

Prestudy on Arwork Understanding of Artificial Intelligence and Human

인공지능과 인간의 미술작품 이해에 대한 사전연구

Jongweon Kim¹

김종원¹

¹ Professor, Dept. of AIOT, Sangmyung University, Korea, jwkim@smu.ac.kr

Abstract: Prior to the advent of artificial intelligence (AI) technology, significant efforts were made to leverage machine technology in the realm of art creation. However, the emergence of deep neural networks powered by deep learning has introduced a transformative era in art, representing a crucial inflection point. This development caused controversy over creativity and copyright. Due to AI's nature of producing results solely through creation, without considering the understanding and appreciation of art, there remains an unresolved question of whether it can genuinely comprehend human emotions and aesthetic reactions. This paper aims to explore the potential of AI in understanding art beyond its creative capabilities. We delve into the mechanisms and disparities between human and AI comprehension of art. The basic experiment yielded positive results, confirming that the recognition performance can be significantly enhanced, reaching a maximum accuracy of 98.7% or higher. The improvement was contingent upon the learning method employed and the level of data labeling, providing valuable insights into the effectiveness of different approaches. However, it was observed that the recognition performance experienced a decline to 92.8% as the complexity of the configuration increased, indicating potential limitations and challenges in handling intricate setups. The primary objective of this study was to propose essential tasks for advancing artificial intelligence research in achieving a human-like understanding of art. By outlining these tasks, the study aimed to provide a roadmap for the future development of artificial intelligence in the field of artistic comprehension.

Keywords: Artificial Intelligence, Artwork Understanding, Creation, Deep Neural Network, Deep Learning

요약: 인공지능 기술의 등장 이전부터 미술 창작 분야에서는 기계기술을 이용하여 미술작품을 창작하는 시도가 많이 이루어졌다. 딥러닝에 기반한 심층 신경망의 등장은 미술 창작의 새로운 전환점이라 부를 만큼 다양한 인공지능 창작물을 생산할 수 있게 하였으며, 창작성과 저작권에 대한 논란을 불러오고 있다. 인공지능은 미술의 이해와 감상에 대한 고찰 없이 창작으로 결과를 만들어내므로 인간의 감정과 미적 반응에 해당하는 이해가 가능한 것인지 확인할 수 없다. 본 논문에서는 인공지능이 창작을 넘어서 미술작품을 이해할 가능성을 확인하기 위하여 인간과 인공지능의 미술작품을 이해하는 메커니즘과 그 차이점을 분석하고 기본적인 선과 다각형의 데이터 세트를 대표적인 4가지 심층 신경망에 학습시키고 인식실험을 수행하였다. 기초적인 실험 결과, 학습방식과 데이터 레이블링(정보제공량)에 따라서 인식성능이 최대 98.7%이상으로 향상되는 것을 확인하였으나 구성의 복잡성이

Received: May 27, 2023; 1st Review Result: July 01, 2023; 2nd Review Result: August 03, 2023
Accepted: August 25, 2023

올라가면 인식성능이 92.8%로 하락하는 것을 관찰할 수 있었다. 마지막으로 본 연구에서는 인간과 같은 예술적 이해를 위해서 인공지능 연구에 필요한 과제들을 제안함으로써 향후 인공지능의 발전방향을 제시하고자 하였다. 미술작품을 이해할 수 있는 인공지능을 개발하기 위해서는 첫째, 다양하고 대표적인 미술 데이터 세트 선별, 둘째, 맥락 정보 개발, 셋째, 의미론과 상징주의 통합, 넷째, 사용자 피드백 및 상호 작용 고려, 다섯째, 도메인 전문가와 협업, 여섯째, 다중모드 접근방식을 활용하여 다학제적인 연구팀의 구성과 추진전략이 필요하다.

핵심어: 인공지능, 미술작품 이해, 창작, 심층신경망, 딥러닝

1. 서론

2016년 인공지능 알파고와 우리나라 프로 바둑기사李世돌의 세기적 대결은 인공지능이 인간의 영역에 들어왔음을 알리는 계기가 되었다. 5천만 건 이상의 기보를 학습한 알파고는 5전 4승 1패로 승리를 거두었고, 자신의 실수를 보완한 알파고 마스터 버전은 중국의 프로 바둑기사 커제를 3전승으로 꺾음으로써 컴퓨터가 도달할 수 없을 것으로 여겼던 바둑 분야에서 완벽한 모습을 드러냈다[1]. 바둑이 인간의 창의성을 기반으로 이루어지는 게임이라고는 하지만 정해진 규칙과 순서가 있고, 수천만 건 이상의 사례가 존재하기 때문에, 학습이라는 과정을 통해서 인간의 영역을 초월할 수 있다는 것을 받아들이게 되었다. 그러나 인공지능이 인간의 영역으로 다가설 수 없는 분야 중의 하나로 예술의 영역이 거론되고, 예술의 창의성과 창작의 본질을 인공지능이 다가설 수 없을 것으로 예측하였으나[2], 현재는 다양한 논란과 기대 속에서 다양한 인공지능 예술작품들이 등장하고 있다.

예술작품은 창의성을 기반으로 하는 창작의 영역과 창작된 작품을 이해하고 감상하는 소비의 영역으로 구분해본다면 인공지능을 이용한 예술작품의 창작과 인공지능의 예술작품 감상에 대한 기술적 접근으로 구분해볼 수 있다. 일반적으로 인공지능 신경망은 F. Rosenblatt[3]이 제안한 퍼셉트론 구조를 그 시작으로 하고 있으며, 인공지능 신경망의 등장과 함께 예술작품의 창작에 활용하려는 시도가 있었다.

1960년대 컴퓨터과학자이자 예술가인 A. M. Noll[4]은 컴퓨터로 생성된 패턴과 시각예술에 대한 초기 실험을 수행하였다. Noll의 연구는 컴퓨터로 생성된 미술작품의 창작과 미술 도구로서의 컴퓨터의 가능성을 제시하였다. 1970년대에는 H. Cohen[5]이 AARON이라는 자율형 그림 로봇 프로그램을 개발하였는데, 규칙기반 프로그램을 이용하여 자율적으로 그림을 창작하도록 설계되었다. Cohen은 계속하여 AARON을 개선하여 다양한 시각예술 창작활동에 활용하였다. 1980년대에는 프랙털 문양에 기반한 예술작품을 생성하는 활동이 활발히 전개되었다. Stone Soup Group이 개발한 Fractint[6]는 프랙털 기반의 예술작품을 생성하는 응용 프로그램으로 사용자가 복잡하고 아름다운 프랙털 이미지를 생성할 수 있게 하였다. K. Sims[7]는 유전자 알고리즘과 인공생명의 원리를 이용하여 가상 창조물을 진화시키고 시각적 형태를 생성하는 연구를 통하여 예술작품 생성에 진화 알고리즘을 이용하였다. W. Latham과 S. Todd[8]는 유기적 형태와 추상적 형태를 생성하고 진화시키기 위해서 유전자 알고리즘을 이용하여 예술작품을 생성하는 시스템을 개발하였다.

