

X-Pers: 타악 공연에서 뉴미디어 기술을 활용한 동작 인식 및 공간 연출 연구

설호종¹, 이재형², 권두영^{2*}

¹월드뮤직 카이다스, ²서울미디어대학원대학교 융합미디어학과

X-Pers: A Study on Motion Recognition and Spatial Staging in Percussion Performances Using New Media Technology

Ho-Jong Seol¹, Jae-Hyoung Lee², Doo-Young Kwon^{2*}

¹World music group Kaidas

²Department of Convergence Media, Seoul Media Institute of Technology

요약 본 연구는 타악 공연에 특별히 초점을 맞추어 뉴미디어 기술의 적용 가능성을 깊게 탐구하였다. 연구의 목적은 단순히 타악 연주를 멀티모달적으로 확장하는 것이 아니라, 공연 공간을 다이나믹하게 연출하고, 관객과의 상호작용을 새롭게 개발하는 것이다. 이를 위해 본 연구에서는 타악기와 연주자의 전반적인 움직임, 더 나아가 세부적인 터치까지 정밀하게 감지하는 제스처 모듈을 개발하였다. 이 모듈은 바디 센서와 비주얼 센서를 통합적으로 활용하여 연주자의 다양한 움직임과 감정 표현을 실시간으로 분석하고 데이터화하였다. 또한, 추출된 움직임 데이터와 연주 데이터를 오픈 소스 비주얼 프로그래밍 언어인 프로세싱(Processing)을 사용하여 시각화하는 새로운 기법도 개발하였다. 이를 통해 설계 및 개발된 프로토타입 시스템 "엑스퍼스(X-pers)"는 연주자와 함께 무대 위에서 다이나믹한 예술적 영상을 생동감 있게 표현할 수 있게 만들었다. 본 연구는 타악기 연주의 본질적 표현력과 뉴미디어의 독창적 시각화가 조화롭게 결합됨으로써, 관객에게 새로운 예술적 경험을 선사하는 것을 목표로 하였다. 이러한 과정과 결과를 통해 뉴미디어 기술이 현대 공연에 어떠한 혁신적 변화를 가져올 수 있는지를 명확히 확인하였다.

Abstract This study focused on percussion performances to explore the potential applications of new media technologies. The research aimed to extend the performance of percussion instruments in a multimodal fashion, dynamically stage the performance space, and develop new forms of interactions with the audience. This study developed a gesture module that precisely detects the broad and subtle movements of percussion instruments and performers. This module integrates body sensors and visual sensors to analyze various movements and emotional expressions of the performer in real time. A new technique was developed to visualize the extracted movement and performance data using the open-source visual programming language, Processing. This led to the design and development of a prototype system called "X-pers," which enables dynamic artistic imaging on stage in collaboration with the performer. The study offers a new artistic experience to the audience by harmoniously combining the intrinsic expressiveness of percussion performance with the unique visualizations of new media. These processes and results confirmed that new media technology could bring innovative changes in modern performances.

Keywords : Gesture Processing, New Media Performance, Percussion, Processing, X-pers

본 연구는 2023년도 디엠씨산학진흥재단의 지원을 받아 수행되었음.

*Corresponding Author : Doo-Young Kwon(SMIT)

email: dykwon@smit.ac.kr

Received August 28, 2023

Accepted November 3, 2023

Revised September 27, 2023

Published November 30, 2023

1. 서론

공연은 멀티모달적인 특징을 가진다. 이는 시각적, 청각적, 촉각적 등 여러 감각을 동시에 활용하는 것을 의미한다. 뉴미디어 시대에는 컴퓨터 기술을 활용한 새로운 공연 연출의 실험이 크게 주목되고 있다. 타악기와 뉴미디어의 결합은 무대 위의 시각적, 청각적 표현을 한층 더 깊고 넓게 만들 수 있다. 이는 음악과 퍼포먼스의 영역을 넘어서 뮤지컬, 연극, 뉴미디어 아트 등 다양한 공연 분야에서 새로운 창조의 가능성을 펼칠 수 있다.

타악기의 발전은 악기의 재료, 성질, 발생하는 소리의 방식, 음악적 기능 및 대중의 인식 등을 중심으로 이루어져 왔다[1]. 그러나 현대 뉴미디어 시대에는 컴퓨터 기술을 활용하여 타악기의 변화와 진화가 활발히 진행되고 있다. 따라서 타악기를 현대 공연 연출에 활용하고 분석하는 것이 점점 더 필요하게 되었다. 과거 연구에서는 타악기를 단순한 '타격' 수단으로만 볼 수 있는 한계가 있었다. 그러나 본 연구에서는 연주자의 동작을 실시간으로 인식하는 기술을 도입하여, 바디 센서와 비주얼 센서를 통합적으로 활용한다. 이는 공연 공간을 실시간으로 변화시키는 주요 목표를 달성하기 위한 중요한 단계이다.

