

파티클 시스템을 활용한 실시간 멀티미디어 시계 :구상적 이미지를 통한 시간의 형상화

Real-Time Multimedia Clock using Particle System

임진호

대전대학교 커뮤니케이션디자인학전공

Jin-Ho Im(imjinho@dju.kr)

요약

새롭게 등장한 미디어아트는 디지털미디어 시대에 맞추어 새롭게 다양한 표현방법으로 발전하고 있다. 전통예술과 다르게 관객이 적극적 주체가 되어 작품에 참여하고 상호작용하게 되면서 관객과의 소통이 크게 중요해졌다. 이러한 디지털 예술작품들이 이제는 단순히 갤러리에서만 구현되는 것이 아니라 일상생활에서 손쉽게 접하는 장소 및 물품에서도 그 모습을 볼 수가 있다. 이러한 작품들은 더욱 상호작용을 함으로써 미디어아트의 대중적 접근을 쉽게 만들고 있다. 이에 본 논문을 통해 파티클 시스템을 이용한 실시간 멀티미디어 시계 작품을 구성하는 연구를 하였다. 시간은 오랜 기간 동안 전통예술 영역에서 중요한 테마로 활용되어왔으며 다양하게 표현되고 있다. 시간의 연속성과 그에 따른 존재의 가치를 테크놀로지 기술을 바탕으로 표현하기 위하여 시계라는 대중적 매체를 활용하고 사용성과 관객의 상호작용에 의한 감성적 만족을 함께 제공할 수 있는 작품을 제안한다.

■ 중심어 : | 멀티미디어 시계 | 파티클 시스템 | 미디어아트 | 시간 |

Abstract

The newly developed field of media art is quickly making progress to include various and up-to-date forms of expression. Unlike in traditional art, the communication between the art and the viewer has become vastly important, in which the viewer is an active agent who participates and interacts with the artwork. These digital artworks can now be readily observed in everyday places and things, rather than being confined solely in the gallery space. By encouraging open interaction with the public, media art has become more accessible. Accordingly, this thesis examines the construction of a real-time multimedia clock piece using particle systems. Time has always been a significant theme in the realm of traditional art, which continues to be explored extensively in various forms of expression. In an attempt to express the continuity of time and the state of being value of existence based on technological skills, the thesis presents an artwork that uses the popular medium of a clock while also providing both usability and emotional satisfaction for the viewer's sensibility through interaction.

■ keyword : | Multimedia Clock | Particle System | Media Arts | Time |

* 본 연구는 2011학년도 대전대학교 신진교수연구비 지원에 의하여 수행된 것입니다.

접수번호 : #120223-004

심사완료일 : 2012년 04월 12일

접수일자 : 2012년 02월 23일

교신저자 : 임진호, e-mail : imjinho@dju.kr

I. 서론

현재 디지털미디어 아트는 테크놀로지 시대에 맞추어 새롭고 다양한 표현방법으로 사용되고 있고, 예술가가 미디어와 테크놀로지를 이용하여 예술 작품의 범위는 점차 확대되고 있다. 많은 작가들은 테크놀로지 기술을 바탕으로 작가와 관객 그리고 작품이 상호소통하는 새로운 예술 작품을 제작하여 이전에는 없었던 경험을 가능하게 하였다[1]. 디지털 예술작품들이 이제는 단순히 미술관이나 갤러리에서만 구현되는 것이 아니라 외부의 공공적인 장소에서도 그 모습을 볼 수가 있다. 이러한 작품들은 더 대중적으로 상호작용을 함으로써 테크놀로지적인 예술작품의 대중적 접근을 쉽게 만들게 되어 인터랙티브 미디어에 대한 대중의 관심을 높여주고 있다[2]. 디지털 미디어로 표현되는 미디어아트 작품들이 단순히 프로그래밍 기술에 의해서만 표현되거나 최신 기술의 구현에만 집중하지 않고, 예술로서의 경험을 위한 많은 고민이 있어야 한다는 비판과 논의들이 이루어지고 있다. 이들은 관객들이 미디어 아트 작품을 통해서 정신적 교감을 이끌어 낼 수 있게 된다면, 이성이 아닌 감성의 변화를 느낄 수 있고 관객들은 작품과의 신체적 상호작용뿐만 아니라 더 깊은 정신적 상호작용으로 발전할 수 있을 것이라 주장하는 것이다[3].

