

재구성 가능한 공연 무대를 위한 전자 마루 블록 시스템

Reconstructible Electronic Block System for Public Performances' Stage

박종호, 권오홍, 정관영
한국생산기술연구원 CMT개발단

Jongho Park(jh_park@kitech.re.kr), Ohung Kwon(ohung@kitech.re.kr),
Kwanyoung Joung(j6044@kitech.re.kr)

요약

문화 공연 분야는 과학기술의 발달과 더불어 새로운 개념의 공연 무대 장치 기술이 대두되고 있다. 이것은 무대 장치의 첨단화 및 자동화를 통해 다양한 극적 효과를 만들어 냄으로써 공연의 완성도를 높이는 데 기여하고 있다. 특히, 무대 바닥의 장치 기술은 기존 고정식 무대 바닥의 단점을 극복하며 제한된 공간의 효율성 증대 및 무인화 공연을 가능하게 한다. 기존 공연에서는 부분적인 무대 바닥 변형 장치 기술이 적용되어 왔다. 본 논문에서는 무대 사용에 제한이 되었던 부분을 최소화하며 무대 연출 범위를 넓히고 다양한 극적효과를 낼 수 있는 전면 무대 바닥용 전자 마루 블록 시스템을 제안한다. 본 시스템의 전자 마루 블록은 4개의 선형 액추에이터에 의한 병렬형 구조로 상하 및 회전 동작을 수행하며, 그리고 자기장의 공진에 의한 무선 동력 전달을 수행한다. 이것은 하나의 블록으로 독립적인 공연을 가능하게 한다. 또한, 상위 통합 콘솔의 지령에 따라 블록간의 체결 및 분리가 되면서 무대 바닥 전체의 공연을 가능하게 하며, 공연의 특색에 맞는 무대 구성을 가능해서 연출 범위의 확대시킬 수 있다.

■ 중심어 : | 공연 | 재구성 무대 바닥 | 전자마루 | 무선 동력 전달 |

Abstract

In the culture performance field, device technologies for public performances with new concept is on the rise with the advancement of science. Most designers make use of the performance devices to achieve powerful and dramatic effect in their performances. It increases the perfection of performance. Most of all, applying high technology to performances' stage leads to enhance the space efficiency of the limited stage as well as to enable us to run a fully unmanned performance. This paper proposes a reconstructible electric block system for public performances' stage to heighten the fantastic stage effect variously.

■ keyword : | Public Performance | Reconstructible Stage | Electric Block | Wireless Power Transfer |

1. 서론

문화 공연 분야에 공학기술이 융합된 다양한 공연 장치 기술이 사용되고 있다. 이것은 연출가의 상상력을

충족시키고 아울러 극적 효과를 만들어 냄으로써 공연의 완성도를 높게 한다. 즉, 공연 연출가의 표현 방법을 다양화하는 역할을 한다.

문화 공연에는 공연의 시나리오나 위치에 따라서 다

양한 무대 장치들이 배치되며 특히 무대 바닥은 상당히 중요한 역할을 한다. 세계적인 공연인 태양의 서커스 'KA'의 경우는 다양한 최첨단의 무대 장치 기술이 사용되었으며, 그 중에서 특히 무대 전체가 움직일 수 있도록 구성된 무대 바닥은 색다른 감동과 극적효과를 준다 [1].

기존의 공연 무대 바닥은 합판을 기본으로 하여 대부분 구성된다. 합판은 다양한 규격을 가지고 있고 바닥을 크기에 맞게 조립해서 사용한다. 이런 합판 사용의 단점은 공연 바닥의 설치 및 해체에 상당한 시간이 소요된다는 것이다. 또한, 공연 시나리오에 따라 무대 바닥에 공연 장치를 숨기거나 이동하거나 회전시켜야 하는 경우에는 무대 바닥을 부분적으로 변경하여 별도의 특수 장치가 장착된 구조물의 제작이 필요하다. 이러한 특수 제작 장치는 배우의 등장이나 배우의 연기를 위한 도구 및 배경으로 사용된다. 수직 이동 무대 장치는 콘서트, 뮤지컬 등에서 상하 동작을 하는 무대로 사용되고 있다. 또한, 수평 이동 무대장치는 배우 수평 이동을 위해 사용되도록 개발되었다[2].

