

인터랙티브 멀티미디어 콘텐츠를 위한 적외선LED 트래킹 시스템 연구

†김영민, ††김준

요약

본 논문에서는 멀티미디어 콘텐츠 제작을 위해 사용자의 위치를 추적하여 활용할 수 있는 적외선LED 트래킹 기법을 연구한다. 적외선LED를 사용한 트래킹 기법은 인터페이스와 사용자간의 상호작용성을 OpenCV의 응용을 통해 직관적으로 그리고 더욱 정확하게 해준다. 또한 일반적으로 사용되는 트래킹 기법과의 차별성과 활용, 그리고 앞으로의 연구 방향을 제시한다.

IRTS(Infrared Tracking System) for Interactive Multimedia Contents

†Youngmin Kim, ††Jun Kim

Abstract

In this document I examined ways to create multimedia with Infrared LEDs using the tracking method. In regards to creating multimedia content using the tracking method with Infrared LEDs is the most important factor. The OpenCV application in terms of interface and user interaction helps to make it more intuitive and accurate. In addition, it will include the difference with the normal tracking method and future direction of this research.

Key words : New Media Art(뉴미디어 예술작품), Interactive System(상호작용시스템), Infrared Tracking(적외선 LED 트래킹), Multimedia Contents(멀티미디어 콘텐츠)

● 교신저자 : 김 준, 주소 : 서울시 중구 필동3가 26번지 동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과, Tel : 02-2260-3264, E-mail : music@dongguk.edu

접수일 : 2009년 5월 29일, 심사일 : 2009년 7월 7일, 완료일 : 2009년 8월 5일

†동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과(eyelisten@dongguk.edu), ††동국대학교 영상대학원 멀티미디어학과(music@dongguk.edu)

I. 인터랙티브 콘텐츠와 사용자간의 소통

1. 멀티미디어 예술작품의 소통의 방법

현대의 멀티미디어 작품들은 연주자 혹은 퍼포머 그리고 관객과의 소통을 위해 상호작용적으로 이뤄지는 여러 가지 상황을 많이 이용하고 중요시 한다. 이러한 소통의 방법은 실시간으로 이뤄지며 항상 같은 결과물이 나오지 않고 다른 결과가 추출되는 특징이 있다. 많은 멀티미디어 작가들은 위와 같은 결과에 큰 만족을 표하며 자신들의 작품에 더욱 상호적인 관계를 통해 보여지는 예술적 가치를 찾아내기 위해 많은 노력을 기울이고 있다.

이러한 현대 멀티미디어 작품의 가장 큰 특징은 연주자와 퍼포머 혹은 사용자를 하나의 컨트롤러로 사용하고 있다는 것이다. 과거 다수의 작가들은 작품을 컨트롤하기 위해 MIDI controller 등 상용 기계를 주로 사용하였다. 하지만 이러한 컨트롤러의 사용은 작가의 의도만 작품에 반영이 되어 일방적인 작용만 존재하였다. 하지만 포스트모더니즘의 영향을 받은 현대의 멀티미디어 작가들은 기존의 방식을 부정하였고 상호작용성을 중요시 여겨 연주자와 퍼포머를 가장 주요한 악기이자 컨트롤러로 보고 작품을 제작한다. 이들의 연주와 움직임은 관객들에게 보여주기 위한 단순한 물리적 움직임이 아니라 작품의 흐름을 이끌어 가는 하나의 컨트롤러로 볼 수 있다. 또한 연주자의 움직임에 의미를 부여하여 작가가 의도하는 작품의 의미를 관객이 충분히 이해할 수 있도록 하는 것이 중요하다. 그리고 이러한 움직임을 추적하고 데이터화 시켜 추출된 데이터를 음악 혹은 영상 등 다양하게 적용하여 작품을 이끌어 가는 것이 멀티미디어 작품이 가지는 가장 큰 의미라고 볼 수 있다.