본 논문에서는 시간의 연속성과 그에 따른 존재의 가치를 테크놀로지 기술을 바탕으로 표현하기 위해 시계로서의 기능을 위한 사용성과 관객의 상호작용에 의한 감성적 만족을 함께 제공할 수 있는 작품을 연구한다. 시계는 대중적으로 보급되면서 인간의 일상생활에 밀접하게 사용되고 있으며 다양한 형태로 존재한다. 하지만 이러한 시계들은 현대의 자연과학과 물리학에서 요청되는 시간의 단위인 시, 분, 초 등을 사람들에게 전달되는 요소로 사용될 뿐 시간은 무형의 상태를 의미하며 현존의 끊임없는 흐름인 시간의 존재를 직접적으로 인식 시킬 수 있는 시도는 부족하다. 이를 위해 첫 번째로는 시간의 존재에 대한 다양한 이론들을 살펴보고 이를 바탕으로 시계의 기능 구현을 위해 구상적 이미지를 통한 시간의 형상화를 한다. 둘째로는 웹캠, 거리센서와 프로그래밍 등의 테크놀로지를 통해 관객의 참여를 이

끌어낼 수 있는 가능성을 고찰해 보았다. 마지막으로 본 연구를 바탕으로 하여 파티클 시스템을 활용한 실시간 멀티미디어 시계를 제작해 보았고, 작품의 의미와 제작 방법 등을 기술하였다.

II. 시간의 개념

시간의 초창기 개념은 자연환경에 의해 경험된 사물과 상태에 대한 인식 변화였다. 하지만 인간은 근대산업문명을 통해 새로운 시간 개념을 만들어 냈고 그 시간 개념을 담은 시계가 대중적으로 보급되면서 인간의 일상을 좌우하게 되었다. 시간을 운동과 관련시켜서 분석하고 시간을 운동의 수로 정의하는 ‘물리적 시간’의 개념은 현대의 자연과학과 물리학에서 요청되는 시간의 의미가 되었다. 하지만 디지털미디어 시대의 등장에 따라 사이버 세계의 개념이 등장하였고 공간은 더 이상 물리적으로 이동되는 거리가 아니며, 시간 역시 언제든 조정 가능하며 불연속적인 개념으로 자리하고 있다. 하지만 현실적으로 우리는 과거의 철학적 과학적 종교적 연구가 적용된 사이버세계가 아닌 실제 사회에서 아직 살아가고 있으며 과거의 시간과 존재의 관념은 현대 디지털 시대에서 역시 새로운 상상력을 위한 정신적 기술적 근본으로서 공존하고 있다. 시간의 관점은 시대를 거치며 다양한 개념으로 연구되어 왔으며 크게 ‘인과적 시간’, ‘상대적 시간’, ‘순환적 시간’ 그리고 ‘불확정 시간’으로 정리할 수 있고 많은 예술작업들이 시대의 시간의 관점에 커다란 영향을 받아왔다.

1. 인과론적 시간

인과론적인 시간의 관점은 뉴튼(Isaac Newton)의 “자연철학의 수학적 원리”에서 잘 설명되었는데 그는 시간과 공간은 각각 절대적인 것으로, 공간, 시간의 개념 그리고 운동의 법칙을 설명하고 수학적 물리학의 방법을 논했다. 현재의 순간을 기점으로 한 전후 사이의 연속적인 시간의 흐름은 생성과 소멸사이의 간격이며 공간의 변화를 의미한다. 운동은 시간의 변이를 나타내며 시간은 운동의 존재 근거이다. 예술 활동에서 시간

의 연속적인 흔적을 한 공간에 표현하는 기법은 미래파(Futurism)에서 나타났는데 미래파는 산업화되어가는 사회의 일반 현상을 시각적으로 표현하고자 하였다. [그림 1]의 마르셀 뒤샹(Marcel Duchamp)의 작업에서 보여주듯이 미래주의 화가들은 운동감, 속도를 표현하기 위해 시간의 개념을 도입하였으며 정지되어 있는 단일화면에 다양한 동적인 움직임과 속도를 함께 표현하였다[4].

