기 위해 홀로그램과 후면 스크린을 사용
- 홀로그램은 해상전투와 전차장면에서 사용하여 무대에서 구현할 수 없는 장면들도 입체영상으로 대체함. 전차 경주 장면에서 뼈대를 드러낸 실제 크기의 로봇 말이 전차를 끄는 모습. 말이 회전 무대를 도는 가운데 뒤쪽으로 원형 경기장을 담은 홀로그램 영상과 함께 실물 크기의 말 로봇이 함께 장면을 구성함. 홀로그램으로 배의 외부를 표현하고 실제 무대 세트는 배 내부를 표현함
- 실제 무대에서 구현하기 어려운 부분을 홀로그램 입체영상을 통해 구현하여 공간적 제약을 개선



그림 170 <벤허>에서 로봇틱스와 홀로그램 기술의 활용 장면

(4) 엠넷 아시안 뮤직 어워즈 2017(M-net Asian Music Awards)

□ 적용기술 : 홀로그램

□ 제작사 : CJ E&M

□ 개발사 : 홀로티브 글로벌¹³⁷⁾

□ 공연정보 :

- 제작년도 : 2017

- 장소 : 홍콩 아시아 월드 엑스포(Hong Kong Asia World-Expo)

□ 공연특징 :

- 자체 개발, 제작 제품인 'Poly-Net'을 사용한 홀로그램 퍼포먼스 구현
- 방탄소년단 공연 장면에서 활용
- 4차원 이상의 공간 표현에 심혈을 기울임
- 환상적인 느낌을 연출하는 데에 홀로그래픽 기술을 적용
- 공간적으로 어디에 속해 있는지 모를 퍼스펙티브를 구현
- 한국의 가장 대표적 홀로그램 공연사의 범아시아적 진출을 예견
- K-POP 콘텐츠와 결합된다면 한국 홀로그램 기술의 세계화를 기대해 볼 수 있음



그림 171 <엠넷 아시안 뮤직 어워즈 2017>, 홀로티브 제공

137) www.holotive.co.kr

(5) 사운드오브코리아(SOUNDS OF KOREA)

□ 적용기술 : 홀로그램, 프로젝션 맵핑(Projection Mapping), 사운드 비주얼라이징(Sound Visualizing), 인터랙티브(Interactive)

□ 제작사 : 유쾌한 아이디어 성수동공장

□ 개발사 : 유쾌한 아이디어 성수동공장

□ 공연정보 :

- 제작년도 : 2016, 2017

- 장소 : CEL 스테이지, 콘텐츠 시연장

- 예술감독 : 김현수, 음악감독 : 심영섭

□ 공연특징 :

- 2년 총 8회에 걸친 전통 융복합 홀로그램 쇼케이스 공연

- 한국 전통 음악을 현대의 춤과 디지털 미디어 기술과 함께 해석함

- 한국 전통 음악을 ‘흥’의 음악에서 “정”과‘동’의 음악으로의 새로운 관점 제시

- 2016년 공연 주제 : 4개의 마당-향음, 시음, 화음, 여음으로 구성

- 2017년 공연 주제 : 인사이드 소울(INSIDE SOUL)

- 프로젝션 맵핑기술과 이중 레이어(2 layer)를 구성하는 홀로그램 매쉬를 활용한 입체 무대 기술 연출

- 모션 인식 장치인 퍼셉션 뉴런(Perception Neuron)과 유니티3D(Unity 3D)¹³⁸⁾ 연계를 통한 실시간 인터랙티브를 구현

- 사운드와 춤이 실시간으로 홀로그램 무대 영상에 반영됨

- 여러 차원의 공간을 한 무대에 표현함으로써 환상적 몰입감을 추구함

138) 유니티 코리아 : <https://unity3d.com/kr>

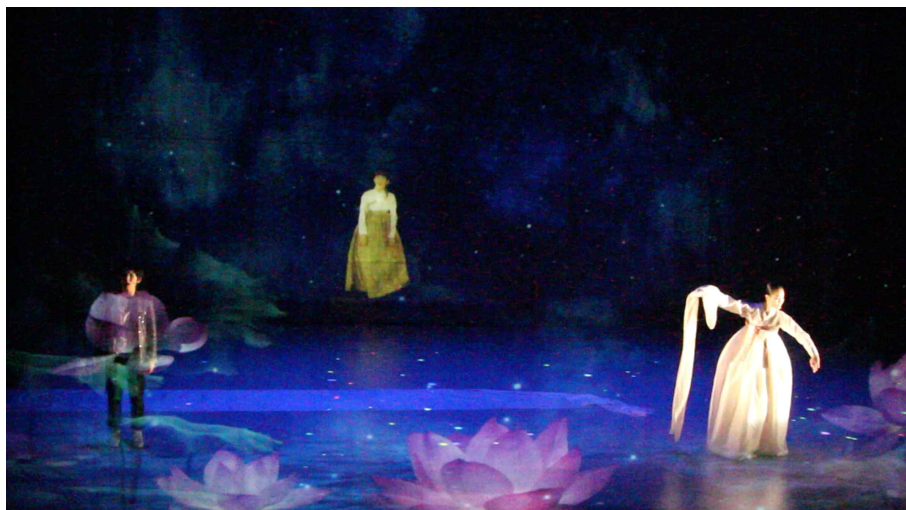


그림 172 홀로그램 매쉬를 무대 전면에 설치하여 여러 공간감을 형성,
유쾌한 아이디어 성수동공장 제공



그림 173 실시간으로 음향과 움직임을 반영하여 인터랙티브 영상 형성,
유쾌한 아이디어 성수동공장 제공

6. 공연영상기술

1) 해외

(1) 앙코르 둔황(Encore Dunhuang)¹³⁹⁾

- ☐ 적용기술 : 영상 통합 시스템(디즈가이즈사의 소프트웨어 : Designer, 하드웨어: 4×4 pro)
- ☐ 제작사 : 실크로드 국제 문화 박람회(Silk Road International Cultural Expo)
- ☐ 개발사 : 디즈가이즈(Disguise)
- ☐ 공연정보 :
 - 제작년도 : 2017년
 - 장소 : 아쿠아 블루 극장(Aqua blue theatre)
- ☐ 공연특징 :
 - 앙코르 둔황은 첫 번째 실크로드 국제 문화 박람회에서 초연한 공연으로 실크로드(Silk Road)에 관한 내용으로 2000년의 역사의 주요 순간과 등장인물로 공연을 구성
 - 공연 앙코르 둔황에서는 넓은 공연장을 영상으로 채우기 위해 대형 프로젝션 기술이 필요함
 - 따라서 디즈가이즈사의 미디어 서버 4×4pro와 소프트웨어 Designer를 사용하여 구현함
 - 실제 공연장을 3D 모델을 제작하여 소프트웨어 Designer를 통해 실제 공연 전 전체 프로덕션을 시뮬레이션 할 수 있음
 - 미디어 서버 4×4pro에 16개의 HD 출력이 가능하게 설치되어 있고 한대의 미디어 서버에 9대의 프로젝터를 안정적으로 제어 가능

139) www.disguise.one/en/showcases/theatre/encore-dunhuang



그림 174 <앙코르 둔황>의 공연장면 출처: 디즈가이즈 홈페이지

(2) 이도메네오(Idomeneo)

□ 적용기술 : 3D 프로젝션 매핑(3D projection Mapping)

□ 제작사 : 토르스텐 버거(Thorsten Burer)

□ 개발사 : 얼반 스크린(Urbanscreen), 극장 브레멘(Theatre Bremen)

□ 공연정보 :

- 제작년도 : 2011

- 장소 : 독일 극장 브레멘

□ 공연특징 :

- 공연 이도메네오는 볼프강 아마데우스 모차르트가 작곡 한 이탈리아어 오페라로 얼반스크린사와 토르스텐 버거사가 협력하여 공연을 구성¹⁴⁰⁾

- 보수적인 오페라 공연에 미디어 기술을 접목하여 세계적으로 이목을 받음

- 이도메네오는 무대 위에 구조물을 설치하고 라이브 공연으로 실시간으로 이펙트를 전송하여 구조물에 매핑

- 프로젝션 매핑 제작은 AV Stumpf¹⁴¹⁾의 콘텐츠제작, 재생, 매핑, 쇼 컨트롤에 대한 제어 및 상호장용이 가능한 Wings Visio 소프트웨어 사용