물론 현대 공연에서는 청각적 요소뿐만 아니라 공간 연출이라는 중요한 부분이 큰 역할을 하고 있다. 타악기 연주는 자체만으로도 감동과 에너지를 전달하는 중요한 매개체이지만, 뉴미디어 기술과의 결합을 통해 더 큰 시너지를 발휘할 수 있다는 것이 본 연구의 핵심이다.

본 연구에서는 타악기의 원래 역할에 더하여 뉴미디어 기술을 최적화하는 측면에서 타악기를 새롭게 재평가하였다. 그 결과로, "엑스퍼스(X-Pers)"라는 시스템을 개발하였다. 이 시스템은 연주자의 동작과 그에 따른 청각적 표현뿐만 아니라, 공연 공간 전체를 연출하는 중심 요소로 작용한다.

엑스퍼스는 연주자의 모든 움직임 감지하기 위해 비주얼 센서와 바디 센서를 함께 사용한다. 이를 통해 연주자의 거시적, 미시적 움직임이 데이터로 캡처되어 실시간으로 뉴미디어 공연의 연출 요소로 활용된다. 무대 위의 공간은 단순히 타악기의 연주로 이루어진 것이 아니라, 연주자 자신이 무대와 상호작용하는 동적인 공연 공간으로 변화된다. 엑스퍼스의 도입으로, 뉴미디어 타악 공연은 새로운 가능성을 찾을 뿐만 아니라, 뮤지컬, 연극, 뉴미디어 아트, 게임, 운동 등 다양한 분야에서도 창의력을 불어넣을 수 있다.

2. 이론적 배경

뉴미디어 아트 공연에서는 공연자의 손이나 몸의 움직임을 컴퓨터가 인식할 수 있도록 센서와 소프트웨어를 결합한 시스템을 활용하고 있다. 이런 기술적 장치들은 공연자가 물리적 움직임과 멘탈 상태를 조합하여 예술을 창조하도록 도와준다. 즉, 공연자는 인지-운동 능력을 활용하여 자신의 창의적인 아이디어를 더욱 깊게 표현할 수 있다.

이러한 시스템들은 세밀한 제스처 분석을 통해 공연자의 의도를 파악하고, 그에 알맞는 오디오나 비주얼 효과를 실시간으로 생성한다. 이는 다양한 센서를 통해 움직임 데이터를 취합하고, 그 정보를 디지털 출력, 예를 들어 음향이나 빛의 변화로 변환하는 과정을 통해 이루어진다[2].

기술이 증개하는 이러한 예술 형태는 공연자와 관객 모두에게 다층적이고 풍부한 경험을 제공한다는 점이 특징이다. 공연자는 물리적 제스처뿐만 아니라 그것을 뒷받침하는 감정이나 의도까지도 더욱 생생하게 전달할 수 있다. 그와 동시에 관객은 이러한 과정을 시각적 또는 청각적으로 느낄 수 있어 더욱 풍부한 감상 경험을 얻는다.

예를 들어, 뉴미디어 댄스 공연에서 댄서는 자신의 움직임을 통해 디지털 사운드나 비주얼 효과를 생성하게 된다. 그러므로, 댄서는 단순히 움직임과 몸의 긴장감에만 주목하는 것이 아니라, 시스템이 생성하는 오디오와 비주얼 반응에도 신경을 쓴다[3]. 이런 복합적인 상호작용은 기존의 댄스 공연과는 차별화된 경험을 제공하며, 공연의 다양성과 깊이를 높여준다.

1970년대에 개발된 Videoplace는 공연자의 동작을 카메라로 캡처하여 처리하는 주요 사례 중 하나로 간주된다. 이 시스템은 카메라를 이용해 사용자의 실시간 비디오 프레임을 분석하고, 그 결과로 2D 실루엣을 추출한다. 이러한 실루엣 데이터는 다양한 일상 제스처를 시스템 입력으로 활용하며, 이를 통해 사용자는 메뉴 선택이나 객체 조작 등을 직관적으로 수행할 수 있다[4].