2. 위치추적방식의 종류

많은 작가들은 퍼포머의 위치를 추출하여 작품에 대입하기 위해 컬러트래킹(color tracking)을 사용하고 있다. 컬러트래킹이란 하나의 색을 지정하여 그 색의 위치를 추적하는 방법을 말한다. 이 방식은 위치추적을 위해 쉽게 사용할 수 있어 많이 이용되고 있다. 하지만 여러가지 환경요소에 의해 많은 변수가 발생하여 정확한 트래킹을 하기에는 큰 어려움을 가지고 있다.

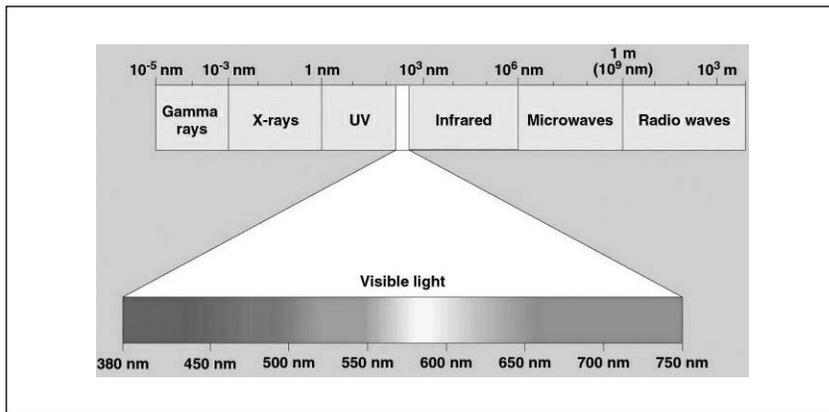
변수를 일으키는 환경요소에는 조명의 종류 그리고 카메라 기종에 의한 색의 디지털 열화 현상이 있으며 마지막으로 동일 색상을 가진 피사체의 존재로 인해 생기는 어려움이 있다. 두 번째 방식으로는 라이트트래킹(light tracking)이다. 이 방식은 색을 가진 조명을 이용하여 조명의 위치를 추적하는 것이다. 하지만 이 방법 역시 컬러트래킹과 유사한 방법을 사용하고 있어 환경요소의 영향을 받고 있으며 정확한 트래킹을 위해 주위를 암전으로 만들어야 한다는 단점을 가지고 있다.

II. 적외선LED 트래킹을 위한 기술적 접근

위에 언급한 두 가지의 트래킹 방법은 사용의 용이함 때문에 많이 이용되고 있지만 다수의 변수를 가지고 있다는 단점이 있다. 적외선LED를 이용하는 이유는 이러한 단점을 최소한으로 할 수 있다는 장점을 가지고 있기 때문이다.

1. 적외선

적외선이란 인간이 인지할 수 있는 가시광선의 바깥에 위치한 $10^3\text{nm} \sim 10^6\text{nm}$ 의 파장을 가진 전자기파를 말한다. 가시광선의 영역에 속해 있지 않아 인간은 시각적으로 적외선의 빛을 인지하기 힘들다. 따라서 퍼포머의 몸에 부착하더라도 관객들은 적외선의 모습을 인지하기 힘들고 퍼포머의 위치에 따라 변화하는 작품에 집중할 수 있다. [그림 1]¹⁾은 적외선의 파장과 가시광선과의 관계를 나타낸 그림이다.