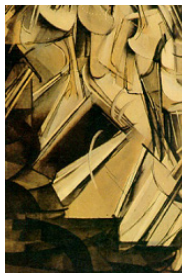


그림 1. 마르셀 뒤샹, 계단을 내려가는 나무, 1912

2. 상대적 시간

우리는 시간이 동일하게 흐르는 듯이 보이지만 결코 같은 시간대로 흐르지 않는 경우를 체험하고는 한다. 장소와 상황이 같더라도 사람들은 각자 자신의 느낌에 따라 시간의 흐름을 다르게 인식한다.

아인슈타인(Albert Einstein)이 규정한 상대성 이론은 시간의 속도가 일정하다는 고전 물리학의 시간관을 부정하고 변화 가능한 시간관을 만들어냈다. 그것은 관찰자와 관찰관계의 변화인 것이며 주관적인 마음속의 시간이다. 예술 활동에서도 상대적 시간의 관점은 [그림 2]의 피카소(Pablo Ruiz Picasso) 작품을 주축으로 한 큐비즘(Cubism)에서 잘 나타난다. 공간속에서 한 대상이 관점과 시점을 이동하면 새로운 대상으로 인식된다는 세잔(Paul Cezanne)의 다중시점에서 시작된 큐비즘은 다시점과 다시간성을 주축으로 조형개념이 형성되었다. 다시점은 다시간성과 밀접히 연계되어있다. 이는 일관되게 연속되는 관찰의 결과가 아니라 단속적이고 불연속적인 관찰의 결과물에 의한 표현이다.



그림 2. 피카소, 아비뇰의 처녀들, 1907

3. 순환적 시간

모든 존재는 돌고 돌며 그 모든 상황도 돌고 돈다는 순환적 시간관은 농경시대에 계절이 반복되는 것을 사람들이 느끼며 형성된 시간에 대한 관점이다. 순환적 시간관은 과거 현재 미래가 부분적으로 교차한다는 측면에서, 시작도 끝도 없다는 연속적 순환 고리를 의미한다. 존재의 근원을 바탕으로 어느 것도 없어지거나 새롭게 나타나지 않는다는 점에서 존재의 시간의 유한성과 시간의 무한성을 동시에 드러낸다. 이러한 순환적 시간의 관점은 동양의 철학에 영향을 받은 많은 예술작가들의 내면의 표현 수단으로서 활용되어왔다. 또한 디지털 미디어의 발전과 동양철학에 대한 관심은 '끊임 없는 변화'와 '모든 것과의 관계' 그리고 '영원성'이라는 세 가지 개념을 바탕으로 정신문화와 물질문화를 대면시키고자 많은 예술가들에 의해 표현이 시도 되었다 [5].

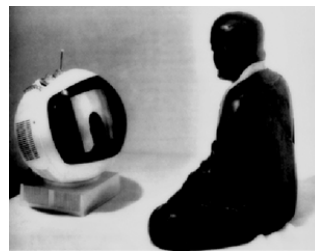


그림 3. 백남준, TV부처, 1974

4. 불확정 시간

현대 과학문명의 대부분은 인과적 방정식을 이용하여 자연현상을 설명하였고 이 방법에 의존하여 발전했다. 그러나 허리케인, 태풍, 전염병 출현 등과 같은 예상

할 수 없는 자연변이 현상들은 매우 복잡하고 불규칙적인 운동을 하기 때문에 인과적인 방정식을 통해서선 전혀 설명할 수 없다. 하이젠베르크(Werner Heisenberg, Physicist, 1901~1976)가 주장하는 ‘불확정성(不確定性)의 원리’에 따르면, 원자의 세계에서는 미시적 대상의 위치와 운동량을 동시에 측정할 수 없다. 어떤 한 변수를 정확하게 측정하면 할수록 다른 것은 그만큼 부정확해진다. 따라서 어떤 시간의 어느 한 분자의 위치와 운동량을 동시에 정확하게 예견 할 수 없기 때문에, 즉 현재를 파악하지 못함으로 미래도 예견할 수 없다는 것이다. 이러한 예측을 할 수 없는 불규칙한 혼란한 현상을 혼동(CHAOS)현상 이라 부른다[6].