딥러닝 기술의 등장과 함께 L. A. Gatys 등[9]이 제안한 neural style transfer는 심층

신경망을 이용하여 이미지에 유명작가들의 예술적인 스타일을 적용할 수 있게 하면서 인공지능 창작물에 예술성을 부가하기 시작하였다. M. Klingemann[10]은 Deepdream, 적대적 신경망(adversarial network), RNN(recurrent neural network)과 같은 기술을 사용하여 다양한 인공지능 생성 작품을 만들었으며, 인공지능과 창의성의 교차점을 연구하여 생성 예술의 경계를 넓혔다. 구글의 Deepdream을 포함하여 DeepArt.io 등, 인공지능 예술작품 생성 플랫폼이 등장하고, 2018년도에는 프랑스의 예술공학단체 오비어스(Obvious)가 인공지능으로 생성한 작품 “에드몽 드 벨라미의 초상(Portrait of Edmond de Belamy)”은 43만 2,500달러에 크리스티 경매에서 판매됨으로써 미술계에서 중요한 이정표를 세우기도 하였다[11]. 이후로 OpenAI에서 개발하여 공개한 DALL-E[12], 메타에서 공개한 Midjourney[13], NVIDIA의 stable diffusion[14] 기술은 텍스트 기반으로 이미지를 생성하여 시각예술 작품의 창작 지평을 더욱 넓혀가고 있다. 2022년도에는 미국 콜로라도주 박람회 미술전에서 Midjourney를 이용한 창작품인 ‘스페이스 오페라 극장’이 신인 디지털 아티스트 부문 1위를 차지하였으며[15], 2023년도에는 소니 월드 사진 어워드에서 독일 작가 Boris Eldagsen의 ‘위기억(偽記憶) : 전기기술자(Pseudomnesia: The Electrician)’라는 작품이 크리에이티브 분야에서 최우수상을 받았으나 작가가 인공지능 작품임을 밝히면서 수상을 거부하였다[16]. 이처럼 인공지능의 창작물은 인간의 창작물과 구분을 할 수 없거나, 더 뛰어난 결과물을 만들어내고 있다. 어문분야에서도 많은 인공지능 창작물이 등장하였으며, ChatGPT[17]의 공개로 어문 창작물의 수준을 더욱 끌어올리고 있다.

예술작품의 창작 분야에서 인공지능 기술의 도입과 활용이 활발히 이루어지는 것과 비교해서 컴퓨터 비전이나 패턴인식 분야에서 객체를 찾아내고 인식하는 기술은 급속도로 발전하였지만, 예술작품을 이해하고 감상하는 영역으로의 발전은 아직 이루어지지 않고 있다. 본 논문에서는 인공지능이 미술작품을 이해하고 감상하는 데 필요한 기술적 한계를 파악하기 위한 연구를 수행하였다. 이를 위해서 미술의 이해에 대한 요소들을 파악하고, 인간과 인공지능의 미술작품 이해 메커니즘을 분석하였으며, 컴퓨터 비전 분야에서 널리 사용되고 있는 심층 신경망 모델들의 기초적인 미술 이해의 성능을 검증하였다. 인공지능과 인간의 미술작품 이해에 대한 현황과 차이점을 파악하고 현행 인공지능에 대한 기초적 실험을 통하여 향후 인공지능의 미술작품 이해를 위한 연구 방향을 제시하였다.

2. 미술작품의 이해

2.1 미술작품 이해의 요소

미술을 이해한다는 것은 시대적으로 등장하는 미술작품에 따라서 그 의미가 달라질 수 있다. 비록 시대에 따라 미술작품이 달라지더라도 미술의 이해에서 가장 중요한 것은 작가의 의도를 미술작품에서 읽어내는 것이다. 김종호[18]는 자신의 칼럼에서 미술작품을 감상한다는 것과 이해한다는 것을 다음과 같이 언급하였다.

“‘감상’이란 감각을 통해서 얻어지는 마음 속의 감정이나 생각을 말하며, ‘이해’란 이성을 통하여 얻어지는 경험이나 지식을 말한다. 인간의 두뇌는 감성과 지성의 영역이 통합적으로 작용하면서 대상을 인지하고 판단하고 또 이를 바탕으로 모든 결정을 내린다. 이와 같은 관점에서 미술작품의 창작 역시 단순한 감각적 행위의 결과물이 아니라 감성과 이성을 바탕으로 하는 통합적 사고가 적절한 내용과 형식을 가진 것이라 할 수 있다.”

감상이 직관적인 느낌이라면 이해는 분석적인 결과물이라고 할 수 있다. 이러한 감상과 이해에 영향을 미치는 미술작품의 요소는 다양한 관련 서적[19-24]에서 언급하고 있으며, [표 1]과 같은 요소들로 정리할 수 있다.

