

OpenCV를 이용한 미디어 아트 제작

이면재

백석대학교 정보통신학부

Production of Media Art using OpenCV

MyounJae Lee

1Division of Information Communication, Baek-Seok University

요약 OpenCV는 디지털 영상처리와 컴퓨터 비전에서 사용되는 프로그래밍 언어이다. 본 연구에서는 OpenCV 프로그래밍 언어를 이용하여 제작된 미디어 아트를 살펴보고 활용 가능성에 대하여 알아본다. 이를 위해 본 연구에서는 첫째, 미디어 아트에서 자주 사용되는 OpenCV 함수와 활용 예를 살펴본다. 둘째, OpenCV를 이용한 미디어 아트를 함수와 작품 제작을 위해 사용된 프로그래밍 언어와 환경을 중심으로 기술한다. 셋째, 기술된 OpenCV를 이용한 미디어 아트 작품들의 특징을 사용된 함수들과 프로그래밍 언어를 중심으로 분석한다. 이 연구는 OpenCV 또는 프로그래밍 언어를 이용하여 미디어 아트를 제작하려는 아티스트들에게 가이드라인을 제공할 수 있다.

• 주제어 : IT와 예술의 융합, 미디어 아트, OpenCV, 디지털 이미지 프로세싱, 컴퓨터 비전

Abstract OpenCV is a programming language used in digital image processing and computer vision. In this study, look at media arts made using OpenCV programming language and find out about the utilization possibilities. To this end, the first, look at OpenCV functions that are frequently used in media art, the examples of utilizing the functions. The second, discuss media arts using OpenCV. focused on the OpenCV functions, programming language for an production of media art. The third, analyze features of media arts using OpenCV, mainly focused on the functions and programming languages. The study may provide guidance to the artists to produce a media art using the OpenCV or programming language.

• Key Words : Convergence of IT and the Arts, Media Art, OpenCV, Digital Image Processing, Computer Vision

1. 서론

과학 기술은 예술의 표현 기법에 많은 영향을 주었는데 크게 과학 기술적 원리를 응용한 경우와 과학 기술 자체를 활용한 것으로 구분될 수 있다. 과학 기술적 원리를 응용한 예로 원근법을 들 수 있다. 원근법은 거리에 따라 사물의 크기가 다르게 표현하기 위하여, 시점이 모이는

꼭지점들을 피라미드 형태로 구조화 한 것이다. 이 원리들을 예술가들이 평면의 캔버스를 입체공간으로 만들었다[1].

두 번째 경우는 과학 기술 그 자체를 활용한 예이다. 과학 기술의 발전은 IT 기술의 발전과 정보를 전달하는 사운드, 비디오 등의 미디어를 이용한 많은 예술 작품들

*Corresponding Author : 이면재 (davidlee@bu.ac.kr)

Received June 28, 2016

Accepted August 9, 2016

Revised June 30, 2016

Published August 31, 2016

을 탄생시켰다. 이러한 예에는 사운드를 이용한 미디어 아트[2,3], 비디오를 이용한 미디어 아트[4,5], 디지털 영상 처리 기법을 활용한 미디어 아트[6,7]등이 있다.

현재 과학 기술 자체를 활용한 미디어 아트들은 프로그래밍 언어를 이용하여 제작하는 단계까지 확장되어지고 있다. 이러한 시대적 상황은 예술가들이 예술 기법만을 배우고 익히는 것 외에도 프로그래밍 기법을 알아야 한다는 것을 의미한다.

그러나, 학문적 배경이 예술과 미학 중심으로 대학 교육을 받은 아티스트들이 프로그램 언어를 접근하는 것부터 어떻게 활용해야 할지를 아는 것은 참으로 어려울 수 밖에 없다.

본 논문에서는 이러한 상황에서 OpenCV를 이용한 디지털 영상 처리 아트 작품을 살펴보고 이에 대해 자주 사용되는 함수들을 정리하여 미디어 아티스트 제작에 도움을 주는 것이 목적이다.

디지털 영상처리란 컴퓨터를 이용하여 입력영상을 처리하여 보다 질 좋은 출력영상을 얻는 과정이다. 디지털 영상처리와 컴퓨터 비전에 사용되는 언어는 Processing과 OpenCV가 있다. Processing언어의 경우 문법의 기본적인 틀은 자바와 흡사하나 문장의 사용이 훨씬 단순화되어있는 것이 특징이며 자바의 객체지향 프로그래밍 개념도 가려서 보이지 않게 해 두어서 절차지향형 프로그래밍 언어처럼 보이기도 한다.

