움직임 감지 기반의 파티클 시스템을 이용한 디지털 거울

Digital Mirror using Particle System based on Motion Detection

임 찬, 윤재선

숭실대학교 글로벌 미디어 학부

Chan Lim(chanlim@ssu.ac.kr), Jae-Sun Yun(silverholic@naver.com)

요약

센서 기술의 발달과 디지털 미디어의 진화는 인터랙티브 미디어아트라는 새로운 예술장르를 탄생시켰다. 그 중 디지털 거울은 컴퓨터비전 기술과 비디오아트의 융합을 기반으로 등장한 작품분야로서, 관객의 시각적 이미지를 다양한 매체를 통해 재구성하여 표현한다. 이러한 디지털 거울의 미학적 측면과 높은 관객 접근성을 바탕으로 많은 디지털 거울 작품이 등장했다. 하지만 대다수의 디지털 거울은 관객의 참여 정도와 무관한 시각적 이미지를 표현하고 있으며, 이는 지속적인 관객참여와 상호작용 유지를 저해하는 요소로 작용될 수 있다. 이에 본 논문은 기존의 디지털 거울에 차영상 기반의 움직임 감지 알고리즘과 파티클 시스템을 연동하여 관객의 움직임 정도에 따라 유기적으로 변화하는 디지털 거울을 제안한다. 먼저 입력된 관객이미지를 처리하여 관객의 움직임 정보를 추출하고, 이를 파티클의 속성에 적용시켜 관객의 움직임에 따라 변화하는 파티클 시스템을 디자인한다. 그리고 이를 기반으로 관객의 이미지를 재구성하여 표현했다.

■ 중심어 : | 디지털 거울 | 움직임 감지 | 파티클 시스템 | 인터랙티브 미디어아트 |

Abstract

Development of sensing technology and progress of digital media have been creating new art genre named interactive media art. digital mirror working based on convergence between computer vision technology and video art, is expressing reconstituted spectator's visual image through various mediums. From this aesthetical point and high accessibility towards spectators, many types of digital mirrors have been introducing. However, the majority of digital mirrors express visual images unrelated to degree of spectator's participation and this caused obstruction to spectator's continuous participation and interaction. This paper proposes digital mirror operated by spectator's movements read through particle system synchronized with motion detection algorithm based on analyzing image difference. This work extracted the data of spectator's movement by image processing and designed particle system changed by this data. And it expressed reconstructed spectator's image.

■ keyword : | Digital Mirror | Motion Detection | Particle System | Interactive Media Art |

I. 서론

컴퓨터 기반 센서기술의 발전과 관객을 예술의 범주에 포함시키려는 노력은 인터랙티브 미디어아트

(Interactive Media Art)라는 새로운 형태의 예술을 등장시켰다. 디지털 아트(Digital Art)의 한 분야인 인터랙티브 미디어아트는 관객에 의해 생성된 시각각 등의 이미지를 센서로 입력받아 작품에 반영하여 피드백을

* 본 연구는 숭실대학교 BK21 디지털영상산학공동사업단에서 지원을 받은 것입니다.

접수번호 : #110607-003

접수일자 : 2011년 06월 07일

심사완료일 : 2011년 08월 04일

교신저자 : 임찬, e-mail : chanlim@ssu.ac.kr

제공하는 형태의 예술로서, 관객과 작품의 상호작용과 소통, 그리고 관객의 참여에 의한 작품의 진화를 추구한다. 현재 다양한 인터랙티브 미디어아트 작품들이 등장하고 있는데, 그중 하나가 디지털 거울(Digital Mirror)이다. 디지털 거울은 컴퓨터 비전(Computer Vision) 기술을 바탕으로 획득된 관객의 시각정보를 미학적으로 재해석하여 거울과 유사한 형태로 보여주는 작품을 의미한다.