[표 1] 감상과 이해에 영향을 미치는 미술작품의 요소

[Table 1] Elements of a Artwork that Affect Appreciation and Understanding

요소명	내용
시각적 요소	작품은 선, 도형, 형태, 색상, 질감, 공간과 같은 다양한 시각적 요소로 구성된다. 이러한 요소를 이해하려면 작품 내에서의 존재, 배열 및 상호 작용을 인식하고 분석해야 한다.
구성	구성은 작품 내에서 시각적 요소가 구성되고 배열되는 방식을 나타낸다. 여기에는 균형, 대칭, 리듬, 초점 및 전반적인 시각적 조화에 대한 고려 사항이 포함된다.
주제	작품의 주제는 작품이 묘사하거나 나타내는 것을 말한다. 사람, 풍경, 사물, 추상적 개념 또는 기타 시각적 콘텐츠가 될 수 있다. 주제를 이해하는 것은 작가가 제시한 이미지나 상징을 식별하고 해석하는 것과 관련이 있다.
스타일 및 기법	각 아티스트는 예술을 창조하는 고유한 스타일과 기법을 가지고 있다. 스타일을 이해하려면 작품과 관련된 특성, 영향 및 예술적 전통을 인식해야 한다. 기법이란 예술가가 예술작품을 만드는 데 사용하는 방법, 재료 및 과정을 말한다.
맥락	예술작품은 작품이 만들어진 역사적, 문화적, 사회적, 예술적 환경을 포함하는 더 큰 맥락 안에 존재한다. 맥락을 이해하면 예술가의 의도, 사회적 영향 및 작품의 더 넓은 의미에 대한 통찰력을 얻을 수 있다.
감정적 및 미적 반응	예술작품은 감상자의 감정적 및 미적 반응을 불러일으킨다. 예술작품을 이해하는 것은 개인적인 감정 반응을 인식하고 분석하는 것과 그 아름다움, 창의성 또는 영향에 대한 미적 감상을 포함한다.
해석	예술작품은 해석의 여지가 있어 보는 사람이 자신의 경험, 지식 및 관점을 기반으로 의미를 도출하고 연결을 만들 수 있다. 해석에는 작품 내에서 상징주의, 내러티브 및 더 깊은 의미의 층을 조사하는 것이 포함된다.
미술사 지식	미술사에 대한 이해는 다양한 미술 운동, 예술적 전통 및 특정 예술가의 작품을 포함한 미술사 지식을 통해 향상될 수 있다. 미술사 지식은 더 넓은 맥락을 제공하고 영향, 참조 및 예술적 발전을 식별하는 데 도움이 된다.

2.2 인간의 미술작품 이해

인간이 미술작품을 이해하는 것은 다양한 인지적, 정서적, 문화적 요인을 포함하는 복잡하고 다면적인 과정이다. [표 2]는 미술작품에 대한 인간의 이해에 대한 몇 가지 주요 측면이다[25-28].

[표 2] 미술작품에 대한 인간의 이해 요인

[Table 2] Factors in Human Understanding of Artwork

이해 요인명	내용
시각적 인식	인간은 선, 모양, 색상 및 질감과 같은 그림 내의 시각적 요소를 인식하고 분석하는 능력을 갖추고 있다. 인간은 이러한 요소들의 구성, 균형 및 조화뿐만 아니라 예술가가 사용하는 기법과 붓놀림을 관찰할 수 있다.
감정적 및 미적 반응	인간은 미술작품에 대해 감정적 및 미적 반응을 하고 있다. 작품이 불러일으키는 기쁨, 슬픔, 경외감, 사색 등 다양한 감정을 경험할 수 있다. 미적 반응에는 그림의 아름다움, 조화 또는 음모에 대한 감상이 포함된다.
상징주의와 의미	인간은 미술작품이 전달하는 상징주의와 의미를 해석할 수 있으며, 미술작품에 존재하는 내러티브, 우화 또는 은유적 요소를 해독하고 더 깊은 의미의 계층을 추출할 수 있다. 작품이 만들어진 문화적, 역사적 맥락은 종종 이러한 해석에서 중요한 역할을 한다.
역사적 및 문화적 맥락	미술작품에 대한 인간의 이해는 작품이 제작된 시대의 역사적 및 문화적 맥락에 대한 지식으로 풍부해진다. 이 맥락에는 작가의 배경, 예술적 움직임, 사회적 영향 및 당시의

	광범위한 예술적 경향과 같은 요소가 포함된다.
개인적 해석	각 개인은 자신만의 고유한 관점, 경험 및 지식을 미술작품 해석에 적용한다. 개인의 경험, 신념 및 연상은 개인이 그림을 인식하고 이해하는 방식을 형성하여 다양하고 주관적인 해석으로 이어질 수 있다.
대화과 담론	미술작품에 대한 인간의 이해는 종종 대화, 토론 및 비판적 담론을 통해 발전되고 다듬어진다. 예술 평론가, 역사가, 학자와 애호가들은 예술에 관한 대화에 참여하여 미술작품에 대한 폭넓은 이해에 기여하는 다양한 관점, 해석 및 통찰력을 제공한다.

인간에게 있어서 미술작품에 대한 이해는 주관적이며 개인마다 다를 수 있다는 점에 유의하는 것이 중요하다. 다른 사람들은 미술작품에 참여할 때 다른 해석, 감정적 반응 또는 미적 선호도를 가질 수 있으며, 이 주관적인 측면은 예술에 대한 인간 경험의 근본적인 부분이다.

2.3 인공지능의 미술작품 이해

인공지능이 미술작품을 이해할 수 있다는 것은 인공지능 알고리즘이 시각적 데이터를 처리하고 그림에 존재하는 다양한 요소를 분석하여 의미 있는 통찰력이나 해석을 도출할 수 있음을 의미한다. 인공지능은 인간과 같은 주관적인 경험이나 감정이 없지만, 미술작품의 이해와 관련된 특정 작업을 수행할 수 있을 것이다.

[표 3]에는 인공지능이 미술작품을 이해할 수 있는 몇 가지 방법을 정리하였다[29-33].

[표 3] 인공지능이 미술작품을 이해하는 방법

[Table 3] Understanding Methods of Artificial Intelligence about Artwork

이해 방법	내용
인식 및 분류	인공지능 알고리즘은 물체, 모양, 색상 및 질감과 같은 그림 내의 다양한 요소를 인식하고 분류할 수 있다. 이러한 시각적 특징을 식별함으로써 인공지능은 작품을 다양한 장르, 스타일 또는 예술적 움직임으로 분류할 수 있다.
스타일 분석	인공지능은 그림의 붓놀림, 색상 팔레트 및 구성을 분석하여 예술적 스타일이나 움직임을 결정할 수 있다. 예를 들어 인공지능 모델은 그림의 시각적 특성을 알려진 예와 비교하여 그림이 인상파, 입체파 또는 기타 예술 운동을 나타내는지 식별할 수 있다.
주제 식별	인공지능은 풍경, 초상화 또는 정물과 같은 그림에 묘사된 주제를 식별하고 분류할 수 있으며, 작품에 나타나는 특정 개체나 기호를 인식할 수 있다.
설명 분석	인공지능은 시각적 콘텐츠를 기반으로 미술작품에 대한 텍스트 설명 또는 캡션을 생성할 수 있다. 인공지능 모델은 이미지에서 추출한 특징을 분석하여 물체, 색상, 감정 및 구성과 같은 작품의 다양한 측면을 캡처하는 설명을 생성할 수 있다.
예술적 유사성 및 영향	인공지능 알고리즘은 많은 수의 미술작품을 분석하고 다른 예술가 또는 예술적 기간 간의 유사성 또는 영향을 감지할 수 있다. 이를 통해 예술 세계의 연결과 영향을 탐색할 수 있다.