OpenCV는 C/C++로 개발된 오픈 소스 컴퓨터 비전 라이브러리이며 실시간 애플리케이션에 적합하다. 자유로운 영상/비디오 불러오기, 저장하기가 가능하며 로우 레벨과 하이 레벨 API도 지원한다.

이 두 언어 모두 비디오 데이터들을 입력으로 받아 각 프레임 단위로 분할하여 백그라운드 이미지와 포그라운드(foreground) 이미지를 구분하거나, 움직이는 객체들을 분리하여 미디어 아트 작품을 만드는 경우가 대부분을 이룬다.

본 연구에서는 OpenCV를 이용한 미디어 아트 작품들을 살펴보고 여기에서 자주 사용되는 함수들을 도출하여 아티스트들이 프로그래밍 언어를 이용한 작품 제작의 진입을 용이하게 하는데 그 목적이 있다. 이를 위해서 인터넷 검색과 학술 논문 검색을 통하여 OpenCV 프로그래밍 언어를 미디어 아트 작품들을 검색하여 소스가 공개된 경우 이 소스에서 사용된 함수들을 정리한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 OpenCV 함

수를 살펴보고 3장에서는 OpenCV를 이용한 미디어 아트 작품들을 함수들을 중심으로 기술한다. 4장에서는 결론 및 추후 연구방향을 기술한다.

2. OpenCV 개요

OpenCV에서 영상을 처리하는 함수에는 산술 연산과 morphology 연산으로 구성되어 있다. 산술 연산 함수에서 자주 사용되는 것은 cvAdd, cvAdds, cvSubs 등이 있다.

[Fig. 1]은 오버워치[7] 게임의 플레이 영상중 특정 프레임 1개를 나타낸다. 본 논문에서는 [Fig.1]을 원본 이미지로 설정한다.



[Fig. 1] Original Image

[Fig. 2]는 [Fig.1]에서 배경을 제거한 영상, 즉 포그라운드 이미지를 나타낸다. 포그라운드 이미지를 추출하는 것은 객체의 움직임을 시각화하는데 주로 사용된다. 이러한 객체의 움직임에 대해 중첩, 윤곽선 추출 등을 시각화함으로써 작품이 구현될 수 있다.



[Fig. 2] The background image is removed image

[Fig. 3]은 [Fig. 1]과 [Fig. 2]를 cvAdd() 연산으로 합한 결과이다. 이 함수는 합 대상이 되는 프레임들을 누적하는 함수이다. 각 프레임의 동일한 위치의 픽셀 값을 더해줌으로 전체적으로 검은색이 없어져서 밝아지는 이미지 결과물을 보여준다.



[Fig. 3] cvAdd

cvAddS()연산은 밝기 값을 매개변수로 주어 밝기 값 만큼 밝아지는 연산이다. [Fig. 4]는 [Fig. 3]의 영상에 밝기 값으로 100을 더한 연산 결과이다. [Fig. 3]에 비해 전체적으로 밝은 느낌 즉 흰색이 더해진 느낌을 제공한다.



[Fig. 4] cvAddS()

cvSubS() 연산은 수치를 뺄수록 밝기가 어두워지는 연산이다 [Fig. 5]는 100만큼의 수치를 뺀 연산 결과이다. [Fig. 1]의 원본 이미지에 비해 어두어진 결과를 보여준다.



[Fig. 5] CVSubS()

<Table 1>은 모폴로지(morphology) 연산 함수를 보여준다. 모폴로지 함수(morphologyEx)는 영상 처리 전

처리 과정에 사용되는 함수로 노이즈 제거, 특징 추출에 주로 사용된다.

<Table 1> morphology function

Morphological Transformation	Operation
cvErode	Erodes the source image using the specified structuring element that determines the shape of a pixel neighborhood over which the minimum is taken
cvDilate	Dilates the source image using the specified structuring element that determines the shape of a pixel neighborhood over which the maximum is taken
CV_MOP_OPEN	Open
CV_MOP_CLOSE	Close
CV_MOP_GRADIENT	Gradient
CV_MOP_TOPHAT	TOP HAT
CV_MOP_BLACKHAT	BLACK HAT

[Fig. 6]과 [Fig. 7]은 [Fig. 1]을 원본 영상으로 각각 침식 연산과 팽창 연산을 1회 수행한 결과이다. 침식 연산은 물체의 배경을 확장시키기 때문에 [Fig.6]에서와 같이 물체의 크기가 축소되는 결과를 보여준다. [Fig. 1]의 중앙 하단의 제일 가장자리 원의 경우 [Fig. 6]에서는 배경이 확장되어 가장자리 원이 사라진 결과를 보여준다.