[그림 1] 가시광선과 적외선LED의 파장

2. 적외선LED의 위치추적을 위한 장비 및 시스템 구성

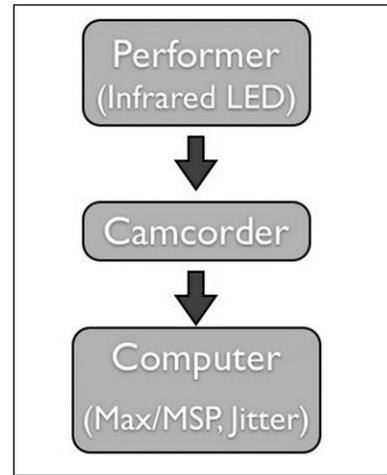
적외선을 실생활에 활용한 예를 들어 보면 자동차 운전자의 야간 시야 확보이다. 적외선LED를 자동차의 후미에 장착하고 야간에 차량 밖을 비춰준 후 카메라가 촬영한다. 운전자는 촬영된 영상을 보고 안전하게 주차 혹은 운전을 할 수 있게 된다. 이 경우 적외선이 비춰주는 모든 부분이 촬영된다. 하지만 작품에 사용되는 적외선은 연주자의 모습 전체를 비춰주어 카메라가 촬영하는것이 아니라 적외선 LED만을 촬영할 수 있어야 한다. 또 일반적인 카메라는 적외선만 분리하여 촬영할 수 없다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 적

1) http://en.wikipedia.org/wiki/Visible_spectrum

외선 필터를 카메라의 렌즈 부분에 장착한 후 촬영하여야 한다. 적외선 필터를 장착 후 적외선LED를 촬영하게 되면 적외선LED를 제외한 나머지 부분은 촬영되지 않고 검정색으로 나와 손쉽게 적외선LED의 모습만 얻을 수 있다.

이렇게 필터를 장착 후 촬영한 영상은 컴퓨터로 입력되어 Max/MSP/Jitter를 통해 프로세싱되고 적외선LED의 위치를 추적하여 데이터를 추출하게 된다. 이렇게 추출된 데이터는 음악과 영상 등 콘텐츠를 실시간으로 변화시키기 위해 사용된다. [그림 2]는 이러한 시스템의 구성도이다.

3. 오디오·비주얼 컨트롤 응용프로그램 Max/MSP/Jitter의 사용



[그림 2] 시스템 구성도

Max/MSP/Jitter는 Cycling74에서 제작한 응용프로그램으로 프로그램에서 제공되는 오브젝트²⁾를 이용하여 MIDI처리, 산술처리, 음향처리, 영상처리 등을 실시간으로 가능하게 한다. 이 프로그램들은 하나의 패키지 형식으로 다양한 데이터를 동시에 처리할 수 있도록 연결되어 있어 동시에 음향과 영상을 처리할 수 있다. 다시 말해 음향신호와 MIDI신호는 Max /MSP에서 처리되며 영상과 관련된 신호들은 Jitter에서 처리된다. 하지만 이 신호들은 작품을 위해 서로 공유되며 전송과 수신이 자유로워 쉽게 이용할 수 있다.

본 연구에서는 Jitter를 이용하여 카메라로 촬영한 적외선LED의 위치를 추적하고 데이터를 추출한다. 이러한 데이터를 프로그램간 송수신하여 멀티미디어 콘텐츠의 제작을 위해 사용할 수 있다.

4. Binary Image

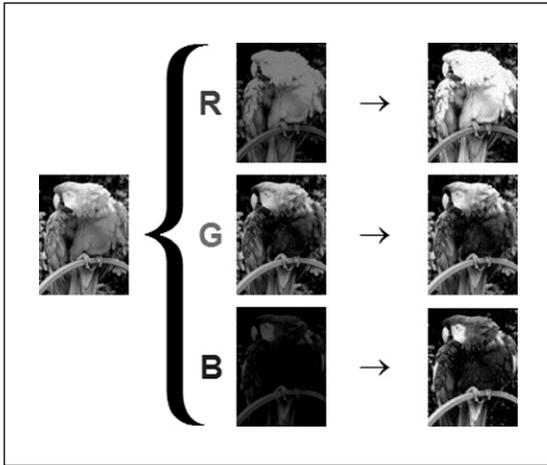
카메라를 이용하여 촬영된 적외선LED는 Jitter의 jit.qt.grab오브젝트를 이용하여 입력된다. Jitter는 일반적인 디지털색상규격체계인 RGB색상도메인을 이용하며 하나의 완성된 컬러영상을 출력시키기 위하여 4개의 플레인(Plane)을 사용한다. 플레인(plane)이란 RGB를 구성하는 디지털 공간인 매트릭스이다. 이러한 플레인은 0~255까지의 데이터를 가지는 그레이스케일로 존재한다. 다시 말해 하나의 완성된 컬러영상을 출력시키기 위해 0~255의 데이터를 가지는 플레인 4개가 합쳐져야 한다는 것이다.

