

# 웨어러블 컴퓨터 기반의 인터랙티브 무대의상 디자인 연구

하 유 이 · 김 이 경\*

KAIST 문화기술대학원 박사과정  
KAIST 문화기술대학원 교수\*

## 요 약

공연예술은 역사적으로 볼 때 언제나 당대의 가장 발전된 기술을 무대 위에 도입함으로써 시공간의 확장과 표현성의 증대를 이뤄냈고, 이를 통해 공연의 생동감(Liveness)을 강화할 수 있었다. 생명체인 퍼포머가 중심이 되는 공연예술에서는 작품 분석에 따른 캐릭터의 내, 외적 성격 구축과 구현을 통해 캐릭터를 생동감 있게 표현하는 것은 매우 중요하다. 본 연구에서는 캐릭터 표현을 도울 수 있는 무대 의상에 웨어러블 컴퓨터 기술을 도입함으로써 의상 본연의 기능을 확장하는 동시에 공연의 생동감을 강화하는 방법을 연구하고자 한다. 이를 위해 공연예술에의 웨어러블 컴퓨팅 기술 적용 적합 사유를 밝힌 뒤 그 선행 사례들을 분석하였고, 실제 진행된 공연 작품 속 웨어러블 무대 의상 디자인 과정과 그 결과를 정리하였다. 이를 통해 공연예술의 생동감 강화를 위한 방법과 한계점 및 향후 발전 방향을 제안하고자 한다.

주제어: 웨어러블 컴퓨터, 웨어러블 퍼포먼스, 무대 의상, 인터랙티브 디자인, 릴리패드 아두이노

## I. 서론

### 1. 연구 배경

한 시대의 인간 사회와 문화를 고스란히 담고 있는 무대 예술은 작품의 스펙터클 증강을 위해 항상 당대의 첨단 기술을 사용해 왔다.<sup>1)</sup> 도르레 장치를 이용해 신이라는 초월적 존재를 등장시켜 인간이 풀 수 없는 문제를 해결할 수 있게 한 고대 그리스 비극의 데우스 엑스 마키나(*deus ex machina*)<sup>2)</sup>라는 극작 형태에서부터 가상 인물 또는 가상 환경을 창조해 색다른 차원의 무대를 선보이는 3D 홀로그램 기술까지 그 시대의 과학 발전에 중심에 섰던 다양한 원리를 바탕으로 한 기술들은 무대가 지니는 시공간의 제약을 확장하는 동시에 예술가들의 예술적 상상과 가치를 창의적으로 무대화하는 데 많은 도움을 제공했다. 따라서 기술의 도입을 표현의 확장성이라는 측면에서 볼 때, 예술가들이 보다 특별한 상상과 기획을 시도할 수 있게 되어 공연 예술이 질적으로 더욱 풍성해진 것도 사실이다.

21세기 들어서는 전자 및 미디어 분야가 디지털 산업으로 변모하였고, 인터넷 보급을 통해 정보가 더욱 빠르게 확산되고 융합할 수 있게 되었다.<sup>3)</sup> 또한 UI(*User Interface*)/ UX(*User Experience*) 분야 역시 괄목할만한 발전을 이뤄냄으로써, 다감각적이고 고차원적인 경험 창출이 가능하게 되었다. 스티브 홀츠먼(*Steven R. Holtzman*)은 디지털 세계가 불연속성, 상호작용성, 역동성, 비실체성, 일시성, 공동체망 형성과 같은 디지털 고유의 특질들을 포괄하는 새로운 미학으로 결정된다고 말한다.<sup>4)</sup>

이렇게 변화된 기술들로 인해, 주로 영상 매체 사용에 집중하던 공연 예술의 기술적 표현 방식이 무대 구성 요소 각각의 표현을 강화, 확장할 수 있는 방식으로 발전했고, 각 요소의 본질 자체의 변화는 물론 요소 간의 상호작용에도 커다란 영향을

미치고 있다.

한편, 신두영(2008)<sup>5)</sup>은 ‘디지털 매체 예술에서 는 기술적 성과와 몸의 체험이 집중적으로 드러나 며, ‘몸과 데이터 세계의 상호작용’과 ‘인간-매체-인간’의 상호작용이 중심이 된다’고 밝힘으로써, 기술 매체를 사용하는 예술 작품 속에서 변화된 신체의 상호작용 방식에 주목한다. 이는 물감이나 캔버스, 피아노와 같은 물질이 아닌 살아있는 사람 즉, 배우가 무대 최전면에 존재하는 최종적이고 궁극적인 표현의 매체<sup>6)</sup>이기 때문에 공연 예술에 도입된 기술이 퍼포머가 작품을 매개하는 방식에 변화를 가져다 줄 수 있다고 판단된다.

퍼포머는 작품 분석 결과에 따라 움직임, 음성 그리고 의상과 같은 시각적 요소를 사용해 인물을 구축하고 작품을 매개한다. 세컨드 바디(*Second body*) 즉, 신체의 확장이라는 개념을 지닌 의상은 퍼포머와 캐릭터를 분리함은 물론, 단시간 내에 캐릭터를 설명함과 동시에 연출의 의도를 극적으로 전달할 수 있는 상징적 표현의 도구라고 할 수 있다.<sup>8)</sup> 이러한 의상의 속성에 컴퓨팅 기능이 도입 될 경우 퍼포머의 신체적 표현을 확장하여 무대 공간과의 상호작용을 토대로 살아있는 연기를 펼쳐 내는 데 많은 도움을 줄 수 있다. 따라서 자유로운 작동, 센서를 통한 인간 신체의 확장, 주변 환경 정보를 인지하는 자율적 인지성을 특징으로 하는 웨어러블 컴퓨터(*Wearable Computer*)<sup>9)</sup> 기술을 무대 의상에 적용하게 되면, 무대 의상 본연의 기능을 강화하는 동시에 퍼포머가 작품을 매개하는 새로운 방법을 제시하며, 신체적 표현을 확장할 수 있게 한다. 또한, 주변 환경 정보에 실시간으로 인터랙션(*interaction*)을 가능하게 해, 즉시성, 현장성을 바탕으로 하는 무대 예술의 생동감 강화에도 훌륭한 역할을 수행할 수 있을 것이다.

하지만 웨어러블 컴퓨터 분야 연구에서는 주로 군사, 의료, 우주 항공과 같이 특수성을 띠는 분야의 스마트 의류 연구 혹은 착용성 증진을 목표로

하는 연구들 위주로 선행되어, 공연 예술로의 웨어러블 기술 적용 방법에 관한 연구는 부족한 상황이다. 따라서 공연 예술에서의 웨어러블 컴퓨터 디자인에 관한 연구 제안은 예술가들이 기술을 적극적으로 이해하고 수용하는 데 큰 도움이 될 수 있을 것이며, 이를 통해 예술적 표현을 강화, 확장함으로써 페르다임의 변화를 이뤄낼 수 있을 것으로 예상하는 바이다.

## 2. 연구 목적 및 방법

본 연구는 웨어러블 컴퓨터가 공연 예술의 주매개인 퍼포머의 표현을 위해 어떠한 역할을 수행할 수 있는지에 대한 논의에서 시작되며, 웨어러블 컴퓨터 기반의 인터랙티브(interactive) 무대 의상 디자인을 연구함으로써 무대 예술의 표현을 확장하고 생동감을 강화하는 방법을 찾고자 하는데 주된 목적이 있다.