[Fig. 6] CvErode()

[Fig. 7]의 팽창 연산은 물체의 외각 픽셀을 확장하는 역할을 한다. 그로 인해, 물체의 크기는 확장되고 배경은 축소되는 결과물이 나온다. [Fig. 6]의 침식 연산과는 반대의 결과물로 중앙 하단 가장자리 원이 [Fig. 1]에서 보다 확대됨을 알수 있다.



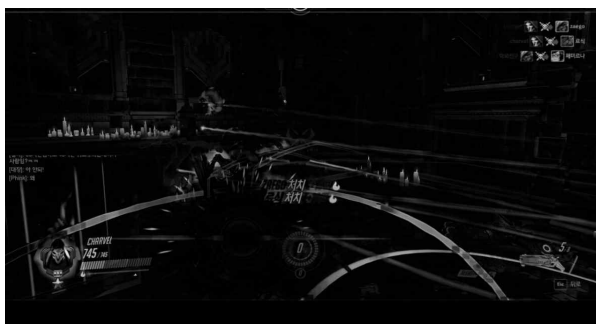
[Fig. 7] cvDilate()

Gradient 연산은 기울기 연산으로 외곽선만 남기는 효과가 있다. [Fig. 8]은 [Fig. 1]에 1회의 Gradient를 적용한 결과이다. 원본 영상과 비교해 보면 외곽선만 남아 있는 것을 확인 할 수 있다.



[Fig. 8] Gradient

TOPHAT 연산은 주변보다 밝은 영역을 강조시켜준다. [Fig. 9]는 [Fig. 1]에 대해 TOPHAT 연산을 10회 수행한 것이다. 1회 수행한 경우 경계선만 추출한 형태로 거의 화면에서 결과를 인식할 수 없기 때문에 10회 반복한 것이다.



[Fig. 9] TOPHAT

BLACKHAT 연산은 주변보다 어두운 영역을 강조시켜 준다. [Fig. 10]은 BLACKHAT 연산을 10회 반복 수행한 결과를 보여준다.



[Fig. 10] BLACKHAT

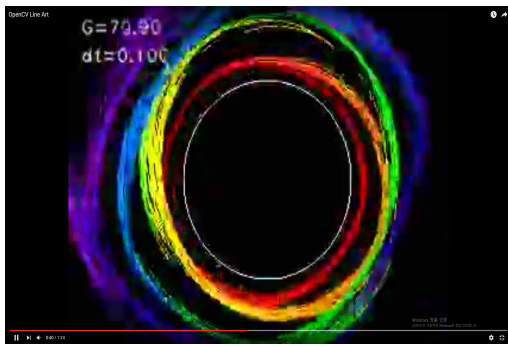
TOPHAT 연산과 BLACKHAT 연산은 주위보다 밝기 차이가 심한 영역을 고립시키는 효과가 있기 때문에 특정 객체 내부에서 밝기 변화가 두드러진 부분을 찾기 위해 주로 사용된다. 예를 들어 생체조직이나 세포를 촬영한 현미경 영상을 다룰 때 사용된다.

contourFinder 함수는 인접하는 픽셀들 사이에 대조를 통해 오브젝트 윤곽선을 탐지하는 함수이다[11]. 이 윤곽선을 추출함으로써 신체의 움직임을 추적할 수 있도록 해준다.

3. OpenCV를 이용한 미디어 아트 작품

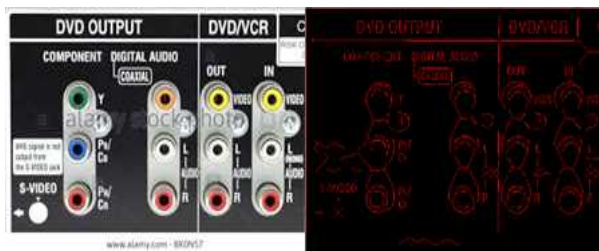
본 장에서는 OpenCV를 이용한 미디어 아트 작품들을 OpenCV 함수들을 살펴본다. 이를 위해 google 사이트에서 OpenCV, 미디어 아트, 인터랙티브 아트들을 검색하였다. 검색된 작품들 중 해당 소스에 대한 설명이 있는 작품들을 중심으로 기술하여 프로그래머 또는 아티스트들이 쉽게 미디어 아트 제작에 진입할 수 있도록 도움을 준다.