이 영상을 이용하여 더욱 확실하게 적외선LED만을 분리하기 위한 첫 번째 단계로 jit.rgb2luma오브젝트를 이용하여 하나의 그레이스케일(grayscale)로 전환시킨다. 4개의 플레인을 이용하여 다양한 색상의 데이터를 가진 영상을 각 위치에 따라 다르게 나오는 휘도값³⁾을 적용시켜 평균값을 가진 그레이스케일 형

2) Max/MSP와 Jitter에서 주어진 데이터의 이용을 가능하게 하는 기능을 가진 대상.

3) 일정한 넓이를 가진 광원 또는 빛의 반사체 표면의 밝기를 나타내는 양을 말함.

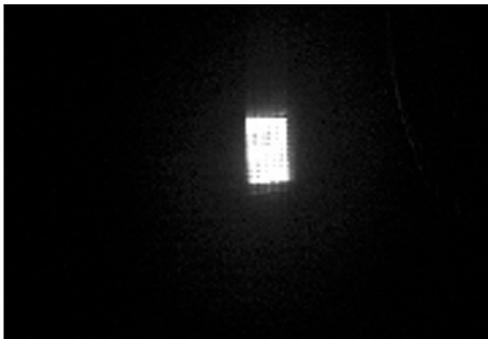
태의 흑백 영상으로 만들어 낸다. [그림 3]⁴⁾은 그레이스케일 영상의 예이다.



[그림 3] grayscale 이미지

하지만 그레이스케일 영상을 구성하는 셀(cell)⁵⁾들은 0~255까지의 데이터를 가지고 있어 만약 비슷한 데이터를 가진 셀이 주위에 있다면 정확히 적외선LED만 구분하여 트래킹하기 어렵다. 그래서 셀의 분할 영역을 설정해 주어 설정된 데이터 이상의 값을 가진 셀들은 1, 설정된 데이터 이하의 값을 가진 셀들은 0으로 나누어 확실한 영역을 가진 영상으로 출력시킨다. 다시 말하면 적외선 LED, 즉 설정된 데이터 이상의 값을 가진 셀들은 흰색으로 출력되며 나머지 부분, 즉 설정된 데이터 이하의 값을 가진 셀들은 검정색으로 출력시킨다는 것이다.

이렇게 변환된 영상에서 적외선LED의 위치변화 데이터를 추출하기 위해 cv.jit오브젝트를 사용한다. cv.jit오브젝트란 일본의 오오가키에 위치하여 뉴미디어를 연구하는 IAMAS대학에서 개발한 익스터널(external)⁶⁾ 오브젝트 패키지로서 OpenCV⁷⁾를 응용하여 제작되었다. 0과 1로 나누어진 영상을 cv.jit오브젝트 중 cv.jit.blobs.bounds오브젝트와 cv.jit.blobs.bounds.draw오브젝트를 이용하여 적외선LED의 위치를 정확히 찾아내고 그 위치를 알아볼 수 있게 표시해준다. [그림 4]는 일반적인 그레이스케일 영상이고 [그림 5]는 cv.jit오브젝트를 이용하여 변환시켜준 영상의 모습이다.