140) www.urbanscreen.com/idomeneo

141) www.avstumpf.com

하여 프로그래밍 되었으며, 미디어 엔진(media Engines)을 통해 재생됨

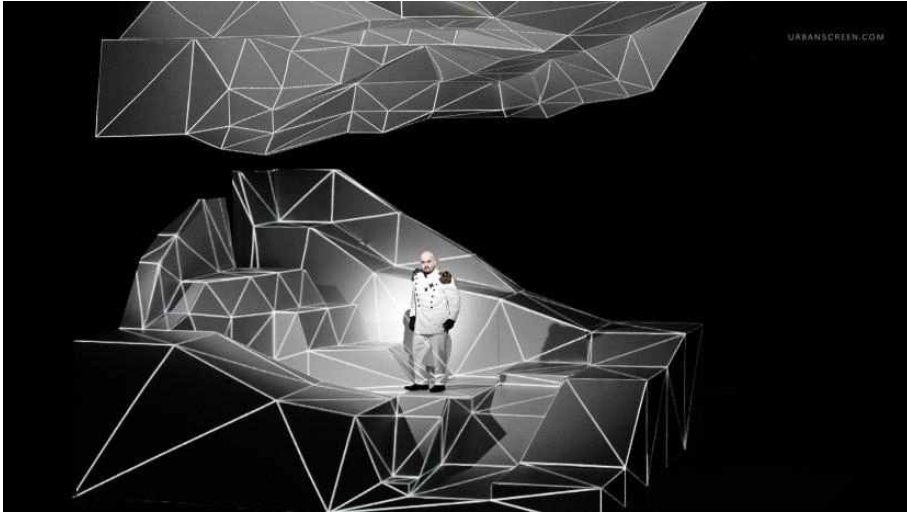


그림 175 무대에 프로젝션 매핑 출처: 일반스크린

2) 국내

(1) 2016 MAMA 엠넷 아시안 뮤직 어워드(M-net Asian Music Awards)

☐ 적용기술 : 프로젝션 매핑

☐ 제작사 : CJ E&M

☐ 개발사 : 닷밀

☐ 공연정보 :

- 제작년도 : 2016

- 장소 : 홍콩 아시아 월드 엑스포(Hong Kong Asia World-Expo)

☐ 공연특징 :

- 2016 MAMA는 아시아 음악 시상식으로 2016년의 콘셉트는 '커넥션 (Connection)'으로 기술과 감성이 연결되는 예술 공간으로 온라인과 오프라인을 연결해주는 소통의 음악공간이라는 주제의 공연으로 아시아의 다양한 가수들의 공연을 보여줌

- 2016 MAMA 공연에서는 결합이라는 콘셉트처럼 음악, 퍼포먼스, 다양한 디지털의 다양한 장르가 융합되어 관람자들에게 융복합 된 감각적인 공

연예술을 제공

- 공연에서는 무대에 세워진 구조물에 3D 프로젝션 매핑과 대형 LED 스크린을 이용하여 각각의 공연에 적합한 영상을 상영
- 360도 원형의 스크린에 프로젝션 매핑으로 영상을 투사하여 새로운 무대 공간을 표현



그림 176 2016 MAMA, 출처 : CJ E&M

(2) 투란도트(Turandot)

- ☐ 적용기술 : 3D 프로젝션 증강현실(3D projection AR)
- ☐ 제작사 : Co-Production, VINYL I, DIMF
- ☐ 개발사 : R&D, V-Lab of VINYL I, 숭실대학교 산학협력단
- ☐ 공연정보 :
 - 제작년도 : 2012
 - 장소 : 순회공연
- ☐ 공연 특징
 - 뮤지컬 ‘투란도트’는 오페라 투란도트를 현대적으로 재해석한 창작 판타

- 지 뮤지컬로 중국의 공주 투란도트가 청혼의 조건으로 수수께끼를 내걸자 페르시아의 칼리프 왕자가 도전하여 공주의 사랑을 쟁취하는 내용
- 국내 오페라 공연에서 처음으로 움직이는 배우의 의상에 프로젝션 매핑 기술을 도입하였고, 적통적인 오페라 공연에 첨단기술을 적용하여 공연에 적용 가능한 기술의 다양성을 보여주는 사례
 - 배우의 변화하는 정체성을 표현하기 위해 배우의 의상에 입체 영상이 실시간으로 투사하여 배우의 의상 텍스처를 변화시키는 기술을 적용
 - 적외선 카메라 기반의 프로젝션 매핑 시스템과 실시간 마스킹 기반 프로젝션 매핑 시스템을 적용하여 배우의 의상에 정확하게 상이 맺히고 배우의 움직임에 따라 프로젝션이 영상이 연동되어 움직임

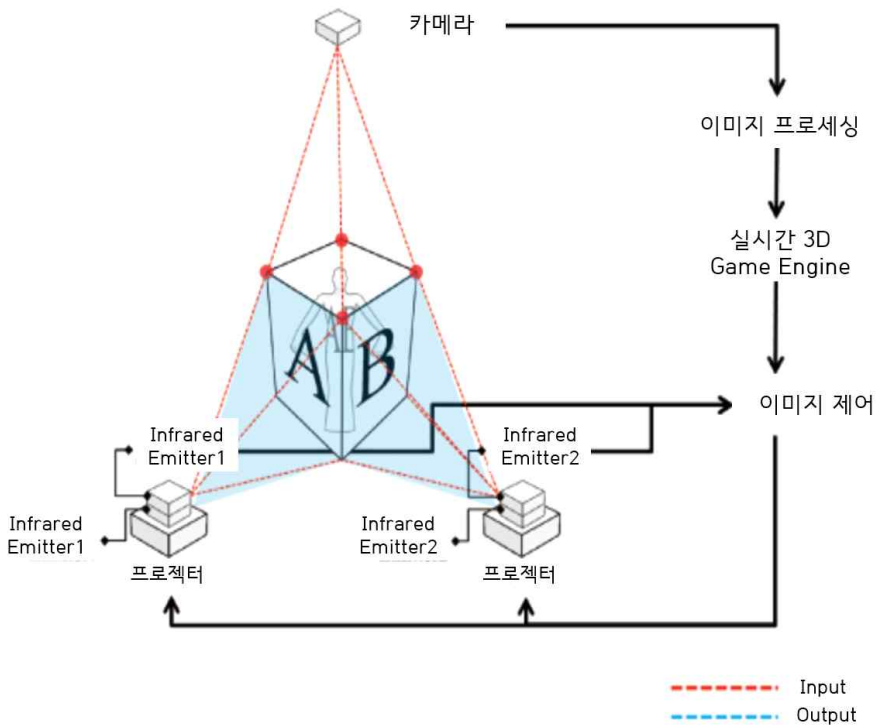


그림 177 배우의 의상에 프로젝션 매핑 기술 구현도 출처: Dynamic Projection Mapping Systeem For An Augmented Character In Performing Art 논문

- 기존의 프로젝션 매핑의 대상을 주로 무대 세트에 투사를 했다면 투란도트에서는 배우의 의상의 텍스처를 변화하는 방법으로 프로젝션 매핑을 도입하여 배우의 표현성을 확장¹⁴²⁾



그림 178 배우 의상에 프로젝션 매핑 출처: Dynamic Projection Mapping System For An Augmented Character In Performing Art 논문

(3) 마담 프리덤(Madame Freedom)

- ☐ 적용기술 : 프로젝션 매핑
- ☐ 제작사 : 와이맵(YMAP)
- ☐ 개발사 : 연출 및 안무 : 김효진, 예술감독 : 김형수
- ☐ 공연정보
 - 제작년도 : 2015
 - 장소 : 한국 서울 국립현대미술관
- ☐ 공연 특징
 - 마담 프리덤은 무용에 IT 기술과 영상을 결합한 융복합 미디어 퍼포먼스 공연
 - 한국의 가정주부의 열정과 일탈을 다룬 내용으로 구성

142) 이재운, 김연진, 김동호, 유연한 형태를 갖는 동적 객체 대상의 실시간 프로젝션 맵핑, 2014, HCI2014학술대회, pp. 187-190.

- 공연은 마담 프리덤의 방, 마담 프리덤의 카페, 마담 프리덤의 정원으로 구성되어 있고 4개의 벽면에 프로젝션 매핑기술로 영상을 투사하여 영상으로 배경을 변화시킴
- 마담 프리덤은 한국 전통춤인 태평무 춤사위와 현대무용 그리고 사교댄스가 자유 부인의 영화클립, 60년대 TV쇼 아카이빙 풋타지, 몰입형 영상무대 공간과 결합한 융복합 공연을 표현함¹⁴³⁾
- IOSONO(WFS: Wave Field Synthesis 기술을 기반으로 현장감과 실제 음원의 방향감을 극대화하는 3D사운드 솔루션), 실시간 다채널 편집기술, 영상, 조명, 음향 통합운행 기술로 구현¹⁴⁴⁾



그림 179 <마담 프리덤> 출처 : 국립현대미술관

143) www.sctoday.co.kr/news/articleView.html?idxno=22103

144) www.sctoday.co.kr/news/articleView.html?idxno=22103

7. 다이나믹 서피스

1) 해외

(1) 2016 레드 핫 칠리 페퍼스 콘서트(Red Hot Chili Peppers 2016 tour)

□ 적용기술 : 키네틱 라이팅(Kinetic Lighting), LED 스크린(LED Screen)

□ 제작사 : 레드 핫 칠리 페퍼스(Red Hot Chili Peppers)

□ 개발사 : 스캇 홀로더스(Scott Holthaus), 키네틱 라이트 (Kinetic-Lights)

□ 공연정보

- 제작년도 : 2016

- 장소 : 독일 베를린 메르세데스 벤츠 아레나(Mercedes-Benz Arena)