이를 위해 인터랙티브 무대 의상이 지녀야 하는 특성을 도출하고, 무대 의상으로서의 웨어러블 컴퓨터 기술 도입 과정을 제안한다. 이후 실제 구현한 인터랙티브 무대 의상 제작 과정과 결과를 살피므로써 기술이 공연 예술의 생동감 강화에 끼친 영향을 분석하고자 한다.

구체적인 과정은 다음과 같다.

1. 무대 의상의 개념과 특징을 살펴 공연 예술의 생동감과 의상의 관련성을 분석하고, 웨어러블 컴퓨터와의 접점을 탐구한다. 이후 실제 웨어러블 컴퓨터가 도입된 선행 사례 연구를 통해, 기술의 도입 방식과 특징 및 효과를 분석함으로써 기술이 의상을 통해 작품을 매개한 효과에 대해 정리한다.
2. 무대 의상 디자인 과정 및 인터랙션 디자인 방법론을 접목하여 무대 의상 디자인 과정에 웨어러블 컴퓨터를 적용하는 프로세스를 제안한다.
3. 제안한 프로세스를 바탕으로 실제 구현되었던 작품 『Catch the Cinderella』와 『유영하는 나

의 자아』의 인터랙티브 무대 의상 디자인 과정과 결과를 정리한다.

4. 웨어러블 컴퓨터 기술이 도입된 인터랙티브 무대 의상이 퍼포머의 상호작용 방식과 작품의 생동감 강화에 끼친 영향 및 한계점을 살핀다. 이후, 공연 예술에서 무대 의상이 발전될 형태를 논의하는 것으로 연구를 마무리한다.

## II. 선행연구

### 1. 무대 의상의 개념과 역할

본질적으로 공연 예술은 전달하고자 하는 예술적 내용을 구체적 행위를 통해 실행하는 본질적인 속성 때문에 표현 주체자인 퍼포머의 표현 정도와 공연의 완성도는 불가분의 관계라고 볼 수 있다. 이에 따라 독창적인 인물을 창안하고 작품에 관한 수많은 정보를 상징적으로 전달할 수 있는 무대 의상은 생동감 있는 공연 완성을 위해 매우 중요한 역할을 수행한다.

무대 의상은 상품 판매를 목적으로 하는 일반 의상이나 미술의상(Art to Wear)과는 달리 무대 공연(Theatrical Performance)<sup>10)</sup> 즉, 연극이나 오페라, 뮤지컬, 무용 등과 같이 무대에서 이루어지는 공연예술만을 위한 복식을 말한다(김현숙, 1995).<sup>11)</sup> 미셸 코빙(Michel Corvin)(1991)<sup>12)</sup>은 연극 의상이란 다양한 수준의 상징을 허용하는, 배우의 신체에 걸치는, 연극적 구성의 시각요소의 집합체로 규정하며, 바바라와 클레투스 앤더슨(Barbara & Cletus Anderson)(1984)<sup>13)</sup>은 무대 의상이 나타내야 할 요소들에 성별, 나이, 지역, 사회적 지위, 지리적 위치, 계절과 날씨, 하루 중의 시간, 행동, 역사적 시대, 심리적 요인 등이 있다고 밝혔다. 또한 우주형(2011)<sup>14)</sup>은 무대 의상이 a. 작품의 주제와 사상 암시, b. 인물에 대한 정보 제공 c. 인물 간의 관계

표현 d. 시대성과 지역성의 확립 e. 배우의 동작에 지장을 주지 않고 효율적인 연기를 돕는 역할을 해야 한다고 말한다.

본래 제2의 피부라고 할 수 있는 복식은 착용자의 정체감을 나타내고 개인과 개인이 서로 작용하고 판단하는데 영향을 줌으로써 상호 커뮤니케이션을 촉진시키는 기능을 한다.<sup>15)</sup> 무대라는 하나의 작은 세계 속에는 인물 간의 복잡한 관계망이 형성되며, 그들의 상호작용이 작품의 메시지를 전달하는 데에 매우 중요한 역할을 하게 된다. 따라서 무대 의상은 의상 자체의 심미성을 추구하거나 혹은 신체 보호만을 추구하는 의복이 아닌, 작품의 의미와 맥락 그리고 표현하고자 하는 인물을 포괄적으로 상징할 수 있는 기능을 지녀야 한다. 이 때문에 퍼포머가 착용한 의상, 액세서리, 신발, 분장 및 헤어스타일까지 모든 것을 무대 의상의 범주로 봐야 하며, 신체적 행위에 앞서 의상만으로도 작품 속 인물의 정체성과 사회적 관계를 표현할 수 있어야 한다.

이처럼 무대 의상은 단시간 내에 작품과 인물에 관한 수많은 정보를 상징적으로 전달할 수 있는 역할을 하고 있기 때문에 의상을 디자인하고 선택하는 과정에서는 인물, 인물 간의 관계, 작품의 배경, 사회적 조건 등과 같은 작품 전반에 관한 사항을 철저히 분석하여 시각화하는 방법을 고심해야 한다. 이를 통해 완성된 무대 의상은 작품 내에서 생생하게 살아있는 인물을 구축하여 공연 전체의 생동감을 강화하는 데 도움을 줄 수 있다.

## 2. 웨어러블 컴퓨터와 상호작용성

신체 가장 밀접한 곳에 위치하여 컴퓨팅 기기가 갖는 기능을 수행하는 동시에 자체 전원 공급이 가능한 웨어러블 컴퓨터<sup>16)</sup>는 1961년, 에드워드 소프(Edward O. Thorp)와 클로드 섀넌(Claude Shannon)이 룰렛게임의 승률 예측을 위해 고안한

담배 팩 크기의 장치<sup>17)</sup>에서부터 시작되었다.

1981년, 사진 장비 제어가 가능한 배낭 형태의 컴퓨터 시스템<sup>18)</sup>을 선보이며 웨어러블 컴퓨터에 관한 본격적인 연구를 시작한 스티브 만(Steve Mann)은 웨어러블 컴퓨터를 “사용자의 사적 공간에 위치한 장비로써, 걷거나 다른 활동을 하면서도 언제나 접근해 명령과 실행을 할 수 있는 컴퓨터”<sup>19)</sup>라고 정의 내렸다. 나아가 그는 국제 웨어러블 컴퓨팅 학회(ISWC)에서 웨어러블 컴퓨터가 향상성(Constancy), 증대성(Augmentation), 중재성(Mediation)이라는 3가지 작동 모드와 비제한성(Unrestrictive), 비독점성(Unmonopolizing), 관찰 가능성(Observable), 제어가가능성(Controllable), 맥락 인식성(Attentive) 그리고 통신성(Communicative)이라는 6가지 속성을 지닌다고 밝힌바 있다.<sup>20)</sup>

마크 빌링허스트와 테드 스타너(Mark Billinghurst & Thad Starner)<sup>21)</sup>는 작은 손목 착용형 시스템에서부터 백팩 컴퓨터까지의 모든 조합을 웨어러블 컴퓨터라고 볼 수 있으며, 이 요소들이 이동성(Mobile), 증강현실성(augment reality), 맥락 민감성(context sensitivity)을 만족시킬 때 사용자의 수행성을 극적으로 향상시킬 수 있다고 이야기한다.