국내 공연장의 경우에는 공연 바닥을 변경하여 공연하는 것은 일반적으로 불가능하도록 설계되어 있다. 그래서 대부분의 국내 공연에서는 무대의 좌우 공간에서 무대 장치를 출현시킨다. 이런 점에서 재구성 가능하며 공연 무대의 극적효과를 위한 부분적인 역할을 하거나 무인화 공연이 가능한 무대 바닥이 요구된다.

또한, 무대에서 소품에 전기가 필요하다면 무대 바닥으로 전선을 끌어와 사용을 해야 했다. 전력소모가 작은 소품은 배터리로 사용을 하였지만 모든 소품들의 전원이 배터리 방식으로 만들어져 있지 않았다. 그래서 공연 중에 사용되는 소품에는 전원사용이 제한되어 왔다. 때로는 작은 전자 소품이 중요한 부분을 가지는 공연에서 전력의 사용에 문제가 생길 수 있다. 따라서 소품을 위한 작은 전력은 무선전송에너지 시스템으로 문제를 해결 할 수 있다.

본 논문에서 재구성 가능한 전자마루 블록 시스템을 제안한다. 한번 만들어진 무대는 무대 돌출이나 기울기 기능을 위해 다른 추가사항을 필요하지 않게 된다는 점에서 기존 무대와 차별성이 있다. 기능에 맞게 무대가

분해되고 다시 설계하여 장착되는 현재 무대장치의 문제점을 줄일 수 있는 기존에 없던 새로운 무대 장치이다.

전자마루 블록 시스템의 두 번째 기능은 무선 에너지 전송시스템이다. 간단한 전기가 필요한 소품을 위한 전력을 이용할 수 있는 무선에너지전송무대를 개발하였다. 무선에너지전송은 소품에 에너지전송을 위한 받침대를 추가하면 전력을 무선으로 이용할 수 있다.

이 전자 마루 블록 시스템은 공연의 연출방법에 따라서 다양한 시도가 이뤄지고 있으며 관객들의 몰입에 중요한 역할을 담당하고 있다. 무대라는 공간에서 연출을 위해 제약이 따랐던 무대 바닥을 전자마루 시스템을 이용하여 몇 가지 제약사항을 해결하였다. 다수의 공연에서 활용 가능성을 검토하고 있다.

II. 본 론

1. Proscenium을 위한 메커니즘

콘서트나 뮤지컬 등에서 무대 바닥의 높낮이 조절 기능은 많이 사용 되고 있다. 하지만 대부분 공연장의 높낮이 조절은 부분적일 뿐이다. 전체적인 무대의 움직임이 되지 않아 일반 평판 무대에서 Proscenium arch(액자틀형 무대)로의 변형은 불가능하다. Proscenium arch 형태의 무대는 조명효과가 좋고 투시도범이 적용되어 한 폭의 그림과 같은 느낌을 주듯이 무대의 종류별로 관객에게 보여주는 배우의 모습은 다르다. 뮤지컬이나 오페라 등에서 장면과 함께 무대의 종류가 바뀌어 진다면 관객은 새로운 경험을 느끼게 될 것이다[3].

Proscenium arch를 위한 무대 바닥의 메커니즘은 부분적으로 나뉘어져 있는 전자 마루 블록 시스템을 동기화하여 블록 간의 기능이나 역할에 따라서 전체 무대 또는 부분적인 블록들이 동시에 기울어지는 효과를 발생시키는 것이 가장 효율적이다. [그림 2]와 [그림 3]은 콘솔의 신호에 따라 블록의 결합 장치가 작용하여 공연에 적합하도록 체결 및 분리 조립의 동작 기능을 보이고 있다. 각 전자 마루 블록마다 4개의 다리가 장착되어 있고, 장착된 다리는 블록의 상판과 볼 조인트로 연결되어 자유도를 가진다[그림 1]. 다리의 움직임에 따라

블록의 상관은 4개의 선형 액추에이터에 의한 병렬형 구조로 다리와 자유로운 각도를 발생시키고, 다리 길이에 따라 기울기 변화를 발생시키게 된다. 즉, 전자 마루 블록 시스템은 상하 동작 및 회전 동작을 할 수 있으며 동시에 무대 간의 결합장치를 사용하여 설치와 해체가 용이 하도록 모듈화 되어 있다.