□ 공연 특징

- 레드 핫 칠리 페퍼스는 1983년 미국 캘리포니아에서 결성된 록 밴드로 2016년 베를린 메르세데스 벤츠 아레나에서 공연을 함

- 레드 핫 칠리 페퍼스의 콘서트에서는 키네틱 라이팅 기술과 LED 스크린의 디지털기술을 접목하여 기존의 영상방식을 접목했던 콘서트와 차별화는 두었음

- 공연장 천장에는 80m×20m 사이즈의 1200개 LED램프가 설치되어 있고 무대 위에는 LED 스크린이 설치되어있음. LED램프는 RGB 색상을 구현하고 제어 시스템 Followspot PRG를 개발하여 LED램프의 움직임을 컨트롤 함

- 밴드가 연주하는 곡의 분위기에 따라 LED램프의 색상과 움직임이 변화되고, 키네틱 라이팅 기술과 LED스크린으로 공연의 분위기를 고조 시키는 역할을 함¹⁴⁵⁾¹⁴⁶⁾

145) www.kinetic-lights.com/portfolio/constellation-denmark

146) www.youtube.com/watch?v=uDBtPiO2T78



그림 180 <2016 레드 핫 칠리 페퍼스 콘서트> 출처 : TAIT

(2) 2047 Apologue

- ☐ 적용기술 : 키네틱 라이팅
- ☐ 제작사 : 라이브 킹웨이 차이나(L!VE Kingway China)
- ☐ 개발사 : 연출 장이모(Zhang Yimou), White VOID, Musion 3D
- ☐ 공연정보 :
 - 제작년도 : 2016
 - 장소 : 중국 베이징 국립 공연 예술 센터
- ☐ 공연특징 :
 - 2047 Apologue 공연은 중국 민족 예술과 키네틱 라이팅의 첨단기술을 결합한 실험공연으로 주로 미디어아트에서 선보이던 키네틱 아트를 공연에 접목한 사례임
 - 과거와 현대 그리고 미래를 표현한 실험 공연
 - 무대 위 움직이는 키네틱 장치는 고대 중국 제직 기계와 640개의 LED전구로 제작되었고 공연에서는 무용수의 동작에 맞춰 LED 전구가 물결을 치며 움직임
 - 키네틱 라이팅의 섬세한 움직임과 명도의 변화, 소리의 변화는 모두 제

직 기계로 조작하여 움직임¹⁴⁷⁾

- 무용수의 움직임과 연결성 있게 키네틱 라이팅이 움직여 무용수의 움직임 표현이 극대화 되고 공연의 메시지 전달을 극대화시킴

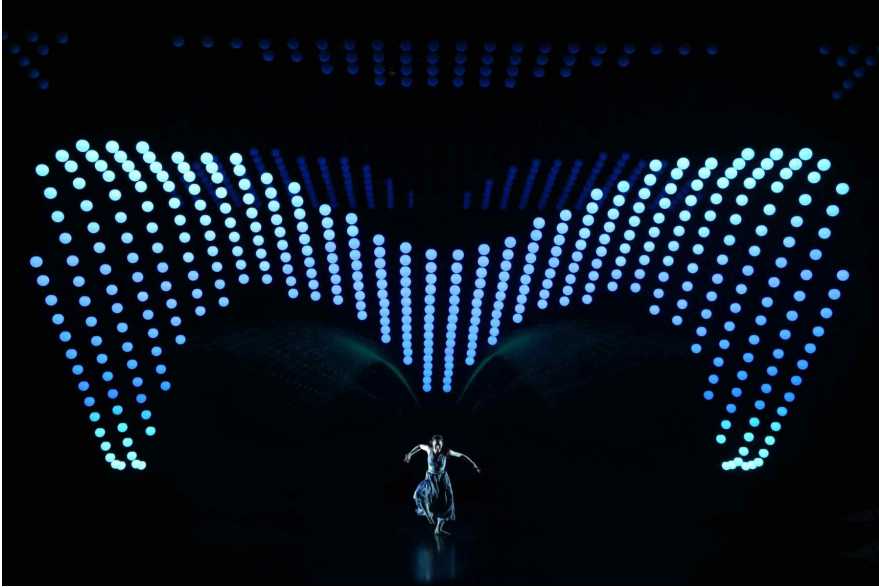


그림 181 <2047 Apologue> 출처 : Kinetic Lights

2) 국내

(1) 2015 MAMA 엠넷 아시안 뮤직 어워드(M-net Asian Music Awards)

☐ 적용기술 : 키네틱 라이팅

☐ 제작사 : CJ E&M

☐ 공연정보 :

- 제작년도 : 2015

- 장소 : 홍콩 아시아 월드 엑스포(Hong Kong Asia World-Expo)

☐ 공연 특징

- 2015 MAMA의 슬로건은 '테크아트(Tech+Art)로 기술과 예술이 결합되

147) www.kinetic-lights.com/portfolio/electric-sky-6

어 공연으로 표현됨

- 대규모 공연인 2015 MAMA는 기존에 시도하지 않았던 새로운 기술들을 도입하여 최첨단 기술과 예술이 결합된 화려한 무대연출을 구현함
- 2015 MAMA 공연에서 키네틱 LED 발광다이오드 조명이 수직으로 움직이며 다양한 형상으로 무대를 휘감아 공연자들의 퍼포먼스를 극대화시킴



그림 182 <2015 MAMA> 출처 : CJ E&M

IV. 미디어아트 사례

1. 키네틱 스컬처(Kinetic Sculpture)

- 키네틱 스컬처(Kinetic Sculpture)는 기계 또는 전기로 작동되는 구동부를 지닌 움직이는 조형물
- 예술과 디자인의 영역에서 움직임을 통해서 다양한 연출을 시도 중
- 오토마타(Automata), 마리오네트(Marionette), 키네틱아트(Kinetic art)와 같은 장르에서 시작된 움직임에 관한 연구는 현대의 기술을 만나서 건축, 전시 공간, 파사드 등에 광범위하게 적용되는 추세

1) 해외

(1) 애플 두바이 몰(Apple Dubai Mall)

- ☐ 형식 : 키네틱 파사드(Kinetic Facade)
- ☐ 위탁사 : 애플(Apple)
- ☐ 개발사 : 포스터/파트너스(Foster + Partners)¹⁴⁸⁾, WSP
- ☐ 제작년도 : 2017
- ☐ 공연특징 :
 - 발코니부분에 탄소섬유스크린(Solar Wings)을 설치하여, 낮에는 햇빛을 가려서 내부온도를 유지하고, 밤에는 오픈하여 전망을 감상 할 수 있도록 설계 및 제작¹⁴⁹⁾
 - 전통적인 마샤비야(mashrabiya)를 장식한 목재 스크린으로, 두바이 몰 2층에 위치한 56m길이의 전면테라스에 설치됨
 - 건물의 외형의 심미적 기능과 내부온도와 UX를 위한 기능적 요소를 겸비한 키네틱 파사드

148) www.fosterandpartners.com/projects/apple-dubai-mall

149) www.dezeen.com/2017/05/02/apple-dubai-mall-foster-partners-architecture-carbon-fibre-shop-united-arab-emirates



그림 183 탄소섬유를 이용한 목재스크린을 설치한 애플 두바이 몰

(2) 키네틱 레인(Kinetic Rain)

- ☐ 형식 : 키네틱 스컬처
- ☐ 위탁사 : 창이공항, 싱가포르
- ☐ 제작사 : Art+Com¹⁵⁰⁾
- ☐ 제조사 : MKT¹⁵¹⁾
- ☐ 제작년도 : 2012

- 키네틱 레인은 싱가포르의 창이공항에 설치된 작품으로 608개의 구리도

150) <https://artcom.de/> Art+Com은 아트와 커뮤니케이션, 리서치의 3개 부분으로 되어있으며, 1988년에 설립되어 운영되었으며, 뉴미디어 아트와 설치분야에서 중요한 스튜디오. 공동설립자인 요아킴 아우터는 1991년부터 베를린 예술대학교 교수이며, 2001년부터 UCLA에서 미디어디자인 및 아트교수로 재직 중. 각종 브랜딩, 전시, 박물관, 공간설계, 미디어설치 등의 전 영역에서 활동하며, 독자적인 작품 영역도 같이 지니고 있음.

151) www.mkt-ag.de/competences/kinetic-sculptures/changi-airport-kinetic-rain-2012-english

금 알루미늄과 제어장치로 구성¹⁵²⁾

- 75평방미터, 7.3미터의 높이를 가지고 있으며, 약 15분의 애니메이션을 지니고 있음
- 각 비 구슬은 개별적으로 컴퓨터에 의해 제어되는 모터에 연결 작동됨
- 2008년도에 BMW전시관에 설치된 키네틱 스컬처¹⁵³⁾의 후속작품으로, 빠르고 정교한 구동부와 컴퓨터기반 시스템으로 다양한 형태와 애니메이션을 표현함



그림 184 싱가포르 창이 공항에 설치된 <키네틱 레인>

2) 국내

(1) 여수엑스포 테마 파빌리온(Theme Pavilion Expo)

- ☐ 형식 : 키네틱 파사드(Kinetic Facade)
- ☐ 위탁사 : 여수엑스포 조직위원회2012
- ☐ 개발사 : 소마 합작회사(soma¹⁵⁴⁾ ZT GmbH¹⁵⁵⁾

152) https://en.wikipedia.org/wiki/Kinetic_Rain

153) <https://artcom.de/project/kinetische-skulptur>

154) 소마는 4명의 파트너로 2007에 설립된 오스트리아 회사. 건축물에 대한 지속적인 탐구와 실험분야로 삼고 있으며, 디지털디자인과 지오메트리에 관한 학술연구와 구현에 이르기까지 다양한 분야를 아우르고 있음. 2010년 베니스건축비엔날레 등을 수상함. 리처드 서스테만의 소마미학에서 이름을 따옴.