그림 1. Wooden Mirror, Daniel Rozin, 1999

디지털 거울의 대표적인 예로 Daniel Rozin의 작품 <Wooden Mirror>[그림 1]이 있다[1]. 이 작품은 숨겨진 카메라를 통해 관객의 명도정보를 획득하고, 이를 830개의 나무 조각에 연결된 모터로 전송하여 각 나무 조각의 반사율을 제어하는 원리로 구현되었다. 관객은 이와 같은 과정을 통해 나무 조각으로 추상화된 자신의 새로운 이미지를 관람하게 된다. Daniel Rozin의 작품 외에도 국내외 다수 작가들의 디지털 거울 작품이 지속적으로 등장하고 있다. 이러한 배경에는 디지털 거울의 미적 측면뿐 아니라 높은 접근성이 작용한 것으로 보인다. 디지털 거울에서 관객에게 요구되는 것은 작품의 앞에 위치하는 것뿐이다. 또한 관객은 일상생활에서도 거울을 보는 행위에 익숙하다. 이러한 특성이 관객을 작품의 범주 안으로 쉽게 유도하며, 관객과 작품간 상호작용의 발판을 이뤘다.

하지만 디지털 거울에서 지속적인 상호작용의 유지

는 부족한 편이다. 접근 이후 관객의 참여나 움직임에 대한 작품의 피드백이 없기 때문이다. 이는 작품과 관객의 원활한 소통을 저해하는 요소로서, 디지털 거울에서 관객의 지속적 참여와 상호작용 유지 방안의 모색이 요구된다.

이에 본 논문에서는 움직임 감지 기반의 파티클 시스템을 이용한 디지털 거울을 제안한다. 본 작품은 관객 움직임의 정도에 따라 변화하는 파티클 시스템을 디자인하고, 이를 바탕으로 관객의 모습을 구성하는 디지털 거울이다. 이를 통해 기존 디지털 거울의 높은 접근성에 더하여, 관객과 작품 간의 지속적인 상호작용 유지 방안을 제시하고자 한다.

II. 관련연구

1. 디지털 거울

디지털 거울은 아직 정착되지 않은 개념으로, 본 논문에서 디지털 거울은 비디오 아트(Video Art)와 인터랙티브 아트(Interactive Art)가 융합된 형태의 작품분야로서, 카메라를 통해 획득된 관객의 시각정보를 나무, 유리등의 매체 혹은 디지털 이미지로 재구성하여 표현하는 작품을 의미한다.

디지털 거울이 다른 작품과 차별화된 점은 관객의 참여를 유발하는 높은 접근성일 것이다. 관객은 단지 디지털 거울 앞에 위치하는 것만으로 작품과의 상호작용을 시작할 수 있다. 또한 작품과의 상호작용 과정에서 관객에게 돌아오는 피드백은 관객 자신의 시각적 형상을 기반으로 재해석된 이미지이므로, 작품에 대한 관객의 친밀감을 쉽게 형성한다[2]. 이러한 이점과 더불어 짧은 역사에도 불구하고 디지털 거울은 다양한 매체와 형태로 등장했다. 주요 디지털 거울 작품을 살펴보면 [표 1]과 같다.

표 1. 대표적 디지털 거울 작품

작품명	작품 이미지 및 특징	
Video place		관객의 모습을 단일색상 이미지로 단순화하여 표현
Rust Mirror		디지털 이미지가 아닌 금속 소재를 활용
JUMP		이미지의 덧씌워짐을 이용한 관객참여소구 자극
Ascii Video		아스키 코드를 활용한 관객 이미지 표현
Blow Up		분할된 영상의 군집화를 통한 추상적 표현
stop		관객의 이미지에 사운드를 연동
mirror, mirror		LED로 구성된 관객의 이미지와 수면에 비친 모습의 활용
그림자가 따라와요		관객의 형태를 단순화하여 캐릭터형태로 표현

앞서 소개된 디지털 거울 작품들은 금속에서 LED, 아스키 코드에 이르기까지 다양한 소재를 활용해 관객의 이미지를 표현하고 있다. 또한 추상적 표현, 덧씌우기, 반복적 패턴 등을 활용해 관객의 이미지를 미학적으로 재해석 하고 있으며, 사운드와의 연동 등 다양한 시도를 진행하고 있다. 이러한 노력은 공학과 예술의

융합을 기반으로 관객의 참여를 유발했다는 점에서 의의가 있다[3].