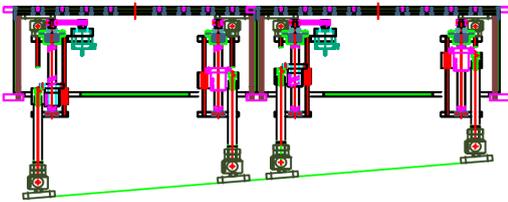


그림 1. 전자 블록의 동작 모습도

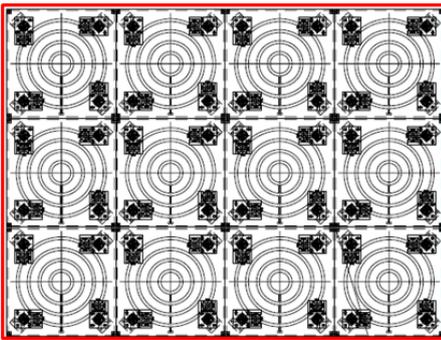


그림 2. 전체 전자 마루 블록 간 체결도

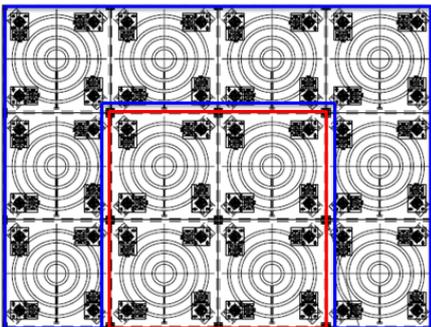


그림 3. 가능별 전자 마루 블록 간 체결도

2. 상하 높이 조절 및 회전 동작 방법

상하 및 회전 동작은 전자마루 블록 시스템의 각 다

리의 높이 변화에 따라 이루어진다. 1개의 무대장치에 장착되어 있는 4개의 다리를 이용하여 회전 기능을 구현한다.

전기 모터를 동력원으로 하여 전자 제어는 AVR로 모터를 구동한다. 전자 마루 블록 안에는 모터 4개와 모터를 구동하는 MCU로 AVR 1세트가 들어있다. 외부에서 2축 조이스틱을 이용하여 그 값을 ADC(Analog to Digital Converting)하여 RS232 통신으로 각 무대의 MCU에 데이터를 보내준다. 각 무대마다 번호를 가지고 있고, 무대의 순서를 알고 있다는 전제하에 어떤 무대의 동작을 어느 정도 시킬 것인지를 데이터 프로토콜에 따라 분석한다.

앞서 언급했듯이 [그림 2]와 [그림 3]는 여러 개의 무대를 연결했을 때의 동작 모습이다. 콘솔의 출력 신호를 받아서 상위 MCU에서 무대의 한 부분만 기울어지게 동작도 가능하고, 무대 전체가 기울어 질 수 있도록 구동한다.

3. 자기장을 이용한 무선에너지전송시스템

공연에서 유선 기반의 전자 기기들을 사용하는 데는 공간적인 제약을 받는다. 즉, 전원선이 무대 연출에 방해가 되기도 하며, 전원 선을 이용하지 않는 배터리 사용은 배터리 사용을 위한 회로장치가 구성되어 있어야 한다는 제약이 발생한다. 전원선 없이 동력을 전달 방법이 요구된다.

본 논문에서는 자기장의 공진을 이용한 무선 에너지 전송 방법이 사용되었다. 자기장을 이용한 무선 에너지 전송 시스템은 무선으로 배터리처럼 사용할 수 있다는 점과 플러그를 꽂는 전기기기처럼 전원을 연결만 한다는 장점을 살려 만들어진 시스템이다. 기존의 무선에너지전송시스템 기술은 최근 휴대기기의 충전과 LED시스템의 전원으로 사용되고 있다[4].

무선 동력 전달을 위한 전자마루 시스템은 [그림 4]과 [그림 5]에서 보이듯이 코일은 2.6mm 에나멜선을 이용하였다. 전달 효율이 좋은 강화 아크릴로 코일이 들어갈 자리를 만들고 7회씩 4개의 원으로 감았다. 자기장은 1차 측 코일의 전류변화에 따라 2차 측에 유도전압이 발생하여 에너지를 발생시키게 된다. 40mm

간격으로 감겨진 코일은 발진회로와 함께 구성되어 있다. 발진회로는 공진을 이용한 1.5MHz의 발진 주파수를 가진 LC 발진회로를 구성하였다.