□ 제작년도 : 2012

□ 공연특징 :

- 여수 엑스포 박람회 주제관, “The Living Ocean and Coast”를 다양하게 표현하고 획기적으로 구현함
- 유리섬유를 여러 장 겹쳐서 만든 판넬을 유압실린더로 밀어 올려서 형태를 만드는 방식



그림 185 여수엑스포 <테마파빌리온> (위) 닫힌 형태, (아래) 열린 형태

155) www.soma-architecture.com/index.php?page=theme_pavilion&parent=2

(2) 레인룸(Rain Room)¹⁵⁶⁾

- 형식 : 위치기반 환경맵핑(Position based Environment Mapping)
- 제작 : 랜덤 인터네셔널(Random International)¹⁵⁷⁾
- 지원 : 현대자동차
- 제작년도 : 2012
- 공연특징 :
 - 레인룸은 비가 많이 내리는 환경을 묘사하고 있는 공간이다. 관객은 빗 소리가 가득한 공간에 입장하여 내리는 비와 소리를 들을 수 있지만, 비를 맞지는 않음
 - 관객의 위치를 실시간으로 받아서 관객의 위치만 비가 내리지 않게 함
 - 본래 자연의 무작위성, 그 안에서의 일정한 패턴성 등을 주로 표현하는 그룹임
 - 수천 개의 솔레노이드 밸브를 이용한 빗물 생성과 수질관리시스템, 사용자추적 시스템 등으로 구성됨¹⁵⁸⁾
 - 뉴욕현대미술관(MoMa)¹⁵⁹⁾, 바비칸(Barbican)¹⁶⁰⁾, LA현대미술관(LACMA)¹⁶¹⁾ 등에서 전시

156) <https://random-international.com/work/rainroom/>

157) <https://random-international.com/> 랜덤인터네셔널은 2005년에 설립된 스튜디오로 과학과 기술을 사용하여 기계가 주도하는 세상에서 인간의 경험에 의문을 제기하고 도전하며 자연현상을 탐구하여 새로운 경험을 만드는 것을 목표로 함. 최근에는 건축적 규모의 조형과 설치로 진화하여 왔음.

158)

www.dezeen.com/2012/10/04/rain-room-by-random-international-at-the-barbican

159) www.moma.org/calendar/exhibitions/1352

160) www.barbican.org.uk/rain-room-random-international

161) www.lacma.org/rainroom#about



그림 186 <레인룸> 출처 : 헤럴드 경제

2. 다이나믹 디스플레이(Dynamic Display)

- 다이나믹 디스플레이는 기존의 LCD, CRT등의 디스플레이가 지닌 픽셀(Pixel)의 개념을 확장시킨 디스플레이로, RGB를 표현하는 픽셀에 깊이 값을 더하거나, 색상표현방식을 기계적으로 구현하는 등의 방식으로 광고, 전시, 건축물에 적용되고 있음

1) 해외

(1) 메가 페이스(Mega Face)

- ☐ 형식 : 핀 방식
- ☐ 위탁사: 메가폰(Megafon)
- ☐ 제작사 : 아시프 칸(Asif Khan)
- ☐ 제작년도 : 2014
- ☐ 공연특징 :
 - 메가 페이스는 소치 올림픽의 메가폰 홍보를 위해 소치 동계 올림픽 공원에 설치된 대형 디스플레이
 - 메가페이스는 18×8m 사이즈로 11,000개의 액츄에이터로 구성되어 있으며 최대 2m까지 확장 가능하고 액츄에이터 상단에 LED 램프를 부착된 형태¹⁶²⁾
 - “Create Your Own Olympic History”라는 콘셉트의 캠페인을 진행하였고, 3D 사진 부스에 들어간 관람객의 얼굴을 3D 스캔 후 촬영하고 촬영 사진은 제어 데이터로 변환되어 액츄에이터로 전송됨. 이 데이터를 통해 실시간으로 액츄에이터가 앞뒤로 움직이며 관람객의 얼굴을 입체적으로 구현함

162)

www.iart.ch/en/-/die-kinetische-fassade-des-megafaces-pavillons-olympische-winterspiele-2014-in-sotschi



그림 187 3D 스캔된 관람객의 얼굴을 <메가 페이스>로 구현
출처: Hufton + Crow

(2) 클라우드(Cloud)¹⁶³⁾

- ☐ 형식 : 플립방식
- ☐ 제작사 : 트로이카(Troika)¹⁶⁴⁾
- ☐ 제작년도 : 2008
- ☐ 공연특징 :

- Flip-disk display는 과거 70년대 공공시설의 대형전광판 등으로 사용되던 기술이었음. 영국 히드로 공항에 영구전시목적으로 제작되었으며, 과거의 기술을 현대의 기술로 재조명하여 5m 정도의 디지털 조각으로 만들어 전시

163) www.troika.uk.com/project/cloud/

164) 트로이카는 RCA출신 3인이 2003년에 결성한 현대미술 그룹으로, 지각과 공간 경험에 중점을 두고 작업하고 있으며, 빅토리아 알버트 미술관, 시카고 미술관, MoMA 등에 소장되었다. 2010년에는 상하이 엑스포를 위해서 헤더웍 스튜디오에서 현장설치물을 제작하였고, 2014년에는 아트바젤에서 'Dark Matter'를 발표함.

- 트로이카는 4638개의 Flip dot을 제작하고, 구동소프트웨어도 디지털 그래픽방식으로 개발하여 적용
- 작동구조는 양면으로 다른 색상이 있는 회전판이 전자석에 의해서 회전하면서 작동



그림 188 트로이카 <Cloud> 출처 : Troika 홈페이지

(3) 우든 미러(Wooden Mirror)

- ☐ 형식 : 플립 방식
- ☐ 제작사 : 다니엘 로진(Daniel Rozin)
- ☐ 제작년도 : 1999
- ☐ 공연특징 :
 - 다니엘 로진 작품은 작은 나뭇조각들을 연결하여 작품 ‘우든 미러’라는 하나의 디스플레이를 제작함
 - 이 작품은 관람객이 작품 앞에 서면 디스플레이 상단에 설치된 소형카메라와 연동되어 모터에 부착된 나뭇조각들이 움직여 나뭇조각들 음양각의 변화에 따라 관람객의 형상이 표현됨



그림 189 관람객의 형상을 구현하는 작품 <우든 미러>,
출처 : 다이엘 로진 홈페이지

2) 국내

(1) 카멜레온 서페이스(Chameleon Surface)

- ☐ 형식 : 핀방식, 프로젝션 맵핑
- ☐ 제작 : 서경대학교, 한국생산기술연구원, 유잠 스튜디오
- ☐ 제작년도 : 2016~2018
- ☐ 공연특징 :
 - 카멜레온 서페이스는 약 400개 이상의 선형 액츄에이터를 사용하여 부조와 같은 형태의 입체면을 만들어내는 방식으로, Pin Screen에서 진화된 형태로 독자적인 스킨도 가지고 있음. 스킨 위에 다수의 프로젝터를 통해서 곡면에 투사가 가능하며, 이를 통해서 깊이감과 입체적 영상효과도 표현할 수 있음¹⁶⁵⁾

- 고속통신과 안정적 통신프로토콜 사용으로 다양한 전시환경에 대응하고 있으며, 통합관리 소프트웨어도 자체개발
- 다채널 프로젝션 맵핑을 위한 엷지블랜딩 기술, 실시간 영상과 키네틱 서페이스간의 1:1 맵핑, 키네틱 서페이스 액추에이터의 고속 움직임 등을 구현¹⁶⁶⁾

