

체감형 게임 원형으로서의 로봇 현악기 설치미술*

김태희

영산대학교 게임콘텐츠학과

thkim@ysu.ac.kr

Robotic String Musical Instrument as an Interactive Game Prototype

Taehee Kim

Dept. of Game and Contents, Youngsan University

요 약

체감형 게임에서는 사용자의 몸 자체가 인터페이스로써 컨트롤러의 기능을 가지며 사용자는 자신의 행동의 결과를 체화된(embodied) 경험으로써 피드백 받는다. 이는 관객이 적극적으로 참여하는 상호작용 미디어 아트 설치미술의 경우와 같다. 컴퓨터 게임의 대부분을 차지하는 비디오 게임과는 차별적으로 실물의 움직임으로 피드백 되는 게임이 고려될 수 있으며 그 기초는 로보틱 아트에서 찾을 수 있다. 본 논문은 게임과 상호작용 미디어 아트의 접점을 체감형 게임으로 전제하여 하나의 상호작용 로봇 설치물 사례를 제시하고 실험하며 분석한다. 본 설치물은 관객의 위치나 움직임에 의하여 운동하고, 로봇의 운동에 따라 현의 유효길이가 조절됨으로써 소리에 변화를 주는 하나의 학기이다. 로봇은 다중 셀 거리 센서를 이용하여 관객을 추적하고 관객은 일정한 거리를 두고 악기와 상호작용하므로 악기와 관객 간에는 관계적 긴장이 자리할 공연적 내러티브 공간이 형성된다. 본 논문에서는 이러한 상호작용 로봇 설치미술이 상호작용에 기초한 엔터테인먼트적 요소를 지닌 체감형 게임의 원형으로 제시될 수 있음을 몇 가지 사례를 들어 토론한다.

ABSTRACT

Interactive games allow users to obtain embodied experience using the bodies as controllers. The same is true in interactive media arts where users engage in active participation. In contrast to video games, physical body feedback is desired and such practice can be found in robotic arts. I suggest that interactive media arts and interactive games should share common foundations. In this context, I introduce and explain an interactive robotic art work implemented. This work is a musical instrument that employs a robot which travels sitting on two strings in response to audience positions. In results, the robot modulates the vibrations of the strings by causing the effective lengths of the strings changed. The robot uses an economic multi-cell proximity sensor in order to track the audience. In the interaction, phenomenological tension could take place in the performative narrative space. In this paper, I discuss this interactive robotic work in the context of interactive games with a few examples.

Keywords : robotic art, interaction, sound (로보틱 아트, 상호작용, 사운드)

접수일자 : 2011년 11월 24일 일차수정 : 2012년 01월 19일 심사완료 : 2012년 02월 06일

* 본 논문은 영산대학교 교내연구비 지원에 의하여 연구되었음.

1. 서론

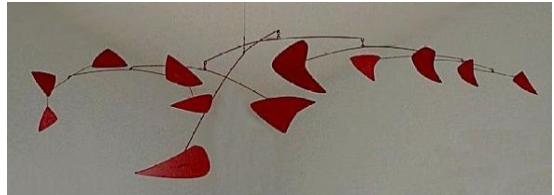
우리가 주로 접하는 컴퓨터게임은 그 출력의 형태가 비디오인 경우가 대부분이다. 물론 비디오는 많은 정보를 표현할 수 있으므로 게임 콘텐츠의 다양성을 수용할 수 있는 경제적이며 적합한 매체라 할 수 있으나 컴퓨터게임에 있어서 물리적인 오브젝트 형태를 출력으로 채택하는 경우, 물체 자체가 내포한 사실적이며 실제적인 잠재력은 컴퓨터 게임의 다양성의 폭을 넓혀주는 계기가 될 수 있다. 이는 이제 자리를 잡아가는 서비스 로봇이나 엔터테인먼트 로봇의 축으로 부터 컴퓨터게임까지의 부드러운 연결로써 가능해 질 것이다.

본 논문에서는 하나의 상호작용 로봇 악기 설치미술을 중심으로 로봇 상호작용을 기술적, 미학적으로 분석하고 이를 기반으로 본 작품의 로봇 엔터테인먼트에서의 지위에 대하여 체감형 게임의 맥락에서 논하고자 한다. 본 논문에서 소개하는 로봇 설치미술은 관객과의 거리센서에 기초한 상호작용에 의하여 로봇이 운동함으로써 소리를 조절하는 하나의 원거리 비접촉 악기로써 제시된다. 로봇이 하나의 매체라면, 그 결과로 출력되는 사운드는 로봇의 상호작용 매카니즘과 행동을 반영하므로 종래의 아날로그 또는 디지털 악기가 가진 물리적인 물질의 특성 또는 디지털 신호특성을 소리에 반영시키는 경우와 비교될 수 있다. 본 논문은 다음절의 로봇 아트에 대한 검토와 함께 로봇 악기에 대한 고찰, 본 작품의 구현에 대한 설명, 그리고 토의의 순서로 전개된다.