이 시스템에서 전달 효율을 가장 높은 경우는 발신부와 수신부의 크기와 형상이 동일한 경우이다. 하지만, 사용되는 수신부의 구조는 적을수록 유리하기 때문에 형상은 동일하면서 크기의 비를 발신부에 대비해서 1/5로 축소하였다.



그림 4. 무선 에너지 전송을 위한 코일

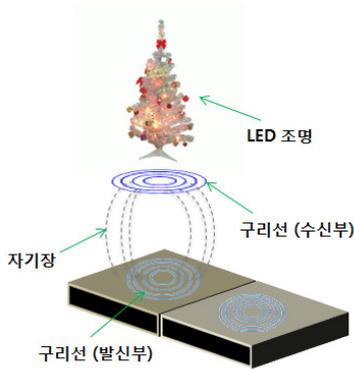


그림 5. 무선 에너지 전송 시스템의 개념도

4. 전자 마루 블록 장치의 구동 실험

전자마루 블록 시스템은 새로운 무대 메커니즘으로 다양한 종류의 무대와 표현을 위해서 개발되었다. 무선 에너지전송 기능은 점차 유선에서 무선으로 넘어가는 시대에 흐름에 따른 무대 연출에서의 적용을 위함이다. 제작된 전자마루의 크기는 가로 세로 높이가

500mm×500mm×346mm 로 제작되었다[그림 6]. 무대 다리의 동작 길이는 80mm이다. 무대의 높이를 80mm 범위 내에서 변화 시킬 수 있다. 기울기의 변화량은 ±5° 범위에서 가능하다.

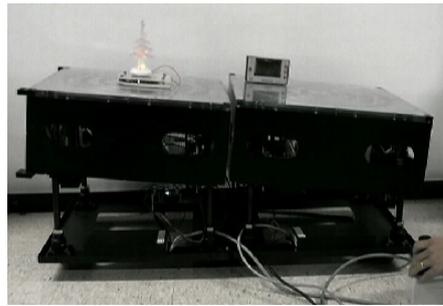


그림 6. 전자 마루의 구동 실험

[그림 6]에서 보이듯이 이번 실험에서는 무대의 모터를 동작하는 MCU간의 통합제어가 이루어 졌다. 사용된 전기 모터는 엔코더를 사용하지 않고 리미트스위치를 이용하여 모터의 초기위치를 잡고, 모터 동작 제한범위를 펌웨어에서 설정하였다. 실제 무대 장치를 구성 시에는 통합 제어 및 모터위치의 정밀성이 요구되는 부분이다. 무대 간의 이동 값 조정을 통해 무대의 평편함을 유지시키고, 엔코더를 이용하여 무대 이동의 정밀도를 높여줄 필요가 있다. 또한 무대 설치 장비(무대인터페이스장비)를 구축하여 무대 배치 순서 알고리즘을 적용하면 무대 조립 시 무대의 순서를 고려하지 않고 조립이 가능하게 할 수 있다.

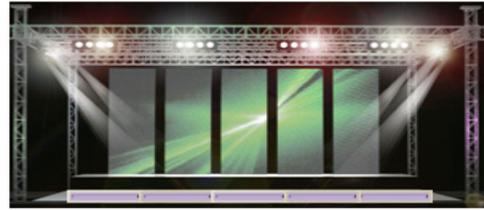
무대 다리의 구조는 돌출형태가 아닌 삽입 형으로 설계하였다. 모터의 하중과 무대 하단의 하중을 바닥이 지지하도록 하여 모터에 부하를 줄이려고 하였다. 무대가 상하 이동 동작 시 틈이 발생하고 좌우회전 동작에서 여러 무대가 연결된 상태에서 무대의 단일성을 유지하기 힘든 점이 있어 다리를 돌출 형으로 바꾸고, 무대 간 연결고리로 이용하여 단일화된 무대를 유지하는 방법을 선택하였다. 무대의 다리 연결 부위는 상부와 하부가 spherical bearing 구조로 되어 있다. 무대의 좌우회전 동작할 때 상부와 하부의 베어링 사용에 따라 무대 변형의 다른 구조를 갖게 된다. 상부와 하부를

spherical bearing을 이용하여 동작 시키면 parallel manipulator 형태의 무대 시스템이 된다.

본 논문에서는 하부의 bearing을 static으로 조여주고 상부 연결만 spherical bearing을 이용하여 무대의 좌우 회전 동작을 만들어 주었다. [그림 6]에 실험 모습은 하부의 bearing을 static으로 하고, 상부 베어링을 spherical 로 이용하여 동작시킨 모습이다.