디지털 미디어의 발전은 작가의 미적 경험과 상상 속에서만 국한 되었던 많은 표현을 가능케 하는 수단으로 사용되고 있으며 불확정시간의 표현 역시 간접적으로 가능하여 졌다. ‘없음’에 관련하여 백남준(Namjune Paik, Video artist, 1932~2006)은 현상되지 않는 필름을 TV에 영사하였다. 투명한 필름에 빛만이 지나가므로 아무것도 스크린에는 영사되지 않았다. 그러나 자꾸 영사하면서 스크래치와 먼지 등이 간섭현상을 일으키면서 우연적인 모습을 보여주었다. 단지 여기에는 영사 그 자체, 시간의 흐름만이 있을 뿐이다.

III. 시간의 표현을 위한 파티클 시스템

시간의 존재를 새로운 시각으로 사람들에게 표현하기 위하여 기존의 시계에 존재하는 바늘과 숫자의 역할을 대신할 새로운 조형적 요소가 필요하다. 파티클 시스템은 연기의 흐름이나 움직이는 액체, 떨어지는 꽃잎 등 현실세계에 존재하는 복잡한 현상을 시뮬레이션 하는 그래픽기법이다[7]. 파티클 시스템의 활용을 위해 가장 기초적인 조형요소인 점(DOT)을 채택하여 활용한다. 파티클 시스템에서 각 파티클들은 색상과 속도, 위치와 방향 등의 속성을 개별적으로 지닌다. 또한 파티클들은 서로 영향을 주며 네트워크를 형성하여 유기적으로 움직인다[8].

1. 파티클 시스템을 위한 점(DOT)의 활용

수학의 상태에서 점이란 사고의 한 단위인 것이다. 유클리드 기하학은 추상적 사고의 모습으로 점을 규정하고 있다. 즉 수학적 상상력을 펼치기 위한 한 영역을 제공하는 단위이다. 따라서 점 이상도 이하의 의미도 가지고 있지 않다. 하지만 불교에서는 상유의 대상이고, 관심의 출발이며, 관심의 증폭대상이며, 관심의 초월물이다. 여기서 점은 점이 아닌 소거의 상태, 무한한 상태를 지향하기 위한 출발점이며 도착점인 것이다[9]. 시간을 시각화하기 위하여 사용될 점은 구성단위의 기본으로서 그것의 결집과 해산은 다양한 면모를 띠고 시각화된다. 점은 축소, 생략, 간략, 상징, 암시의 의미를 함유하고 있다. 또한 점은 위치와 크기변화, 컬러, 공간의 변화, 결합 등 주변요소들과 관계성을 지니며 다양한 의미를 표현할 것이다[10].

2. 점을 활용한 다양한 시간의 관점 반영

우리는 과거의 철학적, 과학적, 그리고 종교적 연구가 적용된 사회에서 아직 살아가고 있으며 과거의 시간과 존재의 관념은 현 디지털 시대에서 새로운 상상력을 위한 정신적 기술적 근본으로서 공존하고 있다. 따라서 새로운 방식의 멀티미디어 시계를 구성함에 있어서 앞에서 제기되었던 시대에 시간의 관점들(‘인과적 시간’, ‘상대적 시간’, ‘순환적 시간’ 그리고 ‘불확정 시간’)이 간접적 그리고 추상적인 시각 방법을 통하여 반영된다면 보다 의미가 있다고 생각한다.

2.1 점을 활용한 인과적 시간의 시각화

점의 움직임을 통한 구상적 이미지의 연속적인 변화는 생성과 소멸사이의 간격을 나타내며 공간을 의미한다. 운동감 속도감을 표현한 점의 시각적 활용은 인과적 시간의 의미를 조형적으로 표현할 수 있다.



그림 4. 인과적 시간의 시각화

2.2 점을 활용한 상대적 시간의 시각화

다수의 점들이 다층적으로 배치하면서 나타나는 중첩(overlapping)은 한 단위가 부분적으로 그것의 위에 있는 다른 단위와 연결되고 투영됨을 통해 구상적 이미지를 통한 상대적 시간의 의미를 조형적으로 표현할 수 있다[11].