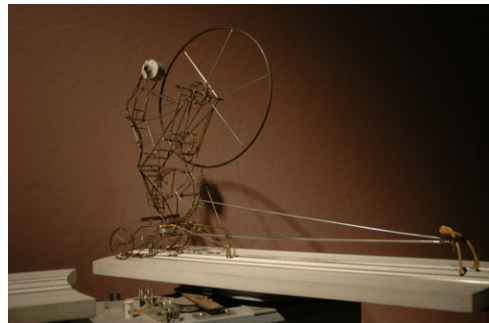
2. 로봇 아트

미술의 한 장르로써의 움직임은 입체조형을 미술사에 있어서 키네틱 조각 (kinetic sculpture) 또는 키네틱 아트(kinetic art)라 일컫는다. 키네틱 아트의 시초는 1913에 시도된 마르셀 뒤샹의 *Bicycle Wheel*이라 여겨진다[1]. 걸상 위에 거꾸

로 장착된 자전거 바퀴는 회전할 수 있게 되어있기 때문이었다. 이후 바람 등에 의하여 움직여질 수 있는 모빌을 소개한 알렉산더 콜더(Alexander Calder) 등이 키네틱 아트의 영역을 개척하였으며 [그림 1], 진 텡글리(Jean Tinguely) 등이 그 뒤를 이었다. 현대에는 운동 메카니즘의 미학적 가치를 극대화한 것으로 평가받는 아더 갠슨(Arthur Ganson)[그림 2]과 바람의 힘을 동력으로 이용하여 운동하고 이동함으로써 생명체에 비견할 수 있는 키네틱 아트를 추구한 테오 얀슨(Theo Janson)[그림 3] 등이 대표적이다.



[그림 1] *Red Mobile*, 알렌산더 콜더, 1956



[그림 2] *Red Mobile*, 아더 갠슨, 1988



[그림 3] *Beach Beast*, 테오 얀슨, 2005

키네틱 아트는 움직임의 현상이 중심 또는 부수적인 개념으로 채택됨으로써 구현된다[2]. 정적인 종래의 매체와는 달리 시간에 따라, 그리고 외부에서 가해지는 자극에 따라 그 형태를 스스로 바꾼다는 것은 하나의 파격적인 표현영역의 확장으로 받아들여진다. 사용되는 재료로는 나무, 철 등의 고체뿐만 아니라 물이나 개스, 공기, 빛 등 주변 환경에 따라 쉽게 변형될 수 있는 경우도 있다. 그 구동방식에 있어서도 사람에 의하여 또는 모빌과 같이 바람 등의 자연 현상에 따라 움직이는 경우가 있는가 하면 전기 등에 의하여 자동으로 움직이는 경우도 있다.

키네틱 아트가 움직임을 조형에 도입하는 경우를 일컫는 포괄적인 분류라 한다면 로봇 아트는 그 외관적 형태가 또는 그 동작이나 행동이 보편적으로 일컫는 로봇의 범주에 속하는 경우를 말한다. 물론 움직이지는 않는다 하더라도 로봇의 형태를 가진 조형물을 로봇 아트라 할 수 있으나, 로봇처럼 움직이거나 행동하는 것을 로봇 아트라 부르는 것이 더욱 적합한 분류로 보인다. 좁은 의미에서의 로봇은 자극에 응답하는 반응 또는 자동 메카니즘을 가지는 키네틱 구조물이라 할 수 있다. 로봇은 움직이거나, 반응을 할 수 있거나, 자율적인 행동을 보이는 등 종래의 정적인 매체와는 전혀 다른 매체적 성향을 보이므로 몸과 의미의 관계, 작품과 관객의 관계를 다루는 매체로써 자리매김 되었다[3].

백남준은 일본의 기술자인 아베 슈아의 도움을 받아 1964년 사람의 형태를 가진 조형적으로 조악해 보일 수도 있는 *Robot K456*이라 명명된 로봇을 만들었다[4]. *Robot K456*은 무선 리모콘에 의하여 조작되어 팔다리를 움직이고 이동할 수 있었으며 다양한 퍼포먼스에 활용되었다.