무선에너지전송시스템은 자기장을 이용하여 무선으로 전력을 수신 받을 수 있는 시스템을 보인 것이다. 상호유도기전력을 이용하여 1차 코일에 흐르는 전류의 시간적 변화율에 따라 2차 코일에 유도 기전력이 발생되는 원리를 이용하여 에너지를 전송하게 된다. 전류의 변화를 위하여 발전회로가 필요한데 Andre Kurs는 Colpitts oscillator를 이용하여 약 10MHz의 발전회로를 구성하였다[7]. 이러한 Colpitts oscillator는 높은 안정도와 낮은 위상잡음 특성을 가지고 있어 저주파수에서 고주파수까지 광범위하게 사용되고 있다[6]. 코일의 종류와 권선 굵기와 같은 코일 특성에 따라 발전에 따른 기전력 발생에 차이가 발생한다. 에나멜구리선이 발전 주파수에 따른 자기장 발생 실험에서 약 1.5MHz에서도 무선에너지전송을 위한 자기장이 발생되어 Colpitts oscillator를 사용하지 않고 LC발전회로를 이용하여 회로를 구성하였다. [그림 10]은 구성한 발전회로도이다. 송신부 및 수신부 코일의 구조와 종류에 따라서 효율을 증가시킬 수 있으며 에너지 송수신거리도 높일 수 있었다. 실험에서 보이는 송신부의 크기와 같은 수신부를 이용할 때에는 1m이상에서도 에너지 수신이 가능하였다. 그림 6에 있는 플라스틱 트리에는 반경 40mm 크기로 수신부가 만들어져 있으며, 수개의 LED를 구동할 수 있었다. 무선에너지전송은 2m의 거리에서 60W, 40%의 효율로 에너지 전송이 가능하다[7].

[그림 7]과 [그림 8]은 실제적인 공연 무대 바닥으로 사용 예를 보인다. 전자마루 블록 시스템은 통합콘솔장치를 이용하여 무대를 제어 할 수 있다. 콘솔 장치는 통신으로 데이터 전송이 가능하다면 어떠한 콘솔이라도 사용 가능하다. 정해진 시나리오에 맞춰 무대가 움직이는 것은 물론 사용자가 통합콘솔장치를 이용하여 무대 조정이 가능하다.