인공지능이 시각적 데이터를 기반으로 미술작품에 대한 객관적인 분석과 해석을 제공할 수 있지만, 미술작품 감상의 주관적이고 감정적인 측면은 일반적으로 인간이 이해한다는 점에 유의해야 한다. 인공지능은 통찰력, 분류 및 해석을 제공하여 인간의 이해를 보완할 수 있지만, 인간의 예술 감상 경험을 완전히 복제할 수는 없다.

2.4 인간과 인공지능의 미술작품 이해 차이점

인간과 인공지능의 미술작품 이해에 대한 차이점은 [표 4]와 같이 정리할 수 있다.

[표 4] 인간과 인공지능의 미술작품 이해에 대한 차이점

[Table 4] Differences between Human and Artificial Intelligence in Understanding Artworks

이해 방법	인간	인공지능
주관성	본질적으로 주관적이며 개인의 경험, 감정, 문화적 배경 및 개인의 관점에 영향을 받는다.	객관적이며 훈련 데이터에서 파생된 패턴과 분석을 기반으로 하며, 주관적인 경험과 감정이 부족하다.
맥락 지식	미술작품을 이해하는 데 풍부한 맥락 지식을 제공하며, 작품을 해석하기 위해 역사적, 문화적, 예술적 맥락을 활용할 수 있다.	과거 데이터에서 학습할 수 있지만, 인간이 가지고 있는 것과 같은 깊이와 폭의 맥락 지식을 가지고 있지 않다.
정서적 반응	다양한 감정을 경험하고 미술작품이 전달하는 아름다움이나 의미를 감상하면서 작품에 대해 감정적이고 미학적 반응을 보일 수 있다.	감정적 경험과 미적 감상 능력이 부족하다.
해석과 상징성	미술작품에 내재된 상징성, 내러티브 및 더 깊은 의미를 해석할 수 있으며, 은유, 알레고리, 문화적 참조를 식별하고 미묘한 해석에 참여할 수 있다.	패턴과 시각적 특징에 의존하여 객관적인 분석을 제공하지만 그림의 상징적 또는 은유적 측면을 파악하지 못할 수 있다.
창의성과 독창성	예술가의 창의성, 독창성 및 독특한 표현을 인식하고 감상하는 것을 포함한다.	학습된 패턴을 기반으로 새로운 작품을 생성할 수 있지만, 독창적이고 개념적으로 참신한 작품을 만드는 능력은 부족하다.
대화와 토론	대화, 토론 및 비판적 담론을 통해 풍부해지며, 아이디어의 교환, 다양한 관점 및 해석은 예술에 대한 집단적 이해와 감상에 기여한다.	고립되어 작동하며 의미 있는 대화에 참여하거나 예술 담론에 참여할 수 있는 능력이 부족하다.

요약하면, 인공지능은 미술작품의 시각적 요소에 대한 객관적인 분석, 분류 및 인식을 제공할 수 있지만, 인간의 이해는 주관성, 맥락 지식, 정서적 반응, 해석, 창의성 및 대화에 참여하는 능력이 특징이다. 예술에 대한 인간의 이해는 인공지능과 달리 인간의 경험과 더 넓은 문화적, 역사적 맥락에 깊이 뿌리내리고 있다.

3. 인공지능의 기초적 미술작품 이해 접근법 실험

3.1 기초실험 설계

인공지능이 미술작품을 어느 정도 이해할 수 있는지를 확인하기 위해서는 매우 다양한 요소를 파악하여야 한다. 문헌적 조사와 분석을 통하여 인공지능에게 인간 수준의 미술작품 이해를 기대할 수는 없다는 것을 알 수 있다. 따라서 미술작품을 이해하는 기초적인 요소들을 인공지능에서도 이해할 수 있는지를 확인하는 실험 설계가 필요하다.

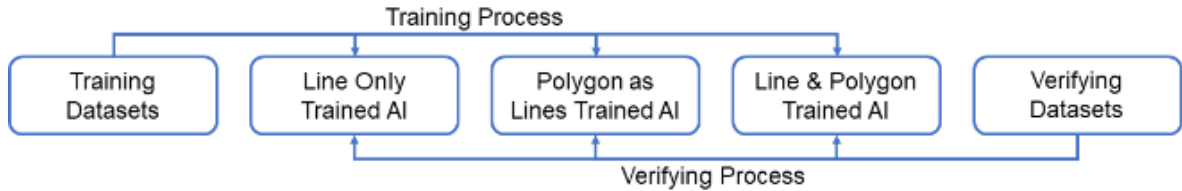
본 논문의 실험 설계에서는 인공지능의 우수성이 알려진 객체 인식과 분류 성능이 미술작품의 기초요소에서도 잘 작동하는지를 파악할 수 있도록 실험대상 요소를 결정하는 것이 중요하다. 회화의 기본요소는 점과 형태, 색상이 있으며, 그 가운데 가장 기본적인 것은 점에서 파생되는 점, 선, 면이다[19-24]. 따라서 본 논문의 실험대상은 점과 선으로 이루어지는 객체를 대상으로 하고자 한다. 다양한 선으로 이루어진 객체에 대해서는 객체 인식과 분류에 잘 알려진 심층 신경망 모델을 이용하여 학습과 인식 및 분류 실험을 시행하였다.

첫 번째 실험에서는 선에 대한 학습만을 수행한 심층 신경망에 선과 다각형의 도형에 대한 인식, 두 번째 실험에서는 선과 다각형을 이루는 선에 대해서 레이블링이 된 도형에 대해서 학습한 심층 신경망에 선과 다각형의 도형에 대한 인식, 그리고 세 번째 실험에서는 두 번째 학습방식에 다각형에 대한 레이블링이 된 도형의 학습을 수행하였다. 실험에 사용된 심층 신경망 모델은 R-FCN(Regional Fully Connected Networks),

SSD(Single Shot Detectors), Faster RCNN (Regional Convolutional Neural Networks)과 Yolo(You Only Look Once)를 대상으로 하였다.