컴퓨터에 의하여 컨트롤된 최초의 로봇 아트는 *The Senster*(Edward Ihnatowica, 1970)로 알려져 있다[5]. *The Senster*는 관객의 목소리에 반응할 뿐만 아니라 레이더를 활용하여 관객의 움직임에도 반응하였다. 시끄러운 관객을 피하여 덜 시끄

러운 관객을 향하여 움직이는 ‘부끄러움’을 타는 그의 성격은 그러한 조각품이 감정적이거나 지능적으로 여겨지기에 충분하였다. 여기서 ‘여겨진다’는 것은 작품에 대한 현상학적 판단으로써 이는 작품이 그 속성을 가지고 있지 않다 하더라도 관객에 의하여 그것이 있는 것으로 보인다는 것을 의미한다. 즉, 의미가 조형과 관계로 부터 우리나라(emerge)고 할 수 있는 현상학적 관점으로써 이는 예술에서 뿐만 아니라 인공지능의 영역에서도 중요한 논의의 대상이 되었다[6]. 몸(body)에 내재한 의미를 부각시킨 또 하나의 로봇 아트는 사이먼 페니에 의하여 제시되었다. 그의 로봇 아트 작품 *Petit Mal*은 큰 두 개의 바퀴를 이용하여 움직이는데 거리 센서에 의하여 주변에 반응하는 단순한 자율성을 보인다. 페니는 나아가서 이렇게 관객과 소통하는 점을 부각시켜 로봇 아트가 제시하는 사회성에 대한 연구로 확장하였다[7].

더욱 최근의 예술적 시도으로써 골란 레빈(Golan Levin)은 2008년에 *Double-Taker(Snout)*를 발표하였다[그림 4][8]. 이 작품은 2.5m 크기의 6관절 산업용 로봇을 코끼리 코를 닮은 외눈박이 로봇 캐릭터로 전용되어 지나가는 사람에게 반응한다. 컴퓨터 비전을 이용하여 사람을 추적하며 단지 지나가는 사람을 따라가며 바라보는 단순한 행동, 눈 맞춤 행동 등을 취하는 등의 관심을 보이는 행동만으로 사람과 감성적인 상호작용을 할 수 있도록 하는 의도를 담고 있다.



[그림 4] *Double-Taker(Snout)*, G. Levin, 2008

최근의 로봇기술의 발달로 휴머노이드를 감성적

구현 대상으로 하는 노력이 이루어지는데, 우리나라의 엔터테인먼트 로봇 ‘에버’가 그 대표적인 사례이다. 2006년에 ‘에버’는 한국생산기술연구원에 의하여 발표되어 개량을 거듭하면서 연극 및 공연에 활용된 로봇이다. 이유선 등은 인간을 대신하여 로봇이 공연 등에 활용되면서 새롭게 부상한 공연에서의 매체적 특성에 관하여 분석하였다[9]. 새로움과 신선함에 의한 이점에 따라 특히 아동에게 효과적으로 어필할 수 있는 특징을 보이는 것으로 기술되고 있으나 연기자로서의 로봇이라는 특성을 이해하고 더욱 효과적으로 활용하기 위하여 디자인과 기획에 있어서 아직 많은 연구가 필요하다.

3. 상호작용 로봇 악기

상호작용에 의하여 로봇이 악기가 된다는 것은 결과적으로 사람인 조종자가 최종 출력인 사운드를 조종하는 것이며 그 중간에 로봇이 매체로서 역할을 하고 있다는 것이다. 바이올린과 같은 전통 악기를 ‘조종’하는 것과 로봇을 조종하는 것의 차이는 매체의 차이이며 출력으로서의 사운드는 매체의 특징을 담고 있다. 본 논문에서 기술하는 상호작용 로봇 악기는 센서가 사람의 움직임에 감지하여 로봇의 운동으로 변환하고 로봇의 운동이 음에 변화를 주는 형태이다. 이렇게 악기와 거리를 두고 원격에서 컨트롤하여 음을 생성하는 경우는 전자악기의 시초인 테어민(Theremin)에서 유래된다고 볼 수 있다[그림 5][10].

테어민은 1919년에 러시아 발명가 레온 테어민(Leon Theremin)에 의하여 발명된 세계 최초의 전자악기이다. 이때는 전자 주파수 발생기가 발명되고 불과 몇 해가 지난 시점이다. 테어민은 연주자 앞에 두 개의 안테나를 장착한 전자소리 발생기를 이용하여 이 악기를 제작하였다. 두 개의 안테나는 주변 전하량을 감지하여 사운드의 기초가 되는 주파수발생기의 주파수를 조절하고 음량을 조절하는데 이용되었다. 사람은 도체이므로 안테나와

사람 사이에 축적되는 전하, 즉 안테나와 사람 사이의 거리가 사운드 속성의 파라미터가 되며 안테나 주위 허공에 손을 어디 위치시키느냐에 따라 음이 결정되게 된다[11]. 비교적 최근, 테어민의 연주자를 로봇으로 대체한 연구가 발표되기도 했으며[12], 이러한 악기와 로봇의 조합은 로봇이 악기를 연주하게 하거나 로봇 자체가 악기가 되는, 나아가서 로봇이 춤을 추거나 음악을 따라하는 다양한 응용에 대한 연구를 자극하였다[13].