반면에 1920년대에 개발된 Theremin은 손 동작을 3차원 공간에서 자유롭게 움직여 미묘한 동작을 활용한 공연의 예시이다. 이 도구는 두 개의 안테나를 통해 사용자의 손 위치와 움직임을 감지하여, 그에 따라 소리를 생성한다[5]. 이 두 예시를 통해 볼 때, 카메라나 센서 기술이 개입하는 예술 형태는 시간과 공간을 초월하여 다양한 창의적 표현과 상호작용을 가능하게 한다. 그 결과로

공연자와 관객 모두는 예술의 경계를 넓히고 더욱 풍부한 경험을 얻을 수 있다.

코로나19 팬데믹이 발생한 이후, 비대면 공연을 위해 컴퓨터 기술과 네트워크 기술이 적극 활용되었다. 이 기술들은 공연을 데이터화하고 가상 공간에서 연출할 수 있게 만들어, 공연 예술의 디지털화가 가속화되고 있다. 이 변화의 한 예로 그라츠 극장 축제나 공공 장소에서의 포스터 설치와 같은 새로운 형태의 공연이 등장하고 있다. 이러한 창의적 접근은 공연이 전통적인 공간과 형태를 넘어서고 있음을 보여주며, 공간적 연출의 중요성을 재조명하고 있다[6].

제스처 인식 기술은 이러한 디지털화 추세에서 더욱 중요한 역할을 차지하고 있다. 음악 공연에서는 공연자의 동작과 컴퓨터로 생성된 음악이 어떻게 시너지를 이룰 수 있는지에 대한 연구가 진행되고 있다[7]. 증강 발레 프로젝트는 댄서의 움직임과 감정을 실시간으로 연계하여 음악을 변화시키는 새로운 가능성을 모색하고 있다[8]. 이처럼 제스처 인식 기술은 교육, 의료, 엔터테인먼트 등 다양한 분야에서 활용되고 있지만, 특히 공연 예술 분야에서 그 중요성이 지속적으로 확대되고 있다[9].

3. 엑스퍼스(X-PERS)

3.1 개념

본 연구는 뉴미디어 기술이 발전함에 따라 공연의 멀티모달적 특성과 공간 연출의 중요성이 증가하는 현대 문화 맥락에서 공연 예술을 어떻게 더 발전시킬 수 있는지를 탐구한다. 특히, 뉴미디어 공연에서는 무대 위의 연주자의 행동과 연주 내용을 보완하여, 전체 공연의 공간적 연출과 관객과의 상호작용을 통한 새로운 경험 제공이 중요하다고 본다.

본 연구의 주된 관점은 "타악 공연자의 동작을 어떻게 활용하여 뉴미디어 공연을 구성할 수 있는가?"라는 질문에 대한 답을 찾는 것이다. 이 목적을 달성하기 위해, 본 연구는 실시간 동작 인식 기술을 기반으로 한 타악 공연 시스템을 제안한다. 이 시스템은 바디 센서와 비주얼 센서의 조합을 활용하여, 연주자의 거시적인 움직임과 미시적인 움직임을 동시에 캡처할 수 있다. 이러한 기술 조합은 더욱 풍부한 데이터 수집을 가능케 한다.

미디어 아트의 연출과 연주자의 동작 데이터를 통합함으로써, 연주자는 공연 공간의 연출을 직접 주도할 수 있

다. 이 과정에서 관객은 단순한 청각적 경험을 넘어, 시각적, 공간적, 그리고 상호작용적인 경험을 누릴 수 있다. 이러한 멀티모달 경험은 공연 예술의 새로운 가능성을 열어 줄 것이다.

3.2 시스템 구성

컴퓨터 기술을 광범위하게 활용하는 뉴미디어 공연에서는 디지털 기술을 통해 공간 연출의 중요성이 특히 강조된다. 이러한 맥락에서 본 연구는 타악 공연자의 다양한 동작을 뉴미디어 공연의 공간 연출 요소로 어떻게 통합할 수 있는지를 중점적으로 다룬다. 이 목표를 달성하기 위해서는, 연주자의 동작을 실시간으로 인식하는 타악 공연 시스템의 구축이 핵심적인 작업이다.