통합콘솔장치를 이용한 무대 제어

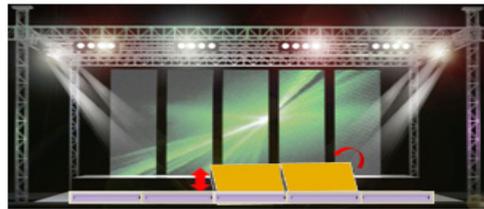


그림 7. 전자 마루 블록 장치의 사용 예

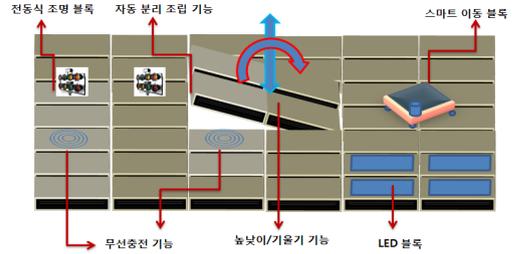


그림 8. 전자 마루 블록 장치의 사용 예

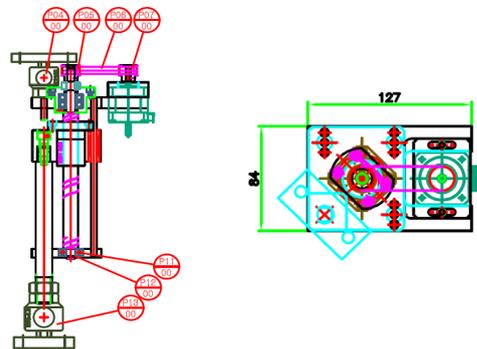


그림 9. 무대 다리 구조도

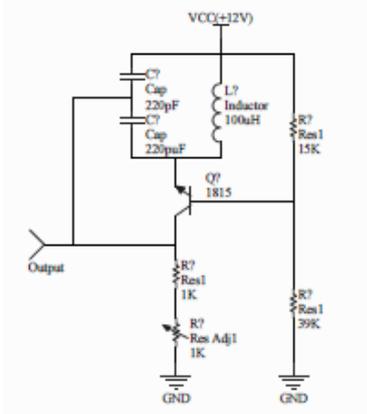


그림 10. LC발진회로

III. 결 론

본 전자 마루 블록 시스템은 상하 이동용 무대 장치와 교차되는 부분이 있으나, 블록 타입으로 공연 중에 자연스럽게 무대 변화를 진행함으로써 연출의 폭을 넓히도록 제안되었다. 또한, 무선에너지전송을 통해 무대 전자 장치를 사용하는데 있어 제한되는 요소를 제거하였다. 초기비용 측면에서 합판에 비해 사용이 어려울 수 있으나, 간편한 분리 조립으로 인한 시간 절감과 아울러 복잡한 기능으로 무대 장치 대체 효과로 단기 및 장기 공연에 유리하다.

이 시스템은 재구성 가능한 첨단무대장치분야에서 사실상의 표준기술을 주도하고, 아울러 생산성 및 신뢰성, 재활용성을 높여 공연문화를 주도하게 된다. 또한, 상위의 콘솔에 의해서 운영되는 통합운영시스템의 도입으로 최소한의 운영인력을 효과적으로 활용한 공연이 가능하다. 따라서 테마파크, 영화, TV 등의 엔터테인먼트 산업에 활용성이 높으며, 무인 자동화 상시 공연 가능하여 관광 명소 육성 사업에 활용될 수 있다.

향후 전자 마루의 대량생산을 위한 공정 프로세스의 개발을 진행할 것이다. 이것은 공연장의 설비 한계로부터 발생한 프랑스 이동 무대극의 사례처럼 공연장의 설비 한계를 극복하는 것은 공연 진행 문제의 해결을 통한 예술의 분배 문제를 해소하게 되고, 무대연출 기법의 다양성을 높이게 된다[8].

참 고 문 헌

- [1] 태양의서커스 ‘www.KA.com’
- [2] 정광오, 오세규, 김동환 “3점을 이용한 이동 무대의 S곡선 경로 설계”, 대한기계학회, 춘계학술대회 논문집, pp.9-17.
- [3] 정은정, 김천수, 김재수, “국내 공연장 프로세니움 아치의 실태에 관한 연구”, 대한건축학회, 대한건축학회 2006년도 학술발표대회 논문집, 제26권, 제1호, pp.697-700, 2006.
- [4] T. L. Floyd and Electronic Device Conventional Flow Version, Pearson, 2005.
- [5] W. Stewart, “The Power th Set You Free,” Science magazine, pp.55-56, 2007.
- [6] Michael Peter Kennedy, “Chaos in the Colpitts Oscillator,” IEEE Trans. Circuits Syst., Vol.41, No.11, 1994(11).
- [7] Andre’ Kurs, “Wireless Power Transfer via Strongly Coupled Magnetic Resonances,” Science magazine, pp.83-86, 2007.
- [8] 박상순, “현대 프랑스 이동무대극 활성화와 공연의 탈중양화 시도”, 프랑스문화예술연구, 제17집, pp.109-135, 2006.

저 자 소 개

박 중 호(Jongho Park)

정희원



- 2011년 2월 : 한국산업기술대학교 메카트로닉스공학과(공학사)
- 2010년 11월 ~ 현재 : 한국생산기술연구원 CMT 개발단

<관심분야> : 가상환경 제작 기술, 임베디드 시스템

권 오 흥(Ohung Kwon)

정회원



- 1999년 2월 : 한양대학교 기계공학부(공학사)
 - 2001년 2월 : 한양대학교 정밀기계공학과(공학석사)
 - 2009년 2월 : 한양대학교 기계공학(공학박사)
- 2007년 3월 ~ 현재 : 한국생산기술연구원 CMT 개발단
- <관심분야> : 무대 장치 기술, 족형 로봇, 동역학 제어, 가상현실, 홀로그램, 햅틱

정 관 영(Kwanyoung Joung)

정회원



- 1988년 2월 : 서울과학기술대학교 전자공학(공학사)
 - 1993년 2월 : 한양대학교 전자공학(공학석사)
 - 1999년 2월 : 한양대학교 전자공학(박사수료)
- 1990년 1월 ~ 현재 : 한국생산기술연구원 CMT 개발단
- <관심분야> : Animatronics 제어, 스마트무대