[그림 5] 테어민, 2005

4. 상호작용 설치미술과 체감형 게임

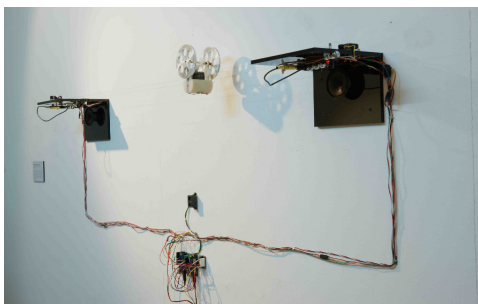
클레란드(Kathy Cleland)는 가상/증강현실, 비디오 게임, 나아가서 이미지나 실물을 다루는 상호작용 미디어 아트 작품에 있어서 사람의 몸이 인터페이스의 중심에 있음을 강조하였다[14]. 가상이든 현실이든 눈앞에 일어나고 있는 현상은 경험자에게는 현실이며 경험자는 몸을 움직여 자신의 의도를 환경에 인가한다. 김은정은 닌텐도의 Wii나 마이크로소프트의 영상처리 게임 인터페이스인 키넥트 등을 예로 들며 체감형 게임에서 ‘체화된(embodied) 경험’에 대하여 고찰하였다[15]. 앞서 설명한 레빈의 작품과 같은 경우에 사용자의 몸이 작품에서 하나의 인터페이스 역할을 수행하며 이는 체감형 게임에서 플레이어가 직접 몸을 움직이며 그 반응을 경험하는 경우와 같은 맥락에 있는 문

제라 할 수 있다. 나아가서 김재영 등은 체감형 게임에서 사용자는 하나의 수행자(performer)로서 역할하며 해당 인터페이스는 사용자의 행위, 동작을 직접적으로 매개한다는 점에서 강력한 게임적 체험을 발생시킨다고 하였다[16]. 우탁 등은 센서 등을 이용한 유비쿼르스화 또는 디지털화된 규정된 실제 공간 안에서 버튼 조작이나 마우스 조작이 아닌 직접 몸을 사용하여 상호작용을 하고 진행되는 게임의 한 장르로써 디지털 피지컬 필드 게임을 제시하였다[17]. 이는 센서와 공간이 더욱 다변화되고 치밀하게 정의된 체감형 게임의 한 형태이며 그 직접적인 체험을 통한 몰입감 증대에 따라 기능성 게임의 가능성을 보여주기도 한다.

이렇게 체감형 게임을 중심으로 논의되고 있는 사용자의 몸이 직접적인 인터페이스의 한 요소가 됨으로써 얻게 되는 ‘체화된 경험’에 관한 논의는 미디어 아트와 상호작용 설치미술을 중심으로 하는 영역에서의 논의와 그 맥락을 같이 한다[18].

5. 상호작용 로봇악기의 구현

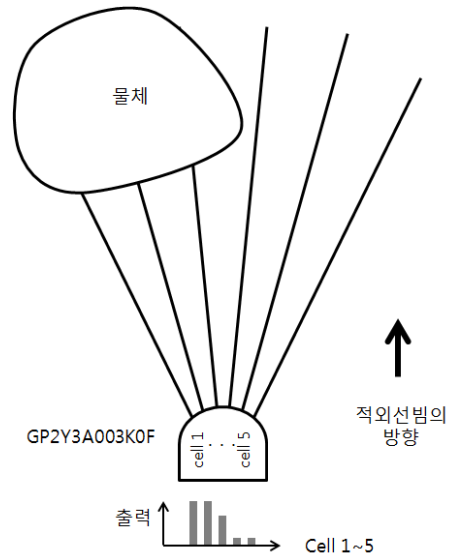
본 논문에서 기술하는 상호작용 로봇악기는 5개의 셀을 가진 적외선 센서를 이용하여 사용자의 위치를 읽어 두 개의 현 위에 앉은 로봇의 위치를 결정함으로써 현이 내는 소리의 음정을 조절하는 방식으로 사운드를 연주한다. 설치된 형태는 [그림 6]과 같다. 설치된 크기는 가로 약 180cm이며 제목은 *Tension II*로 지어졌다.



[그림 6] *Tension II*, 2010

5.1 센싱 메카니즘

*Tension II*의 센싱부는 일본 샤프사의 다중범적외선 거리센서¹⁾를 이용한다. 본 센서는 다섯 개의 독립된 적외선 센서를 각 셀(cell)로 하며 각 셀은 5도씩을 담당하여 다섯 개의 거리정보를 얻는다. 결과적으로 총 25도 각도 범위의 전방을 관찰하게 된다. 거리 측정이 가능한 최대 한계는 약 300cm이다. [그림 7]에서 보는 바와 같이 다섯 개의 센서 셀에 의하여 할당된 영역에 물체가 놓이면 각 센서 셀은 자신이 할당받은 5도 각도의 범위에서 물체까지의 거리를 아날로그 전압 값으로 제공한다. [그림 7] 하단의 그래프는 이와 같은 상황에서의 각 셀로부터의 출력값 사례를 보여준다.