[그림 4] 적외선LED의 그레이스케일 영상



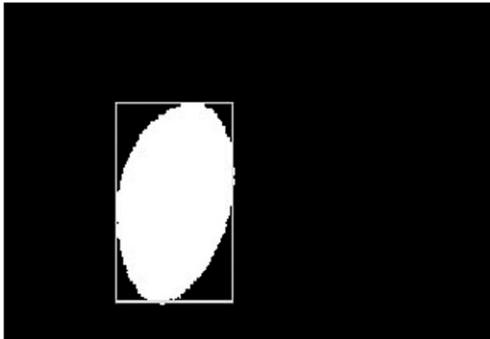
[그림 5] 적외선LED의 binary image

4) <http://en.wikipedia.org/wiki/Grayscale>

5) Jitter에서 영상을 구성하는 기본 단위.

6) 외부 개발자들이 독자적으로 개발 후 배포 하는 오브젝트.

7) Intel에서 제작하여 얼굴, 행동, 움직임등의 변화를 실시간으로 분석하는 라이브러리.



[그림 6] 적외선LED의 위치

전환된 적외선LED의 위치를 추적하여 위치데이터를 X1(left), Y1(top), X2(right), Y2(bottom)의 4개의 데이터로 출력시킨다. [그림 6]은 적외선LED의 위치 영역을 표현해주는 모습을 나타낸 것이다.

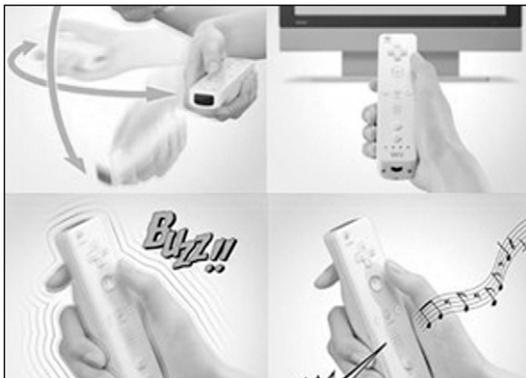
5. 결과 및 활용

본 연구를 진행하는데 있어 가장 중요하게 생각한 부분은 트래킹 데이터의 정확도와 직관성이다. 일반적인 트래킹 방법들은 여러가지 환경의 변수들에 의해 불규

칙적이고 부정확한 데이터를 추출하는 결과를 만들었기에 이러한 문제점을 극복 하는것이 가장 중요한 부분이다. 또 연주자의 연주 모습과 퍼포머의 움직임에 통해 관객들이 얼마나 작품의 변화를 느끼고 있는가는 직관성에 대한 연구와 결부된다.

본 연구의 소프트웨어적인 기초응용방법은 OpenCV를 통해 이루어진다. 공연뿐 아니라 설치미술작품 역시 관객, 즉 사용자와의 소통을 목표로 상호작용성을 중요시 하기 때문에 관객의 모습과 위치를 트래킹 하기 위해 OpenCV를 많이 사용한다. 하지만 퍼포머와 관객의 신체 중 어느 한부분만을 트래킹하기를 원한다면 상당히 복잡한 방법을 이용하여야 한다. 일반적인 예술작품들은 전체의 모습을 이용하기 보다는 어느 한 부분의 움직임만을 가지고 작품에 적용하는 예가 많다. 그래서 더욱 직관적인 트래킹 데이터를 추출할 수 있는 적외선LED의 접목과 활용이 더욱 실용적이라 할 수 있다.