OpenCV를 이용한 미디어 아트의 첫번째 예시로, 물리 시뮬레이션 결과를 라인 아트로 나타낸 것이다[8]. cvAdd()를 이용해 원을 중첩하여 그려나간 것이며 그 결과물은 [Fig. 11]과 같다. 마우스로 목표 지점을 클릭하면 클릭한 지점으로 선들이 비주얼 효과를 보이면서 이동하고 일정 시간 정지하면 정지된 지점으로 선들이 모여서 폭발효과를 보이는 작품이다. 이전 프레임과 현재 프레임을 누적해서 선들의 이동 경로를 비주얼화 하였다.



[Fig. 11] Line Art

[Fig. 12]는 OpenCV와 C++를 연동하여 작업한 것으로, 세션화(skeletonization) 기법을 사용 한 것이다. 세션화란 이진화된 사진이나 영상의 골격을 추출하는 기법이다. [Fig. 12] (a)은 원본 이미지를 보여주고 [Fig. 12] (b)는 원본 이미지에서 세션화를 수행하고 팽창 연산 침식 연산을 하여 에지와 글자만 검출한 것이다[9].



(a) Original image

(b) Result image

[Fig. 12] Skeletonization

[Fig. 13]은 OpenCV와 Processing을 연동한 작품으로, OpenCV로 그레이 스케일 이미지를 만들고 imgproc 모듈에 속한 goodfeaturestrack() 함수를 사용하여 코너를 검출 하였다. 검출할 코너의 개수와 검출할 코너간의 거리를 매개변수로 조절하며 이미지의 검은 코너를 나타낸다[10].



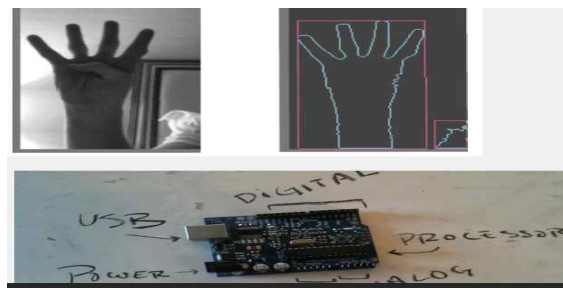
[Fig. 13] Artwork using OpenCV, Processing

[Fig. 14]는 processing에서 OpenCV의 imgProc모듈의 medianBlur()함수를 호출하여 이미지를 흐리게 만든 것이다. 이미지 블러 함수는 인터랙티브 아트에서 민감 영역의 작품에도 사용되기도 하였다[11,17].



[Fig. 14] Image Blur

[Fig.15][12]는 아두이노와 결합하여 만든 작품을 보여 준다. 아두이노는 회로가 오픈 소스이므로 아티스트들이 직접 보드를 만들고 수정할 수 있는 장점을 갖고 있다. 다양한 스위치나 센서로부터 입력을 받아 LED와 같은 출력장치의 출력을 제어함으로써 상호작용이 가능한 작품들을 만들 수 있다. 오픈 프레임워크에 OpenCV라이브러리도 포함되어 있으므로 아티스트들은 오픈 프레임워크를 다운로드하면 된다. 아두이노와 오픈 프레임워크간 시리얼로 통신을 한다. OpenCV에서는 손에 대한 움직임 트랙킹을 Blob를 통해 수행한다. Blob는 인접한 픽셀의 차이에 의해 발생하는 대조(Contrast)를 통해 손이나 얼굴 등을 인식하는 기능을 수행한다. 트랙킹 된 부분은 다시 ContourFinder() 함수에 전달되어 윤곽선을 추출하여 관객들에게 보여진다.



[Fig. 15] Hands tracking in Arduino

[Fig. 16][13]은 실시간으로 방문자들의 손을 장난스럽고, 묘하게 변형시키는 미디어 아트 작품을 보여준다. 림 모션으로부터 손의 스켈레톤(Skeleton)과 OpenCV의 백

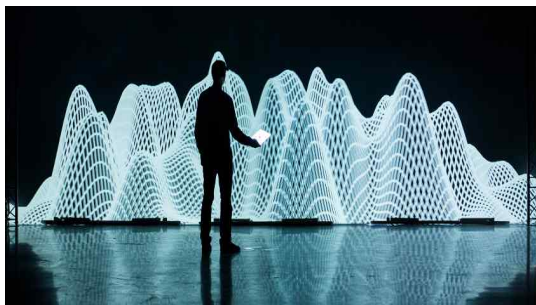
그라운드 추출, blob 검출, 에지 검출, 윤곽선 추출 등의 함수를 사용하여 획득한 윤곽선 기반의 픽셀 정보를 조합하여 변형된 방문자 자신의 손 이미지를 보여준다.