[그림 7] GP2Y3A003K0F 센서 작동 원리

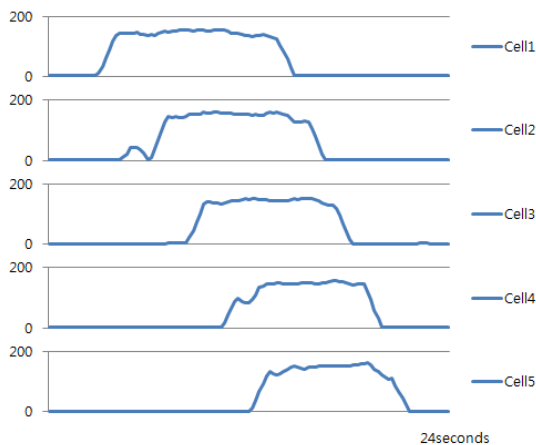
센서가 제공하는 아날로그 전압 수위는 오픈소스 마이크로프로세서인 알두이노의[19] 아날로그 입력에 인가되어 읽어 들인다. 센서는 한 개의 아날로그 출력을 가지고 있으며 각 센서 셀이 선택되어질 수 있도록 하는 다섯 개의 디지털 select 입력, 그리고 선택된 센서 셀을 트리거 하는 하나

1) 센서 모델번호: GP2Y3A003K0F

의 Vin 입력을 가지고 있다. 다섯 개의 센서 셀을 차례로 스캔하여 아날로그 출력전압을 얻을 수 있으며[20], 알두이노의 아날로그 입력단에서 그 값을 읽어낸다. 이렇게 센서로부터 거리 측정값을 읽어내면 현재 센서가 바라보는 25도의 범위에서의 물체의 위치를 5도 각도의 해상도로 알아낼 수 있다. 한 센서 셀의 값을 읽기 위하여 약 21ms의 시간이 소요되며 다섯 개의 센서 셀의 값을 모두 스캔하기 위하여 약 105ms의 시간이 소요된다. 따라서 1초에 약 10번의 스캔이 이루어지므로 실시간으로 센서 앞의 사람의 위치와 움직임을 읽어내기에 무리가 없는 것으로 판단된다. 본 센서는 비교적 단순하면서도 매우 독특한 정보를 제공한다. 첫째 본 센서는 다섯 개의 셀을 가진 1차원 선형 카메라와 같은 역할을 한다. 유효한 시각적 영역을 다섯 개로 나누고 각 셀이 담당한 영역에 물체가 위치함을 알려주기 때문이다. 둘째 각 센서는 거리 센서이므로 물체와 센서와의 거리를 알려준다. 카메라는 명암 정보를 픽셀 단위로 제공하는데 비하여 본 센서는 거리정보를 픽셀단위로 제공하는 다섯 셀의 이미지 센서라 할 수 있다. 추가적으로 다섯 센서 셀이 측정된 값을 모두 평균하면 센서 앞에 놓인 물체의 대략적인 거리를 알 수 있는 점도 유용하게 활용된다.

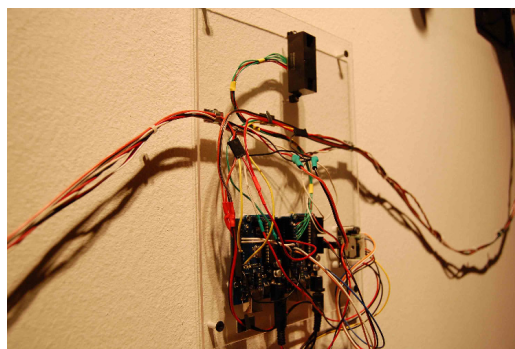
[그림 8]은 실험에 의하여 측정된 센서 출력 값의 패턴을 보여준다. 센서는 평범한 갤러리 벽의 100cm 높이에 설치되었으며 실험자는 센서로부터 150cm 거리에서 센서 빔을 가로지르는 방향으로 24초에 걸쳐 약 200cm 거리를 이동하였다. 그래프에서 Y축은 센서로부터의 출력값을 나타내며 0에서 약 500까지의 값을 얻을 수 있다. 그래프 상에서 펄스가 보여주는 200에 다소 못 미치는 값은 센서로부터 실험자까지 약 150cm의 거리에 상응한다. 다섯 개의 센서 셀은 Cell1~5로써 표시되었다. 그림에서 보는 바와 같이 실험자는 Cell1에서 Cell5 방향으로 이동하였으며 이에 따라 각 센서 셀은 순차적으로 펄스를 보임으로써 자신이 맡은 영역에서 실험자가 나타나는 상황에 적절히 반응하

고 있다. 실험자가 센서에서 멀어질수록 겹쳐지는 범위가 작거나 없을 것이다.