또한 이러한 적외선LED 트래킹을 게임기술에 응용하여 상용화된 상품도 출시되어 있다. 대표적인 예는 [그림 7]⁸⁾의 닌텐도에서 출시된 “Wii”라는 게임기이다. Wii는 사용자의 움직임을 파악하기 위해 게임기의 컨트롤러에 적외선LED를 부착하여 사용된다. 이러한 방식은 그동안 비디오 게임이 조이스틱을 사용하여



[그림 7] 적외선을 이용한 Wii 컨트롤러



[그림 8] 적외선을 응용한 다중 디스플레이 컨트롤

8) <http://www.shepherd.edu/libweb/services/libtech/wii/>

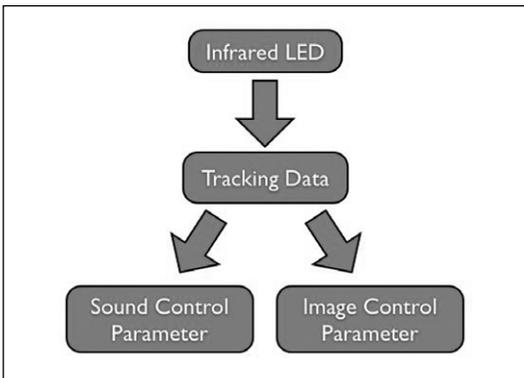
사용자가 간접적으로 참여했던 방식을 깨고 직접적인 참여를 유발한다는 점에서 게임 방식의 패러다임이 바뀌고 있음을 알 수 있다.

그리고 [그림 8]⁹⁾처럼 컴퓨터 및 TV등 많은 멀티미디어 제품들이 적외선LED의 사용으로 모니터에 디스플레이 되어 있는 많은 윈도우들을 실시간으로 컨트롤 하고 조절할 수 있다.

음악 공연에서 활용방안을 살펴보면 연주자의 팔, 혹은 손가락에 적외선LED를 부착하여 연주를 하면서 느끼는 연주자의 감정의 물리적 움직임을 트래킹하여 연주하는 음원에 실시간 변조를 가하거나 새로운 사운드 합성을 위한 파라미터 데이터를 공급할 수 있다. 특히 거의 모든 연주는 인간의 팔을 이용하는데 팔의 움직임은 연주하는 동안 감정의 기복을 다양하게 보여주는 하나의 멀티미디어적 매체로 볼 수 있다. 이러한 매체에 또 다른 멀티미디어 매체인 적외선LED를 이용함으로써 새로운 콘텐츠로써 활용 될 수 있다.

본 연구에서는 실연 결과 다수의 환경 요소에 의해 일어나는 변수의 어려움도 있었지만 대부분이 해결 가능한 문제였고 여타 트래킹 기법보다는 훨씬 정확하고 직관적인 데이터를 추출하는데 성공하였다. 퍼포머의 움직임에 의해 작품의 미디어적 요소인 영상과 사운드에 변화를 주고 컨트롤 함으로써 관객들은 직관적으로 예술적 감동을 전달 받으며 작품이 내포하고 전달하고자 하는 의미를 이해함으로써 난해할 수 있는 멀티미디어작품을 쉽게 이해하고 수용할 수 있다. 아래의 [그림 9]와 [그림 10]¹⁰⁾은 적외선LED를 적극적으로 사용한 퍼포먼스 공연의 예이다. 퍼포머의 팔에 적외선LED를 장착하고 팔의 움직임을 트래킹하여 영상을 새롭게 합성하기 위한 파라미터를 추출하였다. 실시간으로 팔의 움직임에 따라 영상의 색상 및 영상이 영사되는 위치를 조절하여 작품을 제작하였다.

그리고 가장 중요한 점은 상호작용성의 형성이다. 직관적이고 정확한 데이터의 추출은 컴퓨터안에서 발생하는 프로세싱의 용이성을 위해 상당히 중요한 요소이다. 그리고 이렇게 프로세싱되어 새롭게 변화된 멀티미디어의 요소는 사용자가 다시 한번 흥미를 가지고 새로운 움직임의 변화를 가질수 있도록 도와준다. 위에 언급한 디스플레이 컨트롤과 Wii 게임 컨트롤의 예제처럼 사용자의 시각적 혹은 청각적인 피드백은