그림 5. 상대적 시간의 시각화

2.3 점을 활용한 순환적 시간의 시각화

점의 무한 반복적 패턴을 가진 움직임을 통해 구현되는 구상적 이미지의 변화는 순환적 시간의 의미를 조형적으로 표현할 수 있다.

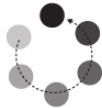


그림 6. 순환적 시간의 시각화

2.4 점을 활용한 불확정 시간의 시각화

점의 위치와 컬러 그리고 크기 등의 수치를 의도적으로 고정하지 않고 컴퓨터프로그래밍을 통해 불규칙하게 반영하면 불확정적인 구상적 이미지가 생성된다. 이를 통해 불확정 시간의 의미를 조형적으로 표현할 수 있다.

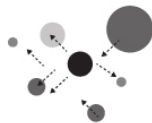


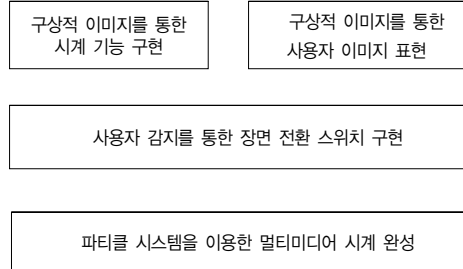
그림 7. 불확정 시간의 시각화

IV. 구현

본 논문에서 제안하는 멀티미디어 시계를 구현하기 위한 제작과정은 다음과 같다. 각 단계별 구현내용과 결과를 살펴보도록 한다.

1. 디지털미디어의 활용 및 구조 설계

표 1. 제작 순서도



2. 구상적 이미지를 통한 시계 기능 구현

시계의 기능 구현을 위해 액션 스크립트(Action Script 3.0)를 프로그래밍언어로 활용한다. 컴퓨터에서 제공되는 시, 분, 초에 대한 실시간 정보를 바탕으로 수많은 점들을 화면상에 배열, 변화시켜 시간을 표현한다. 화면상에 위치한 수많은 점들은 실시간 정보에 의하여 유기적 결집과 해산을 통해 다양한 면모를 띠고 시각화된다. 이렇게 점을 활용한 여백, 공간의 변화와 결합 등은 [표 2]에서 정리된 것처럼 시계의 기본 구성요소인 시, 분 그리고 초의 표현을 가능하게 하였다. 위의 구성요소들을 [그림 8]과 같이 중첩하면 시계의 기능을 구현할 수 있으며 기존의 시계의 모습에서 벗어나 새로운 조형성을 지닌 구상적 이미지를 통한 시계의 형상화가 가능하다.

표 2. 점을 활용한 시계의 구성단위 개별 표현

| 시계의 구성요소 | 점을 활용한 시간의 표현 |
|----------|--------------------|
| 시 | 1 2 3 4 5 6 |
| | 7 8 9 10 11 12 |
| | 점의 개수 |
| 분 | 1 2 3 4 5 6 |
| | |
| 초 | 1 2 3 4 5 6 |
| | |



그림 8. 점을 활용한 시계의 구성단위 중첩 표현

표 3. 점을 활용한 시계의 상황별 예시

| 시간 | 점을 활용한 시계의 상황별 예시 |
|------------|-------------------|
| 1시 5분 10초 | |
| 3시 10분 30초 | |
| 4시 1분 50초 | |

3. 구상적 이미지를 통한 사용자 이미지 표현

웹캠을 통하여 추출된 사용자의 영상을 액션 스크립트를 통해 비트맵으로 전환하고 음영을 최대화 시켜 흑백 톤 이미지를 생성한다. 이때 생성된 하얀색 영역은 랜덤하게 그려지는 다양한 색깔의 파티클 점들을 통해 점묘법 방식으로 재구성되어 표현되며 시계를 표현하는 점들과 시각적 일관성을 유지한다.

표 4. 영상처리 기능 구현

| 영상처리 | 영상처리 결과 |
|--------|---------|
| 영상 이미지 | |
| 흑백톤 전환 | |
| 파티클 활용 | |

4. 사용자 감지에 따른 장면 전환 스위치 구현

사용자가 시계의 전면에 위치하고 있는 것을 감지하기 위하여 거리센서와 Make Controller Kit을 활용한다 [12]. 거리센서에서 입력된 값은 실시간으로 컴퓨터에 보내지며 장면 전환 스위치 구현을 위해 액션 스크립트에 반영한다.