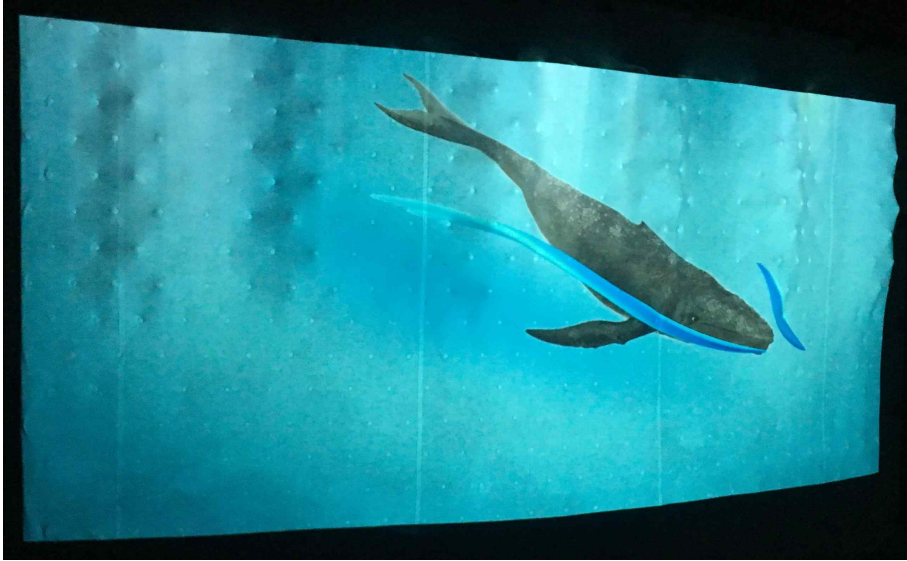


그림 190 카멜레온 서페이스 시연장면 출처 : 한국생산기술연구소

(2) 디자인(Design)

- ☐ 형식 : 핀방식
- ☐ 제작사 : 현대자동차
- ☐ 제작년도 : 2017
- ☐ 공연특징 :
 - 현대 모터스 스튜디오 고양에 전시된 Design은 ‘움직임을 디자인하다’라

165) 홍성대, 동적 실물영상투사 카멜레온(다변) 멀티 서퍼트 콘텐츠 연구, 디지털콘텐츠학회 Vol.18, No1, pp. 123-132, feb, 2017.

166) Eun-Seo Song, Hyung Gi Kim, Sung-Dae Hong, A Study on Implementation of Multi-Screen Projection Mapping Technique for Projection Mapping on Curve Surfaces, ICICT2017, p. 251.

는 콘셉트로 현대자동차의 디자인은 세상에 존재하는 모든 움직임으로부터 영감을 얻는다는 뜻을 가지고 있음

- 전시장 바닥에 설치된 1,411개의 키네틱 폴이 바닥에서부터 유연하게 움직여 자연에서부터 자동차의 다양한 형상을 구현함

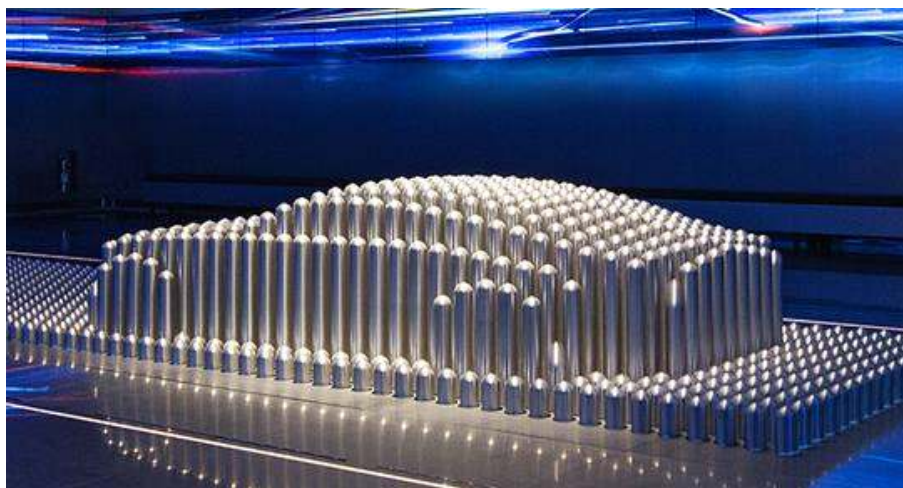
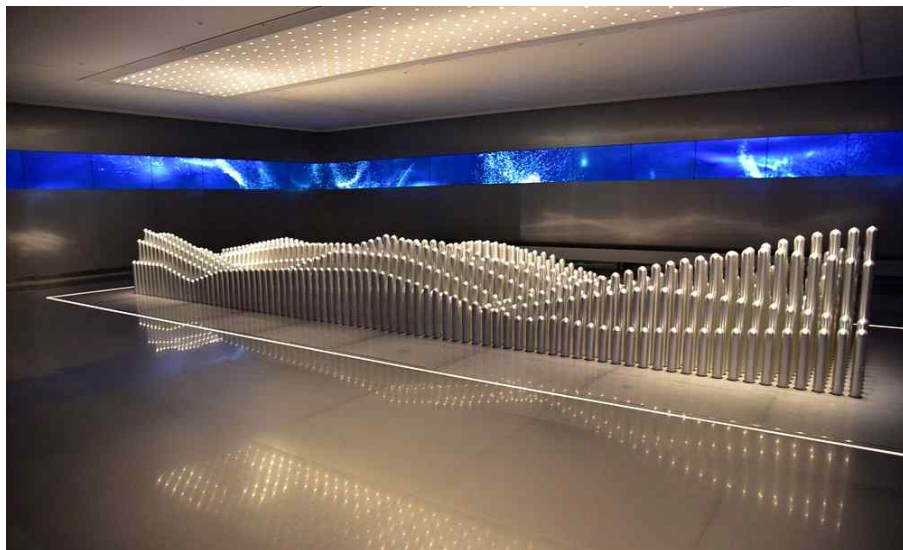


그림 192 현대 모터스 스튜디오에 설치된 <Design>
출처 : 현대 모터스 스튜디오 고양 홈페이지

(3) 하이퍼 매트릭스(Hyper-Matrix)¹⁶⁷⁾

□ 형식 : 핀방식, 프로젝션 맵핑

□ 위탁사 : 현대자동차

□ 개발사 : 전파상¹⁶⁸⁾

- 감독 : 목진요

□ 제작년도 : 2012

□ 공연특징 :

- 높이 10미터의 3면의 벽에 3,375개의 32cm×32cm의 흰색 상자가 최대 32cm돌출하며 이미지를 만들어내는 키네틱 월(kinetic wall)

- 여수엑스포 현대자동차 그룹관 내부파사드에 설치됨

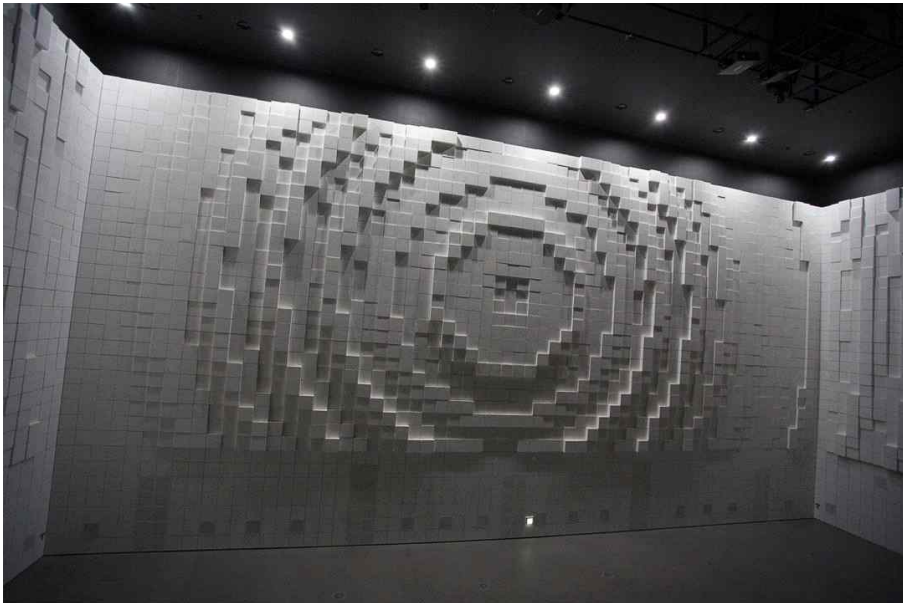


그림 193 그림퍼 매트릭스, 출처 : Attribution

167) <https://vimeo.com/46857169>

168) <http://jonpasang.com>

전파상은 목진요 작가를 비롯한 박열, 안숙현 작가 등이 포함된 미디어아티스트 콜렉티브로 강남역의 브릴리언트 큐브(2013), 명동 신세계백화점의 노블 모노(2010)등의 대표작을 지닌 그룹.

3. 3D 프로젝션 매핑(3D Projection Mapping)

- 3D프로젝션 매핑은 단순히 물체에 영상을 투사하는 것이 아니라, 투사되는 대상을 3D 모델링을 통해서 구현하고, 3D 텍스처를 투사체에 투영하는 방법
- 2D프로젝션 매핑과 3D프로젝션 매핑은 시각적 착시 효과에서 큰 차이를 나타내며, 정교함과 몰입감이 다름

1) 해외

(1) 오사카성 3D매핑 슈퍼 일루전(Osaka Castle 3D Mapping Super Illumination)

- ☐ 형식 : 3D 프로젝션 매핑
- ☐ 위탁사 : 오사카 관광청(Osaka Government Tourism)
- ☐ 개발사 : 미디어 엔 매세¹⁶⁹⁾
- ☐ 제작년도 : 2013~2014
- ☐ 공연특징 :
 - 일본의 오사카성에 3D 프로젝션 맵핑하여 페스티벌 진행
 - 오사카 성의 5층 성곽에 12대의 프로젝터를 사용하여 3D이미지 투사¹⁷⁰⁾



그림 194 오사카성 3D매핑 <슈퍼 일루전> 출처: BATTERA

169) <http://mediaenmesse.com> 국내회사로 다양한 프로젝션 맵핑 콘텐츠를 보유하고 있으며, 영상시스템구축도 같이 진행함. 3D프로젝션 맵핑콘텐츠는 오사카성, 중국 취안저우, 에버랜드, 백제문화제, 일본 하우스텐보스, 2013 서울모터쇼 등 다수의 브랜딩과 쇼에 적용되었다.