실험에 사용된 컴퓨터는 i9 10980XE 18코어 CPU, RTX3090 2개, 128GB 메인 메모리, 2TB SSD, 4TB HDD의 사양을 가졌으며, 선과 다각형에 대한 데이터 세트는 3,500개를 직접 구축하였다.

[그림 1]은 본 논문의 실험 절차를 나타낸다.

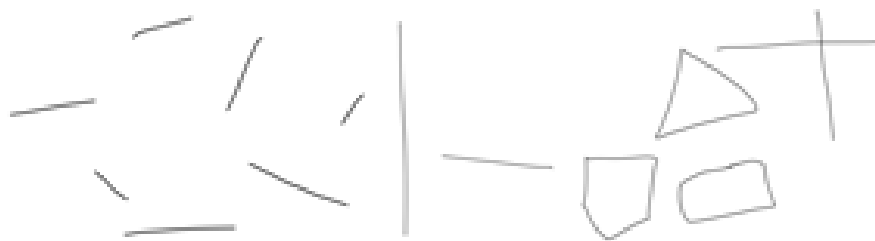


[그림 1] 실험절차도

[Fig. 1] Experimental Procedure

3.2 데이터 세트 구성

실험 데이터 세트는 선과 선으로 구성된 도형으로 준비하였다. 선은 직선과 곡선으로 만들어졌으며, 다각형 데이터 세트로 만들어졌다. 선 데이터 세트는 1,500개가 작성되었으며, 다각형 데이터 세트는 선, 삼각형, 사각형, 오각형을 포함하여 2,000개가 작성되었다. 선 데이터 세트 1,500개와 다각형 데이터 세트 1,600개는 학습용으로 사용하였고 나머지 400개는 검증용으로 사용하였다. [그림 2]는 데이터 세트의 일부 샘플로써 선만으로 이루어진 데이터 세트와 선을 포함하여 삼각형, 사각형, 오각형으로 이루어진 데이터 세트를 보여준다.

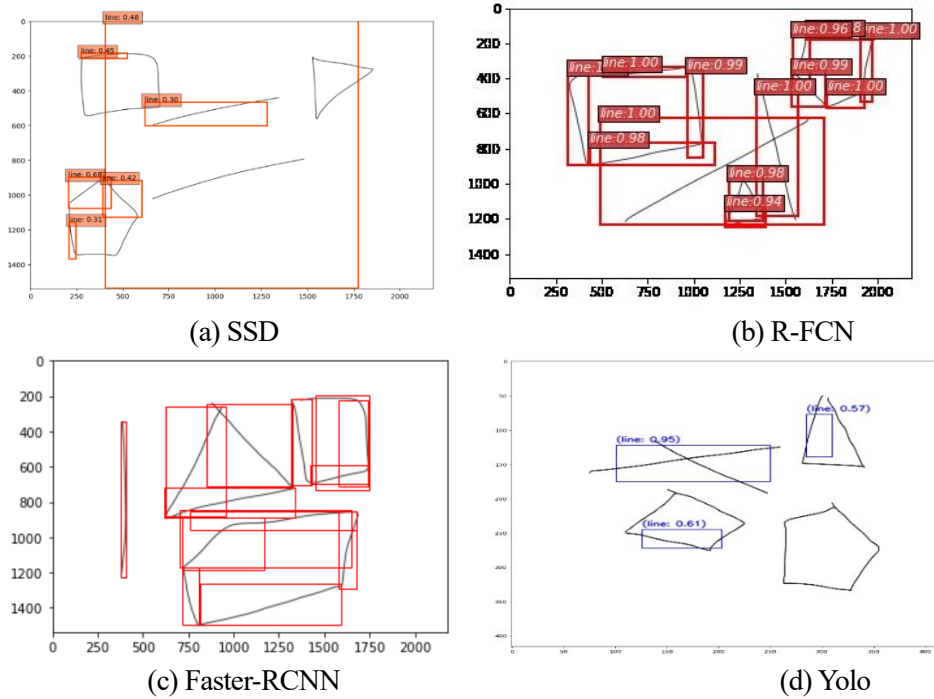


[그림 2] 데이터 세트 샘플

[Fig. 2] Data Set Samples

3.3 실험결과 분석

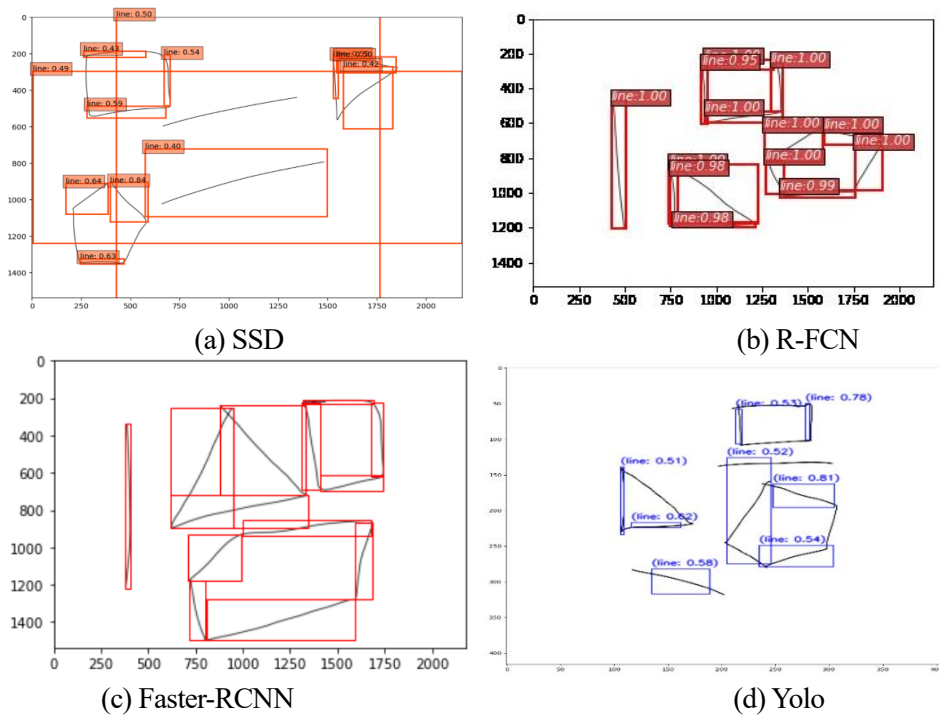
첫 번째 실험의 목적은 선만을 학습한 심층 신경망이 선으로 이루어진 다각형을 제대로 인식할 수 있는지를 알아보는 것이다. [그림 3]은 각 심층 신경망의 인식 예를 보여주고 있다.