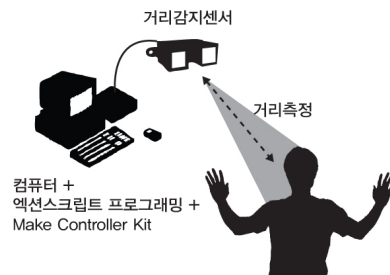


그림 9. 장면전환 스위치 구현

거리센서에서 특정 값 이상이 감지되는 경우 장면 전환 스위치 기능을 통해 관객 감지에 따른 화면전환 시스템이 된다. [그림 10]과 같이 사용자가 시계에 가까이 다가갈 경우 실시간 정보를 바탕으로 시계를 표현하고 있는 파티클 점들은 유기적 결집과 해산을 통해 사용자 영상 이미지를 표현하고 반대로 사용자가 시계에서 멀어질 경우 시계를 표현으로 돌아가기 위해 또다시 유기적 결집과 해산을 반복한다.

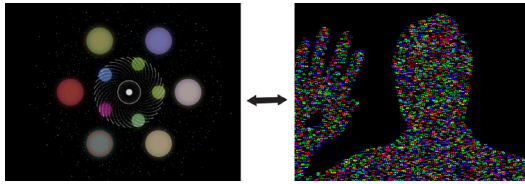


그림 10. 관객 감지에 따른 화면전환 시스템 연동

5. 파티클 시스템을 이용한 멀티미디어 시계 완성

본 작품의 결과물로 앞서서 진행된 과정을 종합하여 사용자와 상호작용하고 실시간으로 시계의 기능과 사용자영상 이미지를 동시에 표현할 수 있는 파티클 시스템을 이용한 멀티미디어 시계가 구현 가능하다.

V. 결과

본 작품의 설치구성은 [그림 11]과 같다. 먼저 시계의 기능표현을 위해 컴퓨터에서 제공되는 시, 분 그리고 초의 값은 액션 스크립트를 통해 파티클 시스템을 기반으로 표현된다. 스크린 하단에 부착된 거리감지 센서는 실시간으로 사용자와의 거리 값을 컴퓨터에 보내고 액션 스크립트를 통해 특정거리 값 이상이 측정되면 스위치 기능을 이용해 사용자 영상표현에 필요한 프로세싱으로 전환한다. 이를 위해 웹캠을 통해 입력된 관객의 영상정보는 파티클 시스템을 통해 관객 영상이미지를 재구성하여 표현하게 되고 이를 프로젝터를 통해 스크린에 투사하여 관객에게 시각적 피드백을 제공하며, 관객의 지속적 참여를 유발한다. 만약 관객이 작품으로부터 멀어지면 거리감지 센서를 통해 특정거리 값 이하가 측정되고 이와 같은 결과로 인하여 스위치 기능이 동작하며 기존의 파티클 시스템 기반의 시계의 이미지로 전환하여 프로젝터를 통해 스크린에 투사한다. 위의 과정은 사용자와 작품의 상호작용을 통하여 지속적으로 반복되며 실시간 멀티미디어 시계를 구현하기 위한 구조 설계로서 활용되었다. 본 작품은 [그림 12]과 같이 작품에 대한 관객 참여를 진행하였으며 성공적으로 구현되었다.