170) http://japan-magazine.jnto.go.jp/en/1312_advanced_illumination.html

(2) 이노리(INORI(Prayer))

- ☐ 형식 : 3D 프로젝션 매핑
- ☐ 제작사: AYABAMBI, Ishikawa Watanabe Lab,TOKYO, Nobumichi Asai (WOW)
- ☐ 제작년도 : 2017
- ☐ 공연특징 :
 - 리얼 타임 페이스 프로젝션 매핑
 - Nobumichi Asai는 실시간으로 움직이는 퍼포머의 얼굴에 프로젝션 매핑을 하기 위해 실시간으로 얼굴 트래킹 기술과 프로젝션 매핑기술을 융합하여 INORI를 제작
 - 움직이는 얼굴 프로젝션 프로젝트 매핑을 구현하기 위해 1000fps 프로젝터를 사용



그림 195 <INORI> 출처: Nobumichi¹⁷¹⁾

2) 국내

(1) 라이트 베리어 3차 에디션(Light Barrier THIRD EDITION)

- ☐ 형식 : 3D 라이트 맵핑 (3D Light Mapping)
- ☐ 위탁사 : 아시아문화전당
- ☐ 개발사 : 김치앤칩스(Kimchi and Chips)¹⁷²⁾
- ☐ 제작년도 : 2016

171) www.nobumichiasai.com/post/158994688527/inori-prayer-2017329

172) www.kimchiandchips.com/#lightbarrierthirdedition 김치앤칩스는 손미미와 엘리엇우즈, 2인으로 2009년 구성된 미디어아트그룹으로 그동안 다양한 프로젝트와 작품을 발표해 왔다. 프로젝션 맵핑을 이용한 LINK(2010), 라인 프로젝션 맵핑을 사용한 LITESCapes(2008)등의 작품이 있음.

□ 공연특징 :

- 8대의 대형건축물용 프로젝터의 이미지가 630개의 오목거울을 통해서 반사됨. 총 630대의 프로젝터와 같은 효과로 포그가 채워진 공간에 16,000,000픽셀을 라이트빔이 채움으로 입체영상을 만들어 냄
- 40 채널의 오디오를 통해서 투영된 이미지형상을 응축하는 도움이 되는 환경을 구축
- 오픈소스 그래픽툴킷인 'rulr'¹⁷³⁾를 사용함

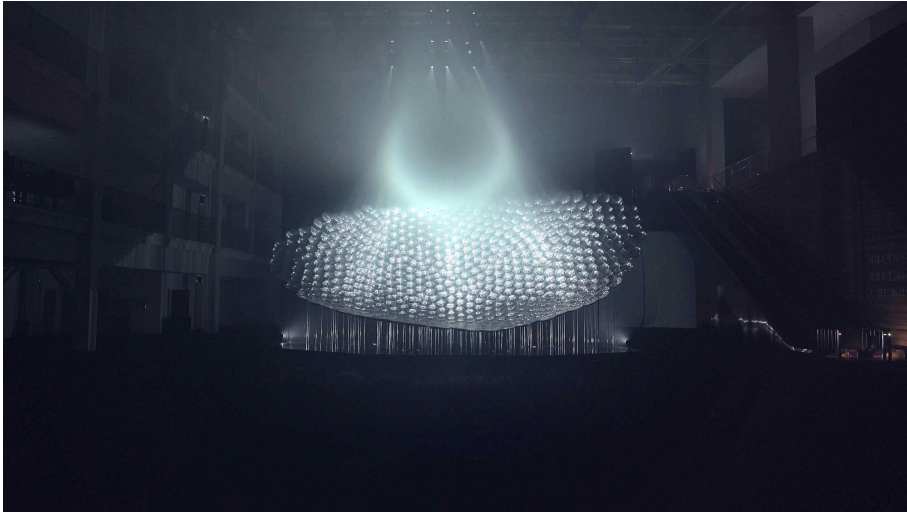


그림 196 <라이트 베리어 3차 에디션>

(2) 플루이드(Fluidic)¹⁷⁴⁾의 스컬프처 인 모션 레이저

- 형식 : 레이저 프로젝션 매핑(Laser Projection Mapping)
- 위탁사 : 현대자동차
- 개발사 : 화이트보이드(WHITEvoid)¹⁷⁵⁾

173) <http://rulr.xyz/rulr>은 김치앤칩스가 개발한 오픈소스 그래픽 툴킷으로 광학 장치를 사용한 미디어아트 작품을 위한 물리적 세계와 시스템상의 정렬을 위한 좌표보정라이브러리

174) http://www.whitevoid.com/#/main/art_technology/fluidic/fluidic_description2

175) 2004년도 베를린에서 크리스토퍼 바우더에 의해 설립. 현재는 키네틱 라이팅

□ 제작년도 : 2013

□ 공연특징 :

- 8대의 레이저프로젝터를 사용하여 매달린 12,000개의 흰 구슬에 프로젝션 매핑을 함
- BLIZZARD¹⁷⁶⁾란 레이저 프로젝터와 3d 스캐너를 사용하여 다이내믹 포인트 클라우드(dynamic point cloud)방식을 구현함
- 원격인광체를 사용하여 레이저에 노출되면 노출된 부위가 빛이 나는 것처럼 밝게 빛나는 원리를 응용함¹⁷⁷⁾



그림 197 디자인워크에서 공개된 플루이딕의 스컬프처 인 모션레이저
출처 : 현대 모터 그룹

이 주력상품이며, 와이어를 이용한 움직이는 다수의 조명오브제가 무대를 장식하는 형태를 가지고 있다. 이외에도 건축, 예술분야에서도 다양한 활동을 하고 있으며 공간을 이용한 형태과 뉴미디어를 이용한 새로운 접근을 선보이고 있음.

176) www.laseranimation.com/kr/products/blizzard-basic

177)

www.slideshare.net/PetteriTeikariPhD/laserbased-general-white-light-lighting

V. 결론

1. 기술 사례 분석을 통한 시사점

1) 연구의 필요성

- ☐ 해외기술 발전에 따른 무대자동화와 첨단화가 지속적으로 변화하고 있음. 특히 AI와의 결합 등으로 지능형 무대자동화가 이루어짐
- ☐ 국내기술은 해외기술을 벤치마킹하는 수준으로 정체 또는 일부 개발이 되고 있으나 미비하다고 판단됨
- ☐ 일부 연구소와 특화된 기업에서 개발하고 있으나 예산과 기술력, 인력 부족에 의하여 원활한 무대자동화 기술이 발생되지 못하는 제약점이 있는 것으로 인터뷰 결과 알게 됨
- ☐ 이에 따라 국내의 첨단무대자동화기술 역시 진일보된 형태를 갖추기 위하여 꾸준한 연구가 필요함
- ☐ 또한 정부차원의 지원 사업이 더욱 다양화 구체화 되어야 함

2) 연구의 사례 적용

- ☐ 각 분야에서 사용되고 있는 기술의 정의와 분류, 역사를 살펴보면 사실상 공연 분야에서의 기술보다는 타 분야에서 연구 개발 된 기술을 적용시킨 사례를 많이 찾아 볼 수 있음
- ☐ 다양한 분야에서는 기술 연구를 더욱 공연와 전시, 포괄적 예술 분야에 적용 시킬 수 있도록 많은 기술이 오픈되어 있어야 함
- ☐ 특히 예술종사자뿐만 아니라 기술을 매개하는 역할을 하는 모더레이터, 퍼실리테이터의 역할이 향후 기술을 적용하는 데에 있어서 매우 중요할 것으로 판단 함
- ☐ 하지만 아직까지 기술과 예술 분야를 매개하는 특정한 역할 혹은 직업이 없으므로 정부차원의 융성이 필요할 것으로 판단 함
- ☐ 지원 사업의 종류 중에서 해외 기술을 배우거나 국내로 적용시킬 수 있는 내용이 포함되어야 하겠음
- ☐ 특히 미디어아트 분야에 적용되는 첨단기술은 접근성이 낮고 어려운 기술로 알려져 국내에서 구현하려면 어떠한 방법을 취할 수 있는지에 대

한 매뉴얼이 전혀 생성되어 있지 않음

- ☐ 이를 위한 네트워크가 필요할 것으로 판단 함
- ☐ 더불어 기술이 접목된 사례로서의 연구가 꾸준히 이루어져야 함
- ☐ 예를 들면, 기술 분류에 따른 연구 내용물 정리 등이 이에 해당함
- ☐ 공연을 실제로 만드는 사람들에게 유용한 연구서 및 보고서가 필요함.
언제든지 참조할 수 있는 형식의 연구 내용이어야 할 것임