실제로 상용화 단계를 앞둔 구글 글래스(Google glass)는 네트워크에 연결된 상태에서 정보 검색이 가능하며, 간단한 손동작과 음성명령만으로 사진과 동영상 촬영을 할 수 있다.<sup>22)</sup> 이는 착용이 편리한 안경 형태의 최고의 기술적 수준을 갖춘 컴퓨터로서 웨어러블 컴퓨터의 궁극적 목표에 가까이 다가갔다고 볼 수 있으며, 직관적으로 사용자의 수행성을 향상함으로써, 더욱 고차원적인 사용자 경험 창안에도 도움을 줄 수 있다. 따라서 웨어러블 컴퓨터는 인간의 상호작용성과 매우 밀접한 관련을 지니며, 그 방식에 수많은 변화를 일으킬 수 있다.

Steuer(1992)<sup>23)</sup>는 상호작용성은 사용자가 실시간으로 미디어에 의해 주어진 콘텐츠의 내용과 형

식을 변형할 수 있는 정도라고 정의하며, 사회학에서는 둘 또는 그 이상의 사람들 사이의 관계에서 일어나는 서로를 향한 행동이라고 정의 내린다.<sup>24)</sup> 또한 각각의 변화와 움직임이 독립되지 않고 서로 작용하고 영향을 끼치는 행위<sup>25)</sup>를 가리키기도 하는데, 타인 혹은 환경에 의해 입력된 정보에 따른 적절한 반응을 보임으로써 서로에게 영향을 주는 행위라고 정리해 볼 수 있다.

기술과 인간의 교집합에 위치한 웨어러블 컴퓨터는 입력된 정보에 대해 사용자 맥락에 상응하는 처리 결과를 선보임으로써 상호작용을 이어나갈 수 있도록 하고, 이동성, 휴대성을 바탕으로 군사, 산악과 같은 극한 상황에서도 직관적인 정보 처리가 가능하게 한다. 나아가 입출력 장치의 소형화, 다양화로 인해 웨어러블 컴퓨터 기술과 패션의 만남이 이뤄질 수 있어, 일상생활 속 정보의 교류 및 인간 간의 상호작용성을 강화할 수 있다.

이러한 웨어러블 컴퓨터의 특성을 무대 의상으로 도입하게 된다면, 심미적인 기능을 수행하여 퍼포머의 창의적 인물 구축을 돕고, 실시간으로 살아있는 상호작용 효과를 선보일 수 있도록 함으로써 공연 전체의 생동감 강화에 영향을 줄 수 있을 것으로 예상된다. 나아가 웨어러블 컴퓨터는 언어 혹은 신체적 장애를 가진 이들의 소통 증진과 같은 특수한 환경에서의 상호 작용에 새로운 연구 방향을 제시하고 있다.

### 3. 공연예술에서의 웨어러블 컴퓨터 활용 사례

웨어러블 컴퓨터 기술의 휴대성과 이동성은 무대에서 연기를 펼치는 퍼포머 신체에 컴퓨팅 기능을 적용할 수 있도록 해, 다채롭고 새로운 표현 효과를 선보이는 데 많은 도움을 주고 있다. 최근 공연 예술에서 웨어러블 컴퓨터를 적용한 사례들을 분석한 결과, 웨어러블 컴퓨터를 ‘인터페이스’로

사용해 신체 행위를 다른 효과로 매개하거나, ‘의상의 심미성 강화’를 위해 사용된 두 형태로 나뉘 볼 수 있었다. 이러한 형태는 아래 표에 정리된 예술가들에 의해 처음으로 시도된 것으로 보이며, 도입 방법은 다음과 같다.

<표 1> 공연예술에서의 웨어러블 컴퓨터 활용 사례

도입 형태	아티스트	방법
인터페이스	Atau Tanaka	『BioMuse』 - 몸의 신경 혹은 근육으로부터 받은 전기신호를 웨어러블 컴퓨터를 활용해 음악으로 표현 <sup>26)</sup>
심미성 강화	Loie Fuller	의상 표면에 조명의 컬러 배리이션을 적용해 다양한 색조를 연출 <sup>27)</sup>

아타우 타나카(Atau Tanaka)와 로이풀러(Loie Fuller) 이후, 웨어러블 컴퓨터의 지속적인 발전으로 더욱 다양한 시청각적 표현 효과들이 무대 위에서 선보여졌고, 스마트 의류를 위해 개발된 마이크로 컨트롤러 보드 ‘릴리패드 아두이노(Lilypad Arduino)’를 적용해 심미적 기능이 한층 강화된 무대 의상이 나타났다. 나아가 웨어러블 컴퓨터를 통해 무대 조명이나 음악 등 의상과는 또 다른 각종 구성 요소들을 퍼포머의 신체 행위와 실시간으로 연결함으로써, 다양한 인터랙션 효과를 선보이고 작품의 생동감을 강화시켰다.

공연예술에서 웨어러블 컴퓨터를 활용한 구체적 사례는 다음과 같으며, <표 2>를 통해 도입 형태/ 매개 방법/ 도입 효과 등을 정리하였다.

#### 1) 센서리(Sensoree) - 『Quantum Sound』

『Quantum Sound』는 웨어러블 코스튬을 통해 곡예사들의 움직임을 사운드로 표현하는 작품이다. 이 작품은 소리를 보거나, 색깔을 듣는 것과 같은 공감각적 경험을 관객들과의 새로운 연결 방식으로 실현하고자 한다<그림 1><sup>28)</sup>



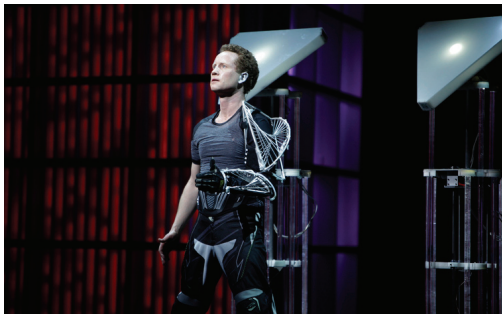
<그림 1> Quantum Sound suits  
(출처: <http://sensoree.com/artifacts/quantumsound/>)

이 작품 속 무대 의상은 보편적으로 사용되는 직물이 아닌 실리콘을 선택하였는데, 이 디자인과 소재는 고도로 훈련된 곡예사들의 유연한 신체 움직임에 적합하다고 볼 수 있다<그림 1>.

2) MIT 미디어 랩(Media Lab) - 『Death and Powers』

2010년 가을 선보인 『Death and Powers』는 MIT 미디어 랩의 토드 맥코버(Tod Machover) 교수와 그의 연구팀에 의해 창안된 새로운 형식의 오페라 공연이다.

영생을 꿈꾸는 주인공은 사망 이후에도 탈 육체 퍼포먼스 시스템(Disembodied Performance System)을 통해 그의 존재를 무대 배경 그래픽과 장치들의 움직임을 통해 재현한다.<sup>29)</sup>



<그림 2> 오페라 Death and Powers 공연 장면  
(출처: <http://opera.media.mit.edu/projects/deathandthepowers/gallery.php>)

무대를 퇴장한 주인공의 실제 움직임과 호흡은 웨어러블 컴퓨터 기술을 통해 캡처되어 무대 위 배경 그래픽과 장치들에 실시간으로 반영된다. 무대에 남은 다른 등장인물들은 이 속에서 새로운 방식으로 주인공과의 상호작용을 이루고 함께 호흡하며 연기한다.