[Fig. 16] The Augmented Hand Series

[Fig. 17][13]은 No_THING 프레임워크를 이용한 작품을 보여준다. No_THING은 휴대가 쉬운 물리적인 오브젝트들을 인터랙티브 디스플레이로 모습을 바꾸기 위해 적외선 빛을 사용하는 트래킹 및 맵핑 프레임워크이다. No_THING은 Kinect 시스템, 오픈 프레임워크, ARToolKit과 OpenCV를 이용하여 만들었으며, OpenCV는 주로 트래킹하는데 사용되었다.

No_THING은 2015년도 지구의 먹이와 생명 에너지가 주제였던 독일 밀라노 엑스포에 처음 출품되었다. 이때 작품은 검은 카드 보드지가 손바닥크기의 파종판으로 변한다. 이 파종판에는 최근 에너지와 영양에 대한 정보가 있으며 이 정보를 관람객들에게 끊임없이 그래픽 형태로 제공하였다.



[Fig. 16] NO_THING

3.2 OpenCV를 이용한 미디어 아트 작품들의 특징

1) OpenCV와 다른 프로그래밍 언어와의 사용

OpenCV를 이용한 미디어 아트 작품들은 Processing, C++ 과 주로 연동되어져서 작품이 만들어지는 것을 확인할 수 있었다. 그 이유는 OpenCV는 컴퓨터 비전을 전문적으로 처리하는 프로그래밍 언어이기 때문에 동작 인식, 트래킹에는 용이하지만, 그 이외의 비주얼 효과를 연출하기에는 다른 프로그래밍 언어의 함수들을 사용해야 하기 때문으로 판단된다.

2) 아두이노, 로즈베리와 같은 오픈 플랫폼과 오픈 프레임워크 사용

OpenCV는 컴퓨터와 카메라를 이용하여 비디오 데이터를 입력받고 입력받은 비디오 데이터에서 포그라운드 이미지 또는 백그라운드 이미지를 추출하거나, 트래킹하는 용도로 OpenCV 프로그래밍 언어를 사용하여 미디어 아트를 제작하였다.

아두이노, 로즈베리와 같은 오픈 플랫폼은 아티스트들이 직접 회로를 설계하여 구현할 수 있다는 점에서 미디어 아트에서 자주 사용되어지고 있다.

이와 동일하게 소스가 공개되는 오픈 프레임 워크도 많이 사용되어지고 있는 추세이다.

3) 사용자 인터페이스를 통한 트래킹

키넥트와 립모션 등의 동작 인식 기기의 등장은 미디어 아트의 트래킹 기술과 사용자들의 실제적 몰입에 도움을 제공하였다. 키넥트와 립모션 등의 동작 인식기기 이전에 OpenCV를 이용한 트래킹은 비디오 데이터에서 포그라운드 이미지를 추출하고 추출된 이미지에서 특별한 동작을 인식하여 처리하였다. 따라서, 처리 시간이 오래 소요될수 있으며 정확도가 낮을수 있다. 이에 비교하여 키넥트와 립모션에서는 동작 인식을 쉽게 처리할 수 있는 SDK를 제공하고 있기 때문에 실시간으로 몸과 관절의 움직임을 추적할 수 있다. 이러한 트래킹 기술은 인터랙티브한 작품의 빠른 상호 작용을 가능하게 만들 수 있다. 키넥트와 립모션의 경우 동작을 인식하여 처리하는 게임 콘텐츠[13,14], 미디어 아트[16]에도 사용된다.

4) 트래킹, 윤곽선 추출, 포그라운드 추출

최신 기기를 이용한 작품들에서도 움직임을 트래킹하는 것과 윤곽선을 추출하는 것, 포그라운드를 추출하는 것은 여전히 OpenCV를 사용하였다. 움직임을 트래킹 하는 것은 사용자들의 동작이 실시간으로 작품에 반영되어

지기 때문에 OpenCV를 이용한 미디어 아트에서 자주 사용되어 지는 것으로 판단된다.