하지만 이 작품들이 관객과의 지속적인 상호작용을 유지할지는 의문이 든다. 대다수의 디지털 거울 작품들이 높은 관객접근성을 지니는 반면, 관객의 접근 후에는 관객의 참여정도와 무관한 시각적 피드백만을 제공하고 있다. 이는 관객의 지속적이고 적극적인 참여를 저해하는 요소로 작용 할 수 있으므로 이에 대한 보완이 필요하다[4]. 적외선 센서를 이용해서 관객과 작품 사이 간격에 따라 변화를 주거나, 터치스크린 기반으로 관객의 만지는 행위를 유발한 최근의 작품들도 이를 위한 노력으로 해석된다. 본 논문은 이에 대한 일환으로 차영상 기반의 움직임 감지 알고리즘을 파티클 시스템에 적용하여, 관객의 움직임 정도에 반응하는 파티클 시스템 기반의 디지털 거울을 제안한다.

2. 차영상 기반의 움직임 감지 알고리즘

인터랙티브 미디어아트에서 움직임정보를 획득하는 것은 관객의 가장 기본적 참여인 신체적 움직임에 대한 상호작용 측면에서 중요한 요소이다. 현재 움직임정보를 검출하는 다양한 방법들이 소개되었으며, 크게 적외선이나 초음파 등을 이용한 센서방식과 프레임 연산을 이용한 영상처리방식으로 나뉜다.

본 논문에서 사용한 차영상 기반의 움직임 감지 알고리즘은 영상처리방식에 속하는 움직임검출 방법으로, 디지털 거울에서 기본적으로 사용되는 카메라만을 이용해서 별도의 장비추가 없이 관객의 움직임 정도와 위치를 획득 할 수 있다는 장점을 지닌다[5].

차영상 기반의 움직임 감지는 프레임간의 명도비교를 통해 이루어진다. 먼저 카메라를 통해 연속적으로 입력되는 이미지 정보 가운데 현재시점 프레임과 직전 프레임의 명도정보를 저장한다. 그리고 두 프레임 내부 픽셀의 명도정보를 순차적으로 탐색하며 비교한다. 마지막으로 비교결과를 임계값 기준으로 판단하여 해당 픽셀에서 움직임의 유무를 결정한다. 이와 같은 과정의 반복을 통해 관객의 움직임 정보를 실시간으로 획득할 수 있다.

그림 2. 차영상 알고리즘을 통해 획득된 움직임 정보 [6]

3. 파티클 시스템

파티클 시스템은 연기의 흐름이나 움직이는 액체, 떨어지는 꽃잎 등 현실세계에 존재하는 복잡한 현상을 시뮬레이션 하는 그래픽기법이다[7].

그림 3. 파티클 시스템을 이용한 시뮬레이션[8]

파티클 시스템에서 각 파티클은 색상과 속도, 위치와 방향 등의 속성을 개별적으로 지닌다. 또한 파티클들은 서로 영향을 주며 네트워크를 형성하여 유기적으로 움직인다. 이러한 파티클 시스템의 특성에 움직임 감지 알고리즘을 연동하면, 움직임에 실시간으로 반응하여 변화하는 관객이미지의 표현이 가능할 것으로 보인다.

III. 구현

본 논문에서 제안하는 디지털 거울의 처리순서는 [그림 4]와 같다. 각 단계별 구현내용과 결과를 살펴보도록 한다.

그림 4. 처리 순서도

1. 영상획득

본 작품은 웹캠(web-cam)을 통해 OpenCV(Open Source Computer Vision Library)기반의 라이브러리를 활용하여 영상정보를 획득한다. 입력영상의 해상도는 640x480이며, 초당 24프레임의 영상정보를 입력받는다. 또한 디지털 거울 작품의 특성상 웹캠은 관객의 전방에 위치하게 되는데, 이 경우 관객의 이미지가 거꾸로 표현된다. 따라서 거울과 같은 느낌을 주기위해 픽셀의 위치정보를 처리하여 입력영상의 좌우를 반전시킨다.

그림 5. 입력된 영상과 좌우 반전 처리된 영상

2. 움직임 정보 검출

움직임 정보의 검출은 현재 프레임과 직전 프레임의 명도비교를 통해 이루어진다. 본 작품에서는 각 프레임을 192개의 블록으로 나누고, 각 블록을 순차적으로 탐색하며 현재 프레임과 직전 프레임을 비교한다. 그리고 비교결과를 임계값 기준으로 판단하여 해당 블록의 움직임 여부를 측정한다. 이를 통해 움직임이 발생한 영역과 움직임 정도, 그리고 전체 프레임의 움직임 정도를 알 수 있다.