비물리적 혹은 영적인 존재를 드러내기 위해, 기존 공연들에서 보이듯 다른 배우의 신체를 통하거나 혹은 미리 제작된 시청각적 요소를 재생하던 방식과는 달리, 실시간성을 바탕으로 다른 인물과 상호작용이 가능한 형태로 인물을 재창안함으로써, 제한된 신체와 공간의 물리적 영역을 확장했다는 점에 큰 기여를 했다고 볼 수 있다.

3) 케이티 페리(Katy Perry) - 『E.T.』



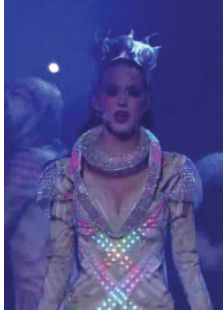
2011년 아메리칸 아이돌(American Idol)에서 선보인 케이티 페리의 LED 무대 의상은 인터랙티브 패션의 선두 주자인 큐트서킷(Cutecircuit)이 제작하였다.

이 의상은 수천 개의 LED와 크리스탈로 장식되었고, 케이티 페리의 『E.T.』라는 곡에 실시간으로 반응하도록 고안되어 음악의 독특한 분위기를 강화하고 화려한 시각적 효과를 내도록 했다.

케이티 페리 외에도 세계적인 팝 아티스트 U2, 블랙아이드피스(The Black Eyed Peas) 등이 유사한 형태의 무대 의상을 선보였고, 주로 무대 조명 혹은 사운드를 감지하는 센서를 사용해 그들의 음악을 시각적 효과로 매개하며 무대 장관 연출에 일조하였다.

선행 연구를 통해 웨어러블 컴퓨터를 구성하는 다양한 센서들이 퍼포머의 행동과 그에 반응하는 주변 환경의 상호작용을 감지하여 이를 시각, 청각, 촉각 등 다 감각적인 출력 장치로 표현하도록 함으로써, 퍼포머가 보다 작품의 의도에 맞는 선택을 할 수 있게끔 표현의 폭을 넓혀준다는 사실을 확인하였다. 더 나아가 퍼포머가 조명, 음악 등 무대를 구성하는 다른 요소들과도 새롭고 다양한

<표 2> 공연예술에서의 웨어러블 컴퓨터 활용 사례 분석

	1) 『Quantum Sound』	2) 『Death and Powers』	3) 『E.T』
사진	 <p>&lt;그림 3&gt; Quantum Sound 실리콘 의상 제작 과정 (출처: <a href="http://sensoree.com/artifacts/quantum-sound/">http://sensoree.com/artifacts/quantum-sound/</a>)</p>	 <p>&lt;그림 4&gt; 착용 센서를 통해 움직임과 호흡을 캡처 (출처: <a href="http://opera.media.mit.edu/projects/deathandthepowers/gallery.php">http://opera.media.mit.edu/projects/deathandthepowers/gallery.php</a>)</p>	 <p>&lt;그림 5&gt; Katy Perry at American Idol (출처: <a href="http://www.fashioningtech.com/profiles/blogs/katy-perry-shines-on-stage-on">http://www.fashioningtech.com/profiles/blogs/katy-perry-shines-on-stage-on</a>)</p>
형태	인터페이스	인터페이스	심미성 강화
방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 입력: 관절(무릎, 팔꿈치 등)에 부착한 플렉서블 센서(Flexible sensor)를 통해 퍼포머의 움직임 감지</li> <li>· 출력: 사운드</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 입력: 2개의 3축가속도계 센서(Three-axis accelerometers sensor)를 퍼포머의 손과 팔뚝에 부착하여 움직임 감지/ 스트레치 센서(Stretch sensor)를 흉곽에 부착하여 호흡감지<sup>30)</sup></li> <li>· 출력: 무대 배경 그래픽/ 장치 움직임</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 입력: 사운드 센서(Sound sensor)를 통한 음악 감지</li> <li>· 출력: 무대 의상 속 LED</li> </ul>
효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 퍼포머의 동작과 음악의 일체를 통해 완성도를 높이던 기존 공연과 달리, 움직임에 따라 실시간으로 음악이 생성됨. 이를 통해 퍼포머에게 보다 자유로운 표현 기회를 제공해 생동감 있는 표현을 가능하게 함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 무대 밖으로 퇴장한 퍼포머의 신체 움직임 데이터를 실시간으로 무대의 시각 요소에 반영함. 무대 공간 및 퍼포머 신체의 물리적 확장을 실시간으로 이뤄냄</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 다채로운 색깔과 다양한 패턴으로 출력되는 LED를 통해 ‘E.T’라는 곡의 독특한 분위기를 강화하고, 화려한 시각적 효과를 냄</li> </ul>

방식으로 상호작용할 수 있기 때문에 공연을 보다 생동감 있게 만들어준다는 사실도 알 수 있었다.

### III. 인터랙티브 무대 의상 디자인

#### 1. 디자인 프로세스의 필요성

웨어러블 컴퓨터의 뛰어난 휴대성, 작동의 자유성, 지능과 감각의 증대성 등의 특성과 다양한 입출력 장치의 개발을 통한 패션과의 융합 가능성은 퍼포머의 신체적 움직임과 무대 의상 구성에 밀접

한 관련을 지니기 때문에 공연 예술의 주 표현 매체인 퍼포머의 인물 구성을 위한 의상 구현에 적절한 기술로 간주된다.

강수련 외(2011)<sup>31)</sup>의 논문에서는 ‘컴퓨터의 소형화와 센서 기술의 발달은 무용수의 움직임을 몸짓 그 자체에 그치지 않고 소리와 빛으로 치환하는 것을 가능하게 하며 무용수가 표현할 수 있는 범위를 확장’ 시킬 수 있다고 밝히고 있다. 퍼포머의 행위 의도를 감지하고, 주변 환경 정보 인식 및 다채로운 시각 디자인이 가능한 웨어러블 컴퓨터 기술을 무대 의상에 접목하는 것은, ‘작품과 인물에 대한 상징성’, ‘사회적 관계성’ 및 ‘심미성’을

드러내야 하는 무대 의상의 기능을 강화하는 데 큰 도움이 될 것이다.

그러나 Trevor R. G. (1982)<sup>32</sup>가 “극을 위해 창조된 무대 의상은 퍼포머의 표현을 도와주어야 하며 시각적으로도 아름답고 조화로우야 한다.”고 주장한 것처럼, 컴퓨팅 기능이 도입되더라도 무대 의상의 기본적 역할은 충실히 행해져야 하며, 무대 전체의 생동감 혹은 몰입감을 저하하지 않아야 한다. 이를 위해서는 디자인 과정에서 연출, 의상 디자이너, 기술자 간의 충분한 협의가 필요하며, 이를 조율하여 효율적으로 기술을 도입할 수 있는 인터랙티브 무대 의상 디자인 프로세스에 관한 연구가 보다 심층적으로 이루어져야 한다.

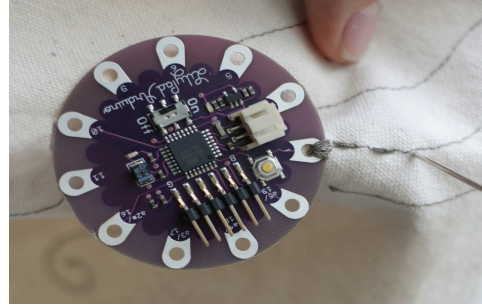
아직은 웨어러블 컴퓨터 기술을 무대의상에 접목할 수 있는 디자인 프로세스에 관한 연구가 미비한 실정이기 때문에 기술과 공연 양측의 특성을 반영한 디자인 프로세스의 제안은 예술가들의 기술에 대한 이해도와 디자인 과정의 효율성을 높이는 대안이 될 수 있다. 이를 통해 최종 결과물의 완성도와 공연 예술의 생동감을 강화할 수 있을 것으로 예상하는 바이다.

## 2. 릴리패드 아두이노(Lilypad Arduino)

무대 의상은 공연 전반의 시각 디자인과 밀접한 관련을 지니며, 퍼포머의 편안한 움직임을 위한 착용성도 매우 중요한 요소로 간주한다. 따라서 인터랙티브 무대 의상 제작에 앞서 의상의 디자인과 착용성을 방해하지 않는 디바이스에 관한 연구가 선행되어야 한다.

MIT 레아 뷰크리(Leah Buechley) 교수팀에 의해 개발된 릴리패드 아두이노는 웨어러블 의류, 전자 섬유 등을 위해 고안되었다<그림 6>.

릴리패드 아두이노는 전도성 실을 이용해 전원 공급 장치와 센서 등을 직물에 부착해 사용할 수 있는 지름 5cm 정도의 원형 보드로써<sup>33</sup> 의류, 액



<그림 6> 릴리패드 아두이노  
(출처: <http://lilypadarduino.org>)

세서리를 포함한 모든 물체에 간편하게 컴퓨터 기능을 담아낼 수 있다. 다양한 센서를 통해 속도, 빛, 거리 등이 입력되어, LED, 진동, 스피커 등을 통해 출력할 수 있으며, 높지 않은 부품 가격과 오픈 소스를 통해 프로그램 코드를 쉽게 공유할 수 있는 장점을 지니고 있다. 또한, 독립적인 인터랙티브 장치 혹은 플래시, V4, Max/Msp 등의 프로그램들과 연동이 가능<sup>34</sup>하므로, 공학적 지식이 풍부하지 않은 학생, 디자이너, 예술가들을 릴리패드 아두이노의 주 사용자라고 할 수 있다.

릴리패드 아두이노는 작은 사이즈와 가벼운 무게로 컴퓨팅 기능을 훌륭하게 수행할 수 있기 때문에 다른 무대 의상과 비교하더라도 착용성에 아무런 문제가 없다. 또한, 보드 자체의 디자인으로 충분한 미적 표현이 가능해 무대 의상 디자인에 손색이 없다고 할 수 있다.

## 3. 인터랙티브 무대 의상 디자인 프로세스

앞선 연구의 결과, 인터랙티브 무대 의상 디자인은 무대 의상의 ‘상징성’, ‘관계성’, ‘심미성’을 반영해야 하며, 작품의 ‘맥락 이해’를 바탕으로 의도하는 바를 ‘실시간’으로 수행해야 한다. 또한, 퍼포머의 ‘착용성’을 고려해야 한다는 특징을 지닌다. 따라서 인터랙티브 무대 의상 디자인 프로세스에서는 다음의 특성을 반영해야만 한다.



<표 3> 인터랙티브 무대 의상 디자인 시 고려 사항

특 성	검토 내용
상징성	작품의 주제와 인물의 정체성 표현
관계성	등장인물간의 관계 및 사회적 관계 표현
심미성	의상의 심미성 및 무대 디자인과의 조우
착용성	퍼포머 움직임에 발생하는 문제
맥락이해성	목적하는 바를 수행하기 위한 작품의 맥락을 적절하게 수용
실시간성	맥락 이해에 따른 실시간 입출력

영국의 철학자 스티븐 페퍼(Stephen Pepper) (1961)<sup>35)</sup>는 사물이나 인간은 항상 상황이나 맥락 속에 존재한다고 간주하고 있으며 맥락을 무시하고는 사물이나 인간을 생각할 수 없다고 하였다. 인터랙티브 무대 의상을 디자인하는 과정에서도 퍼포머가 처한 상황과 맥락에 관한 철저한 분석은 기술 도입을 통한 효과를 증진시켜 줄 수 있기 때문에 맥락 이해를 바탕으로 진행되는 디자인 프로세스와 무대 의상 디자인 프로세스의 접목이 필요해 보인다.

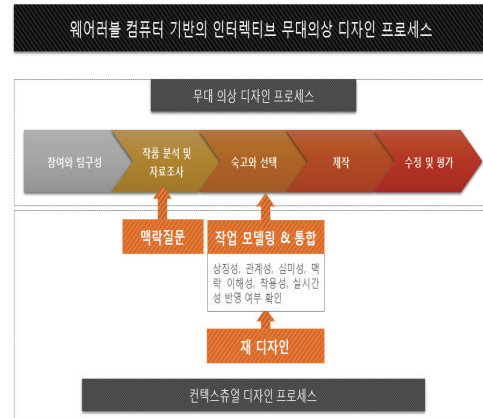
휴 바이어와 카렌 홀츠블랫(Hugh Beyer & Karen Holtzblatt)<sup>36)</sup>의 컨텍스츄얼 디자인(Contextual Design) 방법론은 사용자와 제품 사용 맥락에 대한 정보를 수집하기에 적합하며, 프로세스는 다음과 같다.

<표 4> 컨텍스츄얼 디자인 프로세스

1	맥락질문(Contextual Inquiry)
2	작업 모델링(Work Modeling)
3	통합(Consolidation)
4	재디자인(Work Redesign)
5	사용자 환경 디자인 (The User Environment Design)
6	프로토타입 테스트 (Prototyping and Implementation)

기존 무대 의상 디자인 프로세스는 서지성 (2006)<sup>37)</sup>의 연구에서 제안된 1. 참여와 의상팀 구

성, 2. 작품분석 및 자료조사, 3. 숙고와 선택, 4. 제작, 5. 수정 및 평가의 순서를 따르기로 하며, 최종적인 결과는 다음과 같다<그림 7>.



<그림 7> 인터랙티브 무대의상 디자인 프로세스 (출처: 직접 제작)

무대 의상 디자인 과정 중 ‘2. 작품 분석과 자료 조사 단계’에서 작품의 맥락에 관한 질문을 던짐으로써, 웨어러블 컴퓨터를 통해 수행하고자 하는 바의 목적과 방법을 이해하고, 이후 ‘3. 숙고와 선택’의 디자인 과정에서, 앞서 제시한 6가지의 특성이 반영되었는지를 검토하고, 발견된 문제를 수정한 뒤 작품을 제작한다.

## IV. 작품 연구와 디자인 구현

본 장에서는 실제 제작했었던 웨어러블 컴퓨터 기반의 인터랙티브 무대 의상 두 작품에 관한 분석을 다룰 예정이다.

분석을 위해 작품의 주제와 내용, 기술 도입의 목적 및 인터랙션 시나리오를 작성하고, 앞서 제안한 디자인 프로세스 중 주요 항목을 지침 삼아 디자인 과정을 정리하고자 한다.

1. 『Catch the Cinderella』

1) 『Catch the Cinderella』 작품 연구

『Catch the Cinderella』는 파티장에서 특정 시간이 되면 마법이 풀린다는 동화 「신데렐라」의 내용을 모티브로 구성된 짙막하고 인터랙티브한 형식의 극이다.

이 작품은 컴퓨터 기능을 통해, 제한된 시간에 다가갈수록 느끼는 주인공의 초조한 심리와 그에 상반되게 점점 화려해지는 의상을 나타낸다. 이를 통해 시간의 흐름을 가시화하고 주인공의 외형을 더욱 화려하게 만들고자 하는 것을 목표로 한다.

<표 5> 『Catch the Cinderella』 작품 설명


작품명	『Catch the Cinderella』
작품 주제	꿈에 그리던 이상형의 마음을 사로잡기 위한 한 여자의 사랑 이야기
작품 플롯	선남선녀가 가득한 파티에 참석한 신데렐라는 평소 마음에 두고 있던 이상형을 발견한다. 하지만 그는 신데렐라에게 관심이 없고, 마법이 풀려 일상으로 돌아갈 시간이 얼마 남지 않은 주인공은 초조해지기 시작한다. 과연 신데렐라는 그의 마음을 사로잡을 수 있을까?
기술 도입 목적	화려한 외형 구축 제한된 시간의 가시화

2) 『Cinderella's Hat』 디자인 프로세스

주인공 신데렐라의 무대 의상 디자인을 위해 작품 분석을 통한 필요조건을 파악하였다. 이 조건을 충족시키는 동시에 의상 본연의 기능을 강화할 수 있는 릴리패드 아두이노의 활용을 검토하였고, 기술과 디자인 그리고 작품 전체와의 조화를 이룰 수 있는 액세서리 형태의 디자인을 선택했다. 세부 내용은 다음 <표 6>과 같다.

1차 디자인 이후, 앞서 제시했던 인터랙티브 무대 의상 디자인에 반영해야 하는 6가지 특성을 정리하여 검토하였다<표 7>.

<표 6> 『Cinderella's Hat』 디자인 세부 내용

작품명	『Cinderella's Hat』	
사진		
인터랙션 시나리오	· 입력: 제한된 시간이 임박해질수록 화려해지는 무대의 조명을 광센서로 감지 · 출력: 퍼포머가 착용한 액세서리에 장착된 LED가 점점 더 화려하게 출력	
제작	하드웨어	릴리패드 아두이노, 광센서, LED 5, AAA배터리, 배터리 홀더
	프로그래밍	· 광센서로 입력된 빛의 값을 50 이상과 이하로 나누어 LED를 출력 · 펄스폭 지연(delay) 시간을 다르게 설정 · 입력 값 누적시켜 점차 빠르게 LED 출력

<표 7> 『Cinderella's Hat』 디자인 검토내용

특성	검토 내용	
상징성	작품의 배경인 파티 장소에 적합한 디자인을 완성하였다.	O
관계성	이상형의 마음을 얻은 경우, 또 다른 효과를 낼 수 있다.	X
심미성	화려한 액세서리 디자인에 도움이 되었다.	O
착용성	퍼포머 움직임을 방해하지 않는다.	O
맥락이해성	제한된 시간을 시각화 할 수 있다.	O

검토 결과, 여러 특성 중 상대 배우와의 관계성은 충족시키지 못했으나, 이는 작품 설계 단계에서 중요사안으로 두었던 부분이 아니었기 때문에 제작, 수정 및 보완 작업을 통해 작품을 발표할 수 있었다<그림 9>.



<그림 9> 『Catch the Cinderella』의 한 장면  
(출처: 2012년 8월 3일 직접 시연)

이 작품은 센서 기술을 도입한 인터랙티브 액세서리를 통해, 시간이라는 비물질적 신호를 빛으로 가시화함으로써 단순히 장식적인 무대 의상이 아닌, 실시간성이 강조된 특수 의상을 통해 관객으로 하여금 출력되는 빛을 통해 주인공이 느끼는 심리적 초조함을 이해하고 공감할 수 있었을 것이라고 예상한다.

또한, 작품이 요구하는 사항들을 충실하게 수행함으로써, 공연 예술 분야의 표현 양식 개발에도 훌륭한 역할을 했다고 생각하는 바이다.

## 2. 유명하는 나의 자아

### 1) 『유명하는 나의 자아』 작품 연구

『유명하는 나의 자아』는 미디어 아티스트 김현주 작가의 전시회 『유명하는 나의 자아- Pieces of Me』 오프닝으로 준비되었던 김이경 안무의 무용 작품으로 2013년 3월 16일, 17일 종로구 쿤스트독 갤러리에서 개최되었다.

이 작품은 자동으로 트위터에 글을 올릴 수 있도록 고안된 트윗봇(TweetBot)과 SNS 메시지로 뒤덮인 사이버 공간을 배경으로 하며, 총 4장면으로 구성되어 있다<표 8>.

<표 8> 『유명하는 나의 자아』 작품 설명


작품명	『유명하는 나의 자아』
작품 주제	사이버 공간 속 현대인의 삶과 정체성
작품 플롯	<ul style="list-style-type: none"> <li>· <b>Mundanness</b>: 주인공은 자신을 둘러싼 네트워크 매개체에서 벗어나려 노력하지만 실패한다.</li> <li>· <b>Contact</b>: 로봇에게 다가가 이야기를 나누며 교감을 시도하지만, 로봇은 주인공의 이야기를 트위터에 전달할 뿐이다.</li> <li>· <b>Pressure</b>: 트위터에 전달된 메시지는 점점 복잡한 일개를 형성하며 주인공을 압박한다. 가까스로 현실 공간으로 도망친 주인공은 사람들과의 소통을 시도한다.</li> <li>· <b>Split to sprites</b>: 인간과의 소통에 실패한 주인공은 사이버 세상으로 돌아와 육체적 정신적 분열을 일으키며 죽음을 맞이한다.</li> </ul>
기술 도입 목적	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 사이버 세상, 사이버 매개(트윗봇)들과의 인터랙션을 가시적으로 표현</li> <li>2. 사이버 세상으로부터 잠식당하는 인간의 자아의 가시화</li> </ol>

### 2) 『유명하는 나의 자아』 디자인 프로세스

작품 분석을 통해 퍼포머의 행동 맥락을 파악하였고, 퍼포머와 사이버 매개물 간의 인터랙션 행위와 그들로부터 잠식당해가는 인간의 영혼을 기술을 통해 가시화하기로 하였다.

<표 9> 『유명하는 나의 자아』 디자인 세부 내용

작품명	『유명하는 나의 자아』
사진 A	<p>&lt;그림 10&gt; 네트워크 망 형태의 디자인을 적용한 의상 (출처: 2013년 3월 직접 제작)</p>

작품명		『유영하는 나의 자아』	
인터랙션 시나리오	B		
	<p>&lt;그림 11&gt; 팔목 착용형 인터랙티브 액세서리 (출처: 2013년 3월 직접 제작)</p>		
인터랙션 시나리오	A	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 입력: 퍼포머의 동작 속도를 가속도 센서로 감지</li> <li>· 출력: 네트워크망 형태로 디자인 된 LED가 방사형으로 출력</li> </ul>	
	B	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 입력: 근접센서를 통해 퍼포머의 범위 안에 포착되는 사이버 매개들을 감지</li> <li>· 출력: LED가 차례대로 출력</li> </ul>	
제작	A	하드웨어	릴리페드 아두이노, 승압기, LED, 가속도 센서, 배터리
		프로그래밍	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 퍼포머의 움직임 속도와 LED 출력 속도 비례</li> <li>· 특정 값 이상으로 입력 값이 누적될 경우, LED 빛을 매우 빠르게 확산시키며 출력</li> </ul>
	B	하드웨어	릴리페드 아두이노, 승압기, LED, 근접 센서, 배터리
		프로그래밍	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 센서 거리 내 사물 감지 시 LED 출력</li> </ul>

효과적인 표현을 위해 A. 의상 일체형과 B. 팔목 착용형 액세서리 두 가지를 디자인하였다.

A. 의상 일체형 디자인은 퍼포머의 움직임 속도에 따라 LED가 출력됨으로써, 신체적 활동을 할수록 사이버 세상으로부터 잠식당하는 모습을 표현하였고, B. 팔목 착용형 액세서리는 퍼포머가 사이버 매개들과 인터랙션을 이룰 때 LED가 반응하도록 함으로써 사이버 세상과 소통을 이루는 모습을 표현했다.

실시간으로 반응을 보이는 LED 빛과 트윗봇을 통해 공간 전체로 전달되는 SNS 메시지는, 단순한 사물이 아닌, 인간과 공존하는 하나의 ‘유기체로서의 로봇’에 대한 표현이 가능하도록 했다. 나아가 퍼포머는 웨어러블 코스트를 통해 설치물과 관객,

그리고 공간 전체와의 인터랙션을 이뤄내며 사이버 세상에 잠식당하는 인간의 자아를 훌륭하게 표현해 무대 위의 생동감을 강화할 수 있었다<그림 12>.



<그림 12> 『유영하는 나의 자아』 공연 모습  
(출처: 2013년 3월 16일 직접 촬영)

## V. 결론 및 발전 방향

본 연구는 웨어러블 컴퓨터 기술의 도입을 통한 인터랙티브한 효과를 낼 수 있는 무대 의상이 퍼포머의 표현을 확장하고 무대의 생동감 강화를 위해 어떠한 역할을 수행할 수 있는지에 대해 알아보고자 하였다.

이를 위해 웨어러블 컴퓨터와 무대의상 그리고 공연 예술에 웨어러블 컴퓨터가 도입된 형태에 관한 선행 사례를 분석하여, 인터랙티브 무대 의상이 ‘상징성, 관계성, 흥미성, 착용성, 맥락이해성, 실시간성’ 총 6가지의 특성을 반영해야 한다는 결론을 내릴 수 있었다. 나아가 맥락 이해를 바탕으로 하는 디자인 프로세스와 의상 디자인 프로세스를 접목해 무대 의상으로서의 웨어러블 컴퓨터 도입 시 지침으로 사용될 수 있는 디자인 프로세스를 정리했다.

이를 바탕으로 실제 인터랙티브 무대 의상 제작 사례를 분석함으로써, 기술 도입 목적에 따른 상세한 디자인 방법을 정리해낼 수 있었고, 그 표현 효과 및 기술로 인해 발생한 상호작용 방식의

변화는 다음과 같다.

1. 비가시적 신호의 시각화: 웨어러블 컴퓨터를 통해 무대 위 행위에 즉각적 반응을 보이는 LED 의상을 구현하였고, 이를 통해 작품 내에서 가장 중요한 요소로 꼽히는 비가시적 관계들(ex: 사이버 세상-인간의 자아/ 제한된 시간-최후의 매력 발산 과정)을 시각화할 수 있었다.

2. 맥락 이해를 기반으로 한 심미성 강화: 기본적으로 작은 사이즈의 디바이스를 선택하여 무대의상 디자인에 방해를 받지 않도록 하였고, 적절한 센서를 적용해 주변 맥락을 받아들여 이를 무대 의상의 심미적 기능을 강화하는 데 사용하였다.

따라서 웨어러블 컴퓨터 기술은 퍼포머가 본인의 신체만을 통해 소통하던 방식에서 나아가 다양한 센서와 출력 장치들을 이용할 수 있도록 하여 새로운 형식으로 주변과 상호작용할 수 있도록 한다. 퍼포머에게 있어 이는 새로운 표현의 기회이자 확장으로 여겨질 수 있으며, 무대의 생동감 강화에도 큰 의미가 있다.

하지만 연구를 진행하는 과정에서 몇 가지 문제점들을 발견할 수 있었다.

그 첫 번째는 센서의 일괄적인 처리 방식이다. 센서는 이미 설정된 값에 의해서만 입출력을 하므로, 퍼포머의 행위를 일괄적으로 처리할 수밖에 없다. 이는 오히려 퍼포머의 행위에 제약을 가져다줄 수 있다.

둘째, 부품 발생에서 기인한 착용성과 디자인 완성도의 저하이다. 릴리패드 아두이노 보드 자체는 무게감과 부피감이 매우 적은 게 사실이지만, 필수적으로 사용되어야 하는 배터리를 등의 무게로 인해 디자인과 착용성에 문제가 발생할 수 있다. 마지막으로, 접선 불량으로 인해 생기는 LED 소실이다. LED의 양극을 전도성 실로 바느질하는 과정에서 미세한 공간이 발생하게 되면, 출력이 고르지 않은 문제가 발생한다. 이는 의상에 주로 사용되는 천 소재 보다, 팔목 착용형 액세서리에 사용

된 필름지에서 더욱 심하게 발생했다. 또한, 유연한 소재에 적용된 LED 간의 간격이 넓을수록 전도성 실이 서로 맞닿아 합선을 일으키기도 해서 이를 방지하기 위해 디자인을 변경하는 일이 생기기도 했다. 이 밖에도 디자인을 위한 미리 보기 시스템을 구축되어 있지 않아, 수정 시 번거로운뿐더러 많은 시간을 소모해야 해서, 늘 기술적인 오류를 염두에 두어야 한다는 단점들이 존재한다.

하지만 기계와 사람 사이의 상호 교감을 구현하는 오감 인식 기술 연구의 촉진으로 인해 향후 5년 안에 컴퓨터가 인간과 같은 오감을 가지게 될 것<sup>38)</sup>이라는 전망처럼, 현재 웨어러블 컴퓨터 분야의 발전 가능성과 기대치가 매우 높은 상태이다. 기술의 발전에 따라 무대 위의 퍼포머와 다양한 요소 간의 상호작용에도 많은 변화가 생겨날 것이며, 이는 궁극적으로 무대의 생동감 강화에 많은 영향을 줄 수 있을 것이다. 나아가 공연장을 벗어나 현실적인 공간과 가상의 콘텐츠가 혼합된 작품을 경험할 수 있도록 하는 새로운 공연 양식 창안에도 많은 도움이 될 수 있을 것으로 예상하는 바이다.

## 참고문헌

- 1) Steve Dixon (2007). *Digital performance: a history of new media in theater, dance, performance art, and installation*. Cambridge: The MIT Press. p.40.
- 2) 김선혁 (2009). 발레리나를 꿈꾼 로봇: 로봇과 퍼포먼스, 한국: 살림출판사, pp.17-18.
- 3) 이윤경 (2010). 인터랙티브 패션 디자인의 상용화 연구, 단국대학교 대학원 석사학위논문, pp.26-27
- 4) 스티븐 홀츠만 (2002). 디지털 모자이크 *Digital Mosaics : the aesthetics of cyberspace*. 이재현 옮김 (2002). 커뮤니케이션북스
- 5) 신두영 (2008). 디지털 아트에서 보이는 인터페이스의 유희성 -Media Performance를 위한 Interface Design -, 연세대학교 커뮤니케이션대학원 석사학위논문, pp.33-34
- 6) 안민수 (2009). 배우수련. 서울: 헤르메스 미디어, pp.2

- 23-224.
- 7) 안민수 (1998). 연극연출. 서울: 집문당, p.193.
  - 8) 김소영, 김경희 (2011). 공연예술 의상의 표현 방식에 관한 연구: 뮤지컬 의상을 중심으로, 한국패션디자인학회지, 13(2), pp.158-160.
  - 9) CT 인사이트 (2012). 심층리포트: 휴먼-디바이스 인터 액션 기술, 한국콘텐츠진흥원, 27(-), p.5
  - 10) 김영삼 (2011). 연극 ‘피카소의 여인들’의 무대 의상 제작 시스템에 관한 연구, 복식문화연구, 19(1), p.93.
  - 11) 홍선옥 (2012). 셰익스피어의 희극 「자에는 자로」 무대의상 연구, 한국패션디자인학회지, 14(4), p.140
  - 12) 우주형 (2011). 바우하우스 연극공방과 연극의상에 관하여 -솔렘머의 연극의상을 중심으로-, 한국패션디자인학회지, 11(1), p.72
  - 13) 이지선 (2009). 체계적인 무대의상 디자인 과정의 연구 -뮤지컬 「드라큘라」를 중심으로-, 상명대학교 문화예술대학원 석사학위논문, p.11
  - 14) 우주형, 앞의 책, p.73
  - 15) 유송옥, 이은영, 황선진 (1999). 복식문화, 서울: 교문사
  - 16) 강수련, 김이경 (2011). 웨어러블 컴퓨터에서 피트의 문제: 의복구성학을 적용한 디자인 프로세스의 도입, 한국패션디자인학회지, 11(4), p.120.
  - 17) Edward O. Thorp (1998). The Invention of the First Wearable Computer. ISWC '98 Proceedings of the 2nd IEEE International Symposium on Wearable Computers. IEEE Computer Society Washington, DC, USA. p.1
  - 18) Sabine Seymour (2009). Fashionable Technology: The Intersection of Design, Fashion, Science and Technology, Vienna: Springer. p.15.
  - 19) Steve Mann (1998). Definition of “Wearable Computer“. ICWC-98, Fairfax VA.
  - 20) Steve Mann (1997), “Wearable Computing as Means for Personal Empowerment”, First International conference on Wearable Computing, FairFax, VA <http://wearcam.org/icwckeynote.html>
  - 21) Billinghamurst, M., & Stamer, T. (1999). Wearable devices: new ways to manage information. Computer, 32(1), p.57
  - 22) Google(검색어: Google glass), 자료검색일 2013. 3. 28. <http://www.theverge.com/2013/2/22/4013406/fi-used-google-glass-its-the-future-with-monthly-updates>
  - 23) 채진미 (2013). 패션관여와 인터넷 친숙도에 따라 인터넷 쇼핑몰과의 상호작용성이 재구매 의도에 미치는 인과모형 분석, 한국패션디자인학회지, 15(1), p.112
  - 24) 이윤재 (2012). 웹서비스의 기술적 상호작용성이 사용자 콘텐츠 생산 효율성과 품질 인식에 미치는 영향 연구, 한국콘텐츠학회논문지, 12(9), p.382
  - 25) 이민정 (2003). 현대 패션에 나타난 디지털 커뮤니케이션 문화의 영향에 관한 연구, 연세대학교 대학원 석사학위논문, p.46
  - 26) Google(검색어: Atau Tanaka), 자료검색일 2012. 11. 10. <http://www.fondation-langlois.org>
  - 27) 최유진 (2008). 로이 풀러의 무대 의상에 관한 연구, 복식문화연구, 16(5), p.100.
  - 28) Google(검색어: Sensoree), 자료검색일 2013. 7. 20. <http://sensoree.com/artifacts/quantumsound/>
  - 29) Google(검색어: Death and powers), 자료검색일 2013. 3. 20. <http://opera.media.mit.edu/projects/deathandthepowers/index.php>
  - 30) Torpey, P. A. (2009). Disembodied performance: Abstraction of representation in live theater (Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology). p.98
  - 31) 강수련, 한아영, 김이경 (2011). 릴리패드 아두이노 (LilyPad Arduino)를 이용한 무용의상 디자인 연구, 한국패션디자인학회지, 11(3), p.16
  - 32) Trevor R. G. (1982). Practical Theater: How to Stage Your Own Production, NJ: Chartwell Books, p.100.
  - 33) Google(검색어: LilyPad arduino), 자료검색일 2012. 11. 12. <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardLilyPad>
  - 34) 마시모 벤지 (2008). 손에 잡히는 아두이노. 이호민역 (2010). 서울: 인사이트. p.19.
  - 35) 박상훈 (2010). 맥락적 이해를 근거로 한 공공디자인 컨설팅 프로세스 연구, 디자인학연구, 23(3), p.243
  - 36) Beyer, H., & Holtzblatt, K. (1997). Contextual design: defining customer-centered systems. Access Online via Elsevier.
  - 37) 서지성 (2006). 뮤지컬 『불의 검』 공연의상제작에 관한 연구, 중앙대학교 대학원 박사학위논문, p.80.
  - 38) 이치호 (2013). 오감인식 기술이 불러오는 혁신, SERI 경영노트, 180(-), pp.1-2.

# A Study on Interactive Costume Design based on Wearable Computer Technology

HA, Yu I · Kim, Yi Kyung<sup>†</sup>

Master's course, Graduate School of Culture Technology, KAIST  
Professor, Graduate School of Culture Technology, KAIST<sup>\*</sup>

## Abstract

The performing arts has achieved extension of space and time on stage and enhanced expressivity by introducing new technology to the theater, while also strengthening liveliness of performance. It is very important that performers show internal and external characters animatedly on stage, especially in the performing arts, where live performers are the primary medium of communication. Accordingly this study examines the ways to strengthen liveliness of a performance as well as to extend the functionality of costumes by introducing wearable computer technology to stage costume design. For this purpose, after identifying the reasons for applying wearable computer technology, we analyze existing cases of using wearable computer technology in performances, and present the process and outcome of our own case of wearable costume design for a real live performance. This study discusses the limitations and future directions of research and development in strengthening liveliness on stage with wearable technologies.

Key words: wearable computer, wearable performance, Lilypad Arduino, stage costume, interactive design