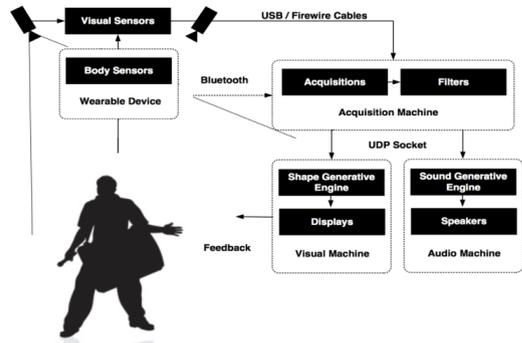


Fig. 1. X-perse System Configuration

Fig. 1은 타악 공연자의 동작을 중심으로 한 뉴미디어 기술의 활용을 통한 공연 공간 연출의 전문 시스템 구성도를 보여준다. 이 제안된 시스템은 크게 두 가지 주요 모듈, 즉 제스처 모듈과 시각화 모듈로 구성된다. 제스처 모듈은 연주자의 움직임 데이터를 실시간으로 수집한다. 이를 위해 바디 센서와 비주얼 센서의 조합을 사용하는데, 비주얼 센서는 큰 움직임을, 바디 센서는 작은 움직임을 감지한다. 시각화 모듈은 이렇게 수집된 데이터를 기반으로 예술적인 영상을 실시간으로 생성한다. 벡터 필드를 사용한 동작 시뮬레이션과 다차원 시각화, 그리고 예술 스타일을 기반으로 한 시각화 기술을 통해 공연에 맞는 영상 연출을 제공한다. 이 시스템은 공연자의 큰 움직임과 작은 움직임을 실시간으로 감지하여, 그 정보를 바탕으로 예술적인 영상을 만들어 공연을 더 풍부하게 만든다.

4. 제스처 모듈

4.1 개요

제스처 모듈(Gesture Module)은 타악기와 연주자의 움직임에 정밀하게 감지하는 핵심 구성 요소로 기능한다. 이 모듈은 연주자의 동작에서 다양한 특징들을 실시간으로 추출하고 분석하는 것을 목표로 한다. 이를 위해, 연주자의 악기와 신체에 부착하는 바디 센서(Body Sensor)와 공연 공간에 설치하는 비주얼 센서(Visual Sensor)의 두 가지 주요 센서를 활용하였다. Fig. 2에서는 제스처 모듈이 어떻게 바디 센서와 비주얼 센서와 함께 작동하는지의 구성을 보여준다.

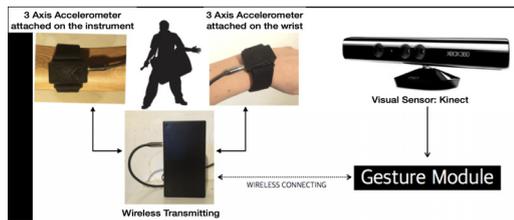


Fig. 2. Gesture Module with Visual Sensor and Body Sensor

비주얼 센서 부분에서는, 연주자의 복잡한 움직임을 시각적으로 정밀하게 포착하기 위해 키넥트 카메라(Kinect Camera)를 도입하였다. 키넥트는 원래 마이크로소프트사에 의해 게임 콘솔 Xbox용으로 고급 동작 인식 기술로 개발되었다[10]. 키넥트 카메라는 깊이 정보(depth information)와 실제 이미지 데이터를 동시에 획득하는 능력을 지니며, 이를 통해 연주자의 3차원적인 위치와 움직임을 정확하게 파악할 수 있다.

반면, 바디 센서는 연주자와 악기의 세밀한 움직임을 감지하기 위해 고성능의 3축 가속도 센서를 사용하였다. 이 3축 가속도 센서는 XYZ 세 개의 축에 따라 움직임의 방향성과 강도를 정밀하게 측정하며, 그 결과로 연주의 뉴앙스와 약간의 진동까지도 포착할 수 있다.

본 연구의 핵심은 이 두 센서의 데이터를 통합적으로 분석하여, 연주자의 거시적인 움직임부터 미시적인 움직임까지 전체적으로 파악하고 뉴미디어 기술과의 연동을 최적화하는 것이다.

4.2 비주얼 센서

비주얼 센서는 연주자의 움직임을 정밀하게 포착하는 중요한 역할을 수행한다. 이 연구에서는 특히 키넥트 카

메라를 사용하여 이 목표를 달성하였다. 키넥트 카메라는 깊이 센싱 기술과 RGB 카메라를 결합해 3차원 공간에서의 객체 인식과 추적을 가능하게 한다.

키넥트 카메라의 핵심 기능 중 하나인 'Skeleton Position'은 사용자의 신체를 구성하는 주요 골격 포인트의 위치를 실시간으로 인식하고 추적한다. 이 기능을 활용하여 연구자들은 타악기 연주자의 20개의 주요 관절 데이터를 실시간으로 트래킹하고 분석하였다.