2. 융복합 공연 사례 분석을 통한 시사점

1) 드론

- ☐ 해외 융복합 공연은 관객 니즈에 따라서 확장된 형식으로 나타나고 있음. 특히 융복합 기술접목에 따른 차별화 전략으로 독보적인 랜드마크의 공연 형식을 띄는 것이 특징임
- ☐ 그러나 국내 창작공연에는 예산과 제반 기술 및 시설이 미비하여 일부 적용은 하고 있으나 완성되지 못한 공연의 형식으로 나타남
- ☐ 그 예로 드론을 활용한 공연의 사례를 들 수 있음. 국내 드론 사례 분석이 거의 없는 것과 일맥상통함
- ☐ 해외에서는 몇 년 전부터 실내외를 활용하는 드론 공연, 군무 등이 테스트베드에 오르고 하나의 예술 장르로 자리 잡고 있음
- ☐ 더불어 소니(SONY)와 같은 해외의 유명 기술 브랜드들 역시 드론의 향후 산업적, 예술적 활용을 대비하는 수많은 프로젝트를 진행하고 있음
- ☐ 구체적인 예로 소니는 2020년에 열릴 도쿄 올림픽의 개막 공연에 수많은 드론을 활용한 군무를 펼칠 예정이며 이에 그치지 않고 드론이 관광객들을 안내할 수 있는 기술을 연구 개발 중임
- ☐ 그러나 국내에서의 드론 활용은 아주 미비한 실정임. 특히 첨단 공연에 대한 니즈로 요즘 많은 주목을 받고 있는 드론을 사용하고 싶어하지만 비행법 등의 저촉에 의해 국내에서는 드론에 대한 활용이 활발히 일어나고 있지 않음
- ☐ 드론 기술자와 예술 감독 간의 소통이 어려우며 드론이 전체 공연에서 해야 하는 역할이 명확하게 나오지 않는 부분도 상당한 이유가 됨
- ☐ 그러나 무엇보다도 활용 방법과 매커니즘이 발전하기 위해서는 다양한

접목 사례를 만들어야 함

- ☐ 실내 극장에서 드론의 사용이 제한되는 만큼 이 부분에 대한 해결책 연구가 필요할 것으로 판단 함
- ☐ 더불어 실외에서 행해지는 큰 규모의 드론쇼에 대한 적극적인 투자가 필요함

2) 로봇

- ☐ 로봇 공연은 로봇의 비약적인 발전에 따라 한동안 붐이 일어날 만큼 큰 각광을 받았음
- ☐ 현재 인공지능 로봇의 개발에 따라 스스로 작곡하고 연주하는, 스스로 극을 쓰는 로봇의 등장으로 공연의 흐름을 바꿔 놓을 수 있을 것으로 전문가들은 예견함
- ☐ 이에 따라 인간의 고유 영역이라 여겨왔던 예술의 영역이 어떻게 변화해 나갈지에 대한 심도 있는 인문학적 고찰이 필요함
- ☐ 그러나 무엇보다도 기술적 발전에 따른 기술 아카이빙이 전문적이고 체계적으로 이루어져야 함
- ☐ 저-기술(LOW-TECH)부터 고-기술(HIGH-TECH)까지 가치의 경중이 아닌 예술과의 접목 지점을 파악하는 것이 지속적으로 이루어져야 함
- ☐ 국내 로봇 공연 제작, 개발사들은 현재 기술의 속도에 밀려 좌절감을 드러내고 있는 실정
- ☐ 또한 아직까지 관객에게 로봇공연이 메가톤급 흥행을 거두지 못하고 있는 것도 지속적 개발과 시연에 한계점으로 다가옴
- ☐ 게다가 개인 예술가들이 로봇을 활용한 예는 찾아볼 수 없듯이 접근성이 매우 낮음. 회사나 정부 차원의 개발만이 간헐적으로 이루어지고 있으나 예술가들에게 그 혜택이 도달하기에는 많이 미흡함
- ☐ 현재 국내의 로봇 기술 중에서는 애니메이션과 와이어 플라잉, 무대 자동화 기술들이 융합된 형태의 공연에 큰 기대를 해 볼 수 있음
- ☐ 많은 연구가 이루어졌으며 2014 아시안게임, 메가 콘서트 등에서 그 실효성을 입증 받았다고 판단 함
- ☐ 앞으로 훌륭한 스토리텔링의 콘텐츠와 접목이 된다면, <반지의 제왕> 못지않은 미래형 공연이 탄생할 수 있을 것으로 기대함

3) 와이어 플라잉

- ☐ 해외 기술의 유입과 국내 기술의 꾸준한 발전을 통하여 뮤지컬, 공연, 서커스, 메가이벤트, 촬영캠으로의 활용이 매우 다양해짐
- ☐ 특히 4축지지 시스템의 구축 이후 움직임이 더욱 자유로워진 와이어 플라잉 기술은 매우 돋보임
- ☐ 애니매트로닉스, 스마트 스테이지와의 복합적 사용을 통해 다양한 문화 예술 장르에서의 활용이 매우 기대됨
- ☐ 최근 날타팩토리과 같은 회사의 사업을 보면 VR콘텐츠에 접목하는 것이 대세임을 알 수 있음. 번지 점프 등의 익스트림 스포츠 체험을 HMD와 함께 와이어 플라잉으로 구현함으로써 그 실감성이 배가됨
- ☐ 최근 삼성, 인터파크 등의 기업에서도 이러한 기술들이 복합적으로 적용된 VR 테마파크를 구현 중에 있음
- ☐ 또한 서울문화재단의 거리예술의 활성화 정책에 따라 해외의 실외 서커스 퍼포먼스들이 국내로 유입된 지 오래 되었고 최근에는 국내 기술로만 이러한 예술 퍼포먼스들이 와이어 플라잉 기술을 중심으로 구현되고 있음
- ☐ 사례에서 보았듯 LED 웨어러블과 프로젝션 맵핑 등의 영상 구현 기술과 함께 선보임으로써 좀 더 대중적인 호응을 얻으며 꾸준히 성장하는 중
- ☐ 다만, 이러한 와이어 플라잉 기술이 많은 연구를 목적으로 하는 다양한 기업들과 연구자들이 존재하지 않는 점이 아쉬움

4) 스마트 스테이지

- ☐ 스마트 스테이지의 연구는 해외 기술의 영향을 많이 받았으며, 주로 한국생산기술연구원에서 많은 연구들이 있었음
- ☐ 기존에는 스마트 스테이지의 구현이 제한적이었기 때문에 화려한 영상 기술에 그 비중을 많이 두었었고 대중들은 그러한 영상 기술이 식상하다고 느끼게 되었음. 그러나 최근 스마트 스테이지의 등장과 활용으로 무대 장치는 더욱 풍성해지고 이야기의 표현이 매우 세련되어 짐
- ☐ 특히 무대가 이동함으로써 장면과 장면 사이의 연결이 매우 자연스러워지고 무대 위 배우들이 좀 더 여유로와 지게 된 계기가 됨

- 스마트 스테이지는 꾸준한 발전을 이루다가 최근에 와서는 좌우, 상하를 자유롭게 움직일 수 있으며 높이 올라간 상태에서 수평이동을 이룰 때에도 안전하게 움직일 수 있는 안정성을 확보하게 된 것이 스마트 스테이지의 고무적 발전이라 일컬을 수 있음
- 파편적으로 기능이 따로 존재하던 스마트 스테이지가 합쳐지면서 최근 이를 ‘복합 스마트 스테이지’라 명명하고 있음
- 이는 정부의 지원 사업과 산-학-연의 지속적인 연구를 바탕으로 하고 있음
- 최근 대형 뮤지컬 공연에서는 실제 스마트 스테이지의 사용이 두드러지고 있음
- 이를 통해 좀 더 리드미컬하고 역동적인 연출을 구현함으로써 뮤지컬의 저변인구가 더욱 확대될 수 있음
- 그러나 아직 대형무대가 아닌 소형무대, 소형 공연에서의 스마트 스테이지의 사용은 시도된 적이 없으며 예산상의 이유로 소형공연 제작자들은 엄두를 내고 있지 못함
- 스마트 스테이지의 다음 단계는 발전된 기술에도 그 목표점이 있겠으나 확대와 보급으로의 방향성이 함께 설정되어야 함
- 더불어 예술 장르에서도, 예를 들면, 퍼포먼스나 미디어아트와 같은 장르에서도 두드러진 활용을 기대해 볼 수 있어야 함