[그림 9] 적외선LED tracking을 이용한 콘텐츠 활용



[그림 10] 적외선LED를 이용한 작품의 실연 모습

9) 연합뉴스, 2009년 5월 20일

10) 2008년 11월 29일, 국립극장, "보는 소리, 듣는 영상 V"

가상의 공간을 현실화 시킬수 있기 때문에 더욱 흥미를 유발할 수 있다. 멀티미디어 공연 역시 마찬가지 이다. 현재까지의 공연에서 관객들은 그저 연주 혹은 퍼포먼스의 일방적인 정보의 공급을 받기만 하였다. 하지만 상호작용성의 중요성이 강조된 작품의 경우 관객들의 반응에 따라 혹은 연주자와 퍼포머의 모션에 따라 작품의 결과가 달라 질수 있음으로 새로운 상호작용의 콘텐츠를 제작할 수 있다.

이렇듯 적외선LED는 다양한 멀티미디어작품과 멀티미디어제품에 장착되어 사용될 수 있으며 그 활용폭은 상당히 넓고 그 활용의 기대는 높다고 볼 수 있다.

III. 문제점 및 개선방안

적외선LED트래킹은 컬러트래킹과 라이트트래킹 보다 훨씬 정확하고 직관적인 데이터를 얻을 수 있다는 장점을 가지고 있지만 몇 가지 해결해야 할 문제점이 있다.

가장 큰 문제점은 무대의 조명과 적외선LED의 충돌이다. 무대의 연주자와 퍼포머를 비추는 무대 조명에 서도 적외선은 방출된다. 이럴 경우 카메라에 적외선필터를 장착하더라도 무대 위의 다른 피사체들 역시 카메라에 촬영되어 적외선LED만을 촬영할 수 없게 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 두 가지 방법이 있다.

첫째, 조명의 밝기를 어둡게 하는 것이다. 하지만 무대 전체가 어두워져 퍼포머의 모습을 관객들이 명확히 보기가 힘들어 진다는 단점을 가지고 있다.

둘째, binary image를 만들기 위한 제한점(threshold)의 설정이다. 제한점이란 0~255사이의 그레이스케일 이미지에서 0과1의 데이터를 가진 binary image로 바꿀 기준점을 말한다. 적외선LED는 밝기가 강하고 다른 피사체들은 밝기가 약하기 때문에 이 기준점을 잘 설정해 준다면 적외선LED만 촬영할 수 있게 된다.

적외선을 이용한 트래킹은 여러 가지 환경요소의 영향을 가장 받지 않는 방식중 하나이다. 많은 사용자들이 적외선을 생소하게 판단하여 활용의 기회가 없었지만 굉장히 쉽고 편하게 사용할 수 있는 매체이다. 그리고 OpenCV의 접목은 더욱 정확성을 높여주는데 도움을 주고 있으며 트래킹 데이터의 추출을 쉽게 만들어 준다.

이 모든 응용의 중심에는 빛이라는 매체가 존재한다. 빛의 구성과 발광요소의 구조를 연구한다면 더욱 발전된 트래킹 기술이 개발될 것이다.

참고문헌

- [1] Bradski, G., Kaehler, A. "Learning OpenCV" (Oreilly Accociates Inc, 2008)
- [2] Dixo, S. "Digital Performance" (The MIT Press, 2007)
- [3] Holman, T. "Sound For Digital Video" (Thomson Learnig, 1997)

- [4] Miranda, E. "Computer Sound Design" (Focal Press, 2002)
- [5] Pucket, M. "The Theory and Technique of Electronic Music" (World Scientific, 2007)
- [6] Road, C. "Micro Sound" (The MIT Press, 2004)
- [7] Road, C. "The Computer Music Tutorial" (The MIT Press, 1996)
- [8] Rowe, R. "Interactive Music Systems" (The MIT Press, 1994)
- [9] Watkins, J. "The Art Of Digital Video 4th edition." (Focal Press, 2008)