본 연구의 실험에서는 이 20개의 관절 데이터 중 손, 팔꿈치, 머리, 몸통의 데이터가 연주자의 움직임을 이해하는 데 특히 중요하다는 것을 확인하였다. 연구는 제스처 모듈과 시각화 모듈 두 가지로 구성되며, 제스처 모듈은 바디 센서와 비주얼 센서의 조합을 통해 연주자의 움직임 데이터를 실시간으로 수집한다.

4.3 가속도 센서

본 연구에서는 3축 가속도 센서를 바디 센서의 주요 구성요소로 선택하였다. 이 센서는 연주자와 악기의 미시적 움직임을 정밀하게 캡처하는 데 사용되는 핵심 도구이다. 가속도 센서의 특성과 악기의 종류, 연주 기법을 고려하여 센서를 부착할 최적의 위치를 결정하게 된다.

뉴미디어 연구의 관점에서 볼 때, '흔드는 악기'나 '흔들면서 치는 악기' 같은 특정 악기 카테고리를 대상으로 연구할 때, 센서의 위치는 매우 중요하다. 이는 센서가 연주나 관객의 시선을 방해하지 않도록, 그리고 데이터의 정확성을 높이기 위해서이다. 센서가 잘못된 위치에 부착되면, 그 결과로 데이터의 왜곡이 발생할 수 있다. 본 연구는 여러 테스트를 통해, 연주자의 손목 부위에 센서를 부착할 때 가장 정확하고 일관된 데이터 스트림을 얻을 수 있다는 결론을 도출하였다.

본 연구에서는 3D 프린팅 기술을 활용해 시계 형태의 센서 케이스를 디자인하고 제작하였다. 이 케이스 내에는 3축 가속도 센서가 부착되어 있으며, 이를 통해 연주자의 움직임을 실시간으로 캡처한다. 센서가 케이스 내에서 제대로 고정되지 않으면 데이터의 일정성이 떨어져, 동작에 따른 공연 정보를 제공하는 것이 어려워진다. 따라서 케이스 디자인은 센서를 안정적으로 고정할 수 있도록 보완되었다.

데이터의 신속한 전송과 안정성을 확보하기 위해, 본 연구팀은 저전력과 높은 신뢰성을 지닌 UART 블루투스 통신 방식을 선택하였다. 이 통신 방식을 통해 연주자의 움직임과 그에 기반한 미디어 반응 사이의 지연을 최소화할 수 있다는 장점이 있다.

5. 시각화 모듈

본 시각화 모듈은 타악 연주자의 연주 동작에서 추출된 다양한 움직임 데이터를 프로세싱(Processing), 오픈소스 비주얼 프로그래밍 언어를 활용하여 정교하게 시각화하는 기법을 구현한다[11].

5.1 벡터 필드 시각화

2차원과 3차원 공간에서 벡터 필드(Vector Field)의 활용을 중심으로, 복잡한 동작 데이터를 수학적, 과학적, 그리고 예술적 관점에서의 시각화에 중점을 둔다. 벡터 필드의 핵심 개념 및 특성을 바탕으로 동작의 흐름과 그 변화를 직관적으로 나타내기 위한 다양한 알고리즘과 방법론에 대한 연구를 깊게 진행하였다. Fig. 3에서는 이러한 벡터 필드의 동적 시각화 예시를 보여준다.

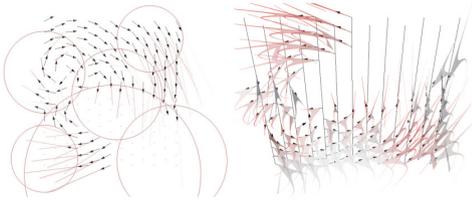


Fig. 3. Vector Field Dynamics Visualization

실질적인 구현 사례를 보면, 본 연구에서는 엑스퍼스 연주 중 연주의 속도와 힘에 따른 꽃잎 파티클의 움직임을 시뮬레이션하여 시각화하였다. 초기 꽃잎 파티클의 위치 설정에 있어 결정적 알고리즘 대신 랜덤 함수(Random Function)를 활용하여 x와 z 축에서 무작위로 위치를 초기화하였다. 이러한 접근은 자연스러운 꽃잎의 분포와 움직임을 더 정확하게 시뮬레이션하는 데 도움이 되었다.