[그림 3] 1차 실험 인식 예

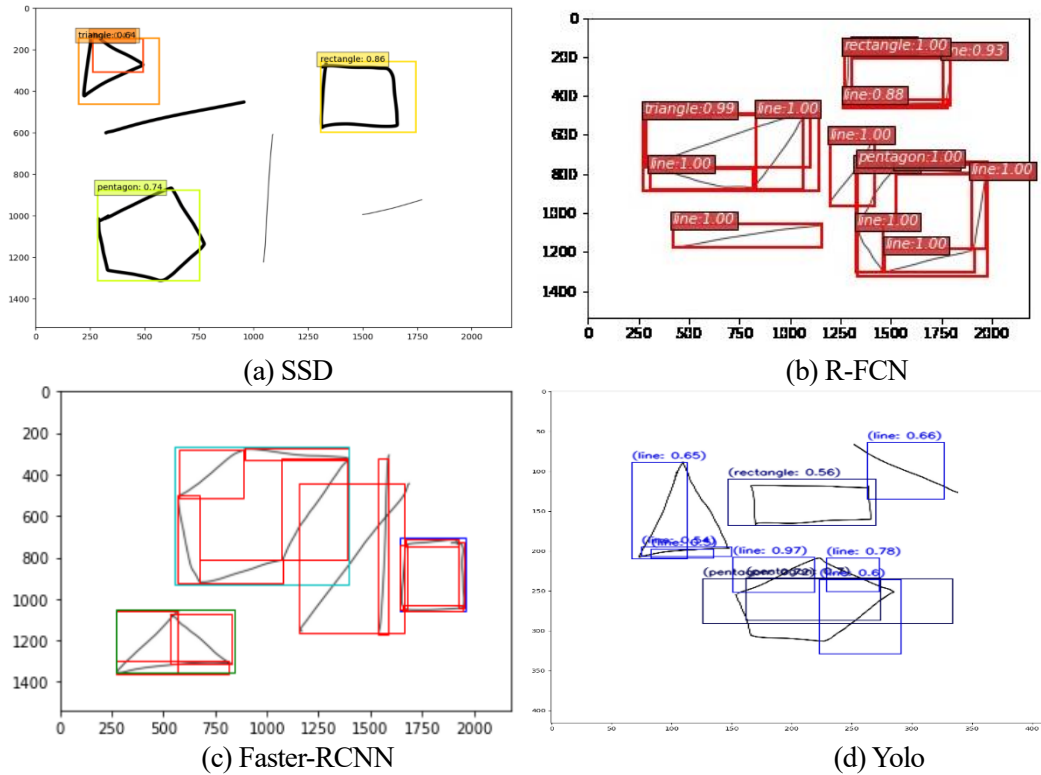
[Fig. 3] 1st Experimental Recognition Example

두 번째 실험과 세 번째 실험은 레이블링이 추가된 학습이 심층 신경망의 인식에 어떠한 영향을 주는지를 확인한 것으로써 [그림 4]와 [그림 5]에 인식예를 보여주고 있다.



[그림 4] 2차 실험 인식 예

[Fig. 4] 2nd Experimental Recognition Example



[그림 5] 3차 실험 인식 예

[Fig. 5] 3rd Experimental Recognition Example

세 가지 실험의 결과예시에 나타난 것과 같이 첫 번째 실험에서 선에 대한 학습만으로 다각형을 이루고 있는 선에 대한 인식 정확도는 전반적으로 낮은 것을 알 수 있으며, 다각형을 이루고 있는 선에 대해 학습을 했을 때는 다각형 내의 선에 대한 인식 정확도는 높아지지만, 다각형이라는 것을 학습하지 않았기 때문에 다각형에 대한 인식은 전혀 이루어지지 않는 모습을 볼 수 있다. 마지막 세 번째 실험에서는 학습에 주어진 정보에 따라서 각 심층 신경망의 인식 정확도가 올라가는 것을 확인할 수 있다. 간단한 예시이지만 심층 신경망이 주어진 정보만으로 새로운 정보를 추론하는 것은 한계가 있지만, 인간이 가지고 있는 정보를 충분히 학습에 활용할 수 있다면 인간적인 이해에 가까운 결과를 얻을 수 있을 것으로 판단된다. 다만 인간이 가지고 있는 감정이나 복선과 같은 복잡 미묘한 정보를 어떻게 학습할 수 있도록 정량화할 수 있을 것인지는 많은 연구가 필요하다.

각 실험의 결과에서 선과 다각형을 정확히 인식하는지를 판단하는 지표로는 IOU(Intersection Over Union) 0.5에서 mAP(mean Average Precision)를 측정하였다.

$$mAP = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N AP_i \tag{1}$$

여기서 AP_i 는 i 번째 클래스의 Average Precision, N 은 총 클래스 수로 본 논문에서의 $N=4$ (선, 삼각형, 사각형, 오각형)이다.

세 가지 실험에 대한 심층 신경망의 인식결과는 [표 5]와 같다. [표 5]에서 4가지 대표적인 심층 신경망의 일반적인 성능은 PASCAL VOC 데이터 세트를 이용하여 성능을

검증한 결과[34]이며, 나머지 값들은 본 논문에서 제시된 학습방법과 제작된 데이터 세트에 의해서 수행된 결과값들이다.

[표 5] 각 실험의 인식률(mAP)

[Table 5] Recognition Rate(mAP) for Each Experiment

실험	SSD	R-FCN	Faster-RCNN	Yolo	
1차	0.365	0.700	0.722	0.250	
2차	0.605	0.900	0.987	0.770	
3차	선	0.477	0.815	0.977	0.772
	삼각형	0.626	0.907	0.905	0.582
	사각형	0.704	0.980	0.892	0.783
	오각형	0.733	0.906	0.936	0.527
	mAP	0.508	0.902	0.928	0.533
Pascal VOC	0.562	0.565	0.632	0.403	

[표 5]의 모든 실험 결과에서 각 심층 신경망의 성능은 Pascal VOC 데이터 세트에서 얻어진 결과 추세와 같이 나타남을 알 수 있으며, 따라서 본 논문에서 설계된 심층 신경망의 성능과 데이터 세트에 대한 객관성을 담보할 수 있다. 모든 실험 결과에서 Faster-RCNN이 다른 심층 신경망보다는 우수한 결과를 보여줌으로써 심층 신경망의 구조에 따라서 미술작품에 대한 이해 가능성을 예측할 수 있다. 특히, R-FCN과 Faster-RCNN은 SSD나 Yolo와 달리 선만을 학습하였음에도 다각형에서의 선들을 70% 이상 식별할 가능성을 보였으며, 다각형 내의 선까지 학습하였을 때는 R-FCN은 90%, Faster-RCNN은 98.7%의 인식 정확도로 학습에 대한 반응 정도가 매우 높게 나타남을 알 수 있다.