그림 6. 움직임 정보 검출

3. 파티클 디자인

본 작품은 총 500개의 파티클로 구성되며, 파티클의 형태는 회전정도의 가시화에 적합한 톱니바퀴 형상을 모티브로 디자인되었다. 각 파티클은 색상, 위치, 크기, 회전량, 속도, 발광정도를 속성으로 지니며, 이 속성은 관객의 움직임 정보에 따라 실시간으로 변화한다.

그림 6. 디자인된 파티클의 회전량 변화

그림 7. 각 파티클의 영역과 네트워크

또한 인접한 파티클들은 충돌 감지 알고리즘을 기반으로 네트워크를 형성하여 서로의 속성에 영향을 미친다[그림 7]. 파티클간의 충돌여부는 두 파티클 간의 거리를 통해 감지되는데, 두 파티클 영역 반지름의 합보다 중심간 거리가 작을 경우 충돌로 인식한다. 본 파티클 시스템에서 파티클 간의 충돌은 반발과 마찰로 작용해 해당 파티클의 이동경로와 회전량에 영향을 미친다.

4. 움직임 정보와 파티클의 연동

이 단계에서는 영상획득 단계와 움직임 정보 검출 단계를 통해 획득된 관객의 정보를 파티클 시스템에 연동한다. 먼저 블록별로 획득된 관객의 색상정보를 해당

영역 파티클의 색상에 적용하고, 움직임 정도를 회전량과 밝기에 연동시킨다. 이를 통해 디자인된 파티클은 관객의 움직임 정도에 따라 유기적으로 반응하게 된다.

관객의 움직임 정도에 따른 움직임 정보 검출 결과와 이를 기반으로 동작하는 파티클 시스템은 [표 2]와 같다.

표 2. 움직임 정보와 파티클시스템의 연동

입력영상

움직임정보 검출결과

움직임 정보와 연동된 파티클

5. 재구성된 관객이미지 표현

본 작품의 결과물로, 앞서 진행된 과정을 통해 구현된 파티클 시스템을 기반으로 입력된 관객의 이미지를 재해석하여 시각화한다. 이를 통해 관객의 움직임과 실시간으로 상호작용하는 디지털 거울을 구현한다.

IV. 결과

본 연구를 통해 제작된 <즐겁게 춤을 추다가 그대로 멈춰라>는 기존의 디지털 거울 작품에 움직임 감지 알고리즘과 파티클 시스템을 접목시켜 관객과의 지속적

인 상호작용을 강화한 작품이다. 특히 본 작품은 파티클 시스템이 지니는 객체 지향적 속성에 주목하여, 관객의 동작정보에 따라 변화하는 파티클들을 기반으로 관객의 이미지를 재구성한다.

그림 8. 재구성된 관객이미지 1

그림 9. 재구성된 관객이미지 2

본 작품은 2010년 6월 30일부터 8월 20일 까지 일산 킨텍스에서 열린 2010 MBC 트릭아트 특별전에서 전시되었다[그림 11][그림 12]. 특히 관객의 자발적인 참여와 움직임을 확인하기 위해 작품의 기술적 처리과정과 참여 방법에 대한 설명은 생략했다.

본 작품의 설치 구성은 [그림 10]과 같다. 먼저 전방에 설치된 웹캠을 통해 관객의 동작정보와 색상정보를 입력받는다. 입력된 정보는 후방에 위치한 PC로 전송되며, PC에 설치된 소프트웨어는 입력된 정보를 바탕으로 관객의 동작정보를 획득하고, 이를 디자인된 파티클에 적용하여 관객의 이미지를 재구성한다. 이를 빔 프로젝터를 통해 투사하여 관객에게 시각적 피드백을

제공하며, 관객의 지속적 참여를 유발한다. 그리고 위 과정을 실시간으로 반복한다.

관객이 카메라의 존재를 인식하면 작품에 대한 몰입이 방해할 수 있으므로 카메라를 스크린 안쪽에 배치했다. 그리고 빔 프로젝터 화면의 선명도 확보를 위해 주변을 어둡게 했으며, 관객의 정확한 움직임정보와 색상정보 추출을 위해 관객이 위치하는 공간에 핀 조명을 설치했다.

그림 10. 작품 설치 구성

그림 11. 작품에 대한 관객 참여 1

그림 12. 작품에 대한 관객 참여 2

V. 결론

인터랙티브 미디어아트는 관객의 지속적인 참여와 이에 기반을 둔 작품과 관객사이의 상호작용을 통해 형성된다. 또한 인터랙티브 미디어아트에서 관객은 관람자뿐만 아니라 작품을 구성하는 중요 요소이기 때문에 관객의 행위에 대한 접근과 지속적 상호작용의 유지가 요구된다[9].