[그림 8] 다섯 개의 센서모듈로 부터의 응답

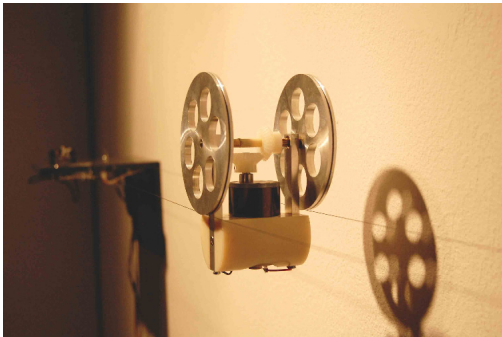
[그림 9]는 알두이노와 함께 상단에 센서가 설치된 모습이다. 이와 같이 다중 셀 적외선 센서를 사용하는 경우 대략적인 관객의 위치와 거리를 파악할 수 있으므로 관객을 추적할 수 있다. 이러한 방식은 앞서 2절에서 언급한 Levin의 작품 등과 같이 컴퓨터 비전을 이용한 사물 추적에 비하여 주어진 범위에서 매우 경제적으로 그 목적을 달성할 수 있게 한다.



[그림 9] 센서와 알두이노 프로세서

5.2 모터 구동 메카니즘

모터 구동 메카니즘은 로봇바디와 바퀴, 12V 기어드 직류모터, 그리고 직류모터 드라이버 회로 ([그림 9]의 알두이노 우측)와 드라이버에 신호를 생성하는 알두이노 코드로 구성된다. 직류모터와 베벨기어에 의하여 수직으로 연결된 알루미늄 바퀴는 그 외경에 홈이 있어 소리를 생성하는 두 개의 평행을 이루는 피아노선 위에서 선을 따라 이동할 수 있다. 로봇 바디는 외부로부터 구동전압을 인가받는데, 모터 드라이버에서 생성된 모터 구동전압은 피아노선에 인가되고 알루미늄 바퀴를 통하여 로봇 몸체, 이어서 모터로 전해진다. 두 바퀴는 전기적으로 절연되어 있다. [그림 10]은 피아노 선 위에 올려진 로봇의 모습이다.



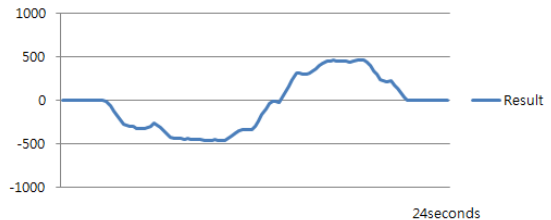
[그림 10] 피아노선 위의 로봇 바디

관객이 센서를 중심으로 오른쪽에 서있으면 로봇은 오른쪽으로 이동하고 왼쪽에 서있으면 왼쪽으로 이동하도록 프로그램되었다. 이를 구현하기 위하여 센서의 각 다섯 개의 센서 셀에서 얻어진 거리값에서 왼쪽 두 개의 센서에서 얻어진 값을 오른쪽 두 개 센서에서 얻어진 값으로 뺀 결과로부터 모터 인가전압을 결정하도록 하였다. 로봇이 관객의 위치에 더욱 민감하게 반응하게 하기 위하여 양쪽 끝 센서 셀들의 값에는 두 배의 가중치를 부여하였다. 즉,

$$v = K((s4 + 2s5) - (2s1 + s2)) \quad (\text{식 1})$$

여기서 v 는 모터에 인가되는 전압이며 K 는 정규화 상수, $s1...s5$ 는 각 센서 셀이 측정된 거리값이다. 여기서 $s3$, 즉 중간에 위치한 센서 셀은 무시되었다. 이러한 룰을 적용시키면 센싱 가능의 범위에서 관객이 센서의 중심으로부터 좌 또는 우로 멀리 위치할수록 모터는 더욱 빠르게 회전한다. v 의 부호는 모터의 회전 방향이 된다. 현의 양쪽 끝에는 소형 근거리 적외선 센서를 장착하여 로봇이 현의 양 끝을 벗어나지 못하도록 하였다.

[그림 11]은 위 [그림 8]에서 센서 셀들이 읽은 값에 대하여 (식 1)을 적용하여 계산된 모터구동 신호를 보여준다. 실험자가 센서모듈 Cell1에서 5까지 이동하는 동안 모터구동 신호는 (-)에서 (+)로 변화한다. 즉, 모터는 중심에서 실험자의 좌우 위치 편차에 반응하여 실험자가 좌측에 있을 경우에는 왼쪽으로 이동하고 우측에 있을 경우에는 우측으로 이동한다. 그래프 상의 Y축 값의 크기는 모터 구동 속도에 상응한다.