세 번째 실험은 선과 다각형을 포함하여 인식하는 것으로, 선 하나만을 인식하도록 설계된 이전의 두 가지 실험보다는 학습과 인식방법의 설계가 복합적으로 되어있다. 선과 다각형을 포함하여 4종류의 도형에 대한 인식을 수행하는 작업이기 때문에, 두 번째 실험에서의 인식 정확도와 비교하면 R-FCN은 비슷한 결과를 나타내고 있으며, 나머지 심층 신경망들은 정확도가 낮아지는 것을 알 수 있다. 하나의 심층 신경망으로 수행하거나 판단해야 할 작업이 많아지면 상대적으로 심층 신경망의 성능이 낮아지는 것을 예측할 수 있으며, 복잡한 작업이 필요한 인공지능 신경망의 구조는 더 깊은 계층을 갖는 심층 신경망으로 설계되어야 함을 알 수 있다.

4. 결론 및 제언

인공지능의 예술작품 창작에 대한 논란의 핵심은 인공지능 창작은 진정한 창작인가라는 문제의식이다. 인간의 창작은 다양한 예술적 이해와 담론을 담고 있지만, 인공지능의 창작은 다분히 기술적인 기교만을 담고 있다. 사물을 인식하는 데 있어서 인간보다 우수한 인공지능이라도 예술을 이해하는 인간의 다양한 예술이해의 측면을 모사할 수 없다.

본 논문에서는 미술의 기본이라고 할 수 있는 선과 다각형을 인공지능이 어떻게 인식할 수 있는지를 확인함으로써 학습에 의한 미술 이해 가능성을 살펴보았다. 이를

위해서 선과 다각형으로 구성된 데이터 세트 3,500개를 작성하고 4종류의 심층 신경망에 학습과 인식실험을 수행하였다. 심층 신경망은 세 가지 방식으로 학습함으로써 학습방식이 인식 정확도에 주는 영향을 관찰하였다.

세 가지 실험에서 인공지능은 학습에 필요한 정보량에 따라서 그 결과가 달라진다. 첫 번째 실험의 목적이었던 선만을 학습한 심층 신경망이 다각형을 이루는 선이나 다각형을 인식하는지의 결과는 심층 신경망에 따라서는 다각형을 이루는 선까지는 인식할 수 있지만 학습하지 않은 다각형이라는 객체를 인식하지 못한다. 두 번째 실험에서는 학습에 필요한 정보가 추가된 만큼 첫 번째 실험보다는 mAP가 향상된 것을 알 수 있지만, 여전히 다각형 객체를 인식하지는 못한다. 세 번째 실험에서 다각형에 대한 정보까지 학습하면 독립적인 선과 다각형을 이루는 선, 다각형까지 인식하는 것을 알 수 있다.

세 가지 실험을 통해서 심층 신경망이 학습된 정보를 인식하는 것은 가능하지만 학습된 정보를 기반으로 새로운 형태를 인식하기는 쉽지 않음을 알 수 있다. 비지도 학습을 통해서 클러스터링할 수 있지만 역시 클러스터링 된 객체들이 무엇인지를 인식할 수는 없다.

인공지능의 학습능력이 인간과 유사하더라도 인간의 감정적 이해에 도달하기 위해서는 더욱 광범위하고 깊이 있는 연구가 있어야 하지만, 몇 가지 실험을 통해서 인공지능이 미술작품의 이해를 돕기 위한 학습 데이터 세트의 구성이나 학습방법, 추가로 연구해야 할 주제를 제시할 수 있고, [표 6]과 같은 관점의 연구를 통한 인공지능(심층 신경망)의 개선이 필요하다.

[표 6] 미술작품 이해를 위한 인공지능(심층 신경망) 개선점

[Table 6] Artificial Intelligence(Deep Neural Network) Improvement for Artwork Understanding

관점	기대되는 개선점
다양하고 대표적인 미술 데이터 세트 선별	다양한 시대, 스타일, 문화 및 장르의 광범위하고 다양한 범위의 미술작품을 학습에 사용한다. 포괄적인 데이터 세트는 인공지능이 미술 세계 내에서 패턴, 추세 및 문맥을 학습하는 데 도움이 될 수 있다.
맥락 정보 개발	미술가 약력, 미술 운동, 역사적 사건, 문화적 영향, 비판적 해석과 같은 미술작품에 대한 맥락 정보를 포함하여 학습 데이터를 증강한다. 이를 통해 인공지능은 미술작품이 만들어진 사회 문화적, 역사적 맥락을 이해하는 데 도움이 될 수 있다.
의미론과 상징주의 통합	의미론적 정보와 상징적 표현을 인공지능에 통합하는 방법에 관한 연구가 필요하다. 의미를 시각적 요소, 색상, 구성 및 주제와 연관시킴으로써 인공지능은 미술작품에 대한 더 깊은 이해 수준을 추론할 수 있을 것이다.
사용자 피드백 및 상호 작용 고려	인공지능의 작품 해석 또는 분석에 대한 피드백을 제공하는 데 사용자를 참여시킨다. 이 반복적인 피드백 루프는 해석을 다듬고 인간의 통찰력에서 학습함으로써 시간이 지남에 따라 인공지능의 이해를 개선하는 데 도움이 될 수 있다.
도메인 전문가와 협업	미술 역사가, 비평가, 큐레이터와 미술작가를 인공지능 개발 및 학습에 참여시킨다. 그들의 전문 지식과 도메인 지식은 학습 과정을 안내하고 작품에 대한 많은 정보에 입각한 이해를 보장할 수 있을 것이다.
다중 모드 접근 방식	텍스트 설명, 오디오 또는 촉각 피드백과 같은 시각적 데이터를 넘어서는 여러 양식을 통합하는 것을 고려한다. 이러한 복합적인 접근 방식은 다양한 감각적 측면을 고려하여 작품에 대한 보다 전체적인 이해를 제공할 수 있을 것이다.