꽃잎 파티클의 움직임은 Euler Method를 활용한 물리 기반 시뮬레이션으로 구현하였다. 이때, x 는 파티클의 현재 위치, t 는 현재 시간, Δt 는 시간 간격을 의미한다. 시스템은 이러한 파라미터들과 외부 힘, 예를 들면 중력,에 대한 반응을 종합적으로 고려하여 꽃잎 파티클의 움직임을 계산한다. 연주 동작에 따른 파티클의 움직임은 Fig. 4에서 볼 수 있으며, 꽃잎 파티클은 복잡한 패턴으로 움직인다. 이러한 움직임은 연주자의 연주 특성과 감정의 뉘앙스를 시각적으로 표현하고, 관객에게 깊은 감동을 줄 수 있는 중요한 요소로 작용한다.

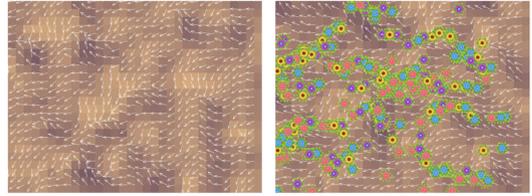


Fig. 4. Motion Visualization Using Vector Field

5.2 다차원적 시각화

본 연구는 공연 영상을 다차원적으로 표현하는 새로운 방법론을 제안한다. 이 방법론은 공연의 특성, 무대 구성, 그리고 디스플레이 장치의 다양한 요구 사항을 고려하여 유연하게 시각화 전략을 수정하고 적용할 수 있다. 최종적인 목표는 복잡한 다차원 정보를 시청자에게 직관적이고 효과적으로 전달하는 것이다.

1차원 축(axis)을 활용한 시각화는 Fig. 5에서 보여진다. 이 방식은 시계열(time-series) 데이터, 예를 들어 공연의 특정 요소나 연주자의 움직임을 실시간으로 분석하고 해석하는 데 매우 유용하다. 이를 통해 공연의 다른 요소들과의 상호작용을 이해하고, 전체적인 흐름과 구조에 대한 깊은 인사이트를 얻을 수 있다.

반면, 2차원 평면 공간을 활용한 시각화는 미술 회화적 기법을 적용할 수 있는 장점이 있다. 이 방법은 공연 데이터의 분포, 밀도, 그리고 패턴을 2D 지도(map)나 히트맵(heatmap) 형태로 표현함으로써, 시청자에게 공연의 다양한 면모를 더욱 풍부하게 전달할 수 있다.

이 연구에서 제안하는 다차원적 시각화 방법론은 공연의 복잡한 구조와 다양한 차원을 정확하게 포착할 수 있는 효과적인 도구로 활용될 것이다. 이렇게 함으로써, 시청자는 공연의 여러 면면을 직관적으로 이해하고 느낄 수 있을 것이다.

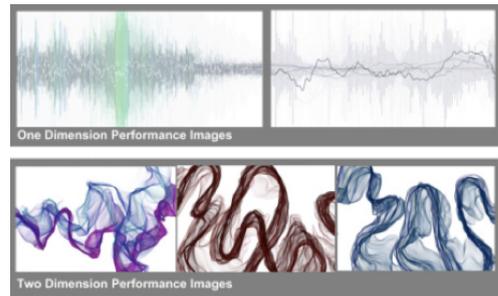


Fig. 5. Multi-dimensional Visualization

5.3 예술 스타일 기반 시각화

본 연구는 현대 공연의 복잡성과 다양성을 적절히 반영할 수 있는 고급 시각화 기술의 필요성을 명확하게 인식하였다. 이를 위해 연구팀은 예술적 스타일과 기술적 실행력이 조화를 이룰 수 있는 다양한 방법론을 탐구하였다. 특히 기하학적 패턴, 물리적 원리, 그리고 컴퓨터 그래픽스의 첨단 기술을 통합적으로 활용하는 접근법을 채택하였다. 이러한 통합적 접근은 예술과 기술 사이의 균형을 맞추는 데 중요한 역할을 한다.

연구의 초기 단계에서는 특히 기하학적 패턴, 예를 들어 원이나 불꽃 형태의 모티프,에 주목하였다. 이 과정에서 연주자와 악기의 움직임을 실시간으로 캡처할 수 있는 센서 기술을 활용하였다. 이렇게 수집된 움직임 데이터는 기하학적 패턴에 즉각적으로 반영되도록 설계하였다. 예컨대, 악기나 연주자의 미세한 움직임에 따라 원의 반지름이나 불꽃의 크기와 밀도가 동적으로 조절되었다. 이를 통해 연주와 시각화가 유기적으로 상호작용하는 신선한 경험을 제공하였다.

이렇게 본 연구는 예술적 창의성과 기술적 정교함을 결합하여 현대 공연의 복잡한 요소를 직관적으로 표현하는 새로운 경로를 제시한다. 이러한 통합적 접근은 공연과 시청자 모두에게 더 깊은 이해와 풍부한 경험을 제공할 것으로 기대된다.