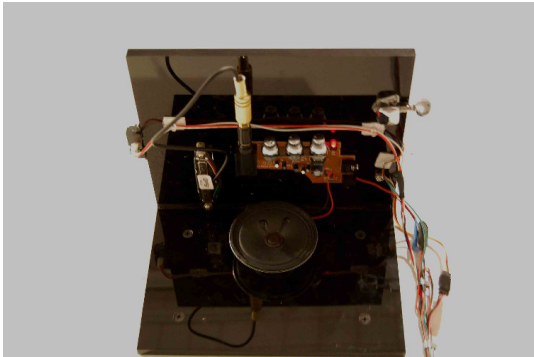


[그림 11] (식 1)에 의한 모터구동 신호

5.3 사운드 생성 메카니즘

사운드는 설치물의 양 끝에서 서보모터가 회전하면서 각각의 현의 끝 부분을 기타 연주와 같이 튕겨주는 방식으로 구현되었다. 센서와 로봇 구동을 담당하는 알두이노 보드로부터 신호를 받아 별도의 알두이노 보드가 서보모터를 컨트롤한다. 다섯 개의 센서 셀에 의하여 측정된 모든 거리값의 평균을 얻어 서보모터의 운동 빈도를 결정하게 함으로써 관객이 가까이 있을수록 서보모터는 더욱 자주 줄을 튕겨주게 하였다. 이는 관객과 설치물간의 공간적 거리가 음악적 긴장과 연결되도록 하려

는 의도에 의하여 채택되었다. 각 현의 아래에는 전자기타 사운드 픽업을 장착하고 이를 기타앰프, 이어서 스피커에 연결하여 전자기타와 같은 음향이 생성되도록 하였다. 따라서 설치물의 양 끝에는 두 개의 현 중 하나를 튕겨주는 메카니즘과 그 사운드를 전기적으로 획득하고 증폭하여 들려주는 완전한 사운드 생성부가 각각 구현되었다[그림 12].



[그림 12] 상판 아래에 구성된 사운드 메카니즘

두 개의 현은 서로 다른 끝에서 동시에 튕겨진다. 로봇이 현을 눌러주므로 사운드의 음정은 로봇의 위치에서부터 튕겨지는 쪽의 현의 길이에 의하여 결정된다. 로봇을 중심으로 두 현의 서로 다른 쪽의 현이 유효한 현이므로 로봇이 현의 한쪽에 치우쳐져 있으면 한 현은 높은 사운드를 다른 한 현은 낮은 사운드를 생성하게 된다. 즉, 두 사운드가 상반된 공간에서 서로 경쟁을 하는 형국을 이룬다. 서보모터에 의하여 사운드가 생성되는 순간에도 로봇은 움직일 수 있으므로 특정 음정의 사운드뿐만 아니라 변화하는 음정의 사운드도 구현될 수 있어 본 사운드 메카니즘은 비교적 단순한 구성임에도 관객은 다양한 사운드를 경험하게 된다.

6. 시연 및 결론

본 설치물은 한 갤러리 공간에 전시되어 다수의 관객이 접하였다[그림 13]. 관객과 본 설치물의 총

체적 거리에 따라 달라지는 현의 연주 빈도와 관객의 좌우 위치에 따라 반응하는 로봇에 의한 현의 사운드의 변화는 관객으로 하여금 작품이 가지는 기능성을 탐구하는 공간을 제공한다. 나아가서 두 현으로부터 창출되는 상반된 사운드의 엔벨로프는 서로 경쟁관계를 이루어 추가의 긴장을 만들어낸다. 설치물과 관객의 거리에 의한 긴장, 그리고 관객의 위치에 따라 밀고 당기는 로봇과 관객과의 긴장 등 다양한 차원의 긴장을 제시하고 있다.



[그림 13] *Tension II*의 시연 장면

본 설치물은 하나의 악기로써 앞서 언급한 관객과 악기가 거리를 유지하고 그 공간적 관계에 따라 사운드가 결정되는 페어민과 유사한 방식의 악기라 할 수 있다. 그 차이점은 페어민과는 달리 여기에는 중간에 로봇이라는 매개체가 자리하고 있으며 로봇의 행동 메카니즘이 사운드를 생성하는 결정적인 역할을 한다는 점에서 하나의 추가적인 미적 계층을 형성하고 있다. 이는 로봇의 자동성이 매체의 성격에 미치는 영향에 대한 논의를 제기하는 전형적인 하나의 경우라 할 수 있다.