컴퓨터 비전 기술을 기반으로 비디오아트와 인터랙티브 아트가 융합된 작품 분야인 디지털 거울은 공학과 예술의 융합을 기반으로 관객의 참여를 유발했다는 점에서 의의가 있다. 또한 디지털 거울은 관객에게 익숙한 거울을 보는 행위와 연관하여 높은 접근성을 지닌다. 하지만 기존의 디지털 거울 작품은 관객의 참여 이후에도 획일적인 시각적 피드백만을 제공하고 있어, 지속적인 상호작용을 유지하기에는 다소 부족해 보인다.

이에 본 논문은 기존의 디지털 거울에 차영상 기반의 움직임 감지 알고리즘과 파티클 시스템을 적용하여 관객의 움직임 정도에 따라 지속적으로 변화하는 디지털 거울을 제안했다. 먼저 차영상 기반 움직임 감지 알고리즘은 디지털거울에서 기본적으로 사용하는 카메라만을 이용하여 관객의 움직임 정보를 획득 할 수 있었다. 그리고 획득된 움직임 정보를 각 파티클의 속성과 연동하여 관객의 움직임에 따라 지속적으로 변화하는 파티클 시스템을 구현할 수 있었다.

이러한 과정을 통해 구현된 작품은 관객의 움직임에 따라 변화하는 파티클을 통해 재구성된 관객이미지를 시각적으로 표현했으며, 이를 관객의 행동에 대한 피드백으로 제공하여 관객의 지속적인 참여유발을 시도했다.

인터랙티브 미디어아트에서 관객의 지속적인 참여와 상호작용의 유지 방안은 꾸준히 연구되어야 할 과제이며, 이를 위한 기술적 보완과 관객심리에 대한 접근이 포괄적으로 이루어져야 할 것이다. 또한 구현된 작품에 대한 관객 실험과 설문문을 진행하여 관객의 참여에 따라 적극적으로 변화하는 작품이 관객의 몰입과 만족, 상호작용의 유지 측면에 미치는 영향을 도출하고, 검증하는 연구가 진행되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] <http://www.smoothware.com/danny>
- [2] 윤준성, “현대예술매체의 투명성에 관한 신화”, 기초조형학연구, Vol.7, No.1, pp.353-363, 2006.
- [3] 김재화, “디지털거울에 관한 고찰 : 인터랙티브 아트를 중심으로”, 기초조형학연구, Vol.8, No.3, pp.87-96, 2007.
- [4] 이규옥, “인터랙티브 미디어 아트의 특성에 관한 연구”, 기초조형학연구, Vol.5, No.4, pp.229-239, 2004.
- [5] 김계영, “차영상 분석에 의한 동작 정보의 추출”, 한국정보과학회논문지, 제21권, 제8호, pp.1480-1489, 1994.
- [6] 김문헌, 펜, “제스처 인식 및 3D 그래픽 라이브러리 개발에 관한 연구(1)”, 정보통신산업진흥원, 1995.
- [7] William T. Teeves, “Particle Systems : A Technique for Modeling a Class of Fuzzy Objects,” ACM Transactions on Graphics, 1983.
- [8] http://en.wikipedia.org/wiki/Particle_system
- [9] 권지은, “일렉트로닉 설치 미술에서 관객 참여를 위한 바디 인터랙션,” 기초조형학연구, Vol.8, No.4, pp.59-67, 2007.

저 자 소 개

임 찬(Chan Lim)

정회원

- 1999년 2월 : State University of New York B.A.
- 2000년 2월 : San Francisco Art Institute M.F.A
- 2007년 3월 ~ 현재 : 숭실대학교 조교수

<관심분야> : 스토리텔링, 영상미학, 영상음향

윤 재 선(Jae-Sun Yun)

정회원

- 2009년 2월 : 숭실대학교 미디어 학부(학사)
- 2011년 2월 : 숭실대학교 대학원 미디어학과(석사)
- 2011년 3월 ~ 현재 : 숭실대학교 대학원 미디어학과 박사과정

<관심분야> : 미디어아트, 콘텐츠공학, 영상미학