5) 홀로그램

- 홀로그램 기술은 그 역사가 매우 길고 다양하게 활용이 되어 일상생활에서도 쉽게 찾아 볼 수 있는 매개체임
- 공연에서의 홀로그램은 2010년도 이후 그 연구와 발전이 지속됨
- 홀로그램 공연은 주목 받는 데에 비해 제작비용이 많고 공연이 지속적으로 이루어지기 어렵다는 단점을 극복해야하는 국면을 맞이하고 있음
- 홀로그램 공연과 상설 설치는 그 훌륭함에도 불구하고 비용 대비 수요 측면에서 좋은 평가를 얻지 못하고 있음
- 하지만 공연의 복제 측면, 영상 기술의 환상성 배가 측면, 무대의 실험적 구현의 측면 등 여러 가지 관점에서 여전히 새롭고 다양한 시도가 가능함으로 미래를 긍정적으로 예측해 볼 수 있음

- 또한 한류와 K-POP과의 접목을 통해서 동시 다발적인 메가 콘서트와 시상식 등이 가능해지고 이에 따른 경제적 효과가 매우 클 것으로 기대함
- 그러나 예술성이 강한 공연이나 전시에서는 제작비용에 따른 시도의 어려움이 있으며, 홀로그램 전문가가 아직은 숫자가 매우 부족함으로 그 시도가 미미함
- 그런 와중에서도 작은 기업들의 홀로그램 소재 개발, 3D 홀로그램 영상 연구 개발, 장르 융복합 공연에서의 홀로그램의 활용 시도 등 고무적인 현상이 많이 있음
- 김덕수 사물놀이를 홀로그램 공연으로 승화시킨 디스트릭트는 홀로그램 뿐만 아니라 이에 조응하는 영상 기법과 공연 효과를 연구 개발하였음
- 국내 대다수의 홀로그램 공연 소재를 개발한 홀로티브 글로벌은 국내 콘텐츠 개발의 경험을 마중물 삼아 국제적 진출을 활발히 진행함
- K-LIVE 내의 홀로그램 공연을 진행했던 홀로그래미카 역시 홀로그램 공연에 한 획을 그었으나 현재 자체적으로 진행하는 공연이 두드러지게 보이지 않음
- 이렇듯 홀로그램 공연은 영상 효과를 배가시키는 것에 그 비중이 크므로 홀로그램 효과 자체가 살아날 수 있는 예술 콘텐츠가 동시 다발적으로 생성되어 서로가 서로에게 영향을 미치는 시너지 효과를 기대해야 함
- 이를 위하여 예술가들과 홀로그램 공연 제작사들 간의 적극적인 매칭이 필요함
- 또한 소규모의 연극과 뮤지컬, 전시장의 작품 제작 등에서도 다양한 니즈가 있으므로 소규모 홀로그램 활용에 관한 적극적인 연구가 필요함
- 예를 들어, 매뉴얼화 된 홀로그램 장비의 확산이나 간단하게 조작할 수 있는 소프트웨어의 상용화가 가능함
- 홀로그램 공연 역시 그 효과 면에서 매력적인 요소가 많기 때문에 대규모 공연뿐만 아니라 작은 예술 공연 전반에서 다양하게 활용되어야 하는 방향성 구축이 정책적으로 필요함

6) 공연영상기술

- ☐ 공연영상기술 역시 최근 들어 프로젝션 맵핑이 정교해 지고 IT기술과의 접목이 활발히 일어나면서 매우 고도화 됨
- ☐ 초기에는 광고, 이벤트 등에서 많이 개발되고 활용되었음
- ☐ 최근 공연영상기술이 주인공이 되는 공연은 이벤트의 형식보다는 예술 공연에서 두드러짐을 알 수 있었음
- ☐ 특히 단순 영상 구동이 아닌 프로젝션 맵핑을 통한 공간의 다양성 구현과 오브제를 향해 정교하게 맵핑하는 형태의 기술이 고무적임
- ☐ 대형 미디어 파사드의 형태가 주를 이루던 과거와는 달리 요즘은 3차원 이상의 공간을 영상으로 구현하는 데에 많은 기술이 활용되고 있는 추세임
- ☐ 이러한 고도화된 기술은 대형 오페라, 대형 뮤지컬을 통해서 대중적 지지를 얻었으며 동시에 예술적 실험의 형태로도 다양하게 활용되고 있음
- ☐ 향후 공연영상기술은 드론, 로봇과 같은 다양한 AI들과 만나고 복합 스마트 스테이지 위에서 홀로그램 기술과 함께 구현될 것임. 이러한 형태가 가까운 미래에 구현될 융합형 공연의 형태로 일컬을 수 있음

7) 다이نام믹 서피스

- ☐ 다이نام믹 서피스는 크게 키네틱과 라이팅의 요소로 구분지을 수 있음
- ☐ 이 두 가지의 요소가 만나서 역동적인 무대를 구성함
- ☐ 다이نام믹 서피스를 하나의 카테고리 안에서 온전히 다루는 것은 최근의 공연 무대에서 새롭게 등장한 형식이기 때문임
- ☐ 첨단무대자동화 범주 안에 있으면서도 다른 분류와는 작동의 결과물이 차별화되므로 다른 연구에서 다루지 않았던 이 부분을 다루는 것에 큰 의의가 있음
- ☐ 예전에는 수동으로 시도하였던 부분이 최근 자동화가 이루어짐
- ☐ 다이نام믹 서피스라는 형태의 자동화가 큐시트에 따라서 조명과 무대 배경이 자유롭게 조작되고 그 형태가 매우 질이 높아짐
- ☐ 최근 다이نام믹 서피스의 방식을 활용한 공연이 매우 주목 받음
- ☐ 추후 공연과 전시 등 다양한 장르에서 매우 빠르게 확산되어 사용될 것임

- ☐ 국내에서도 다이나믹 서피스에 대한 집중적인 연구를 요함

3. 미디어아트 사례 분석을 통한 시사점

1) 연구 동향 및 의의

- ☐ 앞서 살펴본 공연사례와 더불어 서로 영향을 주고받으면서 예술적으로 상생할만한 미디어아트 사례를 따로 살펴봄
- ☐ 특히 공연사례의 발전 방향과 역사를 살펴 본 결과 개인과 단체로 이루어진 미디어아트의 실험적 발표들이 공연에 많은 영향을 주게 되었음을 알게 됨
- ☐ 최근까지도 그 시도는 지속적으로 증가하는 추세임
- ☐ 특히 광학디스플레이들이 공연의 무대미술에 많은 비중을 차지하고 있음
- ☐ 최근에는 이와는 좀 더 차별화 된 형식을 요구하게 되었고 물리적 디스플레이 등 최근 미디어아트 동향이 첨단 공연에 많은 영향을 행사함
- ☐ 따라서 이후 미디어아트가 첨단에 공연에 어떤 영향을 미칠지에 대하여 연구에서 조심스럽게 나열해 보고자 하였음
- ☐ 물리적 디스플레이와 카멜레온 서페이스 등은 기존의 디지털 영상에 대한 식상함을 아날로그적 표현 방식을 사용함에 따라 큰 각광을 받고 있음
- ☐ 그러나 그 구동 방법에 있어서는 매우 면밀하고 고도화된 기술을 사용하고 있는 것으로 확인
- ☐ 특히 실내뿐만 아니라 실외에서도 내구성과 안정성을 갖춘 상태로 구동되는 미디어아트의 경우 광고 등의 다양한 산업에 활용될 것으로 예상함
- ☐ 최근 물리적 디스플레이와 다이나믹 서피스의 기술적인 발전을 위하여 몇몇의 산-학-연 팀에서 연구가 진행되고 있음

2) 연구 발전 방향

- ☐ 향후 물리적 디스플레이와 카멜레온 서페이스에 3D프로젝션 맵핑이 더해지는 기술구현이 이루어 질 것이며 미디어아트 분야에서 제일 먼저 윤곽을 나타낸 후 첨단공연에도 영향을 미칠 것으로 예견함

- 이에 대한 심도 있는 기술적/인문학적/예술적 연구가 다층적으로 필요함. 특히 기술의 발전에 따라 각각의 예술 장르에서는 어떻게 이러한 기술들을 활용하여 예술 작품으로 활용하는지에 대하여 면밀한 관찰과 연구가 필요하며 훗날 좋은 연구 자료로 평가 받을 것을 기대함
- 아직까지는 독자적으로 연구하는 것은 어려우므로 기존의 예와 같이 산-학-연의 협업을 통한 연구가 좀 더 가치 있을 것으로 생각됨

4. 결론

- 기술 트렌드에 얽매이지 않는 꾸준한 정부 지원 필요
- 해외기술의 도입과 이에 따른 질과 양에 조응하는 국내기술의 지속적 연구 필요
- 국내 기술의 연구와 발전에 따른 플랫폼 규준 변화의 필요성
- 국내 플랫폼 역할을 하는 극장에서의 첨단공연 수용과 무대자동화에 따른 많은 무대 환경 변화에 매우 적극적 대처 필요
- 대형 뮤지컬이나 메가 이벤트에서의 무대자동화 및 첨단공연도 중요하지만 지속적으로 첨단공연을 시도할 수 있는 다양한 플랫폼을 필요로 함
- 소형 공연에서의 실험적 형태의 첨단 공연에 대한 지원과 관심 필요
- 미디어아트 분야와의 협업 및 접목을 통한 국내 기술과 콘텐츠의 질적, 양적 발전 도모
- 다양한 분야의 협업을 위한 다각적 연구의 필요