최근 대용량 언어모델인 ChatGPT의 성능이 다양한 지식정보를 생산하고 전달하는 능력이 인간 수준으로 올라왔다고 평가받고 있다. 미술작품과 같은 시각예술을 인공지능이 이해할 수 있게 하기 위해서는 단순히 시각기반의 심층 신경망만으로 해결할

수 없다. 인간의 예술적 이해를 모사할 수 있는 심층 신경망을 구성하는 것은 어렵겠지만, 언어적으로 표현할 수 있는 최대한의 정보와 시각정보를 함께 활용하는 인공지능 모델에 관한 지속적인 연구가 향후 예술을 이해하는 인공지능의 등장을 앞당길 수 있을 것이다. 또한, 상기 제시된 연구를 위한 기반을 구축하고 다학제적 연구팀의 구성을 위한 전략적 시도가 필요하다.

5. 감사의 글

이 논문은 2022년도 상명대학교 연구과제로 수행되었음

References

- [1] Google's AlphaGo gets 'divine' Go ranking, The Straits Times, (2016)
Available from: <https://en.wikipedia.org/wiki/AlphaGo>
- [2] <https://www.nocutnews.co.kr/news/4567706>, May 4 (2023)
- [3] F. Rosenblatt, The perceptron: a probabilistic model for information storage and organization in the brain, Psychological review, (1958), Vol.65, No.6, pp.386-408.
DOI: <https://doi.org/10.1037/h0042519>
- [4] A. M. Noll, Human or Machine: A Subjective Comparison of Piet Mondrian's 'Composition with Lines' and a Computer-Generated Picture, The Psychological Record, (1966), Vol.16, pp.1-10.
DOI: <https://doi.org/10.1007/BF03393635>
- [5] H. Cohen, What is an Image?, Invited paper, Proceedings of the 6th International Joint Conference on Artificial Intelligence, Tokyo, (1979), pp.1028-1057.
Available from: <http://aaronshome.com/aaron/publications/whatisanimage.pdf>
- [6] <https://www.fractint.org/>, May 4 (2023)
- [7] K. Sims, Artificial Evolution for Computer Graphics, Computer Graphics, (1991), Vol.25, No.4, pp.319-328.
DOI: <https://doi.org/10.1145/127719.122752>
- [8] F. J. Varela, P. Bourguin, "Artificial Life or Surreal Art?," Toward a practice of autonomous systems: Proceedings of the first European conference on artificial life, MIT Press, Cambridge, MA, (1992), pp.504-513.
https://books.google.com/books/about/Toward_a_Practice_of_Autonomous_Systems.html?id=pWsNJkdZ4tgC
- [9] L. A. Gatys, A. S. Ecker, M. Bethge, A Neural Algorithm of Artistic Style, arXiv preprint arXiv:1508.06576, (2015)
DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1508.06576>
- [10] <https://aiartists.org/mario-klingemann>, May 4 (2023)
- [11] https://www.hani.co.kr/arti/international/international_general/867614.html, May 4 (2023)
- [12] <https://openai.com/product/dall-e-2>, May 4 (2023)
- [13] <https://www.midjourney.com/>, May 4 (2023)
- [14] <https://catalog.ngc.nvidia.com/orgs/nvidia/teams/playground/models/sd-xl/overview>, May 4 (2023)
- [15] <https://www.hani.co.kr/arti/science/technology/1057475.html>, May 4 (2023)
- [16] <https://www.joongang.co.kr/article/25156043>, May 4 (2023)
- [17] <https://chat.openai.com/>, May 4 (2023)
- [18] J. Kim, World of Contemporary Art (2): Appreciation and Understanding of Contemporary Art, Local Culture

Promotion Institute, (2019)

Available from: <https://blog.naver.com/pccekorea/221657752558>

- [19] E. H. Gombrich, *The Story of Art*, Phaidon Press, (1995)
- [20] R. Arnheim, *Art and Visual Perception: A Psychology of the Creative Eye*, University of California Press, (2004)
- [21] M. Livingstone, D. Hubel, *Vision and Art: The Biology of Seeing*, Abrams, (2002)
- [22] J. Berger, *Ways of Seeing*, Penguin Books, (1972)
- [23] H. Osborne, *Art Theory for Beginners, For Beginners*, (2012)
- [24] D. Preziosi, *The Art of Art History: A Critical Anthology*, Oxford University Press, (2009)
- [25] V. S. Ramachandran, W. Hirstein, *The Science of Art: A Neurological Theory of Aesthetic Experience*, *Journal of Consciousness Studies*, (1999), Vol.6, No.6-7, pp.15-51.
Available from: <https://philpapers.org/archive/RAMTSO-5.pdf>
- [26] A. C. Danto, *The Abuse of Beauty: Aesthetics and the Concept of Art*, Open Court Publishing, (2003)
- [27] S. Zeki, *Inner Vision: An Exploration of Art and the Brain*. Oxford University Press, (2000)
- [28] M. Csikszentmihalyi, R. E. Robinson, *The Art of Seeing: An Interpretation of the Aesthetic Encounter*, J. Paul Getty Museum, (1991)
- [29] A. Elgammal, B. Liu, M. Elhoseiny, M. Mazzone, *CAN: Creative Adversarial Networks, Generating "Art" by Learning About Styles and Deviating from Style Norms*, arXiv preprint arXiv:1706.07068, (2017)
DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1706.07068>
- [30] L. A. Gatys, A. S. Ecker, M. Bethge, *Image Style Transfer Using Convolutional Neural Networks*, 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), (2016), pp.2414-2423.
DOI: <https://doi.org/10.1109/CVPR.2016.265>
- [31] J. McCormack, M. d'Inverno, *Computers and Creativity*, Springer Science & Business Media, pp.431-435, (2012)
- [32] Y. Hong, J. Kim, *Art painting detection and identification based on deep learning and image local features*, *Multimedia Tools and Applications*, (2019), Vol.78, pp.6513-6528.
DOI: <https://doi.org/10.1007/s11042-018-6387-5>
- [33] D. M. Berry, *The computational turn: Thinking about the digital humanities through computational creativity*, *Culture Machine*, (2011), Vol.12, pp.1-22.
Available from: <https://culturemachine.net/wp-content/uploads/2019/01/10-Computational-Turn-440-893-1-PB.pdf>
- [34] H. Eklund, *A performance evaluation of common object detection models*, UMEA University, Master thesis, (2019)