이러한 상호작용 미디어 아트 작품은 사용자의 몸을 컨트롤러로 채택하는 체감형 게임의 요소를 가진다. 체감형 게임에서 하나의 도전적인 과제는 플레이어의 상태를 읽어내는 것이다[17]. 이점에서 현재의 기술은 많은 아쉬움이 있으며 추가적인 개발을 필요로 한다. 비교적 단순한 센서를 이용하여 사물 추적 메카니즘이 구현된 본 작품은 컴퓨터 비전을 대체할 하나의 경제적인 해결방안으로도 제

시될 수 있다.

본 논문에서는 이장원 등이 제기한 체감형 게임의 콘텐츠를 발전시키고 특화된 기획/개발/디자인의 필요성[21]에 대한 하나의 해결방안으로써 상호작용 미디어 아트와의 연계가 제안된다. 또한, 서비스 로봇과 로봇 엔터테인먼트와 같은 영역에서 로봇이 가지는 잠재력의 한계를 가늠하고, 효과적인 구현을 이루기 위하여 로봇의 형태와 행동이 가지는 매체적, 의미적, 그리고 미학적 특징에 대한 보다 세밀한 연구와 응용이 요구된다.

참고문헌

[1] *The Museum of Modern Art*, http://www.moma.org/collection/browse_result.php?object_id=81631

[2] 박형규, “현대미술과 테크놀로지와의 관계에 대한 이해 - 키네틱아트를 중심으로”, 조선대학교 석사논문, 2004.

[3] Eduardo Kac, *Foundation and Development of Robotic Art*, *Art Journal*, Vol.56, No.3, pp. 60-67, 1997.

[4] 이준, “로봇과 예술인터페이스: 백남준의 Robot K456을 중심으로”, *공학교육* 18권 2호, pp14-17, 2011.

[5] *The Senster*, <http://www.senster.com/ihnатовicz/senster/index.htm>

[6] Rodney Brooks, “Intelligence Without Reason”, MIT AI Memo No. 1293, MIT, 1991.

[7] S. Penny, “Embodied Cultural Agents at the Intersection of Robotics, Cognitive Science and Interactive Art”, AAI Technical Report FS-97-02, AAI, 1997.

[8] G. Levin, <http://www.flong.com/projects/snout/>

[9] 이유선, 김동연, “로봇 배우를 활용한 공연예술 활성화 방안 연구: ‘에버’를 중심으로”, *공연문화연구* 제22집, 2011.2.

[10] Albert V. Glinsky, *The Theremin in the Emergence of Electronic Music*, Ph.D. Thesis, New York Univ., 1992.

[11] www.youtube.com/watch?v=w5qf9O6c20o

[12] Alford, A, *et al.*, “A Music Playing Robot”. in *Proc. of the Conf. on Field and Service*

Robots, pp. 29-31, 1999.

[13] T. Otsuka, *et al.*, “Design and Implementation of Two-Level Synchronization for an Interactive Music Robot”, in *Proc. of the 24th AAAI Conf. on Artificial Intelligence*, pp. 1238-1244, 2010.

[14] Kathy Cleland, “Intimate Encounters: the Mixed Reality Paradigm and Audience Responses”, *Proc. of the Digital Arts and CULture Conf.*, Dec. 2009.

[15] 김은정, “체감형 게임에서 ‘체화된 경험’의 의미에 대한 고찰”, *한국컴퓨터게임학회논문지*, 제2권, 제23호, 2010.12.

[16] 김재영, 성경환, “게임-확장공간에서의 ‘게임적 신인류’의 형성: 체감형 게임을 중심으로”, *한국게임학회논문지*, 제10권 제5호, 2010.10.

[17] 우탁 외, “새로운 게임 패러다임: 디지털 피치컬 필드 게임”, *한국게임학회논문지*, 제10권 제1호, 2010.2.

[18] C. Paul, *Digital Art*, 2nd ed., Thames & Hudson, 2008.

[19] *Arduino*, <http://arduino.cc>

[20] GP2Y3A003K0F, Data Sheet, http://sharp-world.com/products/device/lineup/data/pdf/datasheet/gp2y3a003k_e.pdf

[21] 이장원, 윤준성, “체감형 인터페이스를 사용하는 닌텐도 Wii의 한계에 대한 연구”, *한국게임학회논문지*, 제11권, 제2호, 2011.4.



김 태 희 (Kim, Taehee)

1990년 2월 아주대학교 전자공학과 (공학사)
 1996년 12월 University of Edinburgh
 (Ph.D. in Artificial Intelligence)
 1999년 8월 한국과학기술정보연구원 선임연구원
 2010년 6월 Rhode Island School of Design
 (MFA in Digital Media)
 1999년 9월-현재 영산대학교 게임콘텐츠학과 교수

관심분야 : 디지털 아트, 로보틱 아트