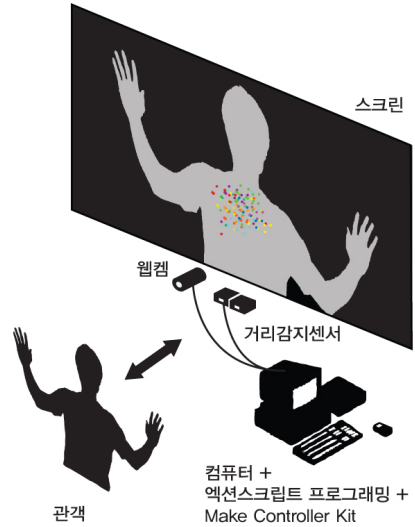


그림 11. 작품의 설치 구성

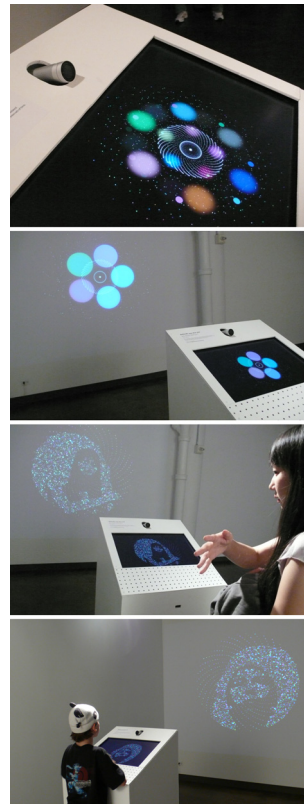


그림 12. 작품에 대한 관객 참여

V. 결론

디지털 기술과 디지털을 응용한 각종 매체들의 급속도로 대중사이에 보급됨에 따라 예술로서 디지털의 사용은 공학과 예술의 융합을 기반으로 관객의 참여를 유발하며 보다 흥미롭고 발전적이고 무한한 표현의 가능성을 갖추는 새로운 형식으로 발전되어 가고 있다. 본 논문을 통해 제작된 파티클 시스템을 이용한 멀티미디어 시계는 단순 시계의 기능 구현에서 나아가 과거로부터 현재까지의 다양한 시간의 존재 관점을 현 디지털 시대의 기술을 바탕으로 새롭게 재해석하고 시각화하는데 의미가 있다. 구상적 이미지를 통한 시간의 형상화를 위해 파티클 시스템을 채용하였다. 화면상에 실시간으로 유기적 결집과 해산을 하는 파티클들은 시계의 기능은 물론 사용자의 영상으로 재구성되어 시간의 에너지흐름 속에서 사용자 자신의 존재를 느낄 수 있도록 표현된다.

향후 실시간 멀티미디어 시계의 구현에 따른 보다 발전된 시간의 형상화 작업을 위해 관객의 지속적인 참여와 상호 작용을 효과적으로 유지할 수 있는 방안을 연구하고 그에 따른 다양한 피드백과 데이터 값을 바탕으로 한 새로운 시각접근법 연구가 진행되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 이종석, 황선정, 진성모, “아두이노를 이용한 Interactive Tapestry 개발 및 연구”, 한국기초조형학회, 제12권, 제5호, pp.423-426, 2011.
- [2] 서정자, “디지털 시대의 테크놀로지 예술 확장에 관한 연구”, 한국기초조형학회, 제12권, 제2호, pp.227-230, 2011.
- [3] 이의영, 이현진, “미디어아트에서 아날로그적 감성에 대한 연구”, 한국기초조형학회, 제12권, 제5호, pp.411-415, 2011.
- [4] 유현정, “매체의 발달과 시간에 대한 연구”, 한국기초조형학회, 제7권, 제1호, pp.113-121, 2006.
- [5] 이영우, *비디오아트*, 문예마당, 2000.
- [6] 서정자, *현대 타이포그래피에 표현된 시간관과 공간관에 관한 연구*, 홍익대학교대학원 시각디자인학과, 석사학위논문, 2006.
- [7] W. T. Teeves, *Paticle System : A Technique for Modeling a Class of Fuzzy Objects*, ACM Transactions on Graphics, 1983.
- [8] 임찬, 윤제선, “움직임 감지 기반의 파티클 시스템을 이용한 디지털 거울”, 한국콘텐츠학회논문지, 제11권, 제11호, pp.64-66, 2011.
- [9] 이영훈, *뉴미디어아트와 시간*, 도서출판 재원, 2004.
- [10] 바실리칸딘스키, 차봉희 역, *점 선 면*, 열화당, 2000.
- [11] 루돌프아른하임, 김춘일 역, *미술과 시지각*, 서울 기린원, 1991.
- [12] <http://www.makingthings.com>

저 자 소 개

임진호(Jin-Ho Im)

정회원



- 2005년 5월 : 국민대학교 시각디자인학과(미술학석사)
- 2008년 5월 : 스크오브비주얼아트 컴퓨터아트(미술학석사)
- 2011년 9월 ~ 현재 : 대전대학교 커뮤니케이션디자인학과 교수

<관심분야> : 미디어아트, UX 디자인, HCI