더욱 복잡한 형태의 움직임을 표현하기 위해, 본 연구는 파티클 시스템(particle system)과 물리 중력 법칙을 활용하였다. 특히 타악 동작의 강도나 속도에 따라 불꽃이나 스파크의 분포와 이동 패턴이 동적으로 변화하는 것을 구현하였다. Fig. 6에서는 이러한 과정을 거쳐 생성된 다양한 시각화 유형들을 설명하고 있다. 불꽃과 스파크의 움직임은 현실적이고 동적으로 재현되어, 관객에게

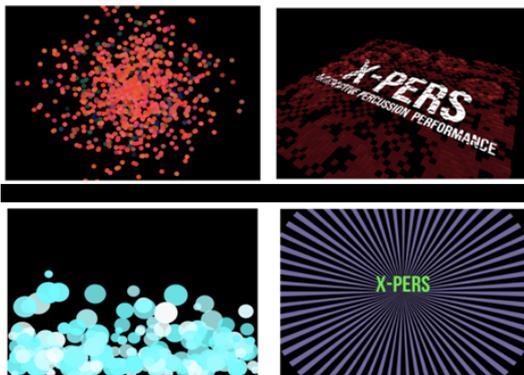


Fig. 6. Various Visualization Types of X-pers

매우 인상적인 경험을 제공한다.

본 연구가 추구하는 목표는 예술적 표현과 기술적 실행력을 균형 있게 융합하면서, 연주자와 관객 사이의 소통과 교감을 강화하는 것이다. 이러한 접근법은 공연 예술이 단순한 관람을 넘어 상호작용과 교감의 공간으로 발전할 수 있는 기반을 제공한다.

6. 시범 공연

뉴미디어 타악 시스템 "엑스퍼스"의 효율성과 반응성을 평가하기 위해, 실제 공연 환경에서 시범 연주를 실시하였다. 아티스트와 퍼커셔니스트들은 이 시스템을 직접 사용하며 그 성능을 경험할 수 있었다. 연주 전, 참여자들에게 시스템의 사용 방법에 대한 교육을 제공하고, 장비 설정과 튜닝 작업도 함께 수행하였다. Fig. 7은 이 시범 연주 중에 찍힌 몇몇 장면을 보여주고 있다.

시범 연주가 진행되는 동안, 관객은 "엑스퍼스" 시스템의 독특한 사운드와 인터랙티브한 특성에 큰 관심을 보였다. 전통적인 타악기의 물성과 뉴미디어 기술이 결합된 퍼포먼스는 호평을 받았다. 특히, 다양한 미디어 효과와 타악기의 리듬이 동시에 표현되는 점이 많은 관심을 끌었다.



Fig. 7. X-pers Performance

그러나 공연이 끝난 뒤 진행된 피드백 세션에서는 시스템의 반응 속도, 음색 다양성, 그리고 시각적 연출 등에 대한 개선 필요성을 지적하는 의견도 나왔다. 특히 일부 관객들은 이 시스템이 다양한 음악 장르에도 적용될 수 있기를 기대한다고 밝혔다. 이러한 피드백은 연구 팀에게 중요한 참고 자료가 되어, 시스템의 다양성과 사용성을 높이기 위한 후속 연구와 개선 작업에 대한 방향성을 제시하게 되었다.

7. 결론

본 연구는 타악기의 다양한 특성을 극대화하고자 뉴미디어 기술의 적용 가능성을 깊이 있게 탐구하였다. 초기 단계에서는 타악을 뉴미디어의 관점에서 재해석하였고, 그 결과를 바탕으로 '엑스퍼스'라는 새로운 미디어 퍼커션 시스템을 설계 및 개발하였다. '엑스퍼스'는 연주 데이터를 실시간으로 시각화 기술에 적용, 연주자와 함께 무대에서ダイナミック하고 생동감 있는 예술적 영상을 표현할 수 있도록 구현하였다.

본 연구의 목표는 단순히 타격의 감지에 그치지 않고, 연주자의 전반적인 움직임과 세부적인 터치까지도 포착하는 것이었다. 큰 움직임은 비주얼 센서(visual sensor)로, 미세한 움직임과 감정 표현은 바디센서(body sensor)로 캡처하였다. 이 방식을 통해 연주자의 전체적인 행동, 감정, 그리고 연주의 강도와 리듬을 포괄적으로 데이터화할 수 있었다. 이렇게 수집된 데이터는 벡터 필드와 다양한 시각화 기법을 통해 무대 위의 동적인 영상으로 전환되었다.