4. 결론 및 추후 연구 방향

본 논문에서는 OpenCV를 이용한 미디어 아트의 활용 가능성을 살펴보기 위하여 OpenCV 영상 처리 함수와 작품을 기술하였다. 여러 작품을 살펴본 결과, 첫째, OpenCV만으로 제작된 작품보다 C++, Processing 등 다른 프로그래밍 언어들을 함께 사용하여 제작한 작품들이 많았다. 둘째, OpenCV 프로그래밍 언어도 컴퓨터와 카메라에 제한되지 않고 아두이노, 라즈베리등의 플랫폼과 립모션, 키넥트 등의 동작 인식 기기에 연결되어 작품이 만들어지고 있었다. 셋째, 키넥트와 립모션과 같은 사용자 인터페이스를 사용한 트래킹을 통하여 관람객들의 몰입을 돕는 작품들이 많았다. 넷째, 다양한 OpenCV 함수 중에서 트래킹, 윤곽선 추출, 포그라운드 추출과 관련된 함수를 주로 사용하여 미디어 아트 작품을 제작하고 있었다.

추후에는 OpenCV를 이용하여 실시간으로 서비스되는 게임 콘텐츠를 소재로 인터랙티브 아트를 제작할 예정이다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 논문은 2016년도 백석대학교 교내연구를 받아 수행된 것임

REFERENCES

- [1] Im Jong In, "Technology and arts of the emotional era", Korea University, 2011.
- [2] Jung Un Tae. "Applying Interactive Media Art to VJing", International JOURNAL OF CONTENTS, vol.7, No.10, 2007.
- [3] Shim Jun Seob, "A Study on the Interactivity of Sound Art and Video Installation", Kyungbuk University, 2011.
- [4] Seongyoun Kim, "Issues of Participation and Communication on Video Art -Development and communication method on Video and Media Art", Journal of Art and Media, Vol.11, No.1, 2012.
- [5] Son Hyung Woo, "Study on the Conjunction of Media and Art : Characteristics of Media in Paik Nam-June's Video Art" KyungHee University, 2009.
- [6] Kim Jae Hwa, "An Interdisciplinary Research on Media art and Information Science Technology", Journal of Journal of Basic Design & Art, Vol.7, No.3, 2006.
- [7] <https://playoverwatch.com/ko-kr/>
- [8] <https://www.youtube.com/watch?v=CRdiAaxHIBM>
- [9] <http://stackoverflow.com/questions/34914947/OpenCV-alphabets-detection-and-extraction-on-shape-of-alphabet-after-skeletoniza>
- [10] <http://www.magicandlove.com/blog/2015/07/05/OpenCV-and-processing-15/>
- [11] Kyoung-nam Kim, MyounJae Lee, "Image Obfuscation in the User-Friendly Sensitive Area with the Use of a Sensor for Smart Devices and Image Processing Techniques", International Journal of Distributed Sensor Networks May 2014 vol. 10 no. 5 797353.
- [12] <https://forum.openframeworks.cc/t/contourfinder-OpenCV/5641>
- [13] <http://www.creativeapplications.net/tag/OpenCV/>
- [14] MyounJae Lee, "A Study on Convergence Development Direction of Gesture Recognition Game", Journal of the Korea Convergence Society, v.5, no.4, 2014.
- [15] Jj-Soo Kim, "The Design and Development of Healing Depression Convergence Content using Movement of Thought, HMD, Leap Motion, Color and Music Therapy", Journal of the Korea Convergence Society. v.7, no.3, 2016.
- [16] Min Jeong Song, "A Study on the Idea of Materiality of New Media Art through Rethinking Kinetic Art", Journal of digital Convergence, Vol. 13, No. 3, pp. 263-270, 2015.
- [17] Kyoung-Nam Kim, Myoun-Jae Lee, "Artistic Emotional expression of Image distortion based on

the magnetic force and user Immersion Through the Convergence of Art and Science Technology”, Journal of digital Convergence, Vol. 13, No. 8, pp. 457-463, 2015.

저자소개

이 먼 재(MyounJae Lee)

[중신회원]



- 1994년 2월 : 홍익대학교 이학석사
- 2006년 8월 : 홍익대학교 이학박사
- 2009년 3월 ~ 현재 : 백석대학교
정보통신학부 교수
- E-Mail : davidlee@bu.ac.kr

<관심분야> : 기능성 게임, 게임 제작