그럼에도 불구하고, 본 연구에는 몇 가지 한계가 존재한다. 특히, 키넥트와 3축 가속도 센서의 정밀도 부족과 공연장의 외부 조명 같은 외부 변수들이 연주의 완벽한 표현에 제약을 주고 있다. 이러한 한계점을 극복하기 위한 추가적인 연구가 필요하며, 센서 기술의 발전과 더 정교한 시각화 알고리즘의 개발이 진행된다면, 향후 혁신적인 공연 장르를 창출하는 데에 큰 기여를 할 것으로 기대된다. 종합적으로 볼 때, 본 연구는 타악기 연주의 본질적 표현력과 뉴미디어의 독창적 시각화를 성공적으로 결합하여 관객에게 새로운 예술적 경험을 제공하는 것을 목표로 하였다.

References

[1] Hornbostel-Sachs. "Zeitschrift für Ethnologie," Volume 46, 1914.

[2] Bilyeu, E., Ferreira, K., Peterson, L., & Weber, C. M. "Understanding New Media Art." Open Oregon Educational Resources, eBook, Creative Commons License (CC), Open Oregon, 2017.

[3] Tragtenberg, Joao, et al. "Towards the Concept of Digital Dance and Music Instruments," NIME, 19(1), pp.1-8, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3672878>

[4] Krueger, Myron. "Videoplacement 1975," Published in 2021.

[5] Bello, Hymalai, et al. "Move with the Theremin: Body Posture and Gesture Recognition Using the Theremin in Loose-Garment with Embedded Textile Cables as Antennas," *Frontiers in Computer Science*, 4, pp.1-12, 2022.

[6] "Reimagining Performance Spaces," *The Hindu Frontline*, 2021, <https://frontline.thehindu.com/arts-and-culture/reimagining-performance-spaces/article65523238.ece>. Accessed: October 2023.

[7] Tanaka, A. "Musical Performance Practice on Sensor-Based Instruments," *Trends in Gestural Control of Music*, pp.389-405, IRCAM - Centre Pompidou, 2000.

[8] Clay, Alexis, Couture, Nadine, Desainte-Catherine, Myriam, Vulliard, Pierre-Henri, Larralde, Joseph, & Decarsin, Elodie. "Movement to Emotions to Music: Using Whole Body Emotional Expression as an Interaction for Electronic Music Generation," *Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression*. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.1178237>

[9] Chin-Shyurng, F.; Lee, S.-E.; Wu, M.-L. "Real-Time Musical Conducting Gesture Recognition Based on a Dynamic Time Warping Classifier Using a Single-Depth Camera," *Appl. Sci.* 2019, 9, 528. DOI: <https://doi.org/10.3390/app9030528>

[10] "Xbox Kinect Accessory," Microsoft, 2023, <http://www.xbox.com/en-US/xbox-one/accessories/kinect>, Accessed: February 2023.

[11] "Processing," Processing Foundation, 2023, <https://www.processing.org>, Accessed: March 2023.

설 호 중(Ho-Jong Seol)

[정회원]



- 2009년 2월 : 건국대학교 전기공학과 (공학 학사)
- 2018년 8월 : 서울미디어대학원대학교 미디어디자인 (미디어학석사)
- 2017년 11월 ~ 현재 : 월드뮤직 카이더스 대표

<관심분야>

타악공연, 뉴미디어공연

이 제 형(Jea-Hyoung Lee)

[정회원]



- 2018년 8월 : 서울미디어대학원대학교 융합미디어 (미디어콘텐츠학 석사)
- 2022년 8월 : 한국전통문화대학교 일반대학원 무형유산학 (문화유산 융합학과 박사수료)
- 2022년 3월 ~ 현재 : 김포대학교 K-Culture계열 겸임교수
- 2022년 12월 ~ 현재 : 서울미디어대학원대학교 특임교수
- 2022년 3월 ~ 현재 : 주식회사 일리엠 대표

<관심분야>

문화예술, 뉴미디어공연

권 두 영(Doo-Young Kwon)

[정회원]



- 2003년 2월: 워싱턴주립대학교 건축학과 (이학석사)
- 2008년 6월 : 스위스취리히공과대학 (이학박사-컴퓨터그래픽스)
- 2009년 3월 ~ 현재 : 서울미디어 대학원대학교 융합미디어학과 교수

<관심분야>

공간미디어, 확장현